



Einstiegsberatung zum kommunalen Klimaschutz für die Stadt Markdorf

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Auftraggeberin



Stadt Markdorf
Rathausplatz 1
88677 Markdorf
07544 500-0

Ansprechpartnerin:
Eva Glöggler
07544 500-323
e.gloeggler@markdorf.de

Auftragnehmerin



Netze BW GmbH
Kommunale Beziehungen und Stadtwerke
Adolph-Pirrung-Straße 7
88400 Biberach

Sitz der Gesellschaft: Stuttgart;
Handelsregister: Amtsgericht Stuttgart HRB 747734

Ansprechpartner:
Dr. Jörg Scholtes
Kommunale Energielösungen
07351 53-2906
j.scholtes@netze-bw.de

Stand: Februar 2025

Aus Gründen der Lesbarkeit wurde in diesem Bericht nicht bei allen Textstellen eine geschlechtsneutrale Sprache verwandt. Es sind immer alle Geschlechter gemeint, selbst wenn nur die männliche Form gewählt wurde.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung.....	1
2 Ist-Analyse	2
2.1 Stadt Markdorf: Daten und Fakten	2
2.1.1 Basisdaten	2
2.1.2 Einwohnerzahlen.....	3
2.1.3 Beschäftigungskennziffern, Pendler.....	4
2.1.4 Flächenverteilung und Flächennutzung	4
2.1.5 Gebäudebestand	5
2.1.6 Heizenergieverbrauch im Gebäudebestand.....	8
2.2 Energieverbrauch	9
2.2.1 Leitungsgebundene Energieträger	9
2.2.2 Nicht leitungsgebundene Energieträger	9
2.2.3 Fahr- und Verkehrsleistungen.....	10
2.3 Erneuerbare Erzeugung.....	12
2.3.1 Strom.....	12
2.3.2 Wärme.....	14
2.4 Kommunale Verbrauchswerte	15
2.4.1 Straßenbeleuchtung	15
2.4.2 Liegenschaften der Stadt.....	16
3 Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Markdorf.....	25
3.1 Treibhausgasbilanzen; Grundlagen und Methodik	25
3.2 Angewandte Methodik.....	26
3.2.1 Das Tool BICO ₂ BW	26
3.2.2 Die Bilanzierungsmethodik.....	26
3.2.3 Bezugsjahr	27
3.2.4 Datengüte.....	28
3.3 Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz.....	28
3.3.1 Endenergiebilanz.....	28
3.3.2 Treibhausgasbilanz BICO ₂ BW	30
3.3.3 Treibhausgasbilanz mit regionalem Strommix.....	34

3.3.4	Treibhausgasbilanz mit verursacherbezogenen Mobilitätsemissionen	35
3.3.5	Treibhausgasbilanz der Verwaltung	37
3.4	Verbesserung der Datengrundlage und Fortschreibung	38
4	Entwicklungsmöglichkeiten	40
4.1	Verbrauchsminde rung	40
4.1.1	Private Haushalte	40
4.1.2	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und verarbeitendes Gewerbe	41
4.1.3	Kommunale Liegenschaften und Anlagen	41
4.1.4	Mobilität	45
4.2	Emissionsreduktionen hin zur Klimaneutralität	45
4.3	Ausbau der erneuerbaren Erzeugung	48
4.3.1	Wärmebereitstellung	48
4.3.2	Stromerzeugung	51
4.4	Energiebedarf und Erzeugungsmöglichkeiten	54
4.4.1	Erzeugungspotenziale und aktueller Strombedarf	55
4.4.2	Lokaler Energiebedarf	56
4.4.3	Nationaler Energiebedarf	58
4.4.4	Einordnung der Ergebnisse	60
5	Beratungsprozess	62
5.1	Öffentlicher Auftakt	62
5.2	Workshop mit Entscheidungsträgern	70
6	Klimaschutzmaßnahmen	71
6.1	Bisherige Maßnahmen	71
6.2	Aktuelle Maßnahmen	71
6.3	Maßnahmenkatalog	72
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	75
8	Literaturverzeichnis	77
9	Abbildungsverzeichnis	79
10	Tabellenverzeichnis	81
11	Anhang	82
11.1	Maßnahmenkatalog	82
11.1.1	Übersicht der Maßnahmenvorschläge	82
11.1.2	Entwicklung, Planung und Raumordnung	84
11.1.3	kommunale Liegenschaften und Anlagen	89
11.1.4	Ver- und Entsorgung	97

11.1.5	Mobilität.....	103
11.1.6	Interne Organisation	110
11.1.7	Kommunikation und Kooperation.....	116
11.2	Zahlenwerte und Einheiten	123
11.3	Heizgradtage, Gradtagzahlen und Witterungskorrektur	124
11.3.1	Heizgradtage und Gradtagzahlen als Grundlage für die Witterungskorrektur	124
11.3.2	Witterungskorrektur bzw. Witterungsbereinigung.....	127

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Block-Heiz-Kraftwerk
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
CO ₂ äq	CO ₂ -Äquivalent, die klimaschädliche Wirkung eines Treibhausgases wird im Vergleich zu CO ₂ -bestimmt und die entsprechende Masse angegeben
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EE	Erneuerbare Energien
eea	European Energy Award
EEG	Erneuerbare-Energie-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEG	Gebäude Energie Gesetz (löste die EnEV zum 1. Nov. 2020 ab)
GHD	Gewerbe, Handel Dienstleistungen
GIS	Grafisches Informationssystem (Darstellung von geographisch verortbaren Daten in Kartenform; typisches Beispiel: Kataster)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (Förderbank des Bundes)
kWh	Kilowattstunde; Energieeinheit; 1.000 Wh, auch MWh und GWh siehe Tabelle 11-2 und Tabelle 11-3
kWh/m ² a	spezifischer Energieverbrauch; Kilowattstunden je Quadratmeter Bezugsfläche und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung (bei kleineren Anlagen üblicherweise mittels BHKW)
kWp	Installierte Nominalleistung (p = peak, vor allem bei Photovoltaik verwendet)
L-Bank	Staatsbank für Baden-Württemberg
LGRB	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Naturschutz Baden-Württemberg
MFH	Mehrfamilienhaus
MIV	motorisierter Individualverkehr
NIV	nicht-motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	öffentlicher Personennahverkehr
Pkm	Personenkilometer, (die gefahrenen Kilometer multipliziert mit der Anzahl der Personen im Fahrzeug)
PV	Photovoltaik
RH	Reihenhaus
StaLa	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
SVB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
THG	Treibhausgase
WZ2008	Klassifikation der Wirtschaftszweige

1 Einleitung

Mit der Ratifizierung des Pariser Klimaschutzabkommens ist Deutschland die Verpflichtung eingegangen, klimaneutral zu werden. Abgeleitet aus dem Treibhausgaskontingent, das noch emittiert werden darf, damit das 1,5°-Ziel erreichbar bleibt, bedeutet dies, dass die jährlichen pro Kopf Emissionen in Deutschland von heute ca. 10 t bis spätestens 2045 auf deutlich unter eine Tonne sinken müssen. Auf Grund dessen arbeiten der Bund und das Land Baden-Württemberg an einer Weiterentwicklung der zugehörigen (gesetzlichen) Festlegungen sowie an Maßnahmen- und Förderprogrammen. Angesichts der Entwicklungen der letzten Jahre und der aktuell zu bewältigenden Krisen sind Klimaschutzmaßnahmen und ambitionierte Zielvorgaben dringend notwendig.

Aber auch wenn „richtige“ Rahmenbedingungen unerlässlich und wichtig sind, kann das Ziel nur durch die Umsetzung konkreter Maßnahmen möglichst auf allen Ebenen erreicht werden. Das bedeutet, dass auch kleinere Kommunen wie die Stadt Markdorf oder genauer gesagt alle Personen, die dort wohnen, eine Rolle spielen. Gerade im eigenen Wohnumfeld und erst recht im ländlichen Bereich gibt es in der Regel vielfältige Handlungsoptionen. Hervorzuheben sind unter anderem die Einsparpotenziale in den Bereichen Mobilität und Gebäude sowie das meist hohe Potenzial beim Ausbau der erneuerbaren Energien.

Gerade letzteres ist in Markdorf allerdings nur begrenzt vorhanden. So weisen die Suchraumkulissen des Teilflächennutzungsplans Energie nur sehr eingegrenzte Möglichkeiten für die Errichtung von Windkraftanlagen aus. Da die landwirtschaftliche Fläche intensiv genutzt wird, sind auch die Möglichkeiten zur Errichtung von Freiflächen-PV-Anlagen nur in eingeschränktem Umfang vorhanden. Für eine Treibhausgasneutralität auf lokaler Ebene ist daher auch der Ausbau der PV-Anlagen in den bereits baulich genutzten Bereichen ebenso entscheidend, wie die verstärkte Nutzung der Einspar- und Effizienzpotenziale. In fast allen Bereichen ist die Stadt für eine erfolgreiche Realisierung der Zielvorstellung darauf angewiesen, dass Bevölkerung, Wirtschaft und Verwaltung an einem Strang ziehen und sich der eigenen Verantwortung bewusst sind. Es ist daher wichtig die Eigenverantwortung bewusst zu machen, ein Klima pro Klimaschutz zu schaffen und auch lokal einen geeigneten Rahmen abzustecken.

In diesem Bericht wird zunächst der aktuelle Ist-Zustand, wie er im Jahr 2021 (Energie- und Treibhausgasbilanz) bzw. im Jahr 2023 (aktueller Datenstand) in Markdorf anzutreffen war, beschrieben. Diese Beschreibung umfasst Kapitel 2 „Ist-Analyse“ sowie Kapitel 3 mit der Darstellung der Energie- und Treibhausgasbilanz. Im Kapitel 4 werden unter der Überschrift „Entwicklungsmöglichkeiten“ verschiedene Szenarien in Kurzform beschrieben. Ziel dabei ist es nicht, eine im Detail ausgearbeitete und möglichst genaue wissenschaftliche Herleitung zu präsentieren, sondern aufzuzeigen, in welchem Rahmen sich die Anforderungen bewegen.

Das Kapitel 5 gibt einen kurzen Überblick über den Beratungsprozess, ohne dabei in die Tiefe zu gehen. Auf die bis zu Beginn des Beratungsprojekts abgeschlossenen, die im Verlauf des Projekts angestoßen sowie die aktuell geplanten Maßnahmen wird in Kapitel 6 eingegangen. Hier ist auch eine Übersicht über die Maßnahmen zu finden, die im Ergebnis der Beratung als zielführend für die weitere Klimaschutzarbeit angesehen werden. Die zugehörigen Maßnahmenblätter, die neben einer Kurzbeschreibung auch Angaben zur Erleichterung der Maßnahmenumsetzung enthalten, wurden in den Anhang (Kapitel 11.1) ausgelagert, um das Dokument nicht zu überfrachten.

2 Ist-Analyse

Nachfolgend wird ein Überblick über die gegenwärtige Situation der Stadt Markdorf gegeben. Dies bildet den Ausgangspunkt für die Wahl notwendiger Schritte und Entwicklung von Maßnahmen, welche der angestrebten Treibhausgasneutralität zuträglich sind.

2.1 Stadt Markdorf: Daten und Fakten

2.1.1 Basisdaten

Zur Stadt Markdorf gehören die Kernstadt Markdorf mit den Dörfern und Weilern Bergheim, Fitzenweiler, Gehrenberg, Möggenweiler und Wangen) sowie die beiden Teilorte Ittendorf (mit Bürgberg, Hundweiler, Reute sowie Wirrensegl) und Riedheim (mit Gangenweiler, Hepbach, Leimbach sowie Stadel)¹. Die Stadt liegt im Bodenseekreis etwa 6 km nördlich des Bodensees zwischen Friedrichshafen und Salem. Von Touristikern werden häufig Bezeichnungen wie „Perle des Linzgaus“ oder „Balkon zum Bodensee“ verwendet. Die Stadt selbst beschreibt sich auf ihrer Webseite als „charmante Einkaufsstadt überm See“.



Abbildung 2-1: Stadt Markdorf – geografische Lage (Wikipedia).

(Wikipedia, Hagar66 based on work of TUBS [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>), CC BY 3.0-2.5-2.0-1.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0-2.5-2.0-1.0>), CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>), CC0, Public domain, FAL oder Attribution], via Wikimedia Commons

¹ Wikipedia abgerufen am 21.11.2024

Auf einer Fläche von knapp 41 km² ($\cong$ 0,11 % der Landesfläche) leben 14.356 Einwohner² ($\cong$ 0,13 % der Landesbevölkerung). Die Gemarkung ist überwiegend land- und forstwirtschaftlich geprägt. Von den 4.091 ha der Stadt Markdorf sind 1.241 ha Waldfläche (30,3 %), ca. 54,6 % (2.232 ha) werden landwirtschaftlich genutzt. Einen hohen Anteil an diesen Flächen haben wiederum die Obstanlagen, die laut Statistischem Landesamt knapp ein Drittel ausmachen.

Die Bundesstraße 33 quert die Gemarkung mit einer Strecke von 12 km über die gesamte Länge von Nordwesten nach Südosten und passiert dabei auch die Kernstadt sowie den Teilort Ittendorf. Die Stadt gehört zum Nahverkehrsverbund Bodensee-Oberschwaben (bodo) und hat einen eigenen Bahnhof im Kernort.

2.1.2 Einwohnerzahlen

Laut statistischem Landesamt Baden-Württemberg hatte die Stadt Markdorf zum 31.12.2022 14.356 Einwohner, was einer Bevölkerungsdichte von 351 Einwohnern je Quadratkilometer entspricht. Dieser Wert liegt über den Werten von Kreis (335 EW/km²) und Land (316 EW/km²). Markdorf gehört damit zu den stärker besiedelten Regionen des Landes Baden-Württemberg. In den letzten zehn Jahren ist die Einwohnerzahl von rund 13.000 Einwohnern im Jahr 2012 kontinuierlich um durchschnittlich ca. 10 % angestiegen.

Von der Gesamtbevölkerung Markdorfs befanden sich 2022 9.166 Personen (63,8 % der Bevölkerung) im erwerbsfähigen Alter, d.h. zwischen dem 16. und 66. Lebensjahr. 19,6 % der Bevölkerung sind über 66 Jahre alt.

² Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Stand: 31.12.2022.

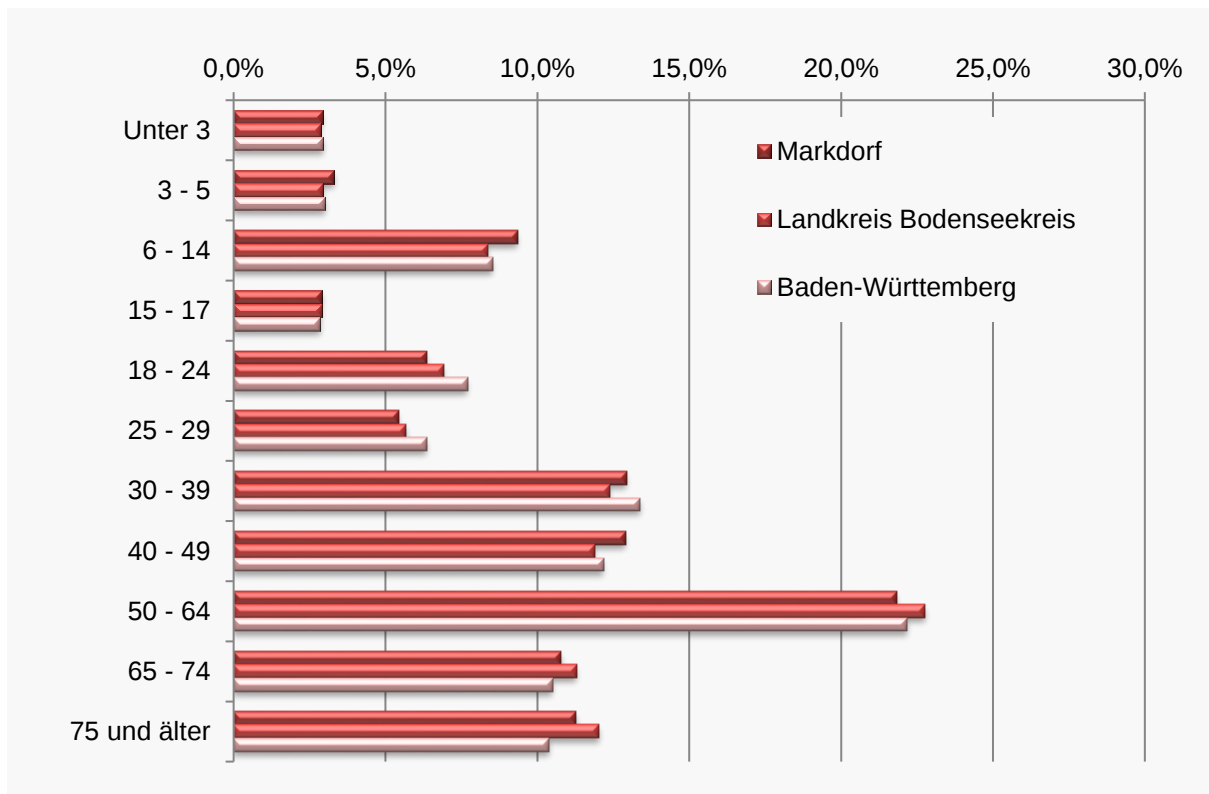


Abbildung 2-2: Anteil der Personen in den einzelnen Altersklassen, Markdorf im Vergleich zum Bodenseekreis und zum Land Baden-Württemberg (Altersgruppen: Zensus, Zahlen Fortschreibung statistisches Landesamt).

2.1.3 Beschäftigungskennziffern, Pendler

Insgesamt sind in der Stadt Markdorf nach den Angaben des statistischen Landesamtes zum 30.06.2023 5.518 sozialversicherungspflichtige Beschäftigungsverhältnisse gemeldet. Davon entfallen 44,5 % (2.457 Stellen) auf das produzierende Gewerbe, und 37,6 % (2.077 Stellen) auf den Bereich der sonstigen Dienstleistungen. Im Bereich Handel, Verkehr und Gastgewerbe waren es 923 Stellen, was einem Anteil von 16,7 % entspricht. Es wurden im Jahr 2023 4.785 Auspendler und 4.004 Einpendler ermittelt (Stand 30.06.2023). Die Arbeitslosenquote im Jahresdurchschnitt ist in Markdorf von 3,0 % im Jahr 2010 auf 1,9 % der erwerbstätigen Bevölkerung im Jahr 2022 zurückgegangen, d. h. die Zahl der arbeitssuchend gemeldeten Personen ist von 253 auf 170 gesunken.

2.1.4 Flächenverteilung und Flächennutzung

Die bebauten Flächen (Siedlungs- und Verkehrsflächen) summieren sich in Markdorf zu einem Anteil von 14,1 % auf. Dieser ist damit niedriger als in Kreis (15,1 %) und Land (14,8 %), was aufgrund der Verhältnisse bei der Bevölkerungsdichte bemerkenswert ist.

Der Anteil der Waldfläche der Stadt Markdorf liegt mit 30,3 % über dem Kreis- aber unter dem Landesdurchschnitt von 27,8 % bzw. 37,8 %. Bei der landwirtschaftlich genutzten Fläche sind die Flächenanteile in Markdorf mit 54,6 % dagegen nahezu auf dem Niveau des Bodenseekreises in Höhe von 55,0 %. Im Landesdurchschnitt haben die landwirtschaftlichen Flächen einen Anteil von 44,9 %.

Wasserflächen, die wichtig für eine kleinräumliche Klimaregulierung sein können, sind in Markdorf vor allem in Form verschiedener Fließgewässer vorhanden, deren Fläche einen Anteil von 0,4 % an der

Gesamtfläche hat. Die Fläche der stehenden Gewässer ist mit 1 ha so klein, dass sich der prozentuale Anteil nicht ändert. In Kreis und Land werden Anteile von 1,1 % erreicht.

2.1.5 Gebäudebestand

Die Stadt Markdorf verzeichnet nach Angaben des statistischen Landesamtes zum Ende des Jahres 2023 einen Bestand von 3.142 Wohngebäuden mit insgesamt 6.545 Wohnungen. Die Belegungsdichte beträgt damit rund 2,2 Personen pro Wohnung. Unbeheizte Gebäude, wie Garagen und Schuppen, werden nicht berücksichtigt. Die kommunalen Liegenschaften werden gesondert betrachtet.

Obwohl der Anteil der Einfamilienhäuser (EFH) in Markdorf mit 58,6 % merklich niedriger ist als in ausgeprägt ländlichen Regionen des Landes, ist er angesichts der hohen Bevölkerungsdichte immer noch vergleichsweise hoch. Zusammen mit den Zweifamilienhäusern (20,2 %) machen diese Gebäude knapp 79 % des Gebäudebestandes aus. Bei den Mehrfamilienhäusern überwiegen die Gebäude mit einer Anzahl von 3-6 Wohnungen (16,3 %). Noch größere Wohneinheiten machen noch 5,1 % des Bestandes aus. Es sind knapp 20 Gebäude – entsprechend 1,1 % - mit mehr als 13 Wohnungen vorhanden. Mit 21,4 % ist der Bestand an Mehrfamilienhäusern höher als in anderen Kommunen mit vergleichbarer Einwohnerzahl. Es steht zu vermuten, dass dies mit der hohen Einwohnerdichte in Zusammenhang steht.

Tabelle 2-1: Stadt Markdorf – Gebäudebestand und Anzahl der Wohnungen und Wohngebäude (Datenbasis: statistische Landesamt, Stand 31.12.2023).

Gebäudebestand Stadt Markdorf	Anzahl
Wohngebäude:	3.126
davon Einfamilienhäuser	1.833
davon Zweifamilienhäuser	682
davon 3 bis 6 Wohnungen pro Haus*	484
davon 7 bis 12 Wohnungen pro Haus*	139
davon 13 und mehr Wohnungen pro Haus*	18
Wohnungen	6.545

*Anteile entsprechend der Zensusergebnisse 2022 aus der Summenangabe des statistischen Landesamtes berechnet.

Normalerweise korreliert ein höherer Bestand an Mehrfamilienhäusern mit eher kleineren Wohnflächen bis maximal 100 m². Dies ist, wie Abbildung 2-3 zeigt, in Markdorf lediglich in der Größenklasse 80-99 m² der Fall, wo der Anteil an Wohnungen höher ist als bei Kreis und Land. Allerdings sind auch die Anteile bei Wohnflächen mit mehr als 120 m² in Markdorf tendenziell höher als in Kreis und Land. Bei den Wohnungen mit 140-159 m² und 180-199 m² ist dies deutlich erkennbar. Vereinfacht ausgedrückt, entspricht die Verteilung der Wohnungsgrößen trotz der hohen Bevölkerungsdichte den Verhältnissen, wie sie in der Regel in ausgeprägt ländlich strukturierten Regionen anzutreffen sind.

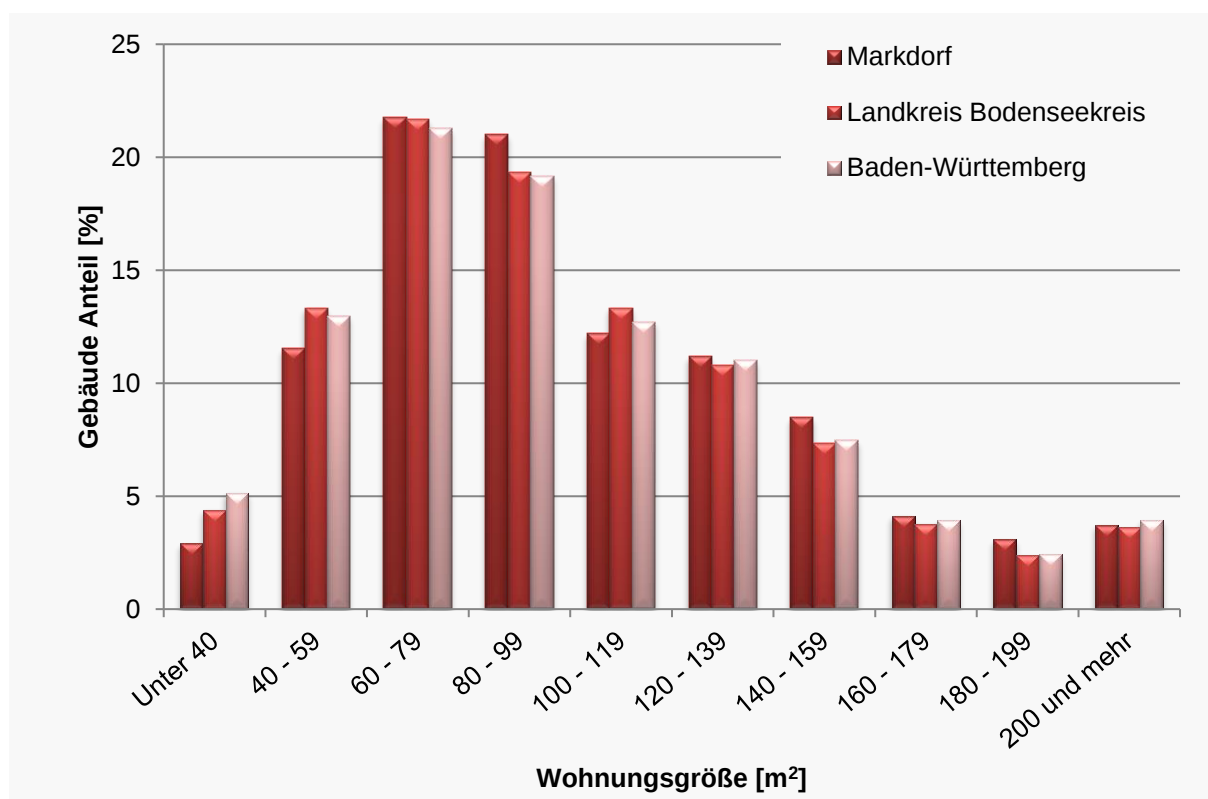


Abbildung 2-3: Anteil der Wohnungen in den einzelnen Größenklassen, Markdorf im Vergleich zu Land und Kreis (Zensus 2022).

Nach den in Abbildung 2-4 dargestellten Ergebnissen liegt der Anteil der Gebäude, die zwischen 1950 und 1990 gebaut wurden bei 49,1%. Diese Gebäude weisen nach den Erfahrungen der Gebäudeenergieberater ein hohes Einsparpotenzial auf. Neubauten, bei denen sich energetische Verbesserungen aktuell wirtschaftlich noch nicht tragen (Baujahr nach 2000), haben in Markdorf einen hohen Anteil von 25 %. Etwas schwieriger gestalten sich pauschale Aussagen zur Sanierungswürdigkeit von Gebäuden mit Baujahren zwischen 1990 und 1999, die in Markdorf mit 12,5 % einen bemerkenswert hohen Anteil einnehmen. In der Mitte dieses Zeitabschnitts trat die dritte Wärmeschutzverordnung in Kraft. Wurden die Gebäude nach der Wärmeschutzverordnung von 1995 errichtet, dürfte sich eine Sanierung aus rein wirtschaftlicher Sicht aktuell als nicht sinnvoll erweisen.

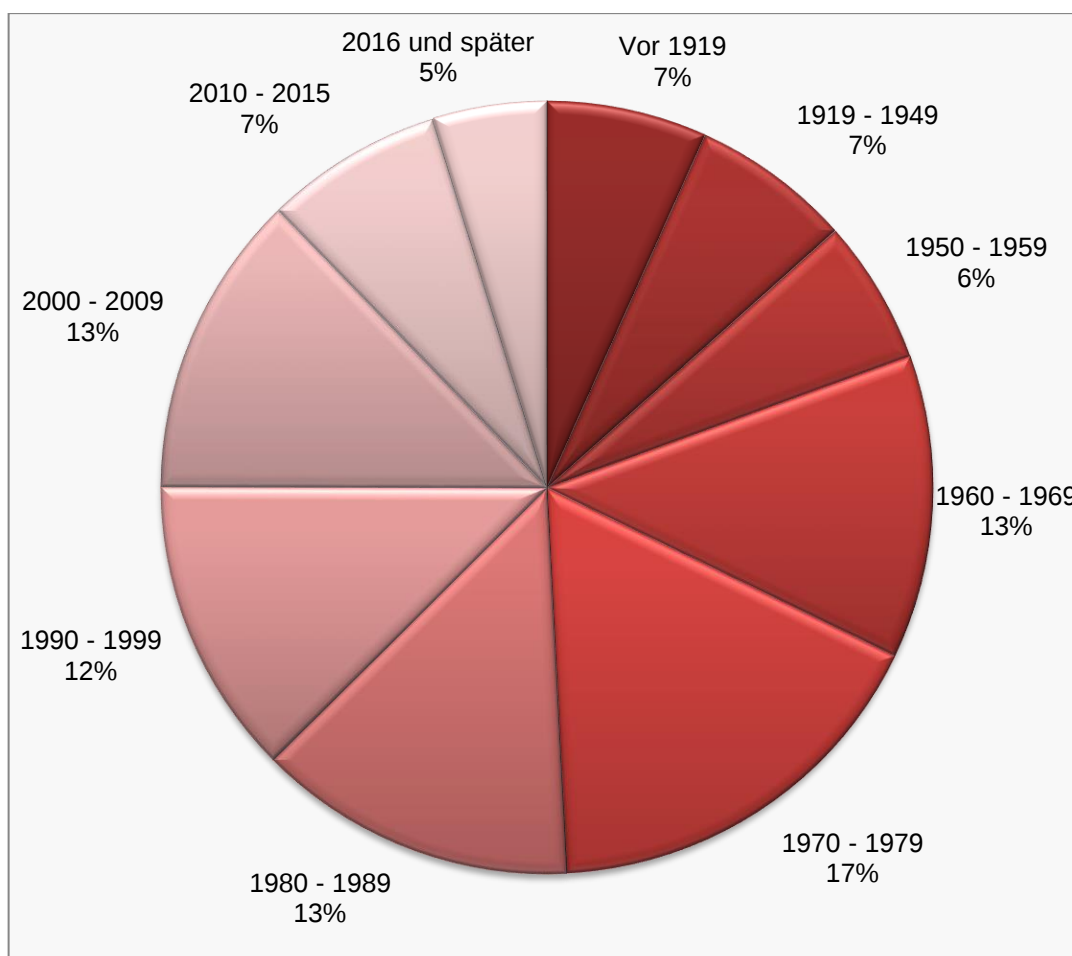


Abbildung 2-4: Anteile der Baualtersklassen (Jahrzehnte) in Markdorf (Zensus 2022).

Ein Vergleich mit den Anteilen der Baualtersklassen im Landkreis und im Land, der in Abbildung 2-5 dargestellt ist, belegt sehr anschaulich die hohen Bautätigkeiten in den Jahren 1970 bis 1979 sowie nach 2000.

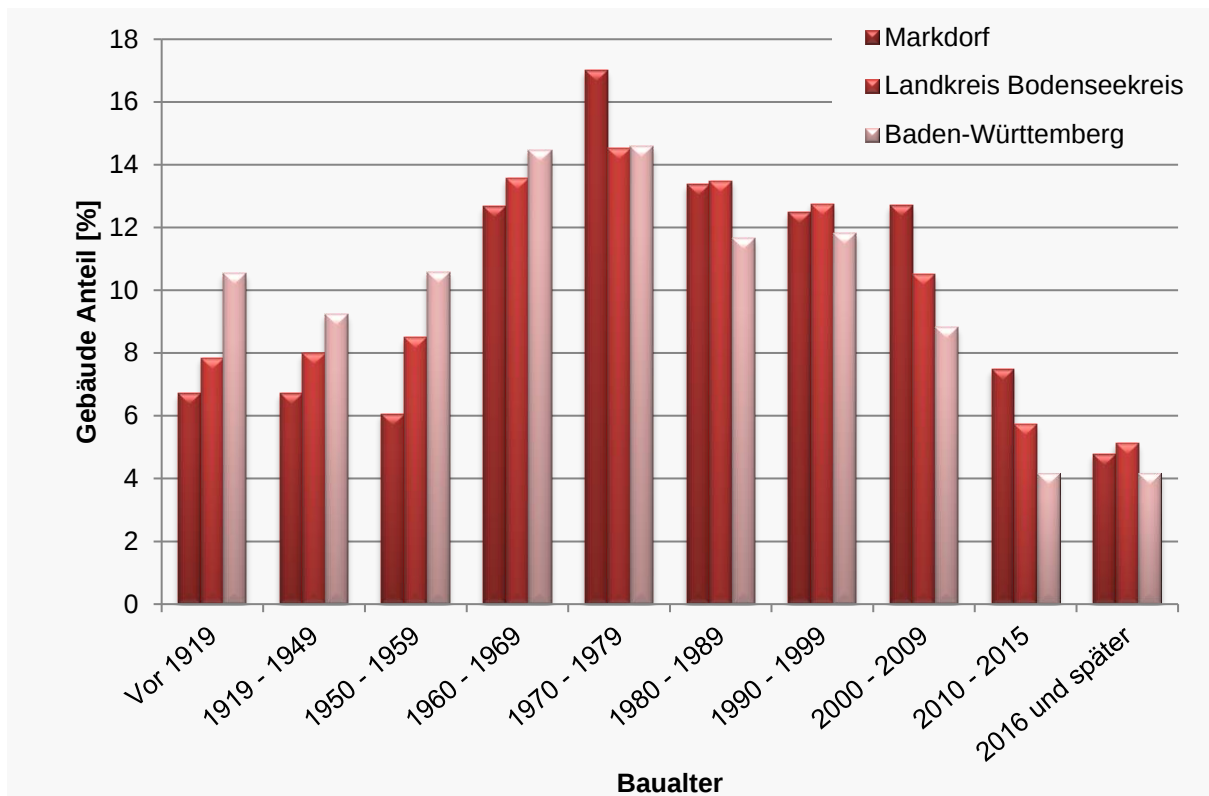


Abbildung 2-5: Anteil der Gebäude in den einzelnen Baualtersklassen, Markdorf im Vergleich zu Land und Kreis (Zensus 2022)

2.1.6 Heizenergieverbrauch im Gebäudebestand

Die Angaben zu den spezifischen Heizverbrauchswerten der Gebäude in den unterschiedlichen Altersklassen weisen hohe Schwankungen auf. Teilweise werden Zahlen von 350 kWh/m²a (Kilowattstunden je Quadratmeter und Jahr) und mehr ausgewiesen. Dabei handelt es sich in der Regel um rechnerisch ermittelte Bedarfswerte. Der tatsächliche Verbrauch ist in der Praxis meist geringer. Gründe hierfür können z.B. Teilsanierungen oder Sparmaßnahmen der Bewohner sein.

Für Markdorf liegen Daten zu den leitungsgebundenen Energieträgern (Erdgas) von Seiten des Netzbetreibers vor. Hinzu kommen die Einschätzungen der Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz (LUBW) zum Endenergieverbrauch kleiner und mittlerer Feuerungsstätten. Aus den vorliegenden Daten schätzt das zur Bilanzierung eingesetzte Werkzeug BiCO₂BW V3.1.1 einen durchschnittlichen Verbrauch für 2021 von 114 kWh/m²a ab, was unter dem Durchschnitt in Baden-Württemberg von 137 kWh/m²a liegt. Der etwas unterdurchschnittlich Wert könnte in Zusammenhang mit der hohen Zahl neuerer Gebäude stehen (siehe Abbildung 2-4). Wird angenommen, dass neue Gebäude einen spezifischen Bedarf von 60 kWh/m²a haben und bereits sanierte auf 90 kWh/m²a kommen, verbleibt für den „Rest“ ein spezifischer Verbrauch von 150 kWh/m². Dieser Mittelwert liegt nach den vorliegenden Erfahrungen in einem sinnvollen Bereich. Genaue Aussagen zu den realen Verbrauchswerten lassen sich nur über eine direkte Befragung der Haushalte erreichen. Eine wesentliche Verbesserung des Ergebnisses ist durch die laufende kommunale Wärmeplanung zu erwarten. Für diese Projekte müssen die Energieverbrauchswerte von Seiten der Netzbetreiber sowie die Daten zu den Feuerungsstätten von Seiten der Bezirksschornsteinfeger gebäudescharf zur Verfügung gestellt werden. Zusammen mit den Baujahren und den Kubaturen der Gebäude kann so ein lokal aufgelöstes Bild der spezifischen Verbrauchswerte ermittelt werden.

2.2 Energieverbrauch

Wesentliche Grundlage einer konzeptionellen Weiterentwicklung und Systematisierung von Klimaschutzbemühungen ist die Kenntnis des Ist-Zustandes. Da die überwiegende Menge an Treibhausgasemissionen aus der Nutzung von Energie resultiert, stehen vor allem der Energieverbrauch und die eingesetzten Energieträger im Fokus. Diese Daten stellen die Basis für die Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Markdorf dar. Streng genommen müssten auch die direkten Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft und der Produktion berücksichtigt werden. Diese sind allerdings schwierig quantitativ zu erfassen und bleiben nach den aktuell festgelegten Standards bei kommunalen Bilanzen unberücksichtigt (siehe Kapitel 3).

2.2.1 Leitungsgebundene Energieträger

Die Daten zum Stromverbrauch wurden vom Verteilnetzbetreiber geliefert. Verteilnetzbetreiber des Stromnetzes ist die Seeallianz GmbH & Co. KG, die das Netz an die Netze BW GmbH verpachtet hat. Der Treibhausgasbilanz wurden die Verbrauchswerte des Jahres 2021 zugrunde gelegt. Da es sich um die durchgeleiteten Energiemengen handelt, wird der Verbrauch unabhängig vom Energielieferanten erfasst. Außen vor bleiben lediglich die Energiemengen, die über erneuerbare Energieanlagen erzeugt, vor Ort verbraucht und aufgrund des Messkonzepts vom Netzbetreiber nicht erfasst werden. Das zur Bilanzerstellung eingesetzte Werkzeug (siehe Kapitel 3.2.1) geht davon aus, dass dies etwa 10% der eingespeisten Energiemenge sind. Für Markdorf waren dies 2021 ca. 800 MWh. Die vom Netzbetreiber angegebene Verbrauchssumme ist von knapp 93.500 MWh im Jahr 2014 auf knapp 73.000 MWh im Jahr 2021 zurückgegangen. Wesentlicher Treiber für diesen Rückgang ist der gewerbliche Bereich. Bei den privaten Haushalten ist eher ein minimaler Anstieg zu beobachten. Der Verbrauch für Elektrowärme ist witterungskorrigiert im betrachteten Zeitraum deutlich rückläufig. Der Rückgang lag bei über 20 %. Die verbleibenden 2.330 MWh entsprechen ca. 13 % des Verbrauchs der privaten Haushalte. Nach den Angaben des Netzbetreibers ist der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung zwischen 2014 und 2023 von 396 MWh um 20 % auf 317 MWh zurückgegangen. Im Jahr 2021 lag der Kennwert demnach noch bei 24 kWh je Einwohner und Jahr. Die Stadt nennt im Energiebericht einen Kennwert von 27 kWh je Einwohner. Dies sind bereits gute Werte, die für eine moderne Beleuchtungsanlage sprechen. Es dürften aber immer noch Optimierungspotenziale vorhanden sein, da in anderen Kommunen auch Kennwerte von 15 kWh je Einwohner und Jahr erreicht werden.

Das Erdgasnetz in der Stadt Markdorf wird von der Stadtwerke am See GmbH & Co. KG betrieben. Es liegen die durchgeleiteten Gasmengen für die Jahre 2014 bis 2022 vor. Hierbei erfolgt eine Differenzierung nach Haushalten, Gewerbe und Industrie. Der Verbrauch ist in allen Sektoren zwischen 2014 und 2021 angestiegen und dann im Jahr 2022 deutlich zurückgegangen. Dieser Rückgang steht mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit mit den Folgen in Zusammenhang, die der Einmarsch Russlands in die Ukraine für die Energieversorgung hatte. Werden die Verbrauchswerte der privaten Haushalte witterungskorrigiert betrachtet, ist bis zum Jahr 2020 ein Anstieg zu verzeichnen. Es folgte dann ein minimaler Rückgang in den Jahren 2021 und 2022.

2.2.2 Nicht leitungsgebundene Energieträger

Als Grundlage für die Ermittlung der nicht leitungsgebundenen Energieträger (Kohle, Heizöl, erneuerbare Energie wie Holz oder Solarthermie, sonstige Energieträger) dienen für das verarbeitende Gewerbe die Treibhausgasbilanz des statistischen Landesamtes, die Daten zu Anlagen der 11. BImSchV

sowie statistische Verbrauchsdaten. Bei den privaten Haushalten werden vor allem die bereits erwähnten Angaben der LUBW genutzt. Auf Basis dieser Daten ermittelt das zur Bilanz eingesetzte Werkzeug (BICO₂BW, Version 3.1.1) Verbrauchswerte für die einzelnen Sektoren. Bei den privaten Haushalten entfielen demnach 2021 von der insgesamt benötigten Heizwärmemenge in Höhe von 74.615 MWh etwa 29,6 % auf Heizöl, 53,9 % auf Erdgas und 16,5 % auf die Nutzung erneuerbarer Energiequellen. Die Nutzung weiterer Brennstoffe wie z. B. Kohle ist marginal. Um konkrete Aussagen zu den Brennstoffen sowie zu Typ und Alter der Heizanlagen in Markdorf machen zu können, wären die Daten der Feuerungsstätten in der Kommune erforderlich. Diese Datensätze liegen der Stadt zwar vor, dürfen aber nur für die kommunale Wärmeplanung eingesetzt werden. Die diesbezüglichen Arbeiten wurden parallel zur Einstiegsberatung begonnen. Die Ergebnisse lagen bei der Erstellung dieses Berichts noch nicht vor.

2.2.3 Fahr- und Verkehrsleistungen

Das Statistische Landesamt Baden-Württemberg berechnet auf Basis der laufenden Verkehrszählungen jedes Jahr die Fahrleistung auf Ebene der Kommunen und differenziert dabei nach Straßentypen und Fahrzeugkategorien (Zweiräder, Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Schwerverkehr). Damit werden alle Fahrzeugbewegungen, die auf den Straßen in der jeweiligen Kommune stattfinden, unabhängig vom Zulassungsort des Fahrzeugs erfasst. Diese Betrachtungsweise entspricht dem sogenannten Territorialprinzip (vgl. auch Kapitel 3.2 zur Bilanzierungsmethodik). Gerade Kommunen mit einem kleinen Straßennetz und hohen Auspendlerzahlen profitieren von dieser Betrachtungsweise. Im Gegenzug schneiden Kommunen über deren Gemarkung eine vielbefahrene Fernstraße verläuft eher schlecht ab. Alternativ können auch die Zulassungszahlen erfasst und über die statistischen Erhebungen zur Fahrleistung in Deutschland Rückschlüsse auf die Fahrleistung der Einwohner der Kommunen gezogen werden. Bei diesem sogenannten Verursacherprinzip spielt es keine Rolle, auf welchen Straßen die Fahrzeuge bewegt werden, hierbei ist der Zulassungsort entscheidend. In Markdorf weisen die Ergebnisse der beiden Auswertungsmethoden einen merklichen Unterschied zugunsten des Territorialprinzips auf. Das statistische Landesamt errechnet für das Jahr 2021 eine Fahrleistung 86 Mio. Fahrzeugkilometer, wohingegen die Berechnung über die Zulassungszahlen 133 Mio. Fahrzeugkilometer ergeben. Diese Differenz ist typisch für Kommunen, in denen ein eher lokales Straßennetz anzutreffen ist. In Markdorf sind die hohen Unterschiede zwischen den Betrachtungsweisen insofern bemerkenswert, da anzunehmen war, dass die sehr stark befahrene B33 mit dem langen Teilstück in der Kommune einen stärkeren „Ausgleich“ herbeiführt. Im Folgenden werden die entsprechenden Zahlenwerte näher angeführt. Kapitel 2.2.3.1 stellt die Zahlen des Landesamtes vor (Territorialprinzip), wohingegen das Kapitel 2.2.3.2 auf die nach dem Verursacherprinzip ermittelten Werte eingeht.

2.2.3.1 Stadtgebiet Markdorf

Nach den in Tabelle 2-2 zusammengestellten Werten ermittelt das Statistische Landesamt Baden-Württemberg insgesamt eine Fahrleistung von 86 Mio. Fahrzeugkilometer für die Gemarkung Markdorf im Jahr 2021. Davon entfallen 74 Mio. km auf PKW und Zweiräder. 12,5 Mio. km werden den Nutzfahrzeugen zugerechnet. Im Hinblick auf die Straßennutzung werden etwa 67 % der gefahrenen Kilometer (58 Mio. km) außerorts zurückgelegt. Innerorts verbleibt ein Anteil von 33 %, was 28 Mio. km entspricht.

Tabelle 2-2: Fahrleistungen innerhalb der Stadt Markdorf im Jahr 2021 (StaLa BiCO₂BW Grunddatensatz)

Mio. Fahrzeug-km	Innerorts	Außerorts	Autobahnen
Motorisierte Zweiräder	0,8	1,2	0
PKW	23,5	48,5	0
Leichte Nutzfahrzeuge (LNF)	2,2	5,1	0
LKW > 3,5 t	1,5	3,7	0
Gesamtfahrleistung	28	58	0

2.2.3.2 Zugelassene Fahrzeuge

In Markdorf waren Ende 2021 668 PKW pro 1.000 Einwohner zugelassen (9.547 Fahrzeuge). Das sind 8,6 % mehr als im Durchschnitt Baden-Württembergs (615 PKW je 1000 Einwohner). Die Details der Zulassungszahlen aller Fahrzeugkategorien sowie die zeitliche Entwicklung seit 2011 sind in Tabelle 2-3 zusammengestellt.

Tabelle 2-3: Zulassungszahlen in Markdorf nach Fahrzeugkategorien für die Jahre 2011 bis 2023³

Jahr	PKW	LKW	Zugmaschinen	Krafträder	Sonder-KFZ
2011	7.666	311	429	1.031	34
2012	7.828	317	436	1.061	36
2013	8.050	320	449	1.073	35
2014	8.286	350	453	1.112	34
2015	8.513	379	457	1.169	34
2016	8.685	388	458	1.228	32
2017	8.934	403	477	1.270	35
2018	9.075	417	485	1.314	37
2019	9.265	428	494	1.330	36
2020	9.397	441	496	1.339	35
2021	9.522	447	494	1.350	35
2022	9.547	448	503	1.402	35
2023	9.563	451	518	1.429	38

Um aus den Zulassungszahlen auf die Fahrzeugkilometer und die Verbrauchs- bzw. Emissionswerte schließen zu können, werden die Veröffentlichungen des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) [1], des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMDV) [2] sowie Detailangaben von DIW und DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), das die Aufbereitung des Zahlenwerks für die Veröffentlichung der BMDV mittlerweile übernommen hat, verwendet. Dort werden die Fahrzeugtypen weiter differenziert, als es bei den Veröffentlichungen des Statistischen Landesamtes der Fall ist. Dies betrifft insbesondere die Unterteilung der PKW in Diesel- und Benzinfahrzeuge

³ Stand jeweils zum 1.1. des Kalenderjahres

sowie die Aufteilung der Zugmaschinen nach Sattelzugmaschinen und sonstigen Zugmaschinen. Werden die im Bund vorliegenden Durchschnittswerte für diese Differenzierung auch auf Markdorf übertragen, ergeben sich die in Tabelle 2-4 zusammengestellten Fahrleistungen.

Die auf Basis der Zulassungszahlen ermittelten Fahrleistungen erreichen damit das 1,4-fache der territorial basierten Angaben des statistischen Landesamtes und übersteigen diese um 41 Mio km. Diese Differenz resultiert vor allem aus dem vergleichsweise kleinen Straßennetz. Wie bereits erwähnt, hat auch das lange und vielbefahrene Teilstück der B33 nicht die Auswirkungen, wie sie auf den ersten Blick zu erwarten waren. Ein wesentlicher Anteil der Kilometer, die mit den in Markdorf zugelassenen Fahrzeugen zurückgelegt werden, werden nicht in Markdorf selbst zurückgelegt. Dass die Fahrleistungen im Jahr 2020 gegenüber 2019 um ca. 10 % zurückgehen, ist auf die Maßnahmen zur Bekämpfung der Corona Pandemie (Lock Down) zurückzuführen. In den Folgejahren ist zwar ein Wiederanstieg der Verkehrsleistungen zu verzeichnen, der Summenwert lag aber 2022 immer noch ca. 10 Mio. km unterhalb des Maximalwertes.

Tabelle 2-4: Fahrleistungen der in Markdorf zugelassenen Fahrzeugen in Mio. km

Jahr	PKW	LKW	Zugmaschinen	Krafträder	Sonder-KFZ	Summe
2011	110,02	7,83	7,20	4,11	0,49	129,66
2012	111,98	7,82	7,01	4,16	0,48	131,45
2013	115,10	8,54	6,87	4,27	0,46	135,26
2014	119,12	9,28	6,84	4,46	0,47	140,16
2015	121,41	9,49	6,77	4,64	0,44	142,75
2016	125,67	9,81	6,94	4,76	0,48	147,66
2017	125,90	8,95	6,50	3,74	0,34	145,42
2018	126,78	9,09	6,59	3,73	0,31	146,49
2019	127,46	9,18	6,41	3,74	0,29	147,08
2020	114,50	8,55	6,03	3,32	0,29	132,70
2021	114,82	8,74	5,99	3,28	0,29	133,13
2022	118,09	8,69	5,88	3,49	0,31	136,46

Diese Daten werden in Kapitel 3.3.4 zur Erstellung einer Treibhausgasbilanz mit verursacherbezogenen Emissionen des Mobilitätsbereiches genutzt.

2.3 Erneuerbare Erzeugung

2.3.1 Strom

Aktuell werden in Markdorf zur regenerativen Stromerzeugung Photovoltaik sowie Biomasse genutzt. Die folgenden Unterkapitel gehen auf die einzelnen Erzeugungsarten sowie die daraus resultierenden Strommengen ein.

2.3.1.1 PV-Anlagen

Abbildung 2-6 zeigt die Entwicklung der installierten Leistung sowie den jährlichen Zubau bei den Photovoltaikanlagen für das Jahr 2001 bis zum Mitte November 2024. Im Jahr 2021 waren demnach 711 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 11.036 kW_p installiert. Das entspricht 773 W_p je Einwohner. Zum Vergleich: im Bundesdurchschnitt lag die pro Kopf installierte Leistung 2021 bei 721 W_p in Baden-Württemberg wurden 646 W_p je Einwohner erreicht. Bis November 2024 ist die Zahl der Anlagen auf 1.227 gestiegen. Die installierte Leistung lag damit bei 16.212 kW_p, was 1.129 W_p je Einwohner entspricht.

Die erzeugte Energiemenge betrug 2021 8.322 MWh. Etwa 1.340 MWh oder 16 % dienten nach Angaben des Netzbetreibers der Eigenversorgung und haben damit den Energiebezug gemindert. Dieser Wert übersteigt die im Abschnitt 2.2.1 genannten Einschätzungen des Bilanzierungstools in Höhe von 800 MWh deutlich. Welche Energiemengen direkt vermarktet wurden, kann anhand der vorliegenden Zahlen nicht bestimmt werden. Die nach EEG gezahlte Vergütung betrug 2021 2,245 Mio. €.

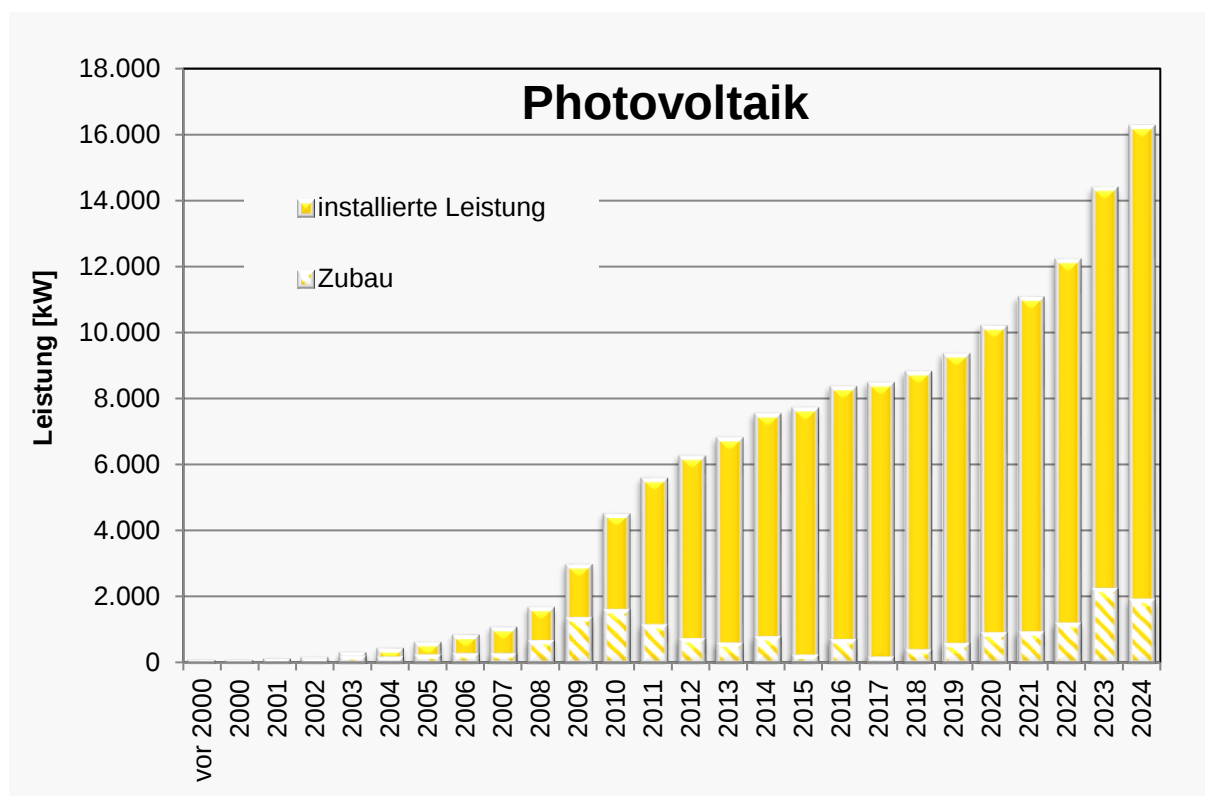


Abbildung 2-6: Installierte Leistung und jährlicher Zubau der Photovoltaikanlagen in Markdorf (Jahr 2024 nur bis Ende Juli; Quelle: Marktstammdatenregister)

2.3.1.2 Biomasse

Für Markdorf sind im Marktstammdatenregister zwei Biogasanlagen mit gleichem Standort und einer Gesamtleistung von 741 kW gelistet. Die Inbetriebnahme erfolgte 2005 und 2016. Die Anlagen haben in Summe im Jahr 2021 3.640 MWh elektrischer Energie erzeugt. Die Einspeisevergütung betrug 0,482 Mio. Euro.

2.3.1.3 Erneuerbare Stromerzeugung

Nach den oben aufgeführten Zahlen lag die erneuerbare Stromerzeugung in Markdorf im Jahr 2021 in Summe bei 11.962 MWh. Damit erreichen die erneuerbaren Energien einen Anteil von 16,4 % am Stromverbrauch. Im Landesdurchschnitt betrug der erneuerbare Anteil am Stromverbrauch 30 %. Aktuell liegen die Abrechnungen des Netzbetreibers bis zum Jahr 2023 vor. Für dieses Jahr wurde eine erneuerbare Erzeugung in Höhe von 12.788 MWh ausgewiesen, was 18,2 % des Stromverbrauchs in Höhe von 70.245 MWh ausmacht.

Bezogen auf den gesamten Endenergiebedarf des Jahres 2021 in Höhe von 258.243 MWh entspricht die regenerative Stromerzeugung einem Anteil von 4,4 %.

2.3.2 Wärme

Erfahrungsgemäß sind die Angaben zur Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energieanlagen deutlich unschärfer, als dies bei der elektrischen Erzeugung der Fall ist. Dies liegt zum einen daran, dass die tatsächlichen Verbrauchszahlen meist sehr ungenau sind und zum anderen die regenerativ erzeugten Mengen nicht direkt gemessen und veröffentlicht werden. In Markdorf erfolgt die regenerative Wärmeerzeugung über Solarthermie, die energetische Nutzung von Holz sowie über Wärmepumpen. Über konventionelle Erdgas-BHKW betriebene Heizanlagen und Nahwärmenetze sind hierbei nicht zu berücksichtigen, da ein fossiler Energieträger zum Einsatz kommt. Wegen der erheblichen Steigerung des Nutzungsgrades bei der Verbrennung von Erdgas in einer Kraft-Wärme-Kopplungs-Einheit wird hier von einer primärschonenden Erzeugung gesprochen.

Bei der Solarthermie sind für das Jahr 2021 361 Anlagen mit einer installierten Kollektorfläche von 3.572 m² dokumentiert. Für die Folgejahre sind keine weiteren Zubauten mehr festgehalten. Allerdings weist der Solaratlas⁴ als verwendete Quelle darauf hin, dass es technische Probleme bei der Bereitstellung der Zahlen ab 2022 gibt. Die Entwicklung des bisherigen Zubaus und der damit verbundenen installierten Fläche ist in Abbildung 2-7 dargestellt. Diese Zahlen beziehen sich ausschließlich auf Anlagen, die über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BaFa) gefördert wurden. Die entsprechenden Werte sind im Solaratlas hinterlegt. In der Summe entsprechen 3.572 m² einer Fläche von 0,249 m² je Einwohner. Laut statistischem Bundesamt waren 2021 in Deutschland 0,259 m² Kollektorfläche je Einwohner installiert. In Baden-Württemberg lag die Zahl 2018 bei 0,343 m² je Einwohner.

Statistisch gesehen sind in Markdorf aktuell 357 Wohngebäude mit einer Solarthermieanlage ausgestattet, was einem prozentualen Anteil von 11 % entspricht. Die mittlere Anlagengröße liegt bei 9,9 m², woraus sich schließen lässt, dass die Anlagen in der Regel auch zur Bereitstellung von Heizwärme dienen. Werden als jährlicher Ertrag 350 kWh/m² veranschlagt⁵, ergibt sich für die bereitgestellte Wärmemenge im Jahr 2021 ein Wert von 1.250 MWh. Das entspricht 125.000 l Heizöl, die durch regenerative Energie ersetzt werden.

⁴ www.solaratlas.de

⁵ 350 kWh/m² entspricht den Annahmen, die auch im Bilanzierungstool BiCO₂BW, das im Kapitel 3 näher erläutert wird, verwendet werden.

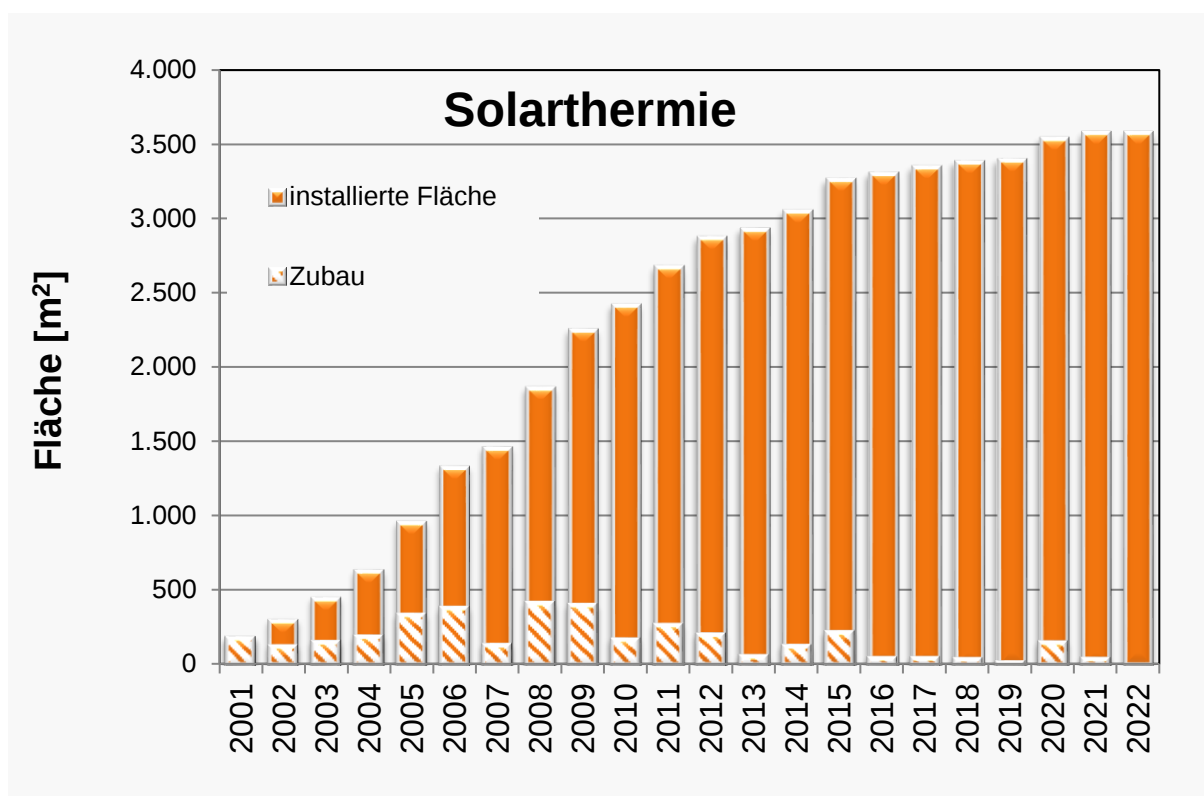


Abbildung 2-7: Installierte Fläche und jährlicher Zubau der über das BaFa geförderten Solarthermief Flächen (Stand Q1 2022; Quelle. Solaratlas)

Nach den Ergebnissen des Bilanzierungswerkzeugs BICO₂BW wurden im Jahr 2021 in Markdorf über alle Sektoren hinweg 15.314 MWh an Wärme über erneuerbare Energiequellen erzeugt. Dies entspricht 12,9 %⁶ des Wärmeverbrauchs. In Baden-Württemberg sind es dagegen 20 %. Damit liegt auch der Gesamtanteil der erneuerbaren Quellen am stationären Endenergieverbrauch mit 14,2 % unterhalb des Landeswertes von 16,3 %

2.4 Kommunale Verbrauchswerte

2.4.1 Straßenbeleuchtung

Nach den Angaben des Netzbetreibers unterliegt der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung in den Jahren 2014 bis 2023 leichten Schwankungen und weist eine sinkende Tendenz auf. Die Entwicklung ist in Abbildung 2-8 grafisch dargestellt. Insgesamt ist ein Rückgang von 396 MWh im Jahr 2014 auf 317 MWh im Jahr 2023 zu verzeichnen. Dies entspricht einem Kennwert von 22 kWh je Einwohner und Jahr.

Waren in der Vor-LED-Zeit im Mittel noch 50 kWh je Einwohner üblich, sind heute Werte um 20 kWh je Einwohner die Regel. Allerdings sind in jüngster Zeit auch immer häufiger Kennwerte von 15 kWh je Einwohner und Jahr anzutreffen. Damit würde der Verbrauch in Markdorf auf 216 MWh im Jahr sinken.

⁶ Die vorläufigen Ergebnisse der Wärmeplanung, bei der wie bereits erwähnt auf eine deutlich bessere Datengrundlage zurückgegriffen werden kann, weisen 25.600 MWh und damit einen Anteil von 21 % aus.

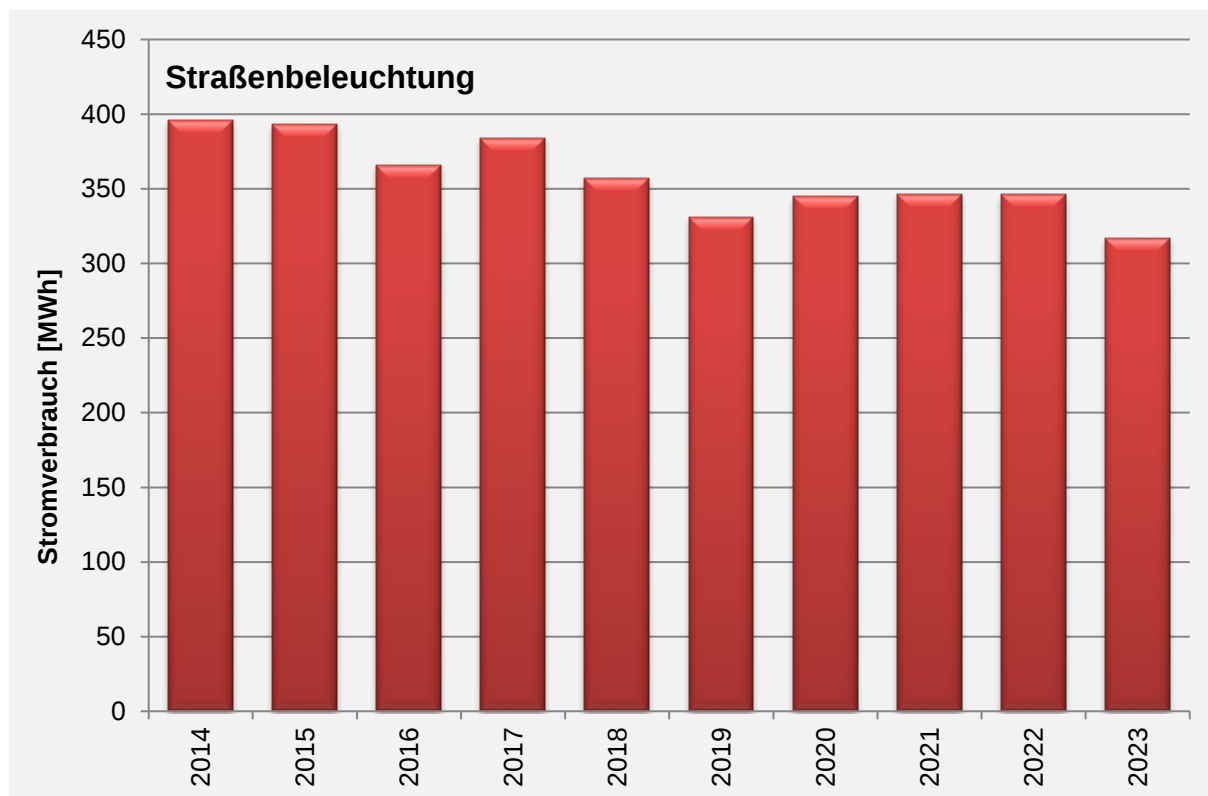


Abbildung 2-8: Entwicklung des Stromverbrauchs für die Straßenbeleuchtung.

2.4.2 Liegenschaften der Stadt

Die Stadt Markdorf veröffentlicht seit 2019 einen jährlichen Energiebereich, der sich ebenso wie die Datenerfassung an den Vorgaben des Programms Kom.EMS⁷ orientiert und die dort gesetzten Standards erfüllt. Der Energiebericht umfasst die 20 Liegenschaften mit den höchsten Verbrauchsanteilen. Im Folgenden werden exemplarisch die Ergebnisse des Jahres 2023 dargestellt. Die Darstellung erfolgt dabei auf Basis der Verbrauchsdaten des Energieberichts anhand eigener Grafiken und Auswertungen.

Die Beheizung der Gebäude erfolgt überwiegend über Erdgas. Im Jahr 2023 hatte Erdgas einen Anteil von gut 66 % an der insgesamt erfassten Wärmemenge von 2.132 MWh. Es folgen Hackschnitzel mit gut 24 % und Öl mit 7,9 %. Der Strom zum Antrieb der eingesetzten Wärmepumpen hatte einen Anteil von 1,4 %. Die im Energiebericht 2023 erfasste Verbrauchssumme für Strom lag bei gut 474 MWh; der Wasserverbrauch bei 6.259 m³.

Die Aufteilung der ermittelten Verbrauchswerte sowie die berechneten Kennwerte werden ab dem Kapitel 2.4.2.1 ff. vorgestellt und erläutert. Erläuterungen zur durchgeführten Witterungskorrektur sind im Kapitel 11.3 des Anhangs zu finden.

⁷ www.komems.de

2.4.2.1 Aufteilung des Energieverbrauchs

Strom

Die prozentuale Aufteilung der Verbrauchswerte auf die einzelnen Gebäude bzw. Nutzungsabschnitte für das Jahr 2023 ist in Abbildung 2-9 dargestellt.

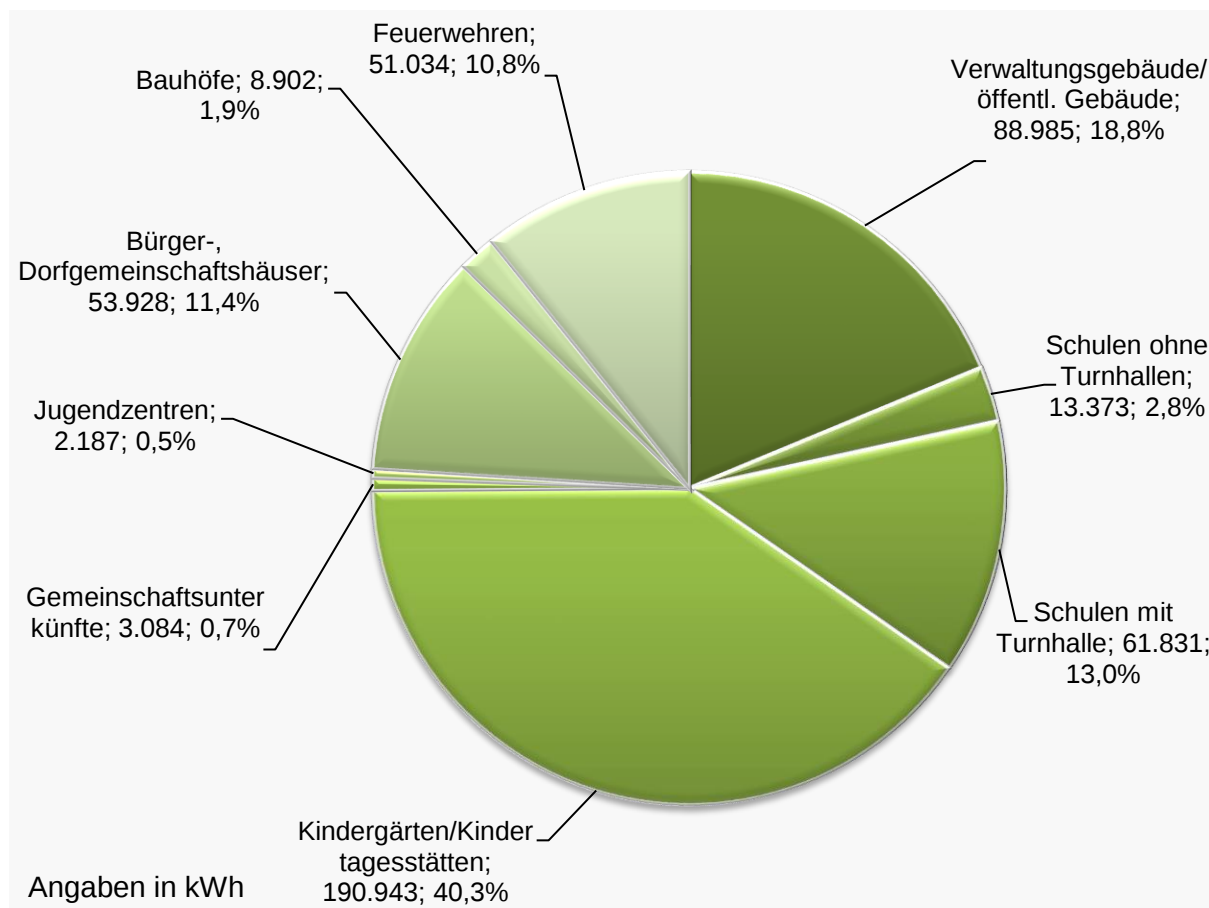


Abbildung 2-9: Aufteilung des Stromverbrauchs im Jahr 2023 auf die im Energiebericht erfassten Gebäude

Im Jahr 2023 lag der Stromverbrauch der im Energiebericht erfassten kommunalen Liegenschaften (ohne Straßenbeleuchtung sowie Wasserver- und -entsorgung) bei 474.267 kWh und damit auf dem Niveau des Vorjahres. Verglichen mit dem Jahr 2019 ist der Verbrauch damit um ca. 60.000 kWh (14 %) gestiegen.

Heizenergie

Der Heizenergiebedarf der erfassten Gebäude lag 2023 inklusive der von den Wärmepumpen genutzten Umweltwärme bei 2.299.777 kWh. Bei einer Witterungskorrektur auf das langjährige Mittel des Standorts Würzburg mit 3.883 Gradtagen ergibt sich ein Verbrauchswert von 2.903.132 kWh. Wie Abbildung 2-10 zeigt, haben die Schulen mit Turnhalle, die Kindergärten, die Verwaltungsgebäude sowie die Bürger- und Dorfgemeinschaftshäuser vergleichbare Verbrauchsanteile.

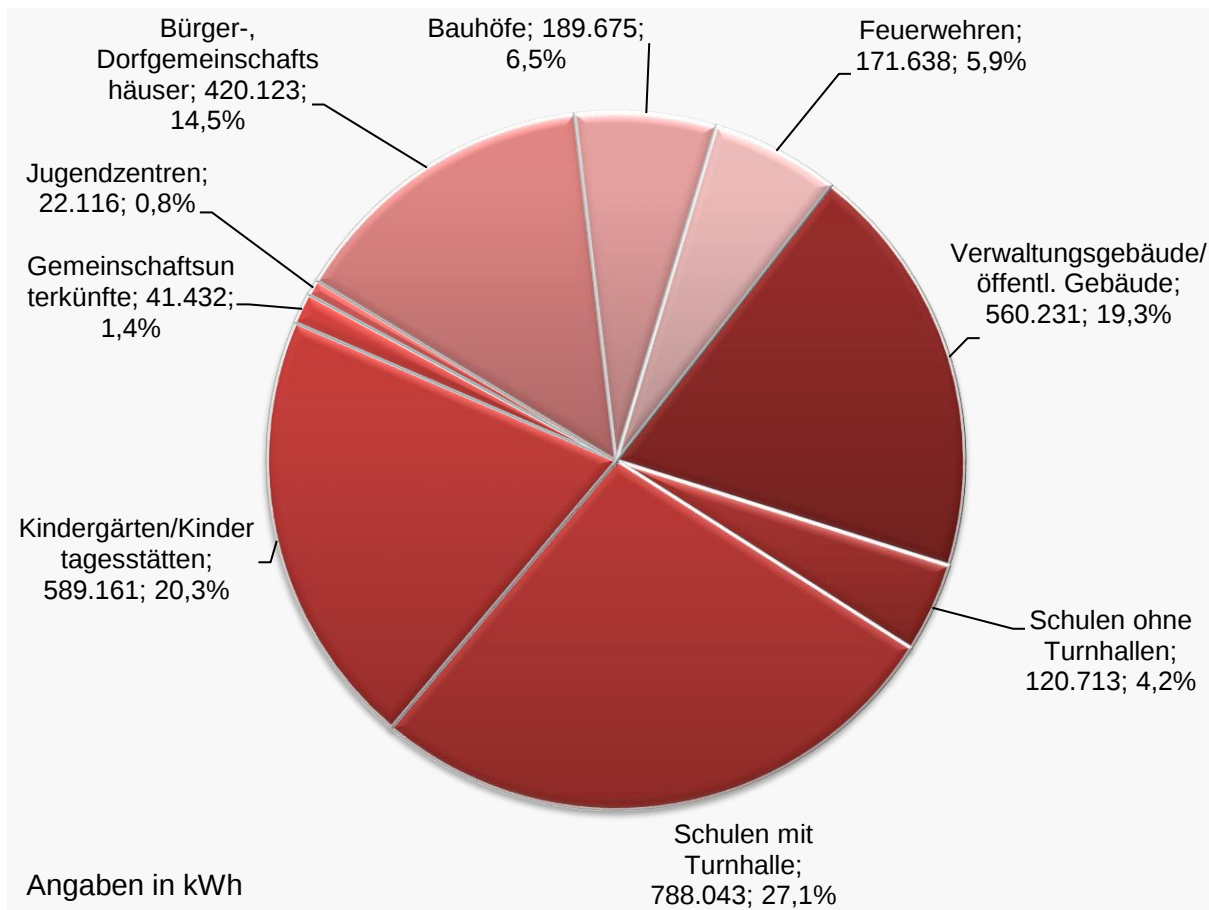


Abbildung 2-10: Aufteilung des witterungskorrigierten Heizwärmeverbrauchs im Jahr 2023 auf die einzelnen Gebäudegruppen

Beim Heizwärmeverbrauch werden witterungskorrigierte Werte verwendet. Zur Witterungskorrektur werden die realen Verbrauchswerte mit dem entsprechenden Klimafaktor des Verbrauchsjahres multipliziert. Zur Bestimmung des Klimafaktors wird die Gradtagzahl des jeweiligen Jahres am aktuellen Standort durch das langjährige Mittel der Gradtagzahlen eines Referenzstandortes geteilt. Bei warmer Witterung ergibt sich als Klimafaktor ein Wert größer Eins, ist das Jahr kälter als der Durchschnitt, wird der Verbrauchswert über einen Faktor kleiner Eins nach unten korrigiert. Nähere Ausführungen sind im Anhang (Kapitel 11.3) zu finden. Die aktuellen Klimafaktoren ermittelt der Deutsche Wetterdienst fortlaufend und veröffentlicht diese postleitzahlenscharf über seine Internetseiten⁸. Als Referenzstandort wird hierbei seit 2014 Potsdam mit einem langjährigen Mittel der Gradtagzahl von 3.667 eingesetzt. In früheren Jahren wurde Würzburg mit einer Gradtagzahl von 3.883 als Referenzstandort verwendet. Würzburg wurde auch in der Studie zu den Energiekennwerten öffentlicher Gebäude verwendet, die im Folgenden zur Einschätzung des Verbrauchs sowie der sogenannten Grenz- und Zielwerte dient [4]. Daher wurde hier aus Konsistenzgründen die Witterungskorrektur auf den früher üblichen Standort bezogen. In Tabelle 2-5 sind die so ermittelten Korrekturfaktoren für die Witterungsbereinigung des Heizwärmebedarfs in Markdorf angegeben.

⁸ <http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>

Tabelle 2-5: Klimafaktoren zur Witterungskorrektur in Markdorf (Bezugsort Würzburg)

Jahr	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Faktor	1,11	0,98	1,16	1,08	1,02	1,24	1,13	1,12	1,10	1,25	1,16	1,21	1,07	1,25	1,26

Anzumerken ist, dass die in den genannten Studien verwendete Datenerhebung bereits vor dem Jahr 2005 erfolgte. Neuere Ergebnisse liegen derzeit nicht vor. Diese Tatsache wird insbesondere beim Stromverbrauch als kritisch angesehen, da sich hier, allein durch die mittlerweile deutlich umfassendere Ausstattung mit EDV, Veränderungen in den Nutzungsprofilen eingestellt haben. Im Gegenzug haben sich aber auch, zum Beispiel durch die Verbreitung der LED-Technik, erhebliche Einsparpotenziale ergeben.

Wasserverbrauch

Abbildung 2-11 zeigt die prozentuale Aufteilung des Wasserverbrauchs auf die erfassten Gebäudegruppen für das Jahr 2023. Der Gesamtverbrauch betrug 6.259 m³. Die mit Abstand größte Verbrauchsgruppe bilden die Kindergärten und Kindertagesstätten.

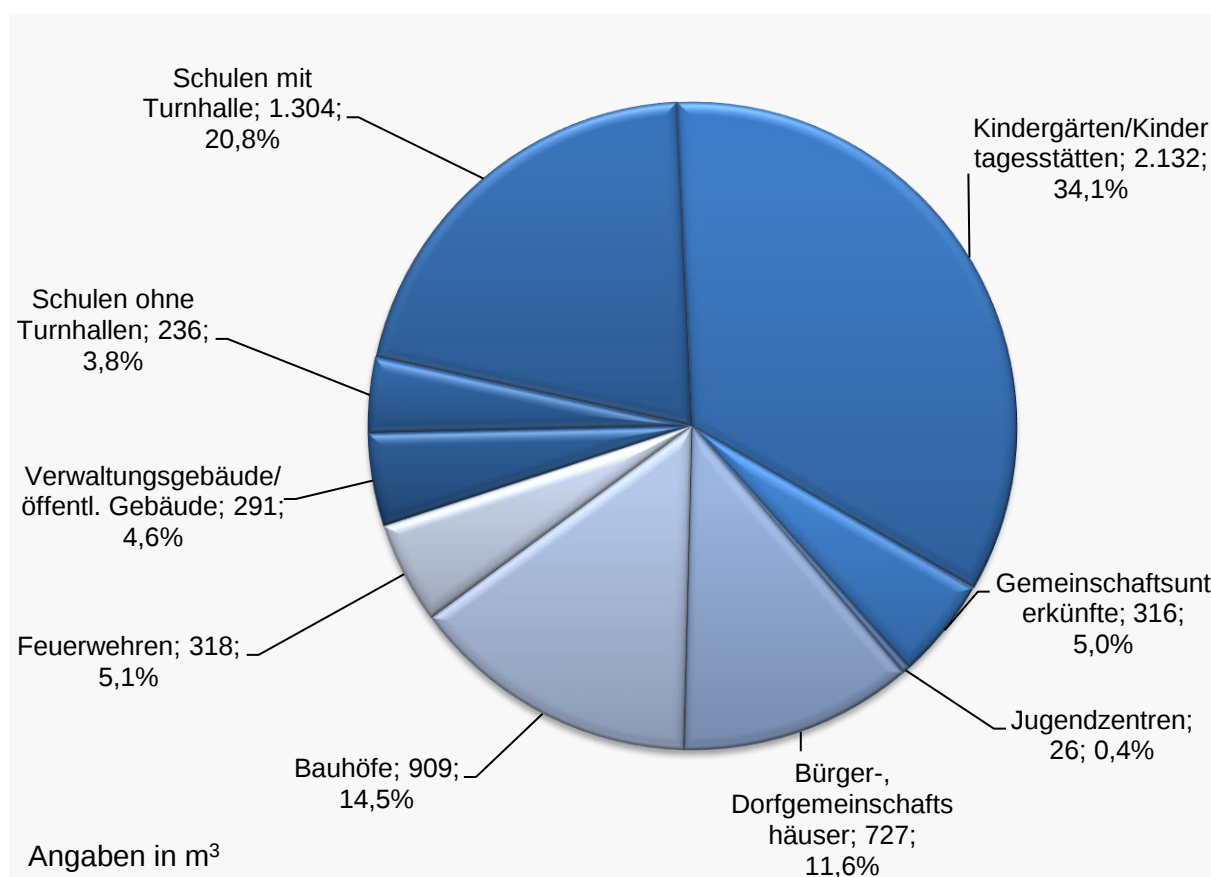


Abbildung 2-11: Aufteilung des Wasserverbrauchs im Jahr 2023 auf die einzelnen Gebäudegruppen

2.4.2.2 Kennwerte Strom

Die ermittelten Kennwerte für das Jahr 2023 sind in Abbildung 2-12 dargestellt. Dabei repräsentiert der gelbe Balken den Kennwert, der auch als Zahl angegeben ist. Der linke senkrechte Strich markiert den sogenannten Zielwert und der rechte senkrechte Strich gibt den Grenzwert an. Dabei handelt es

sich um Begrifflichkeiten, die beim eea (European Energy Award) Verwendung finden. Der Grenzwert entspricht dem Mittelwert aller untersuchten Gebäude der entsprechenden Gebäudegruppe in der bereits erwähnten Studie [4]. Als Zielwert wird das untere Quartil, also der Mittelwert der besten 25 %, bezeichnet.

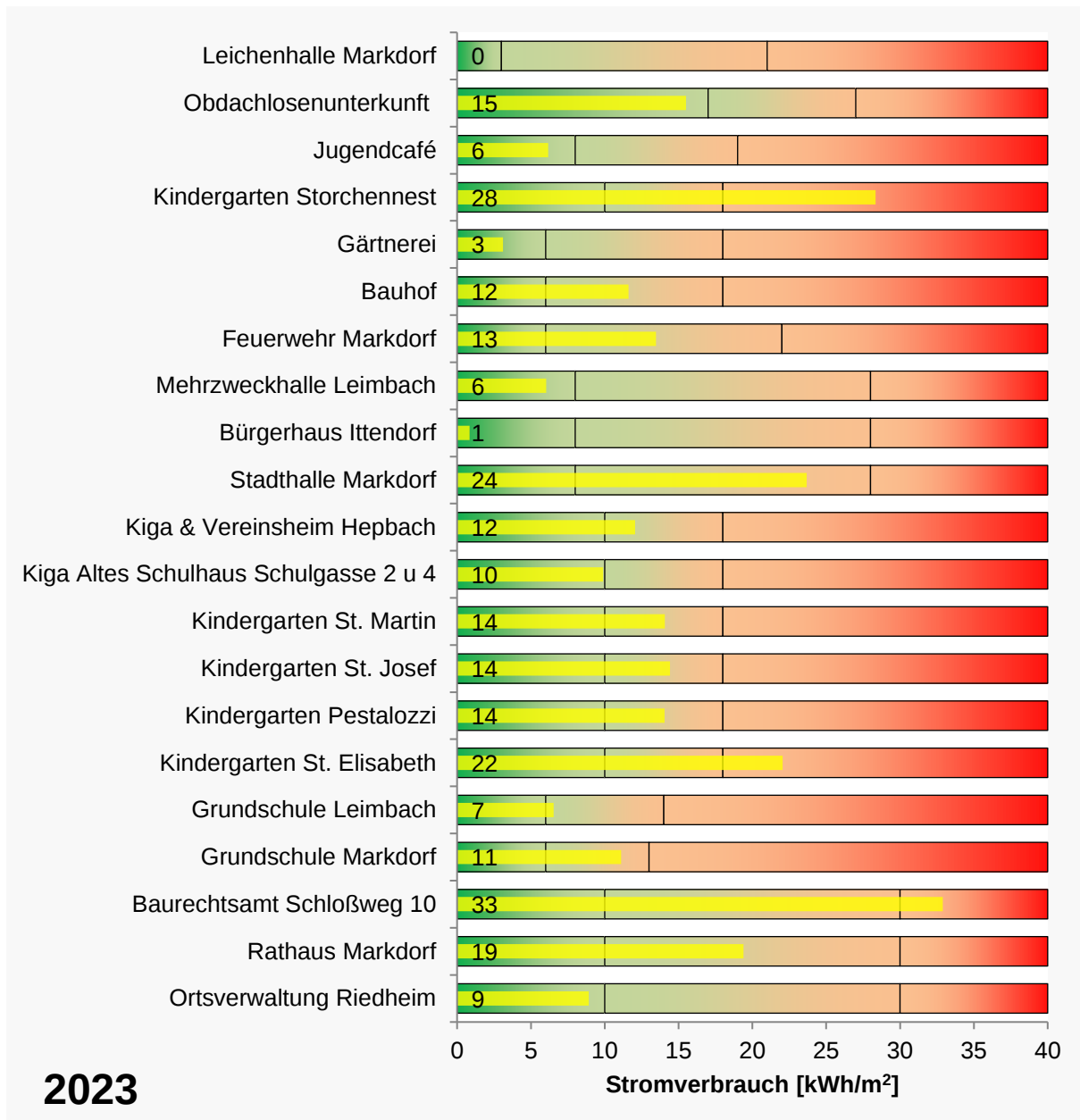


Abbildung 2-12: Stromkennwerte der unterschiedlichen Gebäude für 2023 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte

In Abbildung 2-12 fällt zunächst auf, dass bei den meisten Gebäuden die Kennwerte zwischen Ziel- und Grenzwert liegen. Deutlich überschritten wird der Grenzwert beim Kindergarten Storchennest. Auch beim Kindergarten St. Elisabeth und beim Baurechtsamt gibt es Überschreitungen, die allerdings nicht so ausgeprägt sind. Anzumerken ist, dass sich der Kennwert für das Rathaus auf eine provisorische Unterbringung bezieht, da das eigentliche Rathaus im angeführten Jahr erheblich umgebaut wurde.

2.4.2.3 Kennwerte Heizenergie

Die mittels Klimafaktoren witterungskorrigierten Kennwerte des Heizwärmebedarfs für das Jahr 2023 sind in Abbildung 2-13 dargestellt.

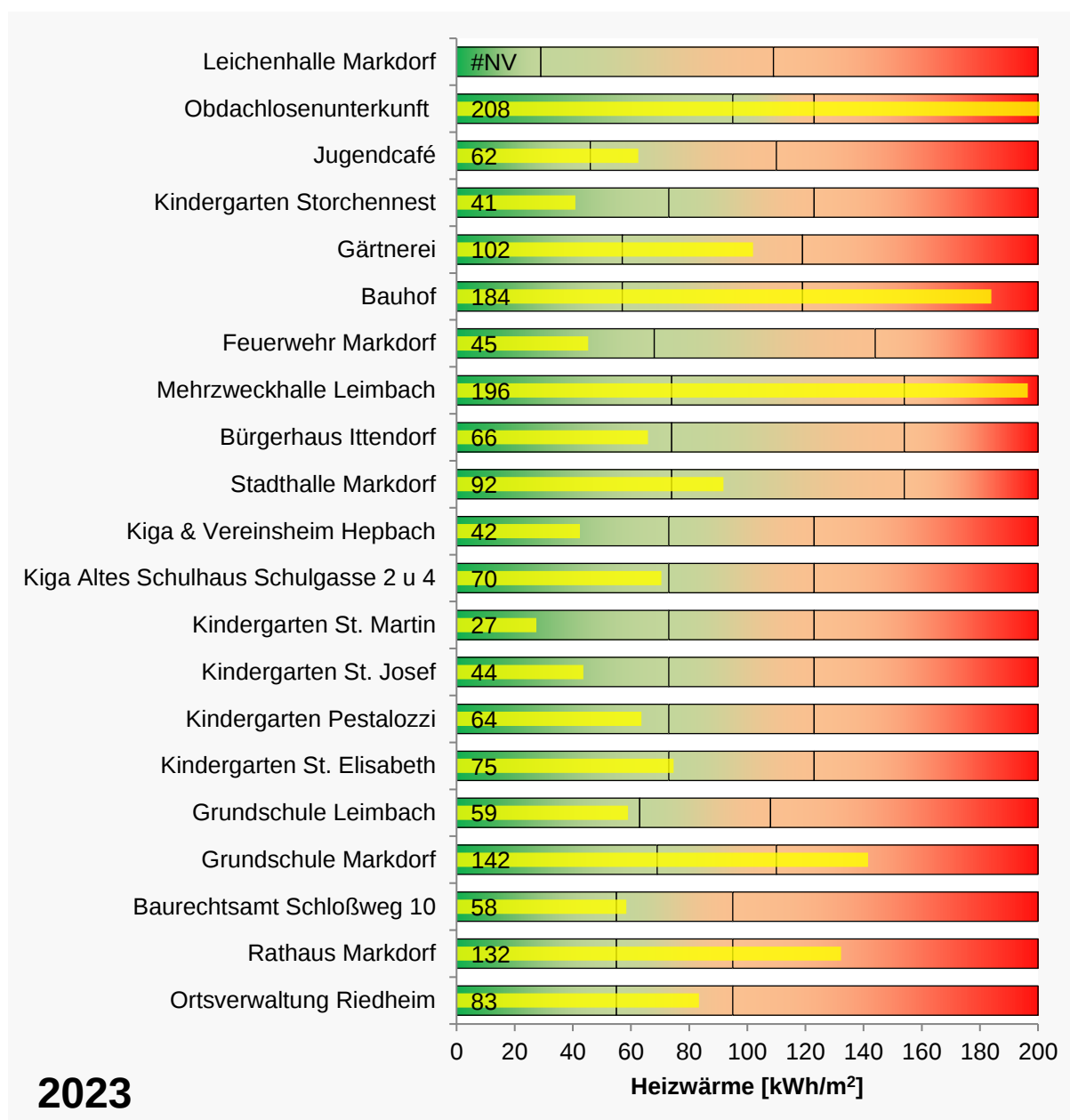


Abbildung 2-13: Heizwärme; witterungskorrigierte Kennwerte der untersuchten Gebäude für 2023 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte

Bis auf wenige, dafür aber extreme Überschreitungen der Grenzwerte, liegen die Kennwerte in einem guten bis sehr guten Bereich. Auffällig sind die Obdachlosenunterkunft, der Bauhof und die Mehrzweckhalle Leimbach. Der Kennwert für das Rathaus hat aufgrund der temporären und provisorischen Situation keine längerfristige Aussagekraft. Zur Grundschule Markdorf ist anzumerken, dass die Heizung im Jahr 2022 von Erdgas auf Hackschnitzel umgestellt wurde. Im Jahr 2023 erfolgte dann eine erhebliche Erweiterung durch einen Neubau. Insofern bleibt abzuwarten, ob sich der hohe Kennwert auch im „Normalbetriebs“ manifestiert. Dann wäre angesichts der Sanierungsarbeiten und der Neubauteile ein Nachsteuern erforderlich.

2.4.2.1 Kennwerte Wasserverbrauch

Die Kennwerte zum Wasserverbrauch des Jahres 2023 sind in Abbildung 2-14 dargestellt. Hier fallen die zu hohen Kennwerte der Obdachlosenunterkunft und des Bauhofs auf. Bezüglich der Grundschule Markdorf sei nochmal auf die Erweiterung und die Umbauphase verwiesen.

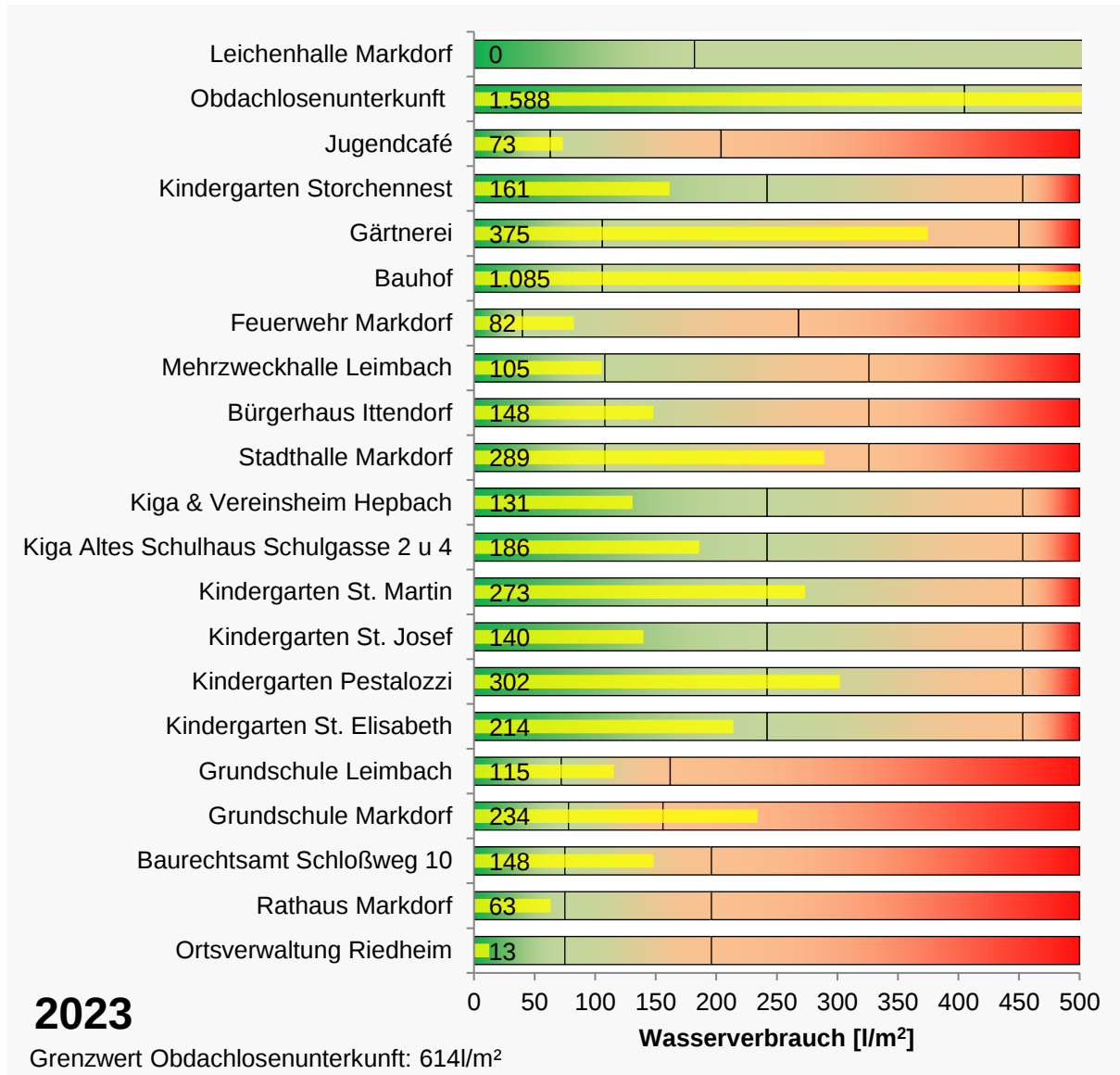


Abbildung 2-14: Wasserverbrauch; Kennwerte der untersuchten Gebäude für 2023 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte

2.4.2.2 Ergebnisdarstellung Strom und Wärme

Ein häufig geäußelter Kritikpunkt an der Bewertung von Liegenschaften über Kennwerte ist die Tatsache, dass bei dieser Darstellung die absolute Höhe des Verbrauchs keine Rolle spielt. Dies führt dazu, dass die Überschreitung des Grenzwertes bei einer kleinen Friedhofskapelle genauso dargestellt wird, wie die Überschreitung bei einer großen Schule oder einem Schwimmbad. In der Praxis hätten die bei der Friedhofskapelle erreichbaren Einsparungen selbst im optimalen Fall kaum Einfluss auf den Gesamtverbrauch. Wohingegen bei der Schule aufgrund des insgesamt höheren Verbrauchs schon ge-

ringfügige Veränderungen in Richtung des Zielwertes erhebliche Einsparungen mit sich bringen würden. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, sind in Abbildung 2-15 alle wesentlichen Größen in Form von Blasendiagrammen zusammenfassend dargestellt.

Die Fläche der Blase wird durch die Verbrauchssumme von Strom und Heizwärme festgelegt. Die Position der Blase im Diagramm wird durch die Abweichung der realen Kennwerte vom Zielwert für Wärme (X-Achse) und Strom (Y-Achse) bestimmt. Die Skalen bilden dabei linear von 0 % bis 100 % die Differenz zwischen Zielwert (0 %) und Grenzwert (100 %) ab. Um das Diagramm übersichtlich zu halten, wird die Darstellung auf den quadratischen Bereich zwischen 0 und 100 begrenzt. Das heißt, bei einer Überschreitung des Grenzwertes erfolgt die Darstellung bei 100 %, bei einer Unterschreitung des Zielwertes bei 0 %. Ziel muss es also sein, für alle Gebäude eine Darstellung in der Nähe des Nullpunktes zu erreichen. Die Größe der Blase gibt dabei einen Hinweis auf die sich aus energetischer Sicht sinnvoll ergebenden Prioritäten. Aufgrund der Einsparungen hat eine Verbesserung in Richtung Zielwert auch automatisch eine Reduktion der Blasenfläche zur Folge.

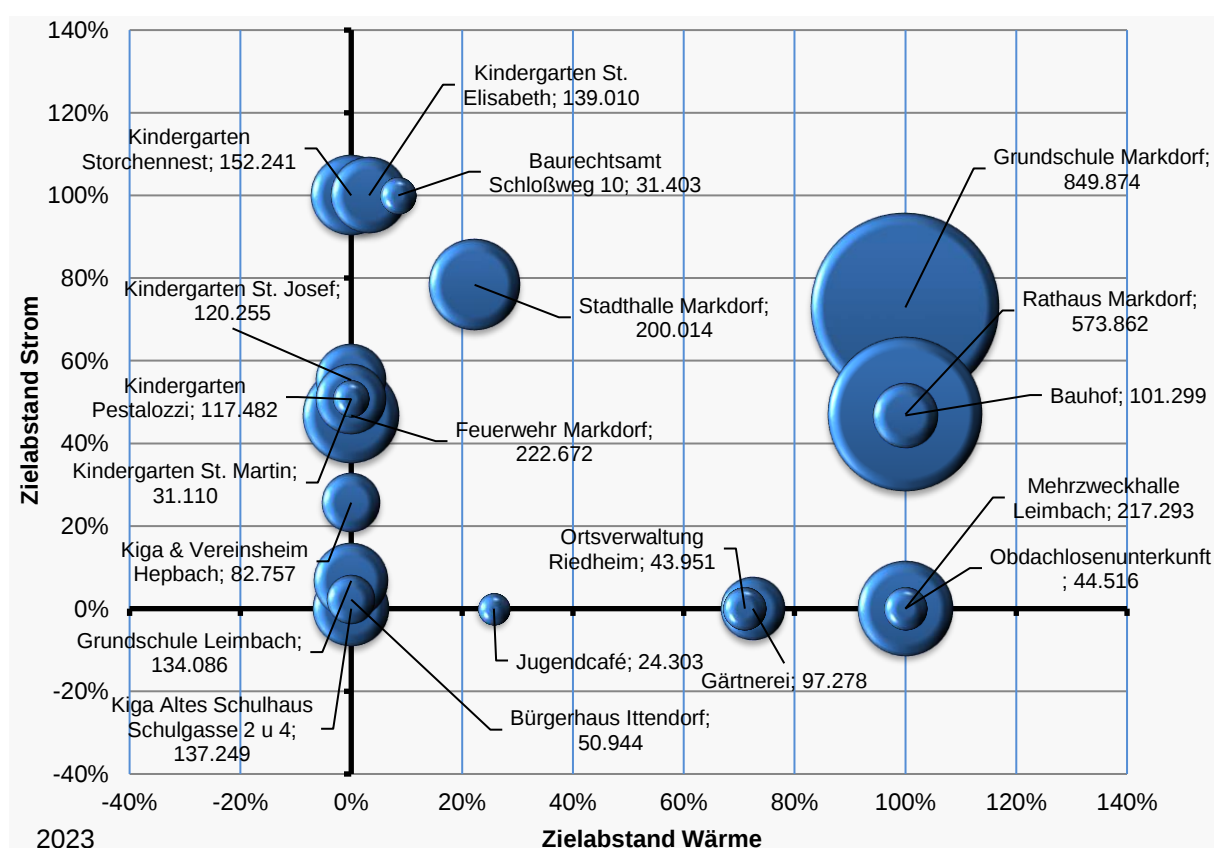


Abbildung 2-15: Kenn-(Position) und Verbrauchswerte (Blasengröße) der Liegenschaften der Stadt Markdorf (Zahlenangabe: Summe Strom und Wärme in Kilowattstunden)

Die Darstellung veranschaulicht die Ergebnisse, die direkt aus den Kennwerten der Abbildung 2-12 für den Stromverbrauch sowie aus Abbildung 2-13 für den Wärmebedarf abgeleitet werden können. Bei vielen Gebäuden wird der positive Status durch die Darstellung in der Nähe des Nullpunktes oder zumindest auf der y-Achse verdeutlicht. Zumindest um Teil stellt sich aber die Frage, warum die Stromkennwerte so hoch sind. Das gilt insbesondere für den Neubau Kindergarten Storchennest und den sanierten Kindergarten St. Elisabeth. Die Kennwerte entsprechen hier allerdings den Berechnungen der Energieausweise. Damit ist eine hohe Differenz zwischen den bisher verwendeten Kennwerten und dem nach dem Stand der Technik akzeptierten Verbrauchswerten zu verzeichnen. Beim Baurechtsamt

ist der hohe Kennwert mit ziemlicher Sicherheit auf die vorübergehende Unterbringung der Rathaus-Server zurückzuführen. Die großen Blasendurchmesser und die Position am rechten Rand der Grafik zeigen für das Rathaus und die Grundschule Markdorf einen dringenden Handlungsbedarf an. Da es sich beim Rathaus um Werte handelt, die aus der provisorischen Unterbringung herrühren, bleibt abzuwarten, wie sich die Werte des zukünftig genutzten Gebäudes darstellen werden. Bei der Grundschule ist es möglich, dass die Kennwerte durch die Umstellungen und Erweiterungen noch nicht dem endgültigen Stand entsprechen. Angesichts der Höhe des Verbrauchs sollten diese Werte in den Folgejahren allerdings genau überprüft werden. Ansonsten zeigen die Kennwerte an, dass im Bauhof sowie der Mehrzweckhalle Leimbach ein zu hoher Wärmeverbrauch und in der Stadthalle ein zu hoher Stromverbrauch vorliegt.

3 Energie- und Treibhausgasbilanz der Stadt Markdorf

Kommunale Energie- und Treibhausgasbilanzen sollen in erster Linie zwei wichtige Aufgaben erfüllen. Zum einen helfen sie, den aktuellen Stand in einer Kommune / einer Region zu beschreiben. Sie machen so auf Verbrauchs- bzw. Emissionsschwerpunkte und den entsprechenden Handlungsbedarf aufmerksam. Zum anderen bieten sie als langfristiges Controlling-Instrument die Möglichkeit, Erfolge im Klimaschutz zu kontrollieren und aufzuzeigen. Sie sind der integrale Bestandteil eines detaillierten Klimaschutz-Monitorings und stellen darüber hinaus die zentrale Grundlage für eine Potenzialanalyse und eine Szenario-Entwicklung dar.

3.1 Treibhausgasbilanzen; Grundlagen und Methodik

Um aus den Energieverbrauchswerten die Emissionen berechnen zu können, müssen die zugehörigen Emissionsfaktoren bekannt sein. Diese Faktoren beschreiben z. B. wie hoch die Emissionswerte bei der Verbrennung eines Liters Öl sind. Mit der sogenannten GEMIS-Datenbank stellt das IINAS (Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien) ein umfassendes Werkzeug zur Ermittlung von Emissionswerten zur Verfügung. Dabei wird die Klimawirkung unterschiedlicher Treibhausgase, die beispielsweise bei der Förderung, Aufbereitung und Verbrennung des Rohstoffs freigesetzt werden, auf die Wirkung von Kohlendioxid umgerechnet. Der entsprechende Faktor liegt bei Methan (CH_4 , Erdgas) ca. bei 25. Im Extremfall, z. B. bei fluorierten Kohlenwasserstoffen (FCKW), werden auch Faktoren von über Zehntausend erreicht. So entsteht eine Treibhausgasbilanz, in der üblicherweise mit den genannten CO_2 -Äquivalenten gerechnet wird. Der Einfachheit halber wird in der Regel dennoch von einer CO_2 -Bilanz gesprochen. Dies gilt auch für dieses Dokument. Um ein Gesamtbild von den mit der Energienutzung verbundenen Emissionen zeichnen zu können, ist es wichtig, dass nicht nur die direkten Emissionswerte berücksichtigt, sondern auch die Vorketten mit einbezogen werden. Besonders extrem sind die Verhältnisse bei der Stromerzeugung. Aufgrund des Wirkungsgrades fossiler Kraftwerke ist der Primärenergieeinsatz (z. B. Kohle) im Vergleich zur nutzbaren Endenergie (Strom) relativ hoch. So entstehen bei Kohlekraftwerken Emissionen von 895 g/kWh nutzbarer elektrischer Energie, während die Verbrennung von Erdgas für Heizzwecke „nur“ zu Emissionen von ca. 250 g/kWh führt.

Bei der Bilanzierungsmethode gibt es zwei grundsätzlich unterschiedliche Betrachtungsweisen. Beim sogenannten Territorialprinzip wird zunächst eine geographische Grenze festgelegt. Die in diesem Gebiet erzeugten Emissionen werden berücksichtigt. Emissionen, die außerhalb der bilanzierten Region entstehen, werden hingegen nicht in die Bilanz eingerechnet. Bildlich gesprochen wird eine Glocke über das Gebiet gestülpt und die darin anfallenden Emissionen werden aufsummiert. In Markdorf würde die Anwendung dieses Prinzips dazu führen, dass im Strombereich nur sehr geringe Emissionen zu verzeichnen sind, da es keine konventionellen Kraftwerke gibt. Die Emissionen aus der Stromerzeugung in fossilen Kraftwerken werden bei dieser Methode ausschließlich den Kommunen mit entsprechenden Standorten angerechnet.

Beim „Verursacher-Prinzip“ werden die Emissionen nicht dem Entstehungsort, sondern dem Verbraucher bzw. Anwender und seinem Wohnort zugeordnet. Das heißt, die bei der Stromerzeugung entstehenden Emissionen werden dem Ort angerechnet, an dem die entsprechende Kilowattstunde verbraucht wird. In der Regel sind diese Daten zum Stromverbrauch verfügbar. Schwieriger wird es dagegen beim Verkehr, denn hier müsste zur Anwendung des Verursacherprinzips der konkrete Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge bekannt sein, die in der zu bilanzierenden Region zugelassen sind.

Generell gilt, dass eine Bilanz mit steigender Genauigkeit und Lokalisierung der eingesetzten Daten immer aussagekräftiger und belastbarer wird. Dies führt zu einem Spannungsfeld zwischen der Detailtiefe einer Bilanz und ihrer Aktualität. Die Wahl der Datengrundlage und der Bilanzierungsmethode basiert daher immer auf einer pragmatischen Abwägung verschiedener Zielsetzungen (kommunenspezifisch, möglichst vollständig und detailliert, fortschreibbar und aktuell). Zu berücksichtigen ist auch, dass die Bilanz für das Controlling eingesetzt werden soll. Es ist also bei der Datengrundlage darauf zu achten, dass diese auch in der Zukunft vorhanden ist und gepflegt wird, damit auch zukünftig auf ein konsistentes Zahlenwerk zurückgegriffen werden kann.

Auf das zur Bilanzierung eingesetzte Werkzeug und die Methodik wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

3.2 Angewandte Methodik

3.2.1 Das Tool BICO₂BW

Die im Folgenden vorgestellte Energie- und Treibhausgasbilanz wurde mit dem Bilanzierungstool BICO₂BW in der Version 3.1.1 vom April 2024 ermittelt. Das vom Institut für Entwicklung und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU) entwickelte Tool zielt auf eine bundesweite Harmonisierung der Regeln für die kommunale Energie- und Treibhausgasbilanzierung ab, gibt eine einheitliche Berechnungsgrundlage (Emissionsfaktoren) vor und vereinheitlicht die Darstellung der Bilanzierungsergebnisse. Relevante statistische Daten werden in zunehmendem Maße aufbereitet und gebündelt und über die Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg (KEA) zur Verfügung gestellt. Das Land stellt den Kommunen das Werkzeug sowie die erforderlichen Basisdaten kostenfrei zur Verfügung.

3.2.2 Die Bilanzierungsmethodik

Im Rahmen der Entwicklung und in der Pilotphase des Bilanzierungstools wurde intensiv über die Methodik und die möglichen Variationen diskutiert. Die wesentlichen Punkte der dabei festgelegten Grundsätze sind im Folgenden aufgeführt:

1. **CO₂-Äquivalente als Leitindikator**

Die verschiedenen Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, H-FKW und FKW, SF₆) werden als CO₂-Äquivalente berücksichtigt. D. h. sie werden entsprechend ihrer Treibhauswirkung in Relation zu CO₂ bilanziert.

2. **Berücksichtigung der energetischen Vorketten**

Es werden neben den direkten Emissionen auch die indirekten berücksichtigt, die bei der Bereitstellung (Gewinnung, Umwandlung, Transport) von Energie anfallen.

3. **Territorialbilanz auf Basis der Endenergie**

Die Emissionen werden auf Grundlage des Endenergieverbrauchs je Sektor, der auf dem Territorium der Kommune anfällt, bilanziert.

4. **Bundesmix und Verursacherprinzip beim Strom**

Für eine bessere Vergleichbarkeit werden Emissionen aus dem Stromverbrauch nach dem Verursacherprinzip auf Basis des deutschen Strommixes berechnet. Für den lokalen Vergleich wird in der Regel zusätzlich die Emission ermittelt, die sich aus dem lokalen Strommix ergibt.

5. Direkte Emissionsangaben

Die Basis-Bilanz wird nicht witterungsbereinigt diskutiert. Es wird lediglich ausgewiesen, welche Auswirkung die Witterungsbereinigung auf die Gesamtbilanz hat.

Die Bilanzierungsmethodik in BICO₂BW sieht vor, dass zunächst möglichst viele lokale Daten gesammelt werden. Diese Daten werden dann mit Kennzahlen abgeglichen und fehlende Daten ergänzt. Daten mit bester Datengüte werden bevorzugt verwendet, während Alternativen ausgewiesen werden. Bei verschiedenen Datenquellen achtet das Tool darauf, dass eine Doppelzählung vermieden wird. Weiterführende Informationen zu BiCO₂BW sind z. B. von Seiten des ifeu erhältlich [5]. Weitere Ausführungen zu kommunalen Energie- und Treibhausgasbilanzen stellt das Deutsches Institut für Urbanistik (DIfU) zur Verfügung (siehe z. B. [6]).

Durch das Werkzeug selbst und die Festlegung auf ein definiertes Vorgehen wird gewährleistet, dass die Bilanzen verschiedener Kommunen miteinander vergleichbar sind und diese auch zukünftig die Rolle als Controlling-Instrument erfüllen können. Dennoch sind zumindest in einigen Punkten kritische Anmerkungen angebracht:

1. Durch das angewendete Territorialprinzip können energieintensive Betriebe die Kommunalbilanz stark beeinflussen. Hier empfiehlt BICO₂BW textliche Hinweise auf die Besonderheiten. Gerade in Extremfällen ist es aber durchaus sinnvoll, zwei Varianten der Bilanz zu berechnen, damit die eigentliche sektorale Zuordnung und damit die Verantwortlichkeiten nicht von den speziellen industriellen Emissionen überdeckt werden.
2. Auch im Bereich Verkehr kann das eingesetzte Territorialprinzip zu einer verzerrten Wahrnehmung führen. Verläuft durch das untersuchte Territorium eine Fernstraße oder liegt hier ein viel befahrener Knotenpunkt (z. B. Autobahnkreuz) entsteht eine Situation, die der im Punkt 1 beschriebenen Sachlage entspricht. Hier wird ebenfalls eine textliche Stellungnahme empfohlen.
3. Umgekehrt wird aber gerade in ländlichen Kommunen mit einem nur regional genutzten Verkehrsnetz ein viel zu positives Bild gezeichnet. Gerade in solchen Situationen sind häufig viele Kraftfahrzeuge zugelassen, es gibt einen hohen Anteil an motorisiertem Individualverkehr (MIV) und der Pendlerverkehr ist sehr ausgeprägt. Um diesen Einflüssen Rechnung zu tragen, wird in Kapitel 3.3 zusätzlich eine Bilanz präsentiert, bei der die Emissionswerte des Verkehrs anhand der Zulassungszahlen und der durchschnittlichen Fahrleistungen in Deutschland über das Verursacherprinzip berechnet werden.
4. Durch den Bezug auf den Endenergieverbrauch bleiben emissionsbindende Effekte aber auch wesentliche Emissionsbereiche außen vor. So bleibt die Wirkung von Waldflächen als CO₂-Senken unberücksichtigt. Auf der anderen Seite werden aber auch sogenannte „graue Emissionen“ nicht in die Berechnungen einbezogen. Dabei handelt es sich z. B. um Treibhausgase aus der Landwirtschaft oder der Produktion, die nicht auf Prozesse zur Energiegewinnung oder –umwandlung zurückgehen.

3.2.3 Bezugsjahr

Die aktuelle Version 3.1.1 von BICO₂BW ermöglicht die Bilanzierung für die Jahre 2009 bis 2021. Im vorliegenden Fall wurde das Jahr 2021 gewählt. Viele der benötigten statistischen Daten sind für die Folgejahre noch nicht gesichert verfügbar. Da das statistische Landesamt die Ermittlung der Verursacherbilanz mittlerweile auf das verarbeitende Gewerbe und den Verkehr beschränkt führt BICO₂BW

für die Sektoren Haushalte und GHD entsprechende Hochrechnung aus den Werten der vergangenen Jahre durch und verwendet diese für einen Plausibilitätscheck.

3.2.4 Datengüte

Um die bestehenden Zielkonflikte bei der kommunalen CO₂-Bilanzierung, insbesondere den Trade-off zwischen Detailtiefe und Datenverfügbarkeit bzw. dem Aufwand bei einer detaillierten Datenerhebung, pragmatisch zu adressieren, schreibt BICO₂BW die Eingabe obligatorischer Daten vor. Diese können je nach Verfügbarkeit mit weiteren Daten ergänzt werden, um die Detailtiefe zu erhöhen. Gemessen wird die Aussagekraft von Energie- und Treibhausgasbilanzen in Bezug auf die regionale Situation anhand der Datengüte. Mit Hilfe der Datengüte wird die Qualität der gewählten Aktivitätsdaten quantitativ bewertet. Diese Qualität wird als Prozentwert angegeben. Die entsprechenden Bereiche sind in Tabelle 3-1 zusammengestellt. Für die vorliegende Bilanz wird eine Datengüte von 73 % ausgewiesen.

Tabelle 3-1: Bewertung der Datengüte in Prozent

Prozent (%)	Datengüte des Endergebnisses
> 80 %	sehr guter regionaler Bezug
> 65-80 %	guter regionaler Bezug
> 50-65 %	statistische Daten wurden in einzelnen Bereichen regional ergänzt
bis 50 %	eher allgemeiner Datenbestand ohne regionalen Bezug

3.3 Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz

3.3.1 Endenergiebilanz

In Markdorf belief sich der mit BICO₂BW ermittelte Endenergieverbrauch im Jahr 2021 auf 260.534 MWh. Dies entspricht einem Pro-Kopf-Verbrauch von 18.241 kWh, was ca. 39 % unter dem Bundesdurchschnitt von 30.000 kWh liegt. Dass der Pro-Kopf-Verbrauch so deutlich unter dem Durchschnitt liegt, hat vor allem strukturelle Gründe. Auf Bundesebene machen sich energieintensive Branchen wie z. B. die Stahlindustrie bemerkbar, die in Markdorf nicht ansässig sind. Ohne Berücksichtigung des Verkehrsbereiches liegt der Endenergieverbrauch pro Einwohner bei 13.366 kWh und damit ca. 27 % niedriger als der baden-württembergische Durchschnitt des Bilanzjahres (18.241 kWh). Abbildung 3-1 zeigt die Aufteilung des Endenergieverbrauchs und der jeweiligen Energieträger auf die Verbrauchssektoren.

Die Grafik veranschaulicht sehr gut, dass in Markdorf für eine erfolgreiche Realisierung der Klimaschutzziele vor allem die privaten Haushalte anzusprechen sind. Der mit 36 % höchste Verbrauchsanteil der privaten Haushalte weist hohe Anteile an Erdgas und Heizöl auf, die aus der Bereitstellung von Heizwärme herrühren. Es folgt der Sektor Verkehr mit einem Verbrauchsanteil von 27 %, der wiederum zu großen Teilen durch die privaten Haushalte induziert sein dürfte. Die Verbrauchsanteile der Sektoren GHD und verarbeitendes Gewerbe sind mit Anteilen von 19 % bzw. 17 % nahezu gleich groß. Dabei ist der Stromverbrauch im verarbeitenden Gewerbe dominant. Die kommunalen Liegenschaften haben mit 3.915 MWh lediglich einen Anteil von 1,5 % am Gesamtverbrauch. Dies liegt im unteren

Bereich der üblichen Bandbreite von 1 % bis 3 %. Es ist mit einer leichten Erhöhung des Anteils zu rechnen, wenn alle Liegenschaften und nicht nur die des Energieberichts berücksichtigt werden.

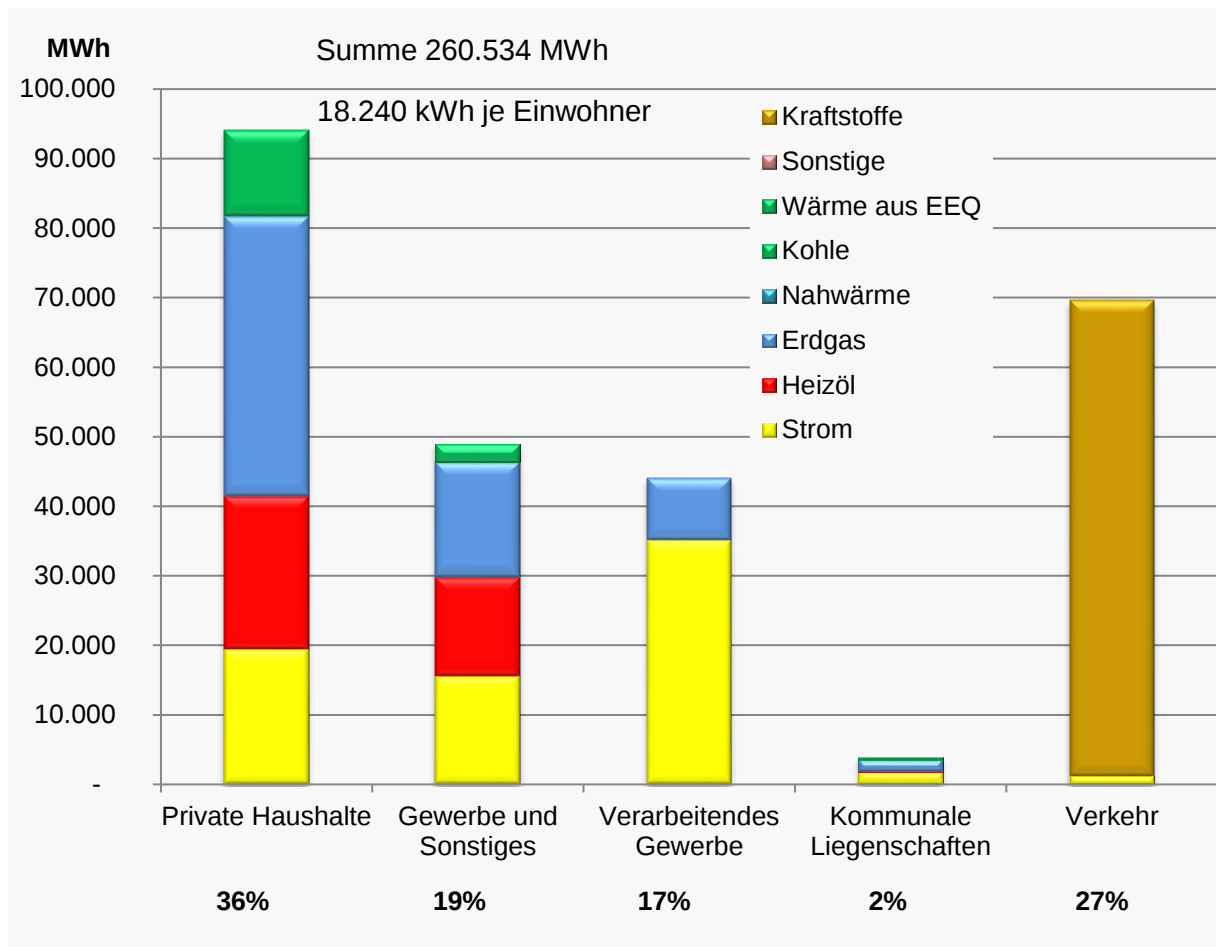


Abbildung 3-1: Endenergiebilanz nach Verbrauchssektoren in Markdorf, 2021

Tabelle 3-2: Endenergiebilanz für Markdorf 2021 in Tabellenform (Angaben in MWh)

MWh	Strom	Heizöl	Erdgas	Nah-wärme	Kohle	Wärme aus EEQ	Sonst. Ener-gieträger	Kraftstoffe	Summe	Anteile
Private Haus-halte	19.411	22.056	40.251	-	19	12.288	-	-	94.026	36%
Gewerbe und Sonstiges	15.526	14.252	16.524	-	8	2.647	-	-	48.958	19%
Verarbeitendes Gewerbe	35.081	-	8.896	-	-	39	-	-	44.016	17%
Kommunale Liegenschaften	1.840	123	1.613	-	-	339	-	-	3.915	2%
Verkehr	1.220	-	-	-	-	-	-	68.399	69.619	27%
Summe	73.078	36.431	67.284	-	28	15.314	-	68.399	260.532	
Anteile	28%	14%	26%		0%	6%		26%		

Tabelle 3-3 zeigt die Anteile des Energieverbrauchs in Form von Strom und Wärme in den einzelnen Sektoren. Dabei wird deutlich, dass bei den Haushalten und im Bereich GHD der Endenergieverbrauch für die Bereitstellung von Heizwärme überwiegt, wohingegen es beim verarbeitenden Gewerbe umgekehrt ist. Hier ist der Stromanteil deutlich höher als der Bedarf an Heizwärme.

Tabelle 3-3: Verbrauchanteile für Strom und Wärme in den einzelnen Sektoren

Endenergieverbrauch	Strom [MWh]	Wärme bzw. Kraftstoffe [MWh]	Anteil Strom	Anteil Wärme
Private Haushalte	19.411	74.615	20,6%	79,4%
Gewerbe und Sonstiges	15.526	33.432	31,7%	68,3%
Verarbeitendes Gewerbe	35.081	8.935	79,7%	20,3%
Kommunale Liegenschaften	1.840	2.075	47,0%	53,0%
Verkehr	1.220	68.399	1,8%	98,2%

Insbesondere die Aufteilung des Strom- und Gasverbrauchs auf die Sektoren GHD und verarbeitendes Gewerbe ist mit hohen Unsicherheiten verbunden. Da die Netzbetreiber keine exakte Zuordnung der Verbrauchswerte entsprechend der Wirtschaftszweigzuordnung WZ 2008 vornehmen können, weil diese Daten dort nicht bekannt sind, erfolgt die Aufteilung häufig nach internen Festlegungen und Kriterien. Für die Bilanzierung werden diese Daten daher häufig über die in den Statistiken ausgewiesenen Zahlen zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den einzelnen Wirtschaftszweigen zugewiesen. Problematisch dabei ist vor allem die Tatsache, dass diese Angaben nur auf Landkreisebene vorliegen. Für die hier vorgestellte Auswertung wurden die Anteile entsprechend der Schätzwerte, die BiCO₂ selbst anführt vorgenommen.

Der Klimafaktor für Markdorf im Jahr 2021 lag mit 0,94 niedriger als das langjährige Mittel. In der Folge sinkt der Endenergieverbrauch bei einer Witterungskorrektur minimal auf 255.128 MWh. Dies entspricht einen Rückgang um 2,1 %. Die Tatsache, dass die Änderung geringer ist, als dies der um 6 % unter dem Durchschnitt liegende Klimafaktor vermuten lässt, ist in der Tatsache begründet, dass große Teile des Verbrauchs, zum Beispiel im verarbeitenden Gewerbe oder im Verkehrsbereich, nicht von der Witterung abhängen.

3.3.2 Treibhausgasbilanz BICO₂BW

Die CO₂-Emissionen werden aus dem Energieverbrauch mit Hilfe von Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger ermittelt. Abbildung 3-2 zeigt die Verteilung der Treibhausgastonnagen auf die Verbrauchssektoren und die jeweiligen Energieträger.

Nach BICO₂BW wurden demnach im Jahr 2021 in Markdorf insgesamt 84.882 t an CO₂-Äquivalenten emittiert. Das entspricht einer durchschnittlichen Tonnage von 5,9 t CO₂ pro Einwohner, wobei beim Stromverbrauch der durchschnittliche Emissionswert Deutschlands verwendet wurde. Im Bundesdurchschnitt wurden 2021 9,6 t je Einwohner emittiert, in Baden-Württemberg 7,4 t/EW. Wesentlicher Grund dafür, warum die Treibhausgasemissionen pro Kopf in Markdorf niedriger liegen als im Bundesdurchschnitt, ist das bereits erwähnte strukturelle Umfeld. Aufgrund der immer noch relativ hohen Emissionsfaktoren für den Strommix und der hohen Verbrauchsanteile im verarbeitenden Gewerbe sind die Emissionsanteile dieses Sektors mit 22 % höher als beim Energieverbrauch (siehe Abbildung

3-1). Damit liegt dieser Sektor bei den Emissionen hinter den Haushalten (32 %) und dem Verkehr (26 %) an dritter Stelle.

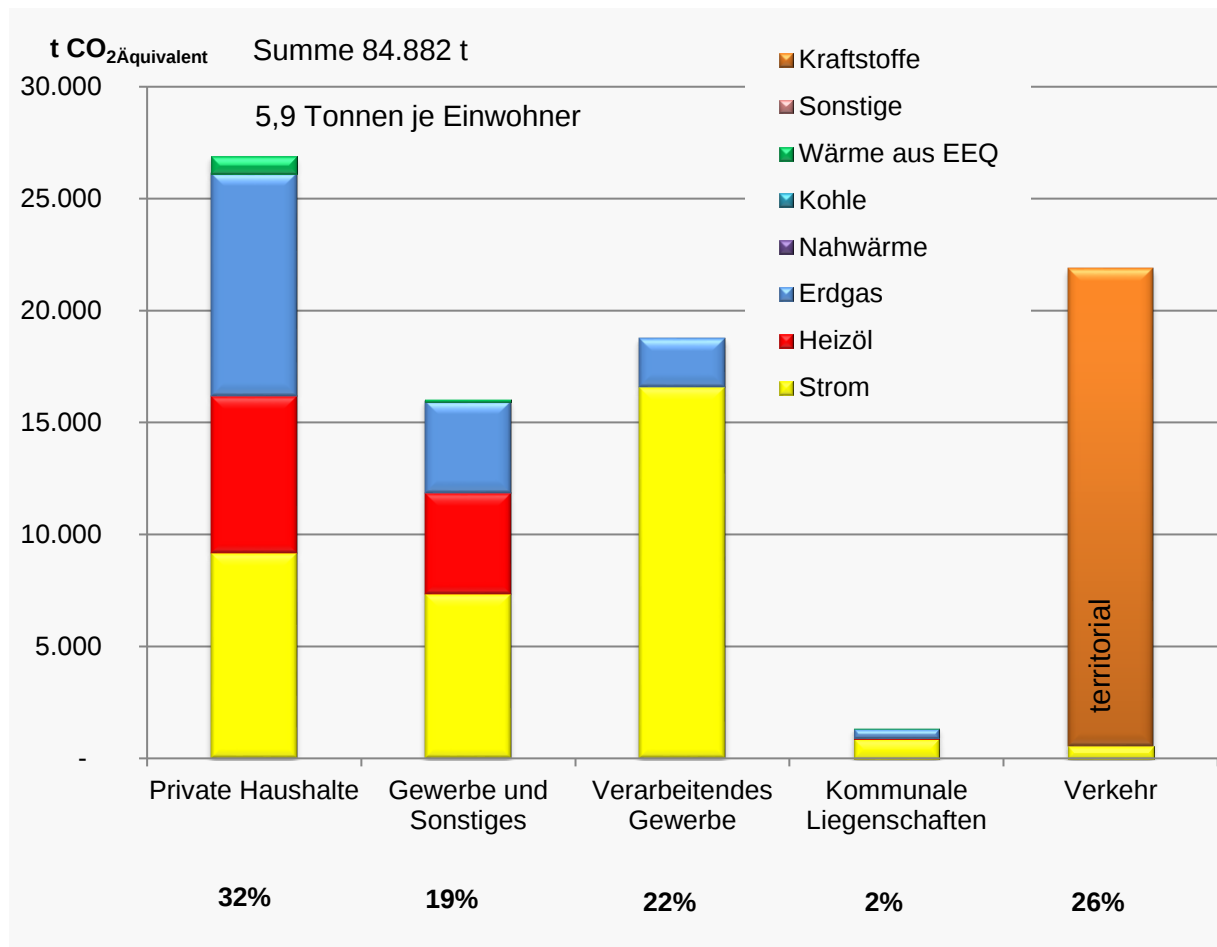


Abbildung 3-2: Treibhausgas-Emissionen nach Verbrauchssektoren in Markdorf, 2021

Tabelle 3-4: Treibhausgasbilanz 2021 für Markdorf in Tabellenform

	Strom	Heizöl	Erdgas	Nahwärme	Kohle	Wärme aus EEQ	Sonst. Energieträger	Kraftstoffe	Summe	Anteile
Private Haushalte	9.162	7.014	9.942	-	9	768	-	-	26.895	32%
Gewerbe und Sonstiges	7.328	4.532	4.082	-	4	87	-	-	16.032	19%
Verarbeitendes Gewerbe	16.558	-	2.197	-	-	1	-	-	18.757	22%
Kommunale Liegenschaften	868	39	398	-	-	20	-	-	1.326	2%
Verkehr	523	-	-	-	-	-	-	21.349	21.872	26%
Summe	34.440	11.585	16.619	-	12	876	-	21.349	84.882	100%
Anteile	40,6%	13,6%	19,6%		0%	1,0%		25,2%		

Im Grunde spiegelt Abbildung 3-2 (Emissionen) die Ergebnisse der Abbildung 3-1 (Endenergieverbrauch) wider. Auffällig sind lediglich Verschiebungen bei den Energieträgern, die aus der Treibhausgas-Intensität herrühren. So tritt bei den Emissionen der Stromverbrauch (gelbe Balkenanteile) aufgrund der hohen spezifischen Emissionen deutlicher hervor, wohingegen es bei den erneuerbaren Energieträgern (grüne Balkenanteile) folgerichtig umgekehrt ist. Unterstrichen wird dies auch von den prozentualen Anteilen, die in der letzten Zeile der Tabelle 3-4 zu finden sind. Ansonsten beinhaltet die Tabelle 3-4 die in Abbildung 3-2 dargestellten Ergebnisse in Zahlenform.

Analog zur Tabelle 3-3 (Endenergieverbrauch) zeigt Tabelle 3-5 die Aufteilung der Emissionswerte für Strom und Wärme in den einzelnen Sektoren.

Tabelle 3-5: Verbrauchanteile für Strom und Wärme in den einzelnen Sektoren

Treibhausgasemissionen	Strom [t]	Wärme bzw. Kraftstoffe [t]	Anteil Strom	Anteil Wärme
Private Haushalte	9.162	17.732	34,1%	65,9%
Gewerbe und Sonstiges	7.328	8.704	45,7%	54,3%
Verarbeitendes Gewerbe	16.558	2.199	88,3%	11,7%
Kommunale Liegenschaften	868	458	65,5%	34,5%
Verkehr	523	21.349	2,4%	97,6%

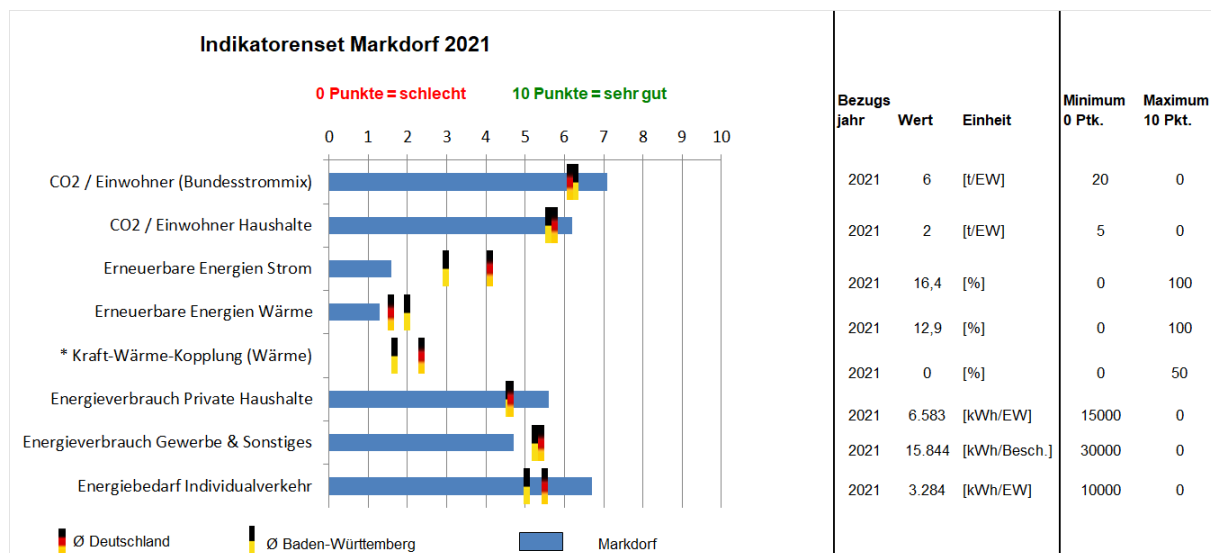
Witterungsbereinigt, d. h. nach einer Korrektur der Wärmeverbrauchsdaten mittels der genannten Klimafaktoren, sinken die Emissionen gegenüber der Basisbilanz auf 83.468 t geringfügig um 1,7 %.

In Tabelle 3-6 sind die von BiCO₂BW ermittelten Kennwerte von Markdorf denen des Landes Baden-Württemberg gegenübergestellt. Diese Zahlenwerte sind auch Basis des in Abbildung 3-3 dargestellten Indikatorensets.

Wie Abbildung 3-3 zeigt, sind viele der angezeigten Kennwerte in Markdorf besser als im Durchschnitt von Bund und Land. Die blauen Balken übersteigen hier die farblichen Markierungen der Mittelwerte entsprechend. Defizite werden dagegen beim Energieverbrauch im Gewerbe sowie beim Anteil der erneuerbaren Erzeugung am Strom- und Wärmeverbrauch ausgewiesen. Im Grunde bilden diese Indikatoren die örtlichen Strukturen sehr gut ab. Die in Markdorf ansässigen Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen haben aufgrund ihrer Größe und der Produktionsprozesse vor allem einen hohen Strombedarf. Dies führt zu den in Abbildung 3-3 ausgewiesenen Defiziten. Das überschaubare Straßennetz sorgt dagegen in Verbindung mit der territorialen Betrachtungsweise für eine vergleichsweise positive Situation in diesem Sektor. Im Mittel gleichen sich beide Effekte aus, wobei immer noch ein mit 5,9 t pro Kopf ein vergleichsweise guter spezifischer Emissionswert erhalten bleibt.

Tabelle 3-6: Kennwerte für Markdorf und Baden-Württemberg nach BiCO₂BW

	Markdorf	Baden-Württemberg
Kommune gesamt		
Endenergie pro Einwohner (kWh) ohne Verkehr	13.366	18.241
Treibhausgasemissionen pro EW Bundesmix (t)	5,9	7,4
Treibhausgasemissionen pro EW regionaler Mix (t)	5,6	k.A.
Anteil EEQ am Endenergieverbrauch ohne Verkehr (%)	14,2%	16,3%
Anteil EEQ am Bruttostromverbrauch (%)	16,4%	30,0%
Anteil EEQ am Wärmeverbrauch (%)	12,9%	20,0%
Private Haushalte		
Stromverbrauch pro Einwohner (kWh)	1.359	1.586
Wärmeverbrauch pro Einwohner (kWh)	5.224	6.522
Anteil Strom am Endenergieverbrauch private Haushalte (%)	21%	19%
Endenergiebedarf Wärme pro qm Wohnfläche (kWh/qm)	114	137
THG-Emissionen pro EW private Haushalte Bundesmix (t)	1,9	2,2
Wohnfläche pro Einwohner in m ²	46,0	47,1
GHD		
Endenergieverbrauch pro SV-Beschäftigten (kWh)	15.844	14.264
Anteil Strom am Endenergieverbrauch des Sektors	33%	33%
THG-Emissionen pro SV-Beschäftigten Bundesmix (t)	5,2	k.A.
Industrie/Verarbeitendes Gewerbe		
Endenergieverbrauch pro SV-Beschäftigten (kWh)	20.191	44.764
THG-Emissionen pro SV-Beschäftigten Bundesmix (t)	8,6	k.A.



*Zur Kraft-Wärme-Kopplung liegen keine verlässlichen Angaben vor.

Abbildung 3-3: Indikatorenset für Markdorf im Jahr 2021 (Quelle: BiCO₂BW)

3.3.3 Treibhausgasbilanz mit regionalem Strommix

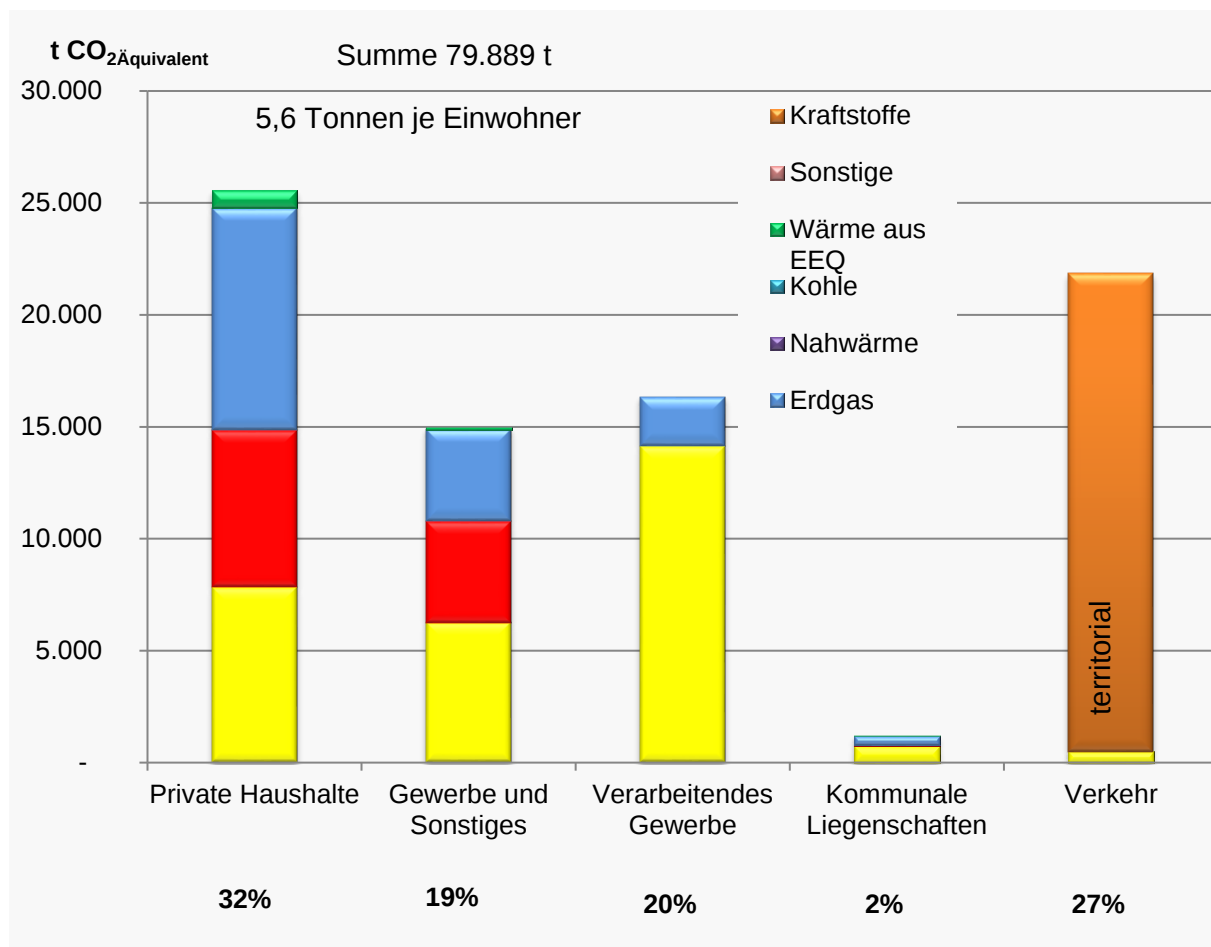


Abbildung 3-4: Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2021 nach Verbrauchssektoren auf Basis des regionalen Strommixes

Nach den in Kapitel 3.2.2 (Punkt 4 Seite 26) getroffenen Festlegungen erfolgt die Berechnung der kommunalen Treibhausgasbilanzen in Baden-Württemberg auf Basis der spezifischen Emissionen des deutschen Strommixes. Aufgrund des bereits angesprochenen, relativ geringen Anteils der regenerativen Erzeugung am Gesamtstromverbrauch gehen die Emissionen bei einer Berechnung auf Basis des regionalen Strommixes nicht deutlich zurück. Wie Abbildung 3-4 zeigt, ergibt sich eine Summe von 79.889 t, was 5,6 t je Einwohner entspricht. 16,4 % des Stromverbrauchs werden aus lokaler regenerativer Erzeugung gedeckt. Hiervon entfallen 11,4 % auf PV-Anlagen und 5 % auf die Verstromung von Biomasse.

3.3.4 Treibhausgasbilanz mit verursacherbezogenen Mobilitätsemissionen

Wie bereits mehrfach erwähnt, beziehen sich die in Abbildung 3-2 und Abbildung 3-4 angegebenen Emissionen des Verkehrssektors in Höhe von gut 21.800 t nach dem Territorialprinzip auf die Gemarkungen der Stadt Markdorf direkt.

Werden die in Tabelle 2-3 angegebenen Zahlen für die in Markdorf zugelassenen Fahrzeuge allerdings mit den in [1] und [2] ermittelten durchschnittlichen Fahrleistungen und Verbräuchen in Relation gesetzt und die daraus resultierenden Emissionen berechnet, ergibt sich eine höhere Zahl. Hinzu kommen die Emissionen, die aus der Nutzung von Schienen-Nah- und Fernverkehr sowie den Flugreisen der Marktdorfer Bevölkerung resultieren. Die entsprechenden Emissionen wurden aus den deutschen Durchschnittswerten über den Anteil der Bevölkerung in Markdorf berechnet. In der Summe ergeben sich für das Jahr 2021 so Emissionen von 36.162 t, deren Aufteilung auf die einzelnen Verkehrsträger in Abbildung 3-5 dargestellt ist. 66,8 % der Emissionen entfallen auf PKW, 2,4% auf Flugreisen und 0,8 % auf den Bahnverkehr. Die Nutzfahrzeuge tragen zu 28,4 % zu den Emissionen bei. Bezogen auf die Einwohnerzahl ergeben sich knapp 2,6 t pro Einwohner im Jahr 2021.

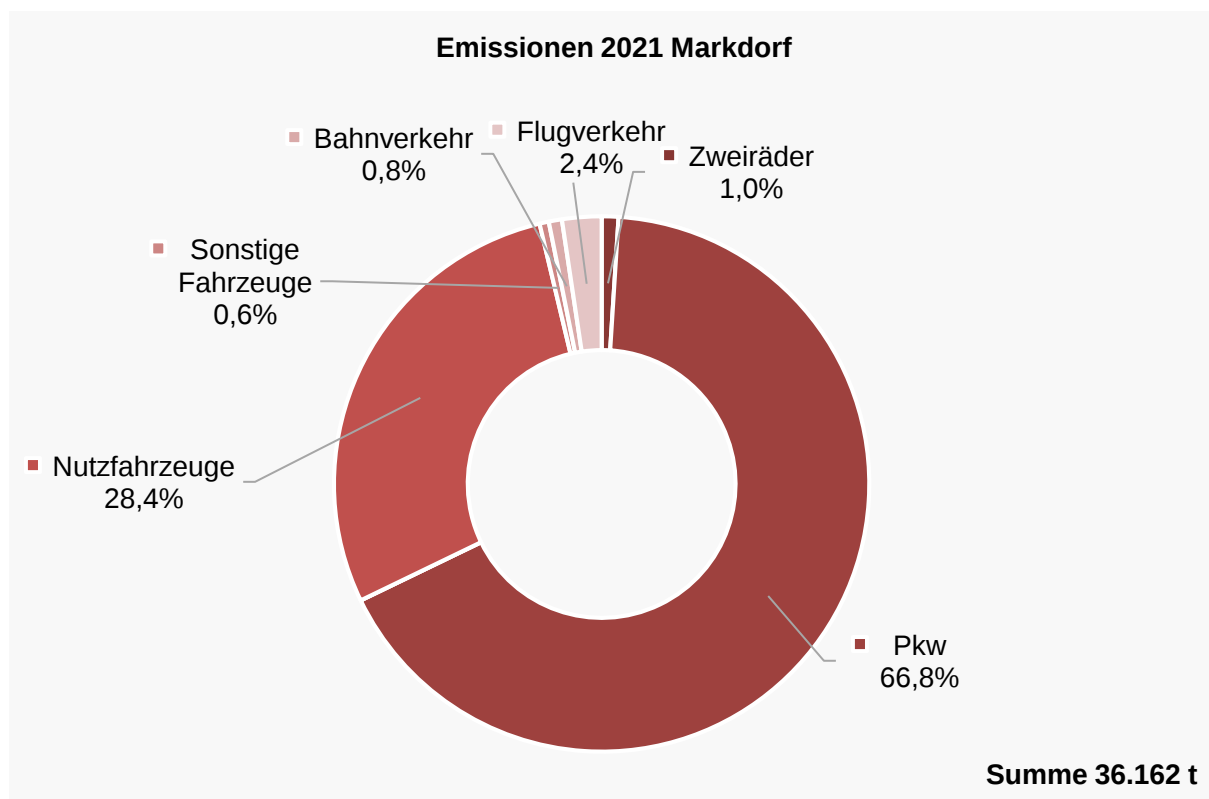


Abbildung 3-5: Nach dem Verursacherprinzip ermittelte Emissionen aus dem Verkehrsbereich für das Jahr 2021

Die auf diese Weise berechneten Emissionen des Verkehrs lagen im Jahr 2000 mit ca. 34.000 t auf einem ähnlichen Niveau wie im Bilanzjahr. In den Jahren 2016 bis 2019 wurden die bisherigen Maximalwerte von 41.500 t bis 42.000 t erreicht. Im Jahr 2020 ist dann ein Rückgang von ca. 10 % zu verzeichnen, dessen Ursache in den Lock-Down-Phasen der Corona-Pandemie liegt. Im Anschluss ist dann wieder ein leichter aber zumindest bis ins Jahr 2022 anhaltender Anstieg zu verzeichnen.

Werden die in Abbildung 3-5 ausgewiesenen Verkehrsemissionen als Grundlage für die Treibhausgasbilanz verwendet, ergibt sich ein geändertes Bild. Das Ergebnis zeigt Abbildung 3-6.

Die Summe der Emissionen steigt bei dieser Betrachtungsweise gegenüber Abbildung 3-2 um 17 % von 84.882 t auf 99.172 t. Die Emissionen je Einwohner betragen somit 6,9 t. Die Verkehrsemissionen haben dann einen Anteil von 36 %. Die direkten Anteile der übrigen Sektoren sinken auf 27 % bei den Haushalten und 19 % beim verarbeitenden Gewerbe. Für den Sektor GHD verbleibt ein Anteil von 16 %. Allerdings müssten für eine vollständige Zuordnung die Verkehrsemissionen wieder den einzelnen Sektoren zugeordnet werden. Das ist bei der aktuellen Datenlage nicht präzise möglich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass das Gros der Emissionen aus dem Verkehrsbereich den privaten Haushalten zuzuschreiben ist. Es sind 8.508 PKW auf private Haushalte und 1.130 PKW auf gewerbliche Halter zugelassen allerdings sind die Laufleistungen der Fahrzeuge nicht bekannt. Unabhängig von einer exakten Zuordnung verdeutlichen die Ergebnisse aus Abbildung 3-6, dass in Markdorf für eine merkliche Reduktion der Emissionen sowohl die Haushalte als auch das verarbeitende Gewerbe angesprochen werden müssen und dem Verkehrsbereich eine besondere Rolle zukommt. Durch den hohen Stromanteil im verarbeitenden Gewerbe sinken die Emissionen bei einem immer regenerativeren Strommix automatisch. Im Verkehrsbereich und bei der Heizwärme ist dies nicht der Fall.

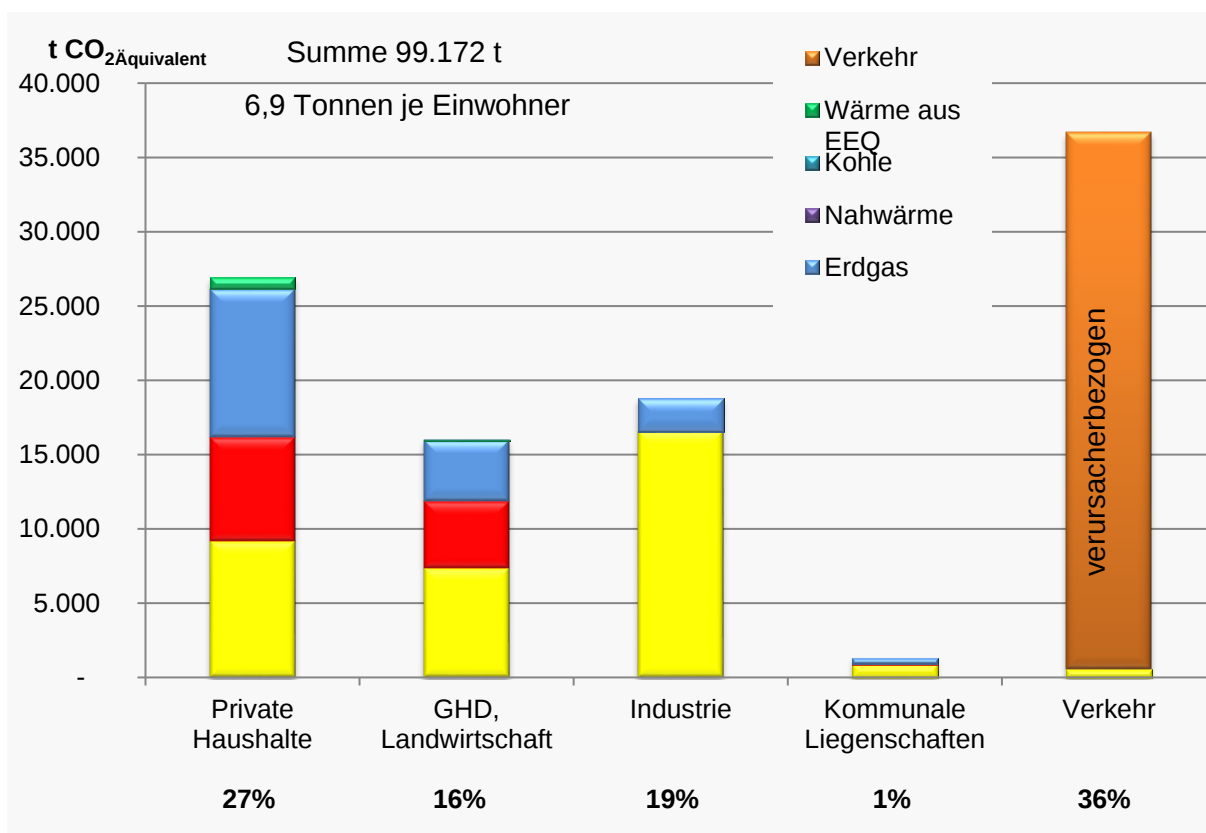
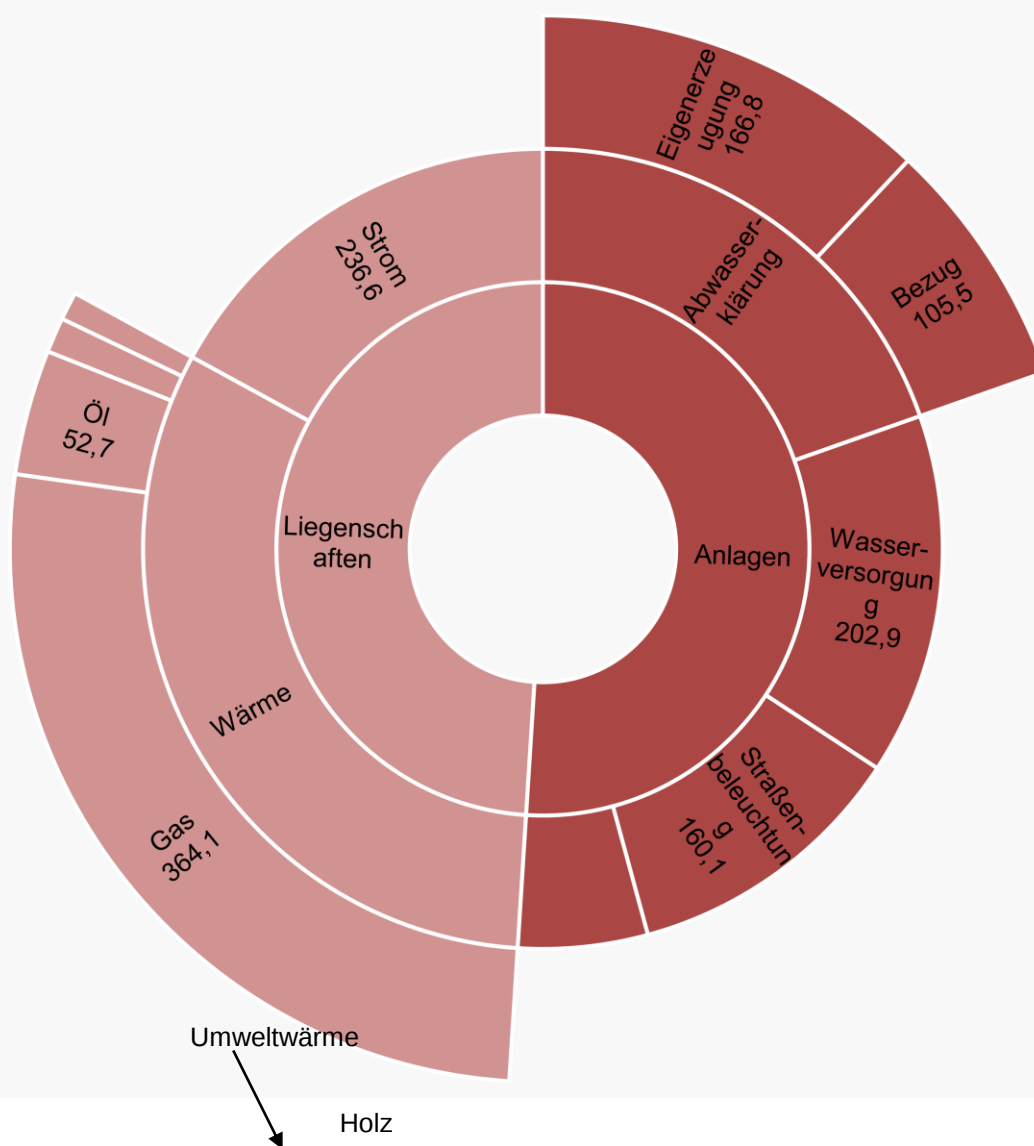


Abbildung 3-6: Treibhausgasbilanz 2021 für Markdorf bei Berücksichtigung der verursacherbezogenen Verkehrsemissionen



igenschaften nur zu der Stadt Markdorf tionen. Aus diesem aufgeschlüsselt und eigt Abbildung 3-7. die Emissionswerte en Dienstreisen und en vor. Aus diesem en und Liegenschaf- klimaneutrale Kom- sfaktoren entspre- mnach 1.388 t. Das

Summe 1.388t

je Einwohner 0,097t

alle Angaben in Tonnen

Abbildung 3-7: Treibhausgasbilanz der Verwaltung im Jahr 2023; Emissionssumme: 1.388 t

⁹ Werte für 2023 sind aus dieser Quelle noch nicht verfügbar

Bei den kommunalen Anlagen waren demnach im Jahr 2023 Emissionen von insgesamt 708 t zu verzeichnen. Der höchste Emissionsanteil mit 19,6 % an den Gesamtemissionen und absolut 272 t geht auf die Kläranlage zurück. Es folgen die Wasserversorgung mit 203 t (14,6 %), die Straßenbeleuchtung mit 160 t (11,5 %) sowie der Abwassertransport mit 73 t (5,2 %).

Die kommunalen Liegenschaften haben mit 680 t einen Anteil von knapp 49 %. Dabei liegen die Emissionen aus dem Heizwärmebedarf mit 443 t deutlich höher als die Emissionswerte der Stromnutzung (237 t). Die Emissionen bei der Heizwärme resultieren zum größten Teil aus der Verbrennung von Erdgas.

Wird die regionale Stromerzeugung berücksichtigt, ergeben sich vor allem durch die Verwendung von Klärgas Emissionsminderungen in Höhe von 119 t. Die auf den Liegenschaften befindlichen PV-Anlagen führen zu einer Emissionsminderung von weiteren 21 t. Damit fallen dann im Jahr 2023 insgesamt Emissionen von 1.248 t an. Das entspricht 0,087 t je Einwohner.

3.4 Verbesserung der Datengrundlage und Fortschreibung

BICO₂BW berechnet eine Datengüte von 73 %, was nach Tabelle 3-1 bedeutet, dass bereits ein guter regionaler Bezug erreicht ist.

Verbesserungen der Datenbasis sind vor allem bei folgenden Punkten möglich und auch erstrebenswert:

1. exakte Aufteilung der Verbrauchswerte leitungsgebundener Energieträger auf die einzelnen Subsektoren gemäß WZ 2008,
2. exaktere Erfassung der Feuerungsstätten über die Liste der örtlichen Bezirksschornsteinfegermeister,
3. Umfrage zum Verkehrsverhalten, zur konkreten Erhebung der Zahlen nach dem Verursacherprinzip,
4. Erfassung und Bereitstellung von Nahverkehrsdaten, für die Buslinien über den Verkehrsträger.

Zu den einzelnen Punkten sind folgende Anmerkungen zu machen:

Zu Punkt 1:

Die Aufteilung der Verbrauchsanteile müsste über die Netzbetreiber erfolgen. Hier ist zunächst zu überprüfen, ob die grundlegenden Daten zur „Klassifizierung“ der Zähler überhaupt bekannt sind. Bei gewerblichen Verbrauchern wäre dies die Wirtschaftszweiguordnung nach WZ2008.

Zu Punkt 2:

Die Liste der Feuerungsstätten liegt den Bezirksschornsteinfegern vor. In Bayern werden diese zum Beispiel zentral gesammelt und ausgewertet. In Baden-Württemberg ist die Beschaffung der Daten bisher schwierig. Wenn überhaupt wurde nur eine nach Kehrbezirken aggregierte Auswertung bereitgestellt. Da Kehrbezirke oft ortsübergreifend zugeteilt werden sind diese Angaben für eine auf die Kommune bezogene Treibhausgasbilanz nicht zu gebrauchen. Zu empfehlen wären hier eine entsprechende gesetzliche Regelung und die Bereitstellung des Datensatzes durch die Kea-BW.

Zu Punkt 3:

Auch wenn diese Daten sehr hilfreich für die Interpretation der Verkehrsemissionen und deren Entwicklung wären, ist ihre Erfassung mit einem hohen Aufwand verbunden, so dass eine Erhebung nicht

im Rahmen der regelmäßigen Bilanzerstellung möglich sein wird. Punktuelle Erfassungen könnten aber zur „Kalibrierung“ der statistischen Daten dienen.

Zu Punkt 4:

Die Nahverkehrsdaten müssten bei den Verkehrsbetrieben und bei den Landratsämtern bekannt sein. Die Bereitschaft zur Aufarbeitung und Bereitstellung sowie die Qualität ist aber von Landkreis zu Landkreis sehr unterschiedlich.

Da es, um die Erstellung kommunaler Wärmepläne zu ermöglichen und zu erleichtern, entsprechende gesetzliche Regelungen gibt, stehen für diese Arbeiten sehr detaillierte Datensätze zum Wärmeverbrauch zur Verfügung. Auf dieser Basis sollte die kommunale Wärmeplanung ein vergleichsweise genaues Abbild der Verbrauchswerte und der Emissionen des Wärmebereichs liefern. Ein Vergleich mit den Ergebnissen einer üblichen Bilanzierung dürfte daher interessant und aufschlussreich sein. Da die Nutzung der detaillierten Datensätze nur für die Erstellung von Wärmeplänen erlaubt ist und die Verschneidung mit geografischen Datensätzen sowie die weitere Auswertung sehr aufwendig sind, wird es nicht möglich sein, das Zahlenwerk im Rahmen regelmäßiger Bilanzen zu erstellen und zu aktualisieren.

4 Entwicklungsmöglichkeiten

In Verbindung mit der Erstellung von Klimaschutzkonzepten wird üblicherweise eine umfassende Potenzialanalyse durchgeführt und es werden unterschiedliche Szenarien ausgearbeitet. Im Rahmen einer Erstberatung sind diese Arbeiten zu umfangreich. Deshalb umfasst dieses Kapitel eine zusammenfassende Darstellung, die auf die allgemeinen Rahmenbedingungen und die spezifischen Handlungsoptionen in Markdorf eingeht. Unabhängig davon, ob sich die aus den Pariser Vereinbarungen resultierenden Zielvorstellungen in der noch zur Verfügung stehenden Zeit überhaupt realisieren lassen, weisen alle Handlungspläne zwei entscheidende Stoßrichtungen aus. Das ist zum einen die Energieeinsparung und zum anderen die Bereitstellung der noch benötigten Energiemengen aus emissionsfreien Quellen. Im Folgenden wird zunächst auf die Verbrauchsminderung eingegangen, bevor im nächsten Abschnitt eine grobe Abschätzung zu den in Markdorf vorhandenen Möglichkeiten zur erneuerbaren Erzeugung folgt. Abschließend werden die Erfordernisse, die sich aus einem Systemwechsel (fossil zu regenerativ) aus regionaler wie nationaler Sicht ergeben, den lokalen Erzeugungspotenzialen gegenübergestellt.

4.1 Verbrauchsminderung

Auch bei der Verbrauchsminderung gibt es verschiedene Stoßrichtungen. Zum einen ist es möglich die Effizienz zu steigern. Dies kann zum Beispiel durch die Anschaffung neuer Geräte erfolgen. Zum anderen besteht die Möglichkeit des Verzichts, so dass der Verbrauch gar nicht erst entsteht. Zum dritten kann der Verbrauch durch einen erhöhten Aufwand zum Beispiel in Form einer Gebäudeisolierung reduziert werden.

4.1.1 Private Haushalte

Der Stromverbrauch für die „klassischen“ Anwendungen in den privaten Haushalten ist seit dem Jahr 2005 tendenziell rückläufig und sinkt jedes Jahr um ca. 1 %. Auffällig ist dabei, dass insbesondere die hohen Einsparpotenziale durch den Einsatz von LED-Technik in der Beleuchtung bisher nicht in dem Umfang erkennbar sind, der aus der Effizienzsteigerung abzuleiten ist. Wahrscheinlich wird ein Großteil der Einsparungen durch sogenannte Rebound-Effekte wieder ausgeglichen. Das heißt, dass der geringere Verbrauch zum Anlass genommen wird, zusätzliche „Funktionen“ wie Effektbeleuchtungen oder Nachtlichter zu realisieren.

Bei der Heizwärme zeigen die Unterschiede zwischen den spezifischen Verbrauchswerten von Neubauten in Höhe von 50 bis 60 kWh/m²a und unsanierten Altbauten, bei denen 140 bis 250 kWh/m²a keine Seltenheit sind, auf, wie hoch die Einsparpotenziale maximal sind. In der Praxis ist davon auszugehen, dass diese Potenziale geringer ausfallen, da es auch bei einer Vollsanierung kaum möglich ist, im Bestand die Neubauwerte zu erreichen. Wird davon ausgegangen, dass durch eine Sanierung im Mittel ein spezifischer Verbrauchswert von 90 kWh/m²a erreichbar ist, würde der Bedarf für Heizwärme in Markdorf von 74.615 MWh (Angaben aus BiCO₂-BW; siehe Tabelle 3-2) auf ca. 52.000 MWh im Jahr zurückgehen, wenn alle vor dem Jahr 2000 gebauten Gebäude saniert werden. Das entspricht einer Reduktion um gut 30 %. Wie hoch der Primärenergieeinsatz für die Bereitstellung dieses Heizwärmebedarfs ist, hängt sehr stark von der Art der Heizung ab. Bei einem durchgehenden Einsatz von Wärmepumpen, die etwa zwei Drittel der Energie über Umweltwärme bereitstellen, wären es noch 16.400 MWh an regenerativem Strom. Bei der Verbrennung von regenerativ erzeugtem Wasserstoff

in Gasthermen dagegen mindestens 69.000 MWh, sofern der Wasserstoff über Elektrolyse mit einem Wirkungsgrad von 75 % erzeugt wird und die Wärme des Verbrennungsprozesses vollständig genutzt wird.

4.1.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistung und verarbeitendes Gewerbe

Bei vielen Handels- und Dienstleistungsunternehmen sind die Verhältnisse prinzipiell mit denen der Haushalte vergleichbar. Unterschiede gibt es vor allem bei den gewerblichen Betrieben und im Bereich des verarbeitenden Gewerbes / der Industrie. Hier herrscht Konsens darüber, dass vor allem in den Querschnittsthemen wie z. B. Druckluft, Kühlung und Wärmeerzeugung hohe Potenziale zur Effizienzsteigerung vorhanden sind. Allerdings sind die prozessnahen Bereiche so individuell, dass konkrete Aussagen zu tatsächlichen Einsparmöglichkeiten allenfalls branchenspezifisch möglich sind. Durchschnittlich liegen die Effizienzsteigerungen bei den Unternehmen im Zeitraum zwischen den Jahren 1991 und 2016 bei 1,1 % im Jahr [7]. Die Arbeitsgemeinschaft Energieeffizienznetzwerke-Deutschland (AGEEN) gibt für die von ihr betreuten Unternehmen eine Effizienzsteigerung von 2,1 % jährlich an [8]. Bemerkenswert ist dabei, dass diese Effizienzsteigerung nicht zu einer Reduktion des Verbrauchs geführt hat. In der Regel wurde sie zur Steigerung der Produktion genutzt, so dass die absoluten Verbrauchswerte in etwa gleichgeblieben sind. In Markdorf liegt im verarbeitenden Gewerbe ein relativ hoher Stromverbrauch vor. Selbst wenn dieser nicht reduziert werden könnte, ergibt sich in Folge der unabdingbaren Reduktion des Emissionsfaktors eine Reduktion der Treibhausgasemissionen. Besonders Augenmerk ist daher auf Alternativen zur Nutzung der fossilen Energieträger für Prozesswärme sowie die Effizienz der Prozesse und Maschinen an sich zu richten.

4.1.3 Kommunale Liegenschaften und Anlagen

4.1.3.1 Kommunale Anlagen

Auf die Entwicklungs- und Einsparmöglichkeiten bei der Straßenbeleuchtung wurde bereits in Kapitel 2.4.1 eingegangen. Der aktuelle Kennwert von rund 22 kWh je Einwohner ist bereits als gut einzustufen. Da aber auch Kennwerte von 15 kWh je Einwohner in der Praxis erreicht werden, könnten z. B. über eine Anlagenoptimierung oder die Reduktion der Beleuchtungszeiten weitere Verbrauchsreduktionen möglich sein. 15 kWh je Einwohner ergibt einen Jahresverbrauch von 218 MWh, was im Vergleich zum aktuellen Werte einer Reduktion um 31 % entspricht.

4.1.3.2 Kommunale Liegenschaften

Die Kennwerte sowie die Bewertung der Verbrauchszahlen der von der Stadt Markdorf betriebenen Liegenschaften sind bereits in der Bestandsaufnahme in Kapitel 2.4.2 beschrieben. Abbildung 2-9 und Abbildung 2-10 zeigen die Anteile der einzelnen Gebäude am Strom bzw. Heizwärmeverbrauch im Jahr 2023. Die Situation und die Entwicklungsmöglichkeiten, die sich auf Basis der ermittelten Kennwerte für Strom und Heizwärme ergeben, sind in Tabelle 4-1 bzw. Tabelle 4-2 zusammengestellt. Der Heizwärmebedarf wurde witterungskorrigiert. In den Tabellen werden nur dann Angaben zu den Liegenschaften gemacht, wenn eine Kennwertbildung möglich war. Es sind jeweils die Verbrauchswerte sowie die Einsparpotenziale aufgeführt, die sich aus der Beeinflussung des Nutzerverhaltens, der Einhaltung der Grenzwerte sowie einer Sanierung auf Zielwerte ergeben¹⁰. Einsparpotenziale von mehr als

¹⁰ Die Begrifflichkeiten sind im Abschnitt 2.4.2.2 erläutert.

25 % sind farblich markiert. Dabei wurde beim Nutzerverhalten nur dann eine Einsparung von 10 % veranschlagt, wenn der spezifische Verbrauch höher lag als der Zielwert. Bei der Grundschule Markdorf bleibt abzuwarten, wie sich die Kennwerte nach der erfolgten Sanierung und Erweiterung entwickeln werden. Gleiches gilt für das Rathaus.

Tabelle 4-1: Spezifische Verbrauchswerte und Einsparoptionen beim Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften, 2023

Strom	spezifische Verbrauchswerte [kWh/m²a]					
2023	Ist	Ziel -10 % nur Nutz- erverh.	Ziel: Grenz- wert	Einspa- rung	Ziel: Ziel- wert (Sa- nierung)	Einsparung
Ortsverwaltung Riedheim	8,9	8,0	22	0%	6	33%
Rathaus Markdorf	19,4	17,5	30	0%	10	48%
Baurechtsamt Schloßweg 10	32,9	29,6	30	9%	10	70%
Grundschule Markdorf	11,1	10,0	13	0%	6	46%
Grundschule Leimbach	6,5	6,0	14	0%	6	8%
Kindergarten St. Elisabeth	22,1	19,8	18	18%	10	55%
Kindergarten Pestalozzi	14,1	12,6	18	0%	10	29%
Kindergarten St. Josef	14,4	13,0	18	0%	10	31%
Kindergarten St. Martin	14,1	12,7	18	0%	10	29%
Kiga Altes Schulhaus Schul- gasse 2 u 4	9,9	9,9	18	0%	10	0%
Kiga & Vereinsheim Hepbach	12,1	10,8	18	0%	10	17%
Stadthalle Markdorf	23,7	21,3	28	0%	8	66%
Bürgerhaus Ittendorf	0,8	0,8	28	0%	8	0%
Mehrzweckhalle Leimbach	6,0	6,0	28	0%	8	0%
Feuerwehr Markdorf	13,5	12,1	22	0%	6	55%
Bauhof	11,6	10,4	18	0%	6	48%
Gärtnerei	3,1	3,1	18	0%	6	0%
Kindergarten Storchennest	28,3	25,5	18	36%	10	65%
Jugendcafé	6,2	6,2	19	0%	8	0%
Obdachlosenunterkunft	15,5	15,5	27	0%	17	0%

zur Bewertung der Einsparpotenziale, siehe Text

Wie bereits in Kapitel 2.4.2 erläutert, handelt es sich hierbei um eine erste Grobabschätzung. Es erfolgte keine Einzelbetrachtung der Gebäude und die Berechnungen greifen in Ermangelung aktuellerer Werte auf vergleichsweise alte Kennwerte zurück. Als Besonderheit sind zum Beispiel Gebäude mit einer historischen Bausubstanz zu nennen, bei denen eine Reduktion auf die Zielwerte in der Regel nicht erreichbar sind. Emissionsreduktionen sind in solchen Fällen über eine Umstellung des Brennstoffs auf erneuerbare Energiequellen und in gewissem Umfang auch durch die Nutzerbeeinflussung zu erreichen. Beim Stromverbrauch ist zusätzlich die Frage angebracht, ob nicht aus dem hohen Alter der Studie, auf deren Basis Grenz- und Zielwerte bestimmt wurden, Festlegungen resultieren, die nicht mehr konform mit den aktuellen Anforderungen sind. Aus der zunehmenden Digitalisierung und den Veränderungen bei der Kommunikationsinfrastruktur ergibt sich zwangsweise ein erhöhter Stromverbrauch. Dies betrifft insbesondere die Verwaltung und die Schulen. Allerdings erschließen sich zum

Beispiel durch die Fortschritte bei der Beleuchtungstechnik auch Einsparmöglichkeiten, die vor 15 Jahren noch nicht absehbar waren. In diesem Zusammenhang fallen insbesondere die in Tabelle 4-1 ausgewiesenen hohen Stromkennwerte der Kindergärten Elisabeth und Storchennest auf. Beide wurden erst neu gebaut bzw. saniert und mit einer umfassenden Anlagentechnik ausgestattet. Die Verbrauchsangaben entsprechen den rechnerischen Angaben, wie sie zum Beispiel in den Energieausweisen angeführt werden. Allerdings werden auch aktuell von Seiten der Klimaschutz und Energieagentur des Landes noch Zielwerte von 10 kWh/m²a genannt.

Tabelle 4-2: Spezifische Verbrauchswerte und Einsparoptionen beim Heizwärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften, 2023

Wärme	spezifische Verbrauchswerte [kWh/m²a]					
2023	Ist	Ziel -10 % nur Nutzer- verh.	Ziel: Grenz- wert	Einspa- rung	Ziel: Ziel- wert (Sa- nierung)	Einsparung
Ortsverwaltung Riedheim	83,4	75,1	144	0%	68	18%
Rathaus Markdorf	132,2	119,0	95	28%	55	58%
Baurechtsamt Schloßweg 10	58,4	55,0	95	0%	55	6%
Grundschule Markdorf	116,8	105,1	110	6%	69	41%
Grundschule Leimbach	59,0	59,0	108	0%	63	0%
Kindergarten St. Elisabeth	74,6	73,0	123	0%	73	2%
Kindergarten Pestalozzi	63,6	63,6	123	0%	73	0%
Kindergarten St. Josef	43,6	43,6	123	0%	73	0%
Kindergarten St. Martin	27,4	27,4	123	0%	73	0%
Kiga Altes Schulhaus Schul- gasse 2 u 4	70,4	70,4	123	0%	73	0%
Kiga & Vereinsheim Hepbach	42,5	42,5	123	0%	73	0%
Stadthalle Markdorf	91,8	82,6	154	0%	74	19%
Bürgerhaus Ittendorf	65,8	65,8	154	0%	74	0%
Mehrzweckhalle Leimbach	196,5	176,8	154	22%	74	62%
Feuerwehr Markdorf	45,3	45,3	144	0%	68	0%
Bauhof	183,9	165,6	119	35%	57	69%
Gärtnerei	101,9	91,7	119	0%	57	44%
Kindergarten Storchennest	40,9	40,9	123	0%	73	0%
Jugendcafé	62,5	56,2	110	0%	46	26%
Obdachlosenunterkunft	208,2	187,4	123	41%	95	54%

zur Bewertung der Einsparpotenziale, siehe Text

Die in Tabelle 4-1 und Tabelle 4-2 gelisteten Zahlen zu den Einsparpotenzialen sind in Abbildung 4-1 (Strom) und in Abbildung 4-2 (Wärme) noch einmal in grafischer Form dargestellt. Dabei wurden Gebäude gleicher Nutzung jeweils zusammengefasst. Hinsichtlich der Realisierbarkeit der dargestellten Potenziale gelten die oben bereits genannten Anmerkungen. In Abbildung 4-2 ist dabei mit der Kennung „klimaneutrale Verwaltung“ angegeben, welcher Verbrauch sich ergibt, wenn alle Gebäude den Vorgaben entsprechen, die das Land Baden-Württemberg im Programm „klimaneutrale Verwaltung“

macht. Der spezifische Heizwärmebedarf sollte dann inklusive der Energie für Warmwasserbereitstellung, außer bei Baudenkmälern und Bädern, nicht über 50kWh/m²a liegen.

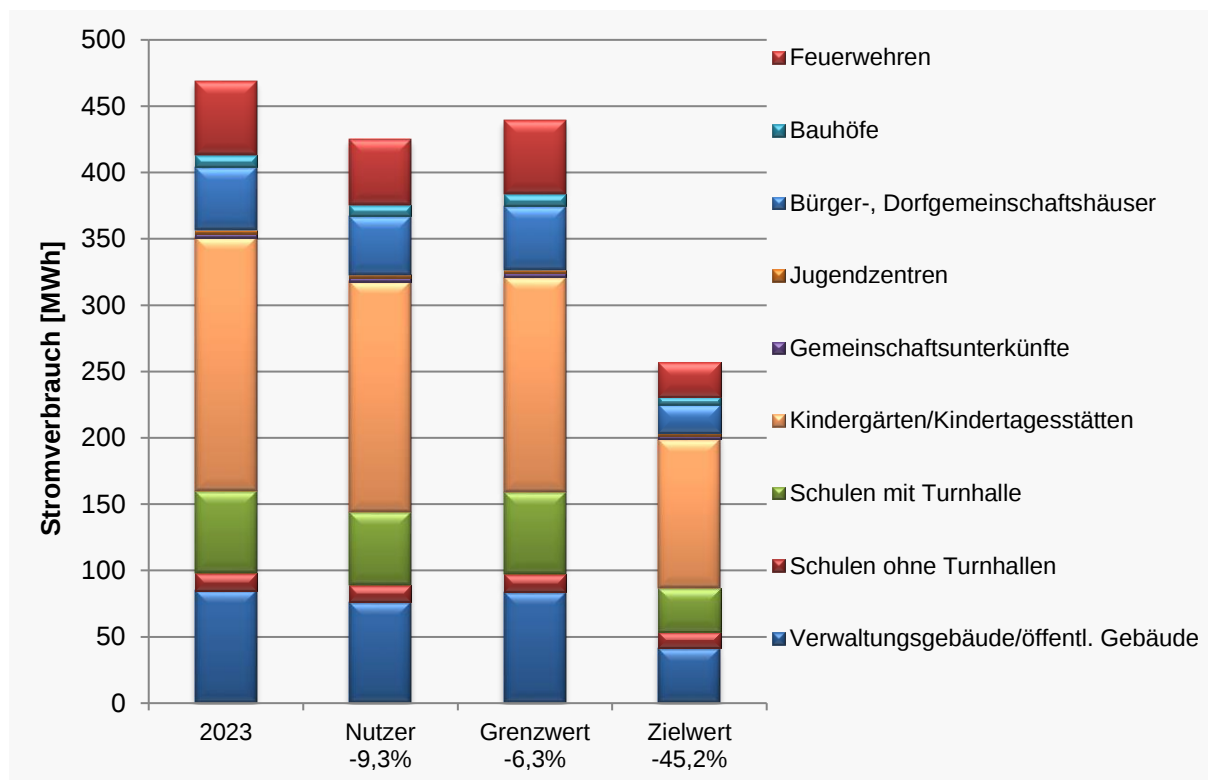


Abbildung 4-1: grafische Darstellung von Verteilung und Einsparpotenzialen beim Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften

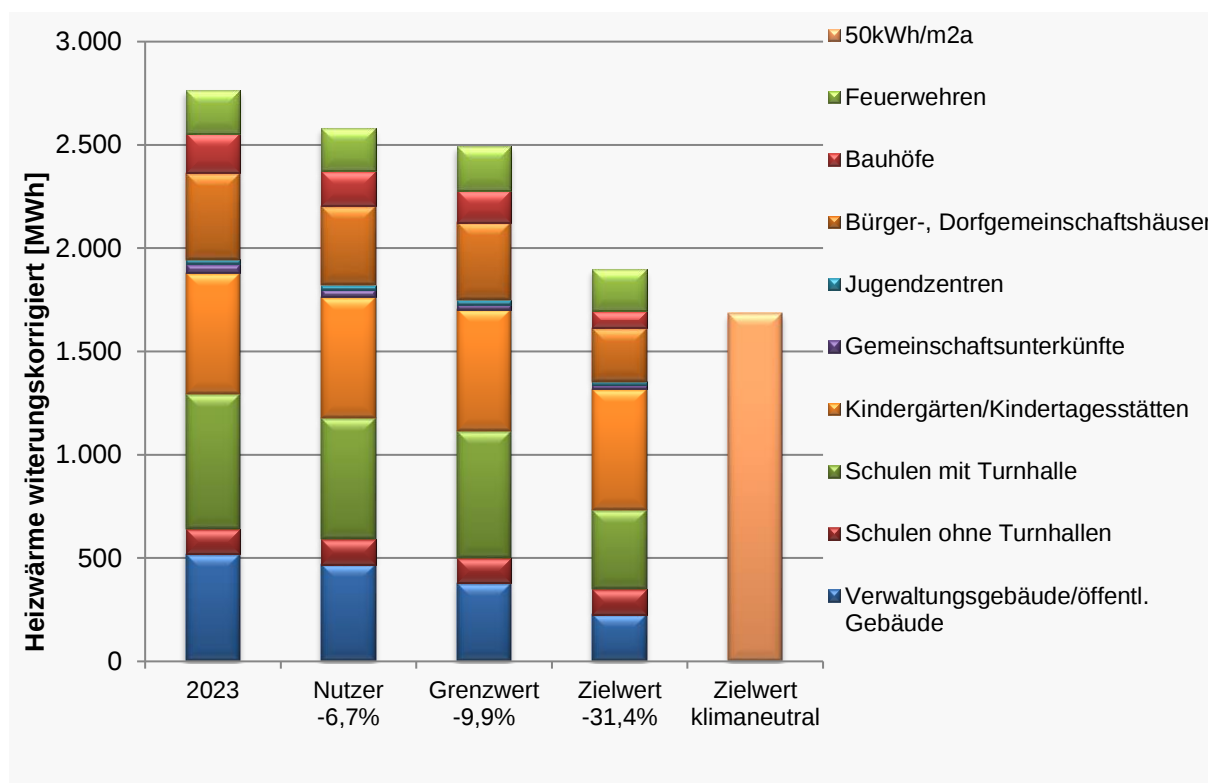


Abbildung 4-2: grafische Darstellung von Verteilung und Einsparpotenzialen der kommunalen Liegenschaften für den Heizwärmebedarf

4.1.4 Mobilität

Obwohl in der Vergangenheit fast durchgängig damit geworben wurde, dass Neufahrzeuge mit immer effizienteren Motoren ausgestattet sind, hat sich in den letzten 20 Jahren in Summe keine Verbrauchsreduktion eingestellt und die Emissionen des Verkehrsbereichs sind seit 1990 nahezu unverändert geblieben. Die Gründe hierfür sind vielfältig. So stieg die Zahl der gefahrenen Kilometer unablässig an, die Fahrzeuge wurden größer und schwerer und der Trend zur SUV-Bauform hat die erreichbaren Windwiderstandsbeiwerte (c_w -Werte) verschlechtert. Ein Umstieg auf andere Verkehrsträger, der eine Reduktion der individuell gefahrenen Kilometer mit sich bringt, fand trotz der erhöhten Fahrgastzahlen der Bahn, nicht statt.

Eine Verbrauchsminderung im eigentlichen Sinn ist im Verkehrsbereich durch den Verzicht auf Fahrten, die Bildung von Fahrgemeinschaften und eine Veränderung des Modalsplits hin zum Umweltverbund möglich. Letzteres bedeutet, dass der ÖPNV häufiger genutzt wird und zumindest kurze Wegstrecken zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden.

Insgesamt wäre eine erhebliche Verbrauchsreduktion durch einen Wechsel der Antriebsart möglich. Aufgrund der im Vergleich mit einem Verbrennungsmotor sehr hohen Effizienz von Elektroantrieben, ließe sich bei einer konsequenten Umstellung auf vollelektrische Fahrzeuge der Endenergieverbrauch auf etwa ein Drittel reduzieren, sofern diese „Ersparnis“ nicht wieder durch erhöhte Laufleistungen kompensiert wird. Der Verkehrsbereich stellt diesbezüglich eine Besonderheit dar, da sich allein auf Basis eines Wechsels zum elektrisch zentrierten System erhebliche Einsparungen ergeben. Dies unterscheidet sich deutlich von anderen Sektoren, wie zum Beispiel dem Heizungsbereich. Beim Einsatz einer Wärmepumpe ändert sich der Heizwärmebedarf an sich nicht, es wird lediglich ein großer Teil davon aus Umweltwärme bereitgestellt.

Insgesamt ist aber ein Umbau der Versorgungsstruktur unabdingbar, um die notwendige Klimaneutralität erreichen zu können. Hierauf wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

4.2 Emissionsreduktionen hin zur Klimaneutralität

Nach einer Studie mehrerer renommierter Institute, deren diesbezügliches Ergebnis auf der Webseite der Stiftung Klimaneutralität veröffentlicht ist [9], bedingt Treibhausgasneutralität, dass in Deutschland jährlich nicht mehr als 0,5 t an Treibhausgasen je Einwohner emittiert werden dürfen. Das genannte Ziel wurde im Klimaschutzabkommen von Paris verpflichtend festgelegt. Wie schnell dieser Zielzustand erreicht werden muss, hängt davon ab, wie hoch die Menge an Treibhausgasen eingeschätzt wird, welche die Menschheit noch emittieren darf, damit das 1,5 -Ziel eingehalten werden kann und wie dieses Kontingent auf die einzelnen Staaten verteilt wird. Mit den bisher für Deutschland getroffenen Festlegungen verteilt die genannte Studie das Emissionskontingent bis ins Jahr 2045, das als Zieljahr gesetzt ist. Da bei dieser Betrachtungsweise von einem Kontingent und damit einer konkreten Summe ausgegangen wird, führt eine anfänglich schnellere Reduktion dazu, dass der Zustand „treibhausgasneutral“ erst später erreicht werden muss. Baden-Württemberg strebt die Klimaneutralität bis 2040 an. Beides ist nach den Erfahrungen der letzten Jahre und angesichts der aktuellen Krisen als zumindest sehr ambitioniert anzusehen.

Mit diesen Randbedingungen können notwendigen Änderungen auch auf Markdorf heruntergebrochen werden und es lassen sich mögliche Minderungspfade berechnen. Dabei wird davon ausgegangen, dass es nicht zu strukturellen Brüchen kommt, also zum Beispiel größere Unternehmen ab- oder

zuwandern. Ausgangspunkt für die Ermittlung möglicher Minderungspfade ist die in Abbildung 3-2 dargestellte Treibhausgasbilanz mit spezifischen Emissionen von 5,9 t je Einwohner und Jahr. Soll die Klimaneutralität, wie vom Rat beschlossen, im Jahr 2035 erreicht werden, ergeben sich die in Abbildung 4-3 dargestellten Verläufe. Demnach müssten die Emissionen bei einer konstanten Minderung um 4.500 t im Jahr sinken (rote Kurve der Abbildung 4-3). Oft werden bezüglich der notwendigen Minderungen prozentuale Angaben verwendet. In Markdorf sind dies nach Abbildung 4-3 (blaue Kurve) 17 % je Jahr. Da sich hierbei der Bezugswert in jedem Jahr verringert, ergibt sich der dargestellte konkave Verlauf der verbleibenden Emissionen. In der Praxis sollte dieser Verlauf eher realisierbar sein, da sich vorhandene Reduktionspotenziale anfänglich leichter erschließen lassen, es bei einer Annäherung an die Zielwerte aber finanziell wie technisch immer schwieriger werden dürfte, die noch bestehenden „Restemissionen“ zu vermeiden.

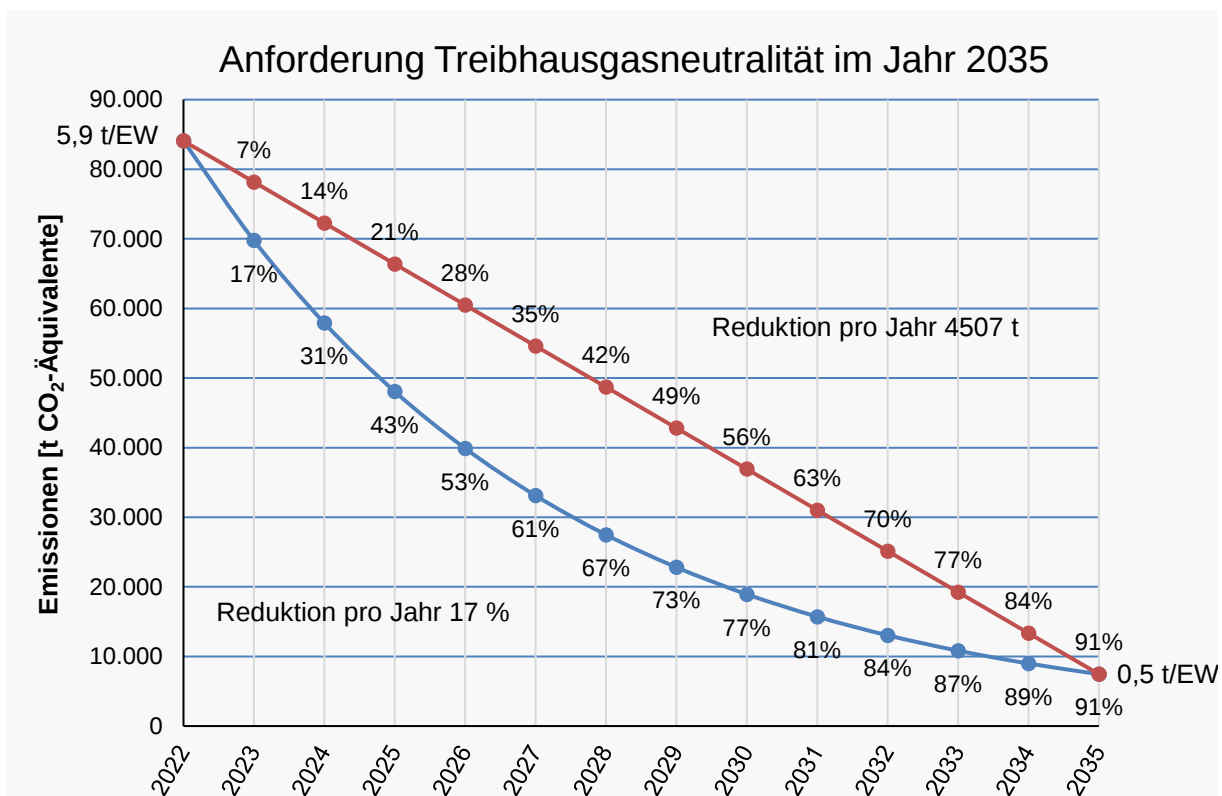


Abbildung 4-3: mögliche Absenkpfade der Treibhausgasemissionen in Markdorf für eine Zielerreichung im Jahr 2035.

Allein durch eine Reduktion des Verbrauchs über Verzicht und Effizienzsteigerungen ist dieses Ziel nicht zu erreichen. Zusätzlich ist ein möglichst kompletter Umstieg auf erneuerbare Energiequellen erforderlich. Dabei werden aktuell, nicht zuletzt auch wegen des geringen Wirkungsgrades, den die Erzeugung und der Verbrauch von regenerativ erzeugten Treibstoffen und Gasen mit sich bringen, hocheffiziente elektrische Lösungen präferiert. Gut ablesen lässt sich dies zum Beispiel an den Erläuterungen zu den Sektorzielen im „Teilbericht Sektorziele für Baden-Württemberg“ [10] sowie an den politischen Vorgaben und den veröffentlichten Förderprogrammen.

Im Verkehrsbereich geht der genannte Bericht davon aus, dass sich die sehr ehrgeizigen Minderungsziele in Baden-Württemberg erreichen lassen, wenn eine schnelle und umfassende Elektrifizierung, sowohl im ÖPNV als auch im motorisierten Individualverkehr (MIV), mit einer Verschiebung des Modalsplits hin zum Umweltverbund kombiniert wird und der zum Antrieb verwendete Strom aus regenerativen Quellen stammt. Ob sich der genannte Elektrifizierungsgrad von zum Beispiel 34 % bei den

PKW bis 2030 erreichen lässt, hängt von der Preisentwicklung bei Strom und Fahrzeugen und nicht zuletzt auch von der generellen Verfügbarkeit der Fahrzeuge an sich ab.

Nach dem aktuellen Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) dürfen zumindest bei Einzelanlagen spätestens ab 2028 nur noch System zum Einsatz kommen, die mindestens 65 % der Wärme über erneuerbare Quellen zur Verfügung stellen. Neben Holzfeuerungen, deren Einsatz durch die begrenzte Menge an ökologisch bereitgestelltem Brennstoff limitiert ist, lässt sich dies nur mit Wärmepumpen realisieren. Dabei sollte natürlich auch der Strom zum Antrieb der Geräte aus erneuerbaren Energiequellen kommen. Ob sich eine solche Umstellung im notwendigen Umfang realisieren lässt, ist derzeit schwer abzuschätzen. Auf der einen Seite zeigt der Absatz an Wärmepumpen eine hohe Steigerung, auf der anderen Seite gibt es Berichte darüber, dass ein Heizungstausch bewusst vorgezogen wird, um noch fossil befeuerte Anlagen einsetzen zu können. Im Jahr 2023 wurden insgesamt circa 356.000 Wärmepumpen installiert. Dem stehen ca. 680.000 Heizanlagen gegenüber, die alleine aus Altersgründen jährlich getauscht werden müssen. Über die Frage der Verfügbarkeit hinaus stellen Engpässe bei den Fachfirmen, die hohen Kosten der Geräte sowie die hohen Strompreise weitere Hemmnisse dar. Hinzu kommt die Tatsache, dass bei vielen Altbauten eine Wärmepumpe nur dann sinnvoll einzusetzen ist, wenn auch die Gebäudehülle und die Wärmeverteilung saniert werden. Bei vorhandenen oder neu zu implementierenden Nahwärmenetzen erübrigt sich zwar die oben angeführte Einzelbetrachtung je Haushalt, dafür muss aber an zentraler Position gewährleistet werden, dass die Wärmebereitstellung klimaneutral erfolgt.

Auch in den gewerblichen Sektoren wird angeregt, die benötigte Wärme nach Möglichkeit über Wärmepumpen zu erzeugen. Wenn dies nicht möglich ist, wird eine direkte elektrische Erwärmung empfohlen. Ersatzbrennstoffe in Form von Wasserstoff oder synthetisch erzeugtem Erdgas bzw. flüssigen Treibstoffen (e-fuels) sollen nur dort zum Einsatz kommen, wo es unbedingt erforderlich ist. Grund hierfür sind unter anderem die Verluste bei Herstellung und Verwendung, die im Vergleich zur direkten Stromnutzung einen ungleich höheren Energiebedarf zur Folge haben. Bei der direkten Nutzung von Wasserstoff in einer Brennstoffzelle ergibt die Kette aus Erzeugung (Wirkungsgrad 80 %), Verdichtung und Transport (Wirkungsgrad 90 %) und Stromherstellung in der Brennstoffzelle (Wirkungsgrad ca. 50 %) eine Gesamteffizienz von 36 % ($0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,5$). Beim Einsatz von E-fuels in Verbrennungsmotoren sind es in der Regel weniger als 15 % ($0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,2$).

Im Folgenden soll ermittelt werden, welcher regenerative Strombedarf für Markdorf entsteht, wenn eine vollständige strombasierte Versorgung, entsprechend der oben skizzierten Vorgehensweise, realisiert wird. Hierbei wird zunächst vom aktuellen Endenergieverbrauch gemäß Tabelle 3-2 in Höhe von 258.243 MWh ausgegangen. Bezüglich der Veränderungen werden folgende Annahmen getroffen:

- Der in der Endenergiebilanz angeführte direkte Stromverbrauch bleibt unverändert.
- Der Wärmebedarf des verarbeitenden Gewerbes wird über eine direkte Stromnutzung gesichert.
- Der Wärmebedarf der Sektoren GHD und private Haushalte wird über Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 3 gedeckt. Das heißt, ein Drittel des derzeitigen Verbrauchs ist als elektrische Antriebsenergie bereitzustellen.
- Im Verkehrsbereich führt eine vollständige Elektrifizierung zu einem Verbrauch, der einem Drittel des aktuellen Verbrauchs entspricht.

In Summe führt dies zu einem jährlichen Strombedarf von 140.000 MWh. Wird angenommen, dass die in Kapitel 4.1 skizzierten Einsparmöglichkeiten vollständig realisiert werden, was im Folgenden als Klimaschutzszenario bezeichnet wird, sinkt der Verbrauch in allen Sektoren und es ergibt sich in Summe

ein Strombedarf von ca. 107.000 MWh. Soll der Energiebedarf des Klimaschutzenszenarios über regenerativ erzeugten Wasserstoff und e-fuels gedeckt werden, würde der Bedarf mit rund 307.000 MWh sogar den heutigen Verbrauch übersteigen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4-3 zusammengefasst.

Tabelle 4-3: regenerativer Strombedarf bei verschiedenen Bedarfswerten und Versorgungssystemen (Annahmen siehe Text)

Anwendungsfeld	Strom direkt	Wärme	Mobilität	Summe
Verbrauch aktuell vollelektrisch	71.519	44.601	24.020	140.140
Verbrauch Klimaschutz vollelektrisch	55.553	31.649	19.460	106.662
Verbrauch Klimaschutz e-fuels	55.553	113.160	138.018	306.731

In Kapitel 4.4 wird dieser Bedarf sowie der über die Bevölkerungszahl bzw. die Gemarkungsfläche umgelegte Bedarf für Deutschland den Erzeugungspotenzialen in Markdorf gegenübergestellt. Zunächst geht aber das folgende Kapitel 4.3 näher auf die Entwicklungsmöglichkeiten bei der erneuerbaren Erzeugung ein.

4.3 Ausbau der erneuerbaren Erzeugung

Für eine erste Abschätzung der zusätzlichen Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien wurden die verfügbaren Angaben des Energieatlas Baden-Württemberg der LUBW ausgewertet (www.energieatlas-bw.de). Darin sind die Potenziale in den Bereichen Wind, PV (Dach- und Freiflächen) und Wasserkraft im Detail dargestellt.

Diese Potenziale beziehen sich vor allem auf den Ausbau der Stromerzeugung. Der Ausbau der regenerativen Wärmeerzeugung ist dagegen deutlich schwieriger abzuschätzen, da hier eine Fülle von Faktoren eine Rolle spielt. Im Bereich der Solarthermie ergeben sich die gleichen Entwicklungsmöglichkeiten, wie bei den PV-Dachflächenanlagen. Ob und wie effizient Geothermie nutzbar ist, hängt vor allem von den geologischen Gegebenheiten und der Frage ab, ob oberflächennahe Bohrungen nicht durch den Trinkwasserschutz ausgeschlossen sind. Wie intensiv bestehende Möglichkeiten zukünftig aber genutzt werden, ist momentan nicht abschätzbar. Bei der Verbrennung von Holz gibt es vor allem Limitierungen in Bezug auf die Nachhaltigkeit. Hinzu kommen Probleme durch Feinstaub und andere Emissionen. Die diesbezüglich präsentierte Abschätzung basiert mangels neuerer und detaillierter Zahlen auf relativ pauschalen Angaben, die bereits einige Jahre alt sind.

4.3.1 Wärmebereitstellung

Bei der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien wird die erzeugte Energie in der Regel direkt vor Ort durch den Anlagenbetreiber genutzt. Im Gegensatz zur Stromerzeugung basiert die Förderung nicht auf garantierten Preisen für die erzeugte Energie, sondern wird üblicherweise als Investitionszuschuss gewährt.

4.3.1.1 Solarthermie

Als pauschaler Ansatz kann angenommen werden, dass bei einer Solaranlage, die zur Heizungsunterstützung dient, eine Kollektorfläche von mindestens 10 m² je 100 m² Wohnfläche erforderlich ist [10]. Damit können je nach Gebäudestandard und Anlage 20 % bis 40 % des jährlichen Heizenergiebedarfs gedeckt werden [10]. Bei einer Gesamtwohnfläche von 657.247 m²¹¹ in Markdorf wären somit Solarthermieflächen von 65.725 m² auf den Wohngebäuden erforderlich. Laut Potenzialatlas sind ca. 790.000 m² an Dachfläche für die Nutzung von Solarenergie verfügbar, von denen derzeit erst 123.000 m² mit Photovoltaikanlagen belegt sind. Damit ist das Potenzial prinzipiell vorhanden. Ob aber 8,3 % der Flächen für Thermieanlagen genutzt werden, hängt insbesondere vor dem Hintergrund der Konkurrenz durch die Photovoltaik stark von der Entwicklung von Gesetzgebung, Förderung und Energiepreis in den nächsten Jahren ab. Würde die genannte Fläche für Solarthermie erschlossen, könnten entsprechend dem in BiCO2BW hinterlegten spezifischen Ertrag von 350 kWh/m²a, 2,3 Mio. Liter Heizöl ersetzt werden. Das sind etwa 37 % des derzeit fossil gedeckten Wärmebedarfs der privaten Haushalte. In der oben angeführten Quelle [10] geben die Autoren einen spezifischen Ertrag von 300 kWh/m²a an, womit sich der Anteil auf 32% reduziert.

Bis Ende 2021 waren in Markdorf Solarthermieanlagen mit einer Kollektorfläche von 3.572 m² installiert. Dies entspricht einer Fläche von 0,249 m² je Einwohner. Daten aus den Folgejahren liegen nicht vor. Um den oben angeführten Ausbauwert in den nächsten 10 Jahren erreichen zu können, müssten jährlich Kollektoren mit einer Fläche von ca. 6.200 m² zusätzlich installiert werden. Der bisher höchste Zubauwert wurde im Jahr 2008 mit 400 m² erreicht. Würde dieser Wert auch jeweils in den nächsten 10 Jahren erreicht, ergäbe sich eine Gesamtfläche von 7.572 m². Wird jeweils der Durchschnitt der letzten 15 Jahre in Höhe von 182 m² realisiert, würden die Solarthermieflächen ungefähr auf das 1,5-fache des aktuellen Wertes anwachsen. Diese Zahlen beziehen sich auf die Dachanlagen. Sollten Nahwärmenetze auf solarer Basis realisiert werden, kämen durch die in der Regel verwendeten Freiflächenanlagen schnell größere Solarthermieflächen hinzu.

4.3.1.2 Geothermie

Im Bereich der Wärmeversorgung mittels Geothermie wird die Energie des Erdreiches oder des Grundwassers in Oberflächennähe oder die Umweltwärme über Wärmepumpen erschlossen. Bei der Erdwärmennutzung wird mit Flächenkollektoren in maximal 2 m Tiefe oder mit kurzen Bohrungen (üblicherweise weniger als 100 m) gearbeitet. Hier kommen sogenannte Sole-Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz. Eine weitere Möglichkeit stellt die Erschließung der Umweltwärme (Luft oder Abluft) über Luft-Wasser-Wärmepumpen dar. Obwohl es sich dabei streng genommen nicht um Geothermie handelt, wird diese Energiequelle in diesem Kapitel diskutiert, da identische Techniken zum Einsatz kommen. Wärmepumpen funktionieren nach dem gleichen Prinzip wie der heimische Kühlschrank. Sie heben das niedrige Wärmeniveau der Quelle (Umweltwärme oder Bodenwärme) so weit an, dass es zur Versorgung eines Heizungssystems dienen kann. Je geringer der Temperaturunterschied von Heizung und Quelle ist, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Die Effizienz der Anlage wird in erster Linie über die sogenannte Jahresarbeitszahl bestimmt. Diese gibt an, wie das Verhältnis von Antriebsenergie zur bereitgestellten Heizwärme ist. Bei einer Jahresarbeitszahl von 4 wird für 4 kWh Heizwärme eine Antriebsenergie von 1 kWh benötigt. Damit kommen drei Viertel der bereitgestellten Heizwärme aus der Umwelt. Bei Anlagen, die mit der normalen Umgebungsluft arbeiten, stellt eine Jahresarbeitszahl von 3 bereits einen guten Wert dar. Bei geothermischen Anlagen und einer guten Abstimmung des

¹¹ Angaben des Statistischen Landesamtes für das Jahr 2022 aus dem Grunddatensatz für BiCO2BW

Heizsystems sind Jahresarbeitszahlen von 4 und darüber zunehmend die Regel [11]. Als Antriebsenergie kommt normalerweise Strom zum Einsatz.

Bei oberflächennaher Geothermie und bei der Umweltwärme stellt die Höhe der von Seiten der Quelle zur Verfügung stehenden Energiemenge auf absehbare Zeit keine Begrenzung dar. Luft-Wasser-Wärmepumpen sind bis auf absolute Einzelfälle überall installierbar. Wie Abbildung 4-4 zeigt, liegen die Siedlungsbereiche Markdorf in einem Bereich, in dem die geothermische Effizienz vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) als effizient eingestuft ist. Als Wärmeentzugsleistung sind 45 W/m bis 55 W/m bei 100 m Bohrtiefe zu erwarten. Damit liegen zunächst einmal gute Randbedingungen vor. Allerdings zeigen die Karten des LGRB auch an, dass in den Siedlungsbereichen möglicherweise artesische Grundwasserverhältnisse vorliegen. Dies bedeutet, dass das Grundwasser unter Spannung steht, was beim Anbohren der Schicht zu einem entsprechenden Brunneneffekt führen kann. Vor diesem Hintergrund ist nicht davon auszugehen, dass ein signifikanter Ausbau an geothermischen (Einzel)Anlagen erfolgen wird.

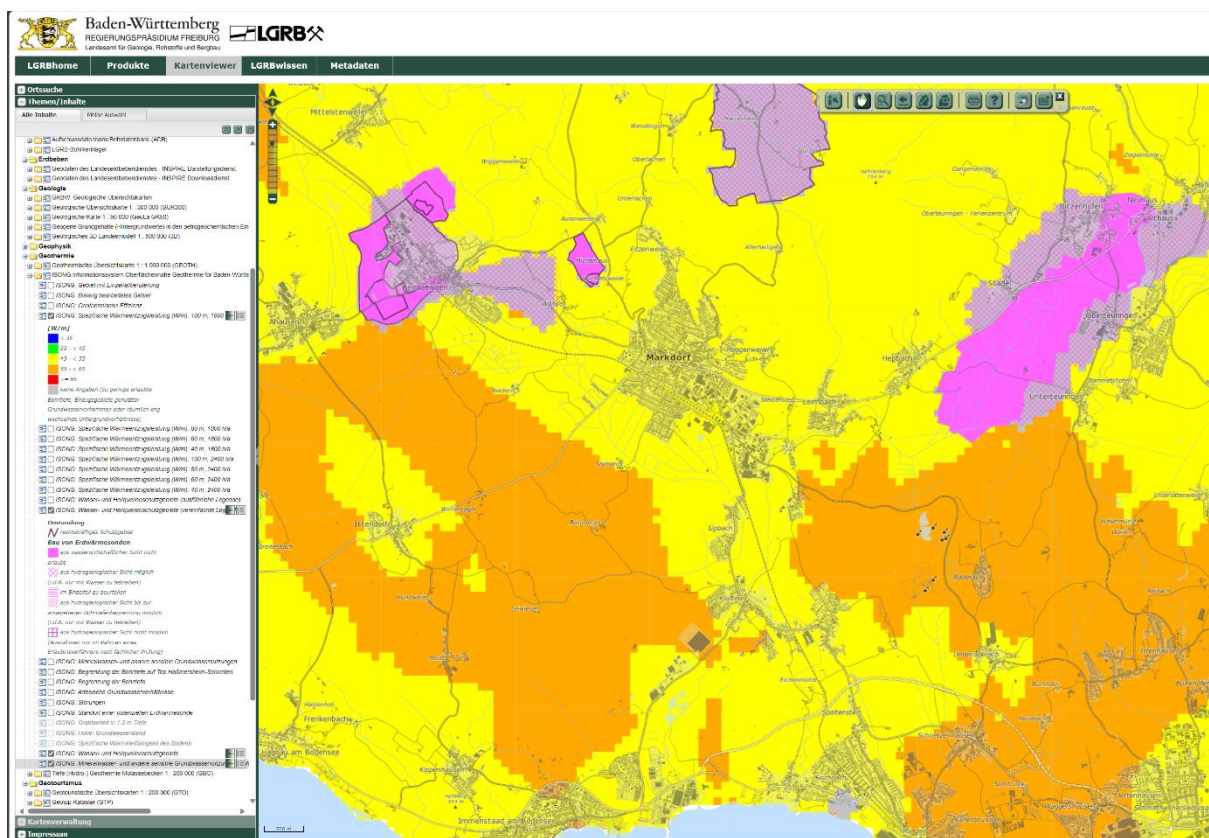


Abbildung 4-4: Geothermische Effizienz und Einschränkungen der Nutzung durch den Grundwasserschutz (Quelle: LGRB)

4.3.1.3 Biomasse

Bei der Wärmebereitstellung durch Biomasse kommt neben einer Nahwärmenutzung im Umfeld von Biogasanlagen fast ausschließlich feste Biomasse zum Einsatz. Da Ernteaabfälle wie z. B. Stroh weitestgehend stofflich genutzt werden und als Brennstoff auch nicht einfach zu handhaben sind, handelt es sich dabei im Wesentlichen um Holz, wobei Altholzkontingente (z. B. Sperrmüll) heute nur noch in Großanlagen, die mit Müllverbrennungsanlagen vergleichbar sind, verbrannt werden.

Nach Angaben der „Stiftung Unternehmen Wald“ wachsen in Deutschland im Jahr durchschnittlich 11 m³ Holz je Hektar Waldfläche nach. Davon werden etwa 63 % eingeschlagen [12]. Mit einer Waldfläche von 1.241 ha in Markdorf ist mit einem Zuwachs von 13.651 m³ und einem daraus resultierenden Einschlag von ca. 8.600 m³ je Jahr zu rechnen. Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) weist in der Veröffentlichung „Waldstrategie 2020“ aus, dass etwa 60 % des Holzes stofflich und 40 % energetisch genutzt werden [13]. Somit stellt sich die Situation in Markdorf so dar, dass aus dem Einschlag eine Menge von 3.440 m³ für die energetische und von 5.160 m³ für die stoffliche Nutzung zur Verfügung steht. Werden die doppelt nutzbaren Kontingente (energetische Nutzung folgt auf die stoffliche Nutzung) sowie Landschaftspflegehölzer etc. mit eingerechnet, sollten die Kontingente für die energetische Nutzung eher höher liegen. Bei ca. 3.000 kWh/m³ ergibt sich aus dem errechneten Zuwachs an Energieholz eine Wärmemenge von 10.320 MWh. Nach der Energie- und Treibhausgasbilanz (siehe Abbildung 3-1) werden derzeit bereits fast 15.500 MWh des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien gedeckt. Davon hat die Solarthermie lediglich einen Anteil von 1.430 MWh. Demnach könnte die Energiebereitstellung aus Holz nicht mehr gesteigert werden, da bereits jetzt die jährliche Verwendung höher liegt als der lokale Zuwachs.

4.3.2 Stromerzeugung

Wie in Kapitel 3 erläutert gehen die lokal erzeugten regenerativen Strommengen aufgrund der getroffenen Festlegungen und Abgrenzungen nicht direkt in die Energie- und Treibhausgasbilanz ein. Hier werden die Emissionen mit dem Emissionsfaktor des deutschen Strommixes berechnet. An dieser Stelle wird dennoch auf die örtlichen Entwicklungspotenziale eingegangen. Auf Basis dieser Abschätzungen kann aufgezeigt werden, ob die erzeugbaren Energiemengen ausreichen um Markdorf entsprechend der in Kapitel 4.1 aufgezeigten Entwicklungsmöglichkeiten bilanziell autark zu versorgen und welche Reserven für eine nationale Versorgung noch bestehen. Die Entwicklungspotenziale können auch als wesentliche Basis für die Festlegung von Ausbau oder Klimaschutzzielen herangezogen werden.

4.3.2.1 Photovoltaik

Bis Anfang 2023 wurden im Energieatlas vier Eignungskategorien für Dachflächen verwendet. Die Basisdaten gingen dabei aber auf Analysen zurück, die bereits Anfang der 2000er Jahre durchgeführt wurden. Mit der Aktualisierung der Datenbasis wurde diese Differenzierung aufgegeben und es wird nur noch ausgewiesen, wie hoch das Dachflächenpotenzial in Summe ist¹². Im Gegenzug ist es in den Detailansichten der zugehörigen Webseiten nun möglich, eine Erstanalyse bis auf die Gebäudeebene herab durchzuführen¹³. Nach den im Energieatlas eingestellten Potenzialen stehen in Markdorf Dachflächen zur Verfügung, die für die Installation von 87.700 kW_p ausreichen würden. Aktuell realisiert¹⁴ sind 15.589 kW_p, was einen Anteil von 17,7 % entspricht. Mit 950 Volllaststunden im Jahr würde das ausgewiesene Potenzial ausreichen, um jährlich 83.315 MWh elektrischer Energie zu erzeugen.

Für ein ganzheitliches Bild zu den noch zur Verfügung stehenden Dachflächen müssen auch die bereits installierten Solarthermieranlagen einbezogen werden, auch wenn diese in der Regel lediglich einen kleinen Flächenanteil umfassen. Ein Weg, um die unterschiedlichen Angaben (PV: kW_p und Thermie: m²) in einem Diagramm zusammenzuführen, ist die Umrechnung der Solarthermieflächen in ein „PV-

¹² <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflaechen/pv-potenziale-auf-gebietsebene>

¹³ <https://www.energieatlas-bw.de/sonne/dachflachen/solarpotenzial-auf-dachflachen>

¹⁴ Stand Juli 2024

Leistungs-Äquivalent“. Im Handbuch Klimaschutz wird davon ausgegangen, dass aufgrund notwendiger Randabstände oder auch der Abstände zu Kaminen etc. im Mittel $1,5 \text{ m}^2$ Dachfläche benötigt werden, um 1 m^2 Modulfläche zu realisieren [14]. Die Angabe zu den Leistungsdichten schwanken derzeit je nach Modultyp zwischen 5 m^2 und 7 m^2 je kW_p . Hier wird daher von $6 \text{ m}^2/\text{kW}_p$ ausgegangen, woraus folgt, dass etwa 9 m^2 Dachfläche je kW_p erforderlich sind. Damit entsprechen die bisher installierten 3.572 m^2 Thermieflächen einer PV-Leistung von knapp 400 kW_p .

Das Ergebnis ist in Abbildung 4-5 grafisch dargestellt. Demnach stehen aktuell noch $81,8 \%$ der Dachflächen für weitere Anlagen zur Verfügung. Diese Daten belegen, dass in Markdorf ein weiterer Ausbau nicht durch die zur Verfügung stehenden Flächen begrenzt ist. Die größte Herausforderung dürfte es sein, die Ausbaurate weiter zu erhöhen. Da der Bestand an Dachflächenanlagen mit 1.086 W_p je Einwohner bereits überdurchschnittlich ist, sollte eine gute Ausgangslage vorhanden sein, um noch bestehende Zurückhaltung mit Hilfe positiver Beispiele auszuräumen bzw. hierüber einen verstärkten Ausbau anzustoßen.

Zusätzlich zu den Dachflächen können auch bereits baulich genutzte Freiflächen wie zum Beispiel Parkplätze für PV-Anlagen erschlossen werden. Diese Doppelnutzung sollte bei allen bereits versiegelten Flächen ergebnisoffen geprüft werden. Bei neu beantragten Parkplätzen gibt es im Land Baden-Württemberg ab einer gewissen Größe eine PV-Pflicht.

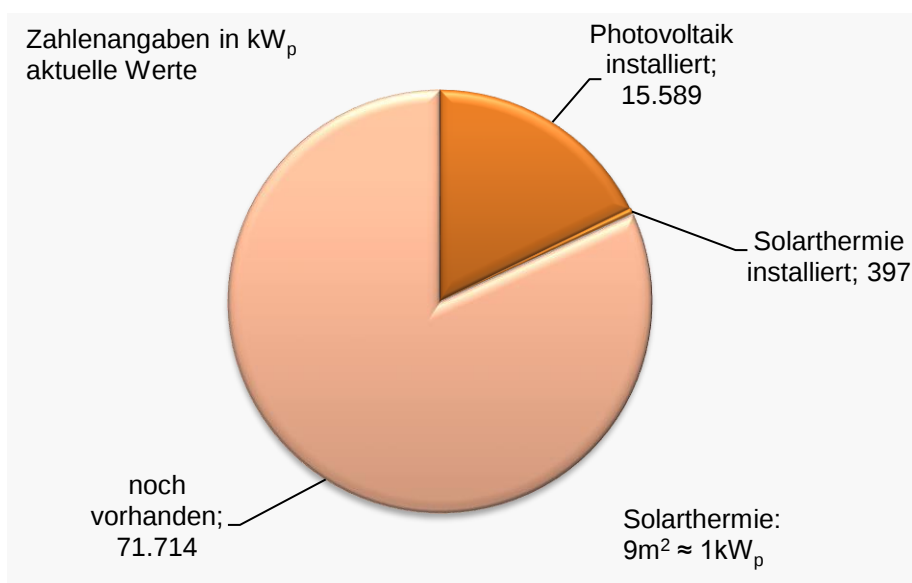


Abbildung 4-5: Dachflächenpotenziale und Ausbaustatus im Bereich Photovoltaik (Energieatlas BW)

Der folgende Abschnitt geht auf Potenziale bei den PV-Freiflächenanlagen ein. Wie Abbildung 4-6 zeigt, sind im Energieatlas des Landes lediglich Seitenrandstreifen – im Wesentlichen entlang der Bahnstrecke – als Potenzialflächen ausgewiesen.

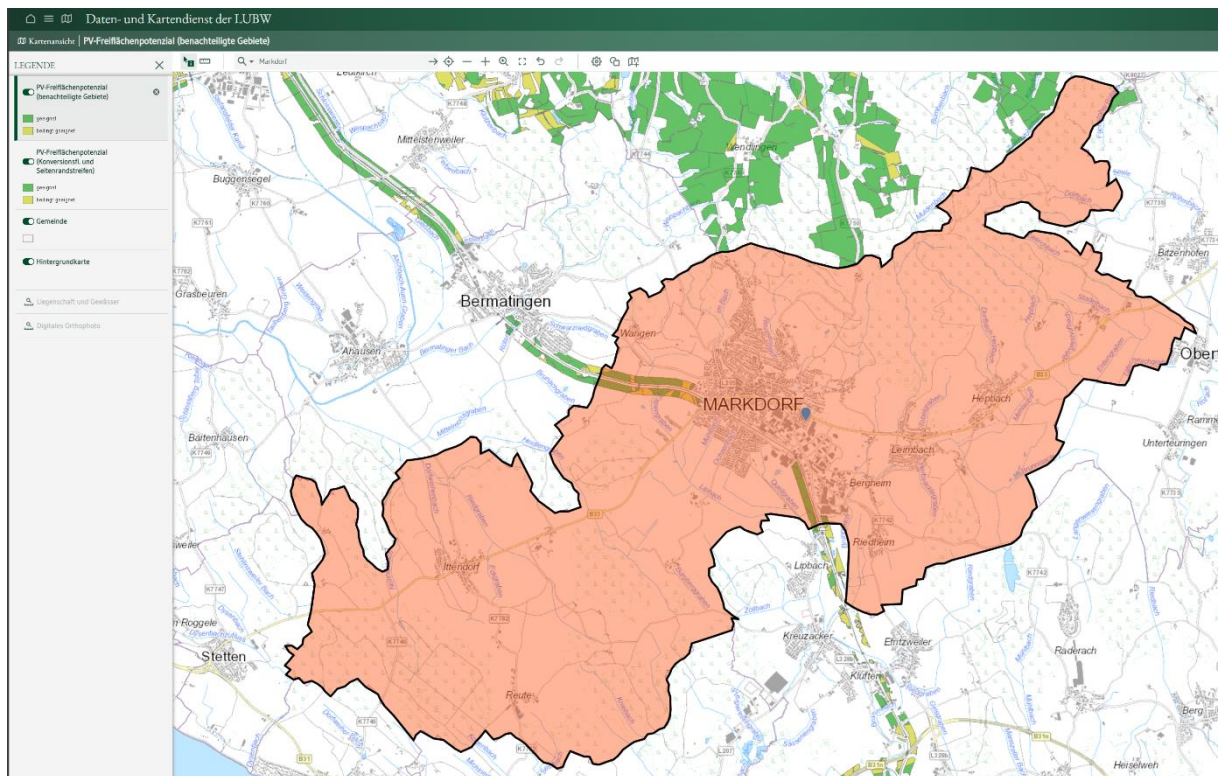


Abbildung 4-6: Im Energieatlas BW ausgewiesene PV-Freiflächen Potenziale

In Summe handelt es sich um 30 ha, von denen 6,69 ha sogenannten weichen Restriktionen unterliegen. Oft kommen diese Restriktionen durch Auflagen des Naturschutzes zustande, wobei der Rat bei diesen Flächen entscheiden kann, ob er das Anliegen des Naturschutzes oder das Interesse an einer regenerativen Stromerzeugung stärker wichtet. Ackerland in benachteiligten Gebieten ist nicht ausgewiesen. Bei Grünland liegen marginale Flächenanteile von 0,06 ha vor. Die Angaben des Energieatlases sind in der Regel einer näheren Analyse zu unterziehen und zumindest zum Teil recht großzügig.

Für Markdorf liegt eine nähere Analyse zu Eignungsflächen über den Teilregionalplan Energie für die Region Bodensee-Oberschwaben vor. Im Entwurf vom 8. Dezember 2023 sind die drei Flächen FFPV-435-023, FFPV-435-025 und FFPV-435-027 mit insgesamt ca. 37 ha ausgewiesen. Die Fläche FFPV-435-023 liegt an der Grenze zu Bermatingen im Bereich der Bahnstrecke. Von den insgesamt 18,7 ha befinden sich ca. ein Drittel auf der Markdorfer Gemarkung. Insgesamt wird die Fläche nur als bedingt geeignet eingestuft. Die Fläche FFPV-435-025 befindet sich westlich von Ittendorf zwischen der B31 und dem Hofgut Breitenbach. Sie hat eine Fläche von 21,8 ha und wird als geeignet bezeichnet. Dies gilt auch für die Fläche FFPV-435-027. Diese liegt südlich des Siedlungsbereiches von Markdorf und westlich der Bahn im Dreieck zwischen Segelfluggelände und Zeppelinstraße. Ihre Größe beträgt 9,3 ha. Diese Fläche grenzt an das bestehende Siedlungsgebiet an. Vor diesem Hintergrund ist eher mit einer städtebaulichen Entwicklung zu rechnen.

Für die Potenzialabschätzung wird davon ausgegangen, dass die beiden als geeignet eingestuften Flächen zu 90 % genutzt werden. Im optimalen Fall ergeben sich hieraus jährlich ca. 28.000 MWh an Energie. Hier wird eine eher konservative Einschätzung verwendet und mit Erträgen von ca. 19.700 MWh gerechnet.

Soll die Fläche FFPV-435-027 für eine städtebauliche Entwicklung genutzt werden, müssten entsprechende Alternativen erschlossen werden, um die im Folgenden veranschlagten Potenziale realisieren

zu können. Es ist durchaus möglich, dass hierzu zukünftig auch sogenannter Agri-Solaranlagen genutzt werden können. Bei diesen Anlagen bleibt die landwirtschaftliche Nutzbarkeit der Flächen weitestgehend erhalten. Wie hoch dieses Potenzial sein wird, lässt sich noch nicht abschätzen.

4.3.2.2 Wind

Im Energieatlas sind für Markdorf zwei Anlagen angeführt, die auf einer zusammenhängenden Windpotenzialfläche von 26 ha errichtet werden könnten. Diese Fläche wird auch im Entwurf des Teilregionalplans Energie (vom 8. Dezember 2023) unter der Bezeichnung WEA-435-003 erfasst. Hier werden allerdings 146 ha ausgewiesen, von denen kleinere Teile auch auf Gemarkungen der Gemeinden Deggenhausertal und Oberteuringen liegen. Da es sich bei großen Teilen der Fläche um rutschgefährdete Böden handelt, werden trotz der großen Fläche in der hier verwendeten Potenzialabschätzung lediglich die zwei Anlagen aus dem Energieatlas mit einem jährlichen Summenertrag von knapp 27.000 MWh angenommen.

4.3.2.3 Biomasse

Knapp 55 % der Gemarkungsfläche werden landwirtschaftlich genutzt. Dabei überwiegt mit ca. 39 % das Ackerland. Bei den verbleibenden Anteilen handelt es sich um sogenanntes Dauergrünland (630 ha) und Obstanlagen mit 611 ha. Nach einer Veröffentlichung des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg werden für den Betrieb von Biogasanlagen je 1 kW installierter elektrischer Leistung pro Jahr ungefähr der Ertrag von 0,5 Hektar (ha) Silomais oder 0,8 bis 1,2 ha Grünland benötigt [15]. Die Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe (FNR) ging in ihren bisherigen Veröffentlichungen davon aus, dass es ohne Engpässe in der Lebensmittelversorgung möglich ist, im Jahr 2020 etwa 20 % der landwirtschaftlichen Fläche für Energiepflanzen zu nutzen [16]. Werden diese Annahmen zugrunde gelegt, ergibt sich in Markdorf ein rechnerisches Potenzial von 474 kW. Aktuell ist bereits eine Anlage mit 741 kW in Betrieb, so dass nicht mit einem weiteren Ausbau zu rechnen ist. Möglicherweise bietet sich, gerade wegen der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung, noch die Möglichkeit Hofanlagen von 50 kW bis maximal 100 kW elektrischer Leistung in Verbindung mit Nahwärmenetzen zu etablieren. Eine solche Versorgung könnte auch vor dem Hintergrund der angestrebten Regelungen zum Heizungstausch im Gebäudebestand sehr interessant werden. Bisher gibt es in diesem Bereich allerdings keine Interessensbekundungen oder Voranfragen.

Die energetische Verwertung von Grünmüll (Biotonne und Grünschnitt) ist aufgrund der heterogenen Struktur der Biomasse und weil trotz der energetischen Nutzung Kompost als wertvoller Rohstoff erhalten bleiben soll, komplexer als bei landwirtschaftlicher Biomasse. Im Bodenseekreis werden diese Fraktionen zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt.

4.3.2.4 Wasserkraft

In Markdorf sind aktuell keine Wasserkraftwerke in Betrieb und es sind auch keine Potenziale ausgewiesen.

4.4 Energiebedarf und Erzeugungsmöglichkeiten

Im Folgenden werden die Entwicklungsmöglichkeiten bei der Erzeugung dem bestehenden bzw. dem abgeschätzten Bedarf gegenübergestellt. Dabei dient das Kapitel 4.4.1 mit dem Bezug auf den aktuellen Stromverbrauch lediglich der Einordnung. Wie im Abschnitt 4.2 ausgeführt, muss für eine CO₂-freie

oder zumindest CO₂-neutrale Versorgung ein Umbau des Versorgungssystems erfolgen. Alle fossilen Brennstoffe sind durch regenerativ erzeugte Ersatzstoffe oder durch alternative Technologien auf Basis elektrischer Prozesse zu ersetzen. Konkret gemeint sind damit die Erzeugung von Wasserstoff oder e-fuels bzw. der direkte Einsatz von Strom zum Antrieb von Wärmepumpen oder Fahrzeugen. Da auch die Erzeugung der regenerativen Brennstoffe letztendlich auf den Einsatz von Strom zurückgeht, der aber mit einem Wirkungsgrad kleiner Eins umgewandelt wird, ergibt sich eine relativ breite Spanne für den Strombedarf. Wie die Verhältnisse im Sinne einer bilanziellen Autarkie regional für Markdorf aussehen, wird in Kapitel 4.4.2 ausgeführt. Wird eine bilanzielle Autarkie für Deutschland angenommen und der daraus resultierende Bedarf an regenerativer Erzeugung auf die kommunale Ebene heruntergebrochen, steigen die Anforderungen gerade in eher ländlich geprägten Regionen im Vergleich zur regionalen Betrachtung in der Regel an, da dann zum Beispiel auch energieintensive Branchen einzubeziehen sind. Die im Handbuch Klimaschutz genannten nationalen Bedarfe [17] werden im Kapitel 4.4.3 auf Markdorf umgelegt und den lokalen Erzeugungsmöglichkeiten gegenübergestellt.

4.4.1 Erzeugungspotenziale und aktueller Strombedarf

Werden die in den vorstehenden Kapiteln erläuterten Entwicklungen aufgegriffen und dem aktuellen Stromverbrauch gegenübergestellt, ergeben sich die in Abbildung 4-7 dargestellten Verhältnisse. Als „Rest“ (grauer Balken) wird dabei der Verbrauchsanteil dargestellt, der nicht lokal gedeckt werden kann. Übersteigt die lokale Erzeugung den Bedarf ergibt sich ein Überschuss, der exportiert (eingespeist) werden kann. Diese Anteile werden in Abbildung 4-7 in Form eines negativen grauen Balkens dargestellt.

Wie dargestellt, lag im Jahr 2022 der Anteil der regenerativen Stromerzeugung am aktuellen Stromverbrauch bei 17,3 %.

Das Szenario „Trend 2040“ geht von den folgenden Entwicklungen aus:

- Bei der Photovoltaik wird bis 2040 auf den Dächern ein Zubau realisiert, der den Zubau der Jahre 2005 bis 2020 entspricht. Dies entspricht in etwa 12.738 kW_p, was nicht ganz zu einer Verdopplung der derzeit installierten Leistung führt.
- Bei der Biomasse wird davon ausgegangen, dass sich durch einen optimierten Betrieb die Volllaststundenzahl auf 6.500 steigern lässt.
- Die Erträge aus allen weiteren regenerativen Energiequellen sowie der PV-Freiflächenanlagen bleiben konstant bei null.

Bei diesem Szenario würde der auf der Gemarkung regenerativ erzeugte Strom, etwa 40 % des Verbrauchs decken.

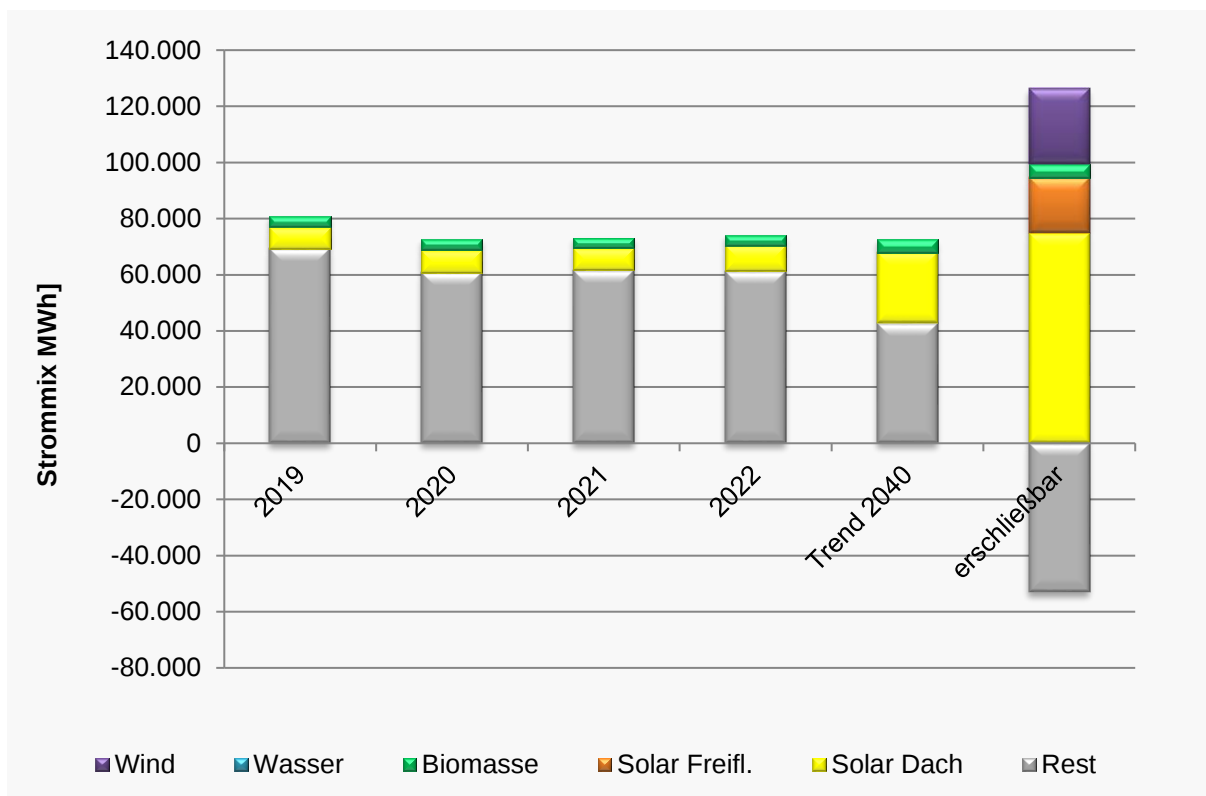


Abbildung 4-7: Bilanz und Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung in Markdorf in Bezug auf den aktuellen Stromverbrauch.

Im Szenario „erschließbar“ werden folgende Annahmen getroffen:

- Die im Energieatlas ausgewiesenen Dachflächenpotenziale werden zu 90 % erschlossen¹⁵.
- Es kommen zwei PV-Freiflächenanlagen auf den im Teilflächennutzungsplan als geeignet ausgewiesenen Flächen hinzu. Es werden 90 % der angeführten 31 ha genutzt. Dies führt zu einer Stromerzeugung von knapp 20.000 MWh jährlich.
- Es werden zwei Windkraftanlagen aktueller Bauart errichtet, die ca. 27.000 MWh im Jahr erzeugen.
- Die Strommengen aller weiteren regenerativen Energien bleiben konstant.

In Summe lässt sich so eine Erzeugung von gut 126.000 MWh (126 GWh) erreichen, was etwa dem 1,7-fachen des bisherigen Strombedarfs entspricht.

4.4.2 Lokaler Energiebedarf

Ausgehend vom derzeitigen Endenergieverbrauch ergibt sich, bei der in Kapitel 4.2 ausgeführten Verschiebung von Heizwärme und Mobilität in Richtung einer regenerativen elektrischen Versorgung, ein Strombedarf gemäß Tabelle 4-3 von 140.140 MWh (Verbrauch aktuell, vollelektrisch). Wird der Verbrauch durch Verzicht, Effizienzsteigerungen und Gebäudesanierungen reduziert, sinkt der Bedarf auf 106.662 MWh (Verbrauch Klimaschutz, vollelektrisch). Würde dieser Energiebedarf nicht weitestgehend durch elektrische Prozesse, sondern durch eine Substitution der derzeitigen fossilen Brennstoffe durch Wasserstoff und e-fuels bereitgestellt, müssten 306.731 MWh an regenerativem Strom erzeugt

¹⁵ Die Minderung um 10 % ist als eine Art Sicherheitspuffer zu verstehen, der willkürlich festgelegt wurde.

werden. In Abbildung 4-8 ist dieser Bedarf den in Kapitel 4.4.1 angegebenen Erzeugungsszenarien gegenübergestellt. Demnach würde der regionale Bedarf die regionalen Erzeugungsmöglichkeiten im Falle des e-fuels-Szenarios deutlich übersteigen. Auch beim derzeitigen Verbrauch, verbleibt beim Umstieg auf eine vollelektrische Versorgung eine Lücke von ca. 14.000 MWh. Erst wenn auch die Einsparpotenziale mit genutzt werden ist eine Deckung des Bedarfs über die regionalen Erzeugungsmöglichkeiten machbar. Im optimalen Fall würde sich ein Überschuss von ca. 20.000 MWh einstellen.

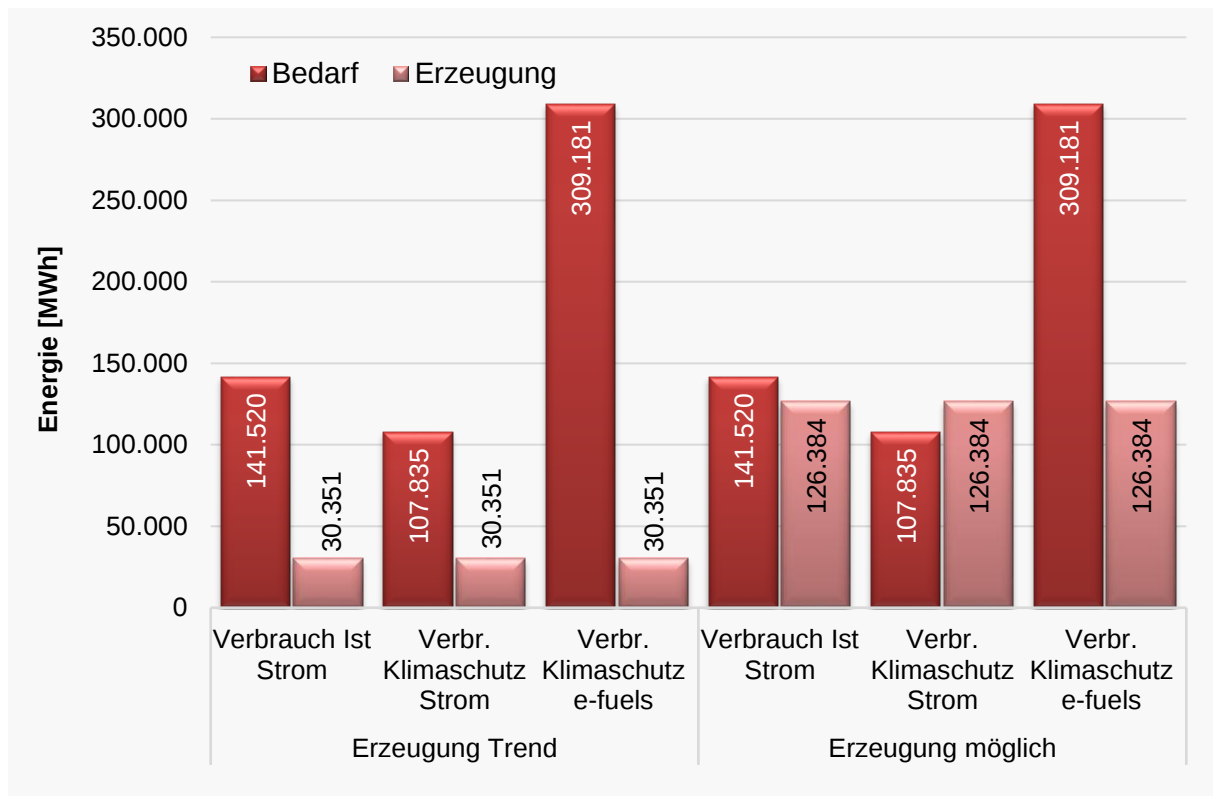


Abbildung 4-8: Gegenüberstellung von Erzeugungsmöglichkeiten und Bedarf in Markdorf für verschiedene Ausprägungen einer klimaneutralen Energiebereitstellung.

In Abbildung 4-9 ist die notwendige Stromerzeugung bei einem minimierten Verbrauch (Verbrauch Klimaschutz) für die beiden Extremszenarien (vollelektrisch und e-fuels) dem als möglich erachteten regenerativen Erzeugungspotenzial gegenübergestellt. Dabei wurden beim Verbrauch die Bereiche Strom direkt (gelb), Strom für die Bereitstellung von (Heiz)Wärme (rot) und Strom für den Verkehr (orange) unterschieden. Zur Erzeugung tragen vor allem die PV-Dachflächenanlagen bei. Der dargestellte Anteil entspricht einem Vollausbau. Die Beiträge aus Windkraft und den PV-Freiflächen entsprechen den als möglich erachteten Werten und orientieren sich dabei an den Darstellungen des Teilflächennutzungsplans Energie.

In der Summe entsprechen die dargestellten Werte denen, die auch in Abbildung 4-8 dargestellt sind. Demnach reicht die lokal erzeugbare regenerative Energie, um den optimierten Bedarf zu decken, wenn ein elektrisch zentriertes Versorgungssystem realisiert wird. Werden dagegen primär fossile Brennstoffe durch regenerativ erzeugte Brennstoffe ersetzt, kann die lokaler Erzeugung lediglich einen Deckungsbeitrag von ca. 41 % liefern.

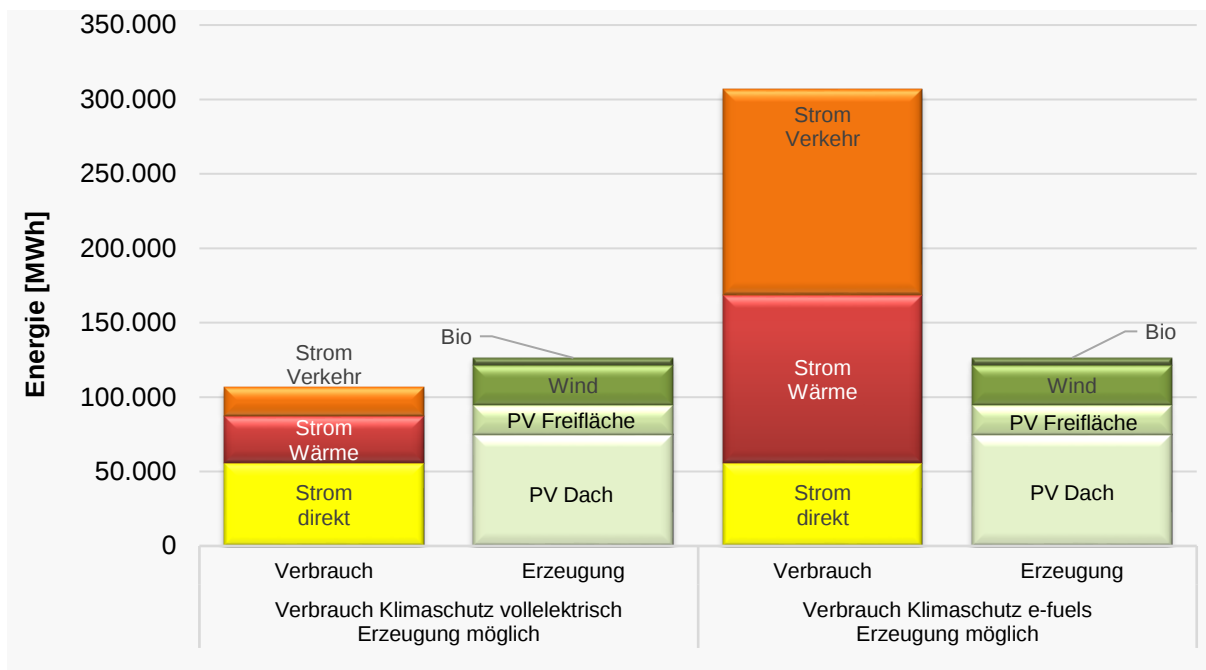


Abbildung 4-9: Gegenüberstellung der Erzeugungsmöglichkeiten und der Bedarfe bei unterschiedlich ausgeprägten klimaneutralen Versorgungssystemen.

4.4.3 Nationaler Energiebedarf

In Kapitel 4.4.2 wurde der regenerative Energiebedarf in Markdorf aus den derzeitigen lokalen Verbrauchsdaten abgeleitet. Auf nationaler Ebene kann sich der Bedarf allerdings substantiell unterscheiden. Wesentliche Punkte sind dabei die Schwerindustrie, die in Markdorf nicht ansässig ist, oder dicht besiedelte Ballungsräume, deren Versorgung auf regionaler Ebene nicht bilanziell autark aus regenerativen Quellen erfolgen kann.

Es gibt bereits etliche Studien darüber, auf welchem Weg und mit welcher Zielvorstellung die Energieversorgung der Industriegesellschaften umgebaut werden muss, damit eine Klimaneutralität erreicht werden kann. Im „Handbuch Klimaschutz“ haben die Autoren viele dieser Studien ausgewertet und dargestellt, was zu tun ist, damit Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann [17]. Es wird dabei generell davon ausgegangen, dass in Deutschland regenerativer Strom in Höhe von etwa 1.200 TWh erzeugt werden kann. Die fehlende Energiemenge muss importiert werden. Im vollelektrischen Szenario (Wärmepumpen und elektrische Fahrzeuge) werden zirka 1.500 TWh benötigt. Im „BrennstoffszENARIO“ liegt der Wert doppelt so hoch und damit trotz aller Effizienzsteigerungen nur 20 % unter dem aktuellen Energieverbrauch. Der als „Mittelweg“ bezeichnete Bedarf wurde im Klimaschutzhandbuch mit einem Summenbedarf von 2.200 TWh als Zwischenweg zwischen vollelektrischer und brennstofforientierter Versorgung ausgewiesen. In Abbildung 4-10 sind diese Ergebnisse dem aktuellen Primärenergieverbrauch gegenübergestellt.

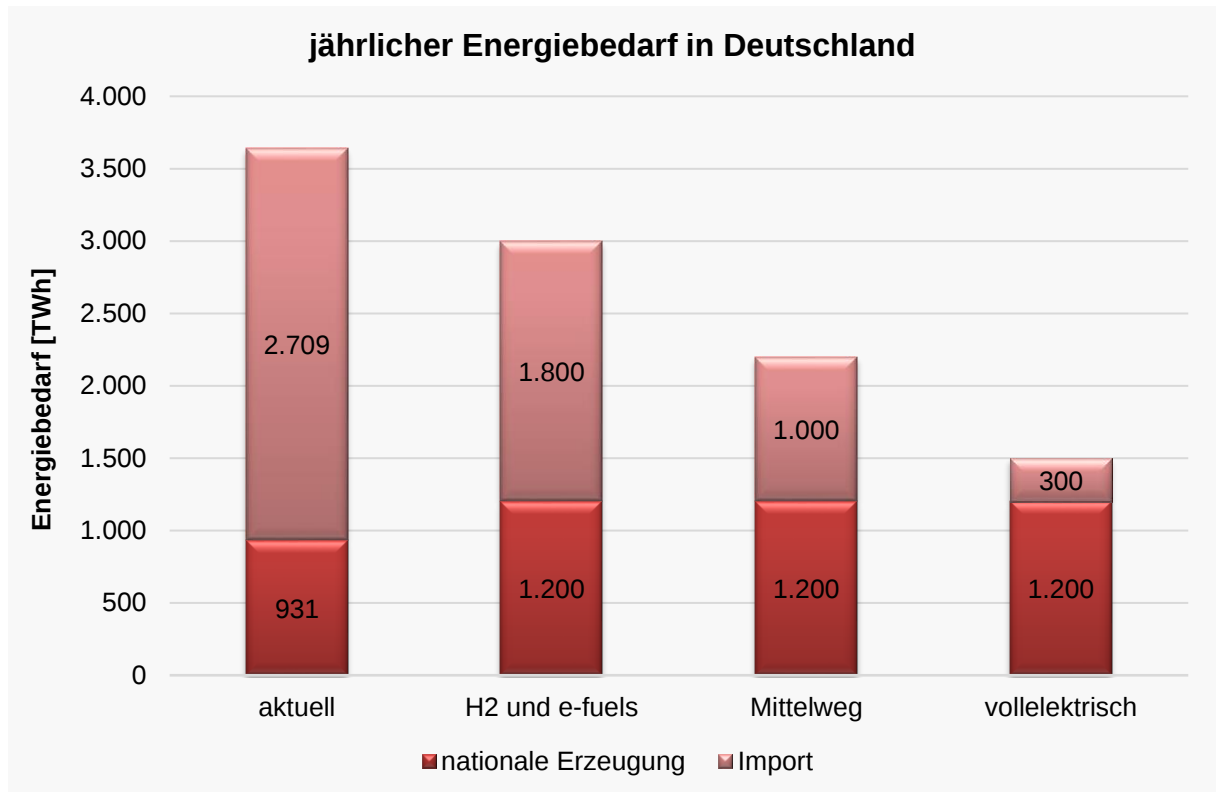


Abbildung 4-10: jährlicher Primärenergieverbrauch in Deutschland; aktuell und klimaneutral bei verschieden ausgeprägten Versorgungssystemen.

Werden diese Werte für das in der Studie angesetzte Jahr 2038 zunächst einmal als gegeben angenommen, stellt sich die Frage nach der Verteilung der 1.200 TWh, die in Deutschland erzeugt werden könnten auf die einzelnen Regionen. Dabei ist sicher anzunehmen, dass keine gleichmäßige Verteilung erfolgen kann. Regionen mit einem hohen Angebot an regenerativen Energien und einer niedrigen Bevölkerungsdichte werden mehr beitragen müssen als dicht besiedelte städtische Bereiche. Hinzu kommen auch die Windparks auf See (Off-Shore). Da ein „korrekter“ Verteilungsschlüssel bisher nicht ausdiskutiert ist, wird hier ein genereller Ansatz gewählt, um aufzuzeigen, welche Anforderungen sich aus den nationalen Zahlen an die regenerative Erzeugung in Markdorf ergeben könnten. Als Verteilungsschlüssel wird zum einen die Einwohnerzahl und zum anderen der Anteil der Gemarkungsfläche an der Fläche Deutschlands herangezogen.

Die Ergebnisse für Markdorf sind in Abbildung 4-11 dargestellt. Dabei wird in Form der schraffierten Balkenanteile auch ausgewiesen, welche Anteile der noch zu importierenden Energiemenge auf die Region entfallen. Wird der Bedarf über die Fläche umgelegt ergeben sich rund 137.000 MWh, die in Markdorf bereitgestellt werden müssten. Das entspricht in etwa dem 1,3-fachen des Bedarfs der regionalen Betrachtung des Kapitels 4.4.2. Mit der als möglich eingeschätzten lokalen Erzeugung in Höhe von ca. 126.000 MWh können nur 92 % dieses Bedarfs gedeckt werden.

Wird der nationale Bedarf anhand der Einwohnerzahl umgelegt, steigt die Anforderung für Markdorf auf rund 203.000 MWh. Die derzeit erkennbaren Erzeugungspotenziale, die sich auf ca. 126.000 MWh belaufen, reichen also in keinem Fall aus, um den Bedarf zu decken. Im besten Fall wird damit eine lokale Deckung von 62 % möglich.

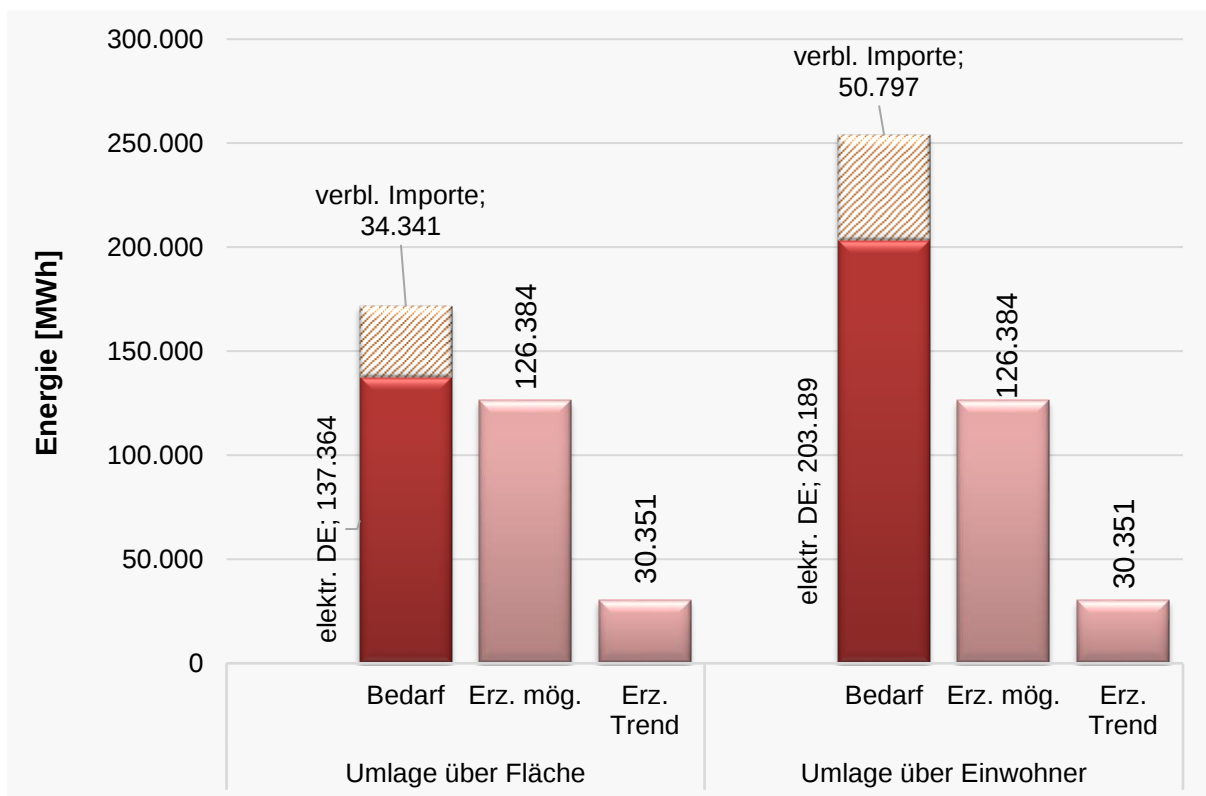


Abbildung 4-11: Gegenüberstellung des nach der Fläche und nach der Einwohnerzahl aufgeteilten nationalen Bedarfs und der Erzeugungsmöglichkeiten über PV-Dach-, PV-Freiflächen sowie Windkraft- und Biomasseanlagen.

4.4.4 Einordnung der Ergebnisse

Die in den vorstehenden Kapiteln dargestellten Daten und Gegenüberstellungen machen klar, dass die in Markdorf vorhandenen Erzeugungspotenziale nur unter sehr spezifischen Randbedingungen ausreichen werden, um den Bedarf zu decken. Erreichbar ist die Deckung nur dann, wenn der Bedarf auf Basis des lokalen Verbrauchs (Kapitel 4.4.2) und bei optimierten Verbrauchswerten (Verbrauch Klimaschutz) ermittelt wird. In dieser Situation ist ein Überschuss von ca. 18 % erzielbar. Erfolgt die Abschätzung auf Basis des aktuellen Verbrauchs fehlen auch bei lokaler Betrachtung bereits 11 % bzw. 14.000 MWh. Wird der Bedarf an regenerativer Erzeugung durch eine Umlage des nationalen Verbrauchs (Kapitel 4.4.3) bestimmt, verbleiben ebenfalls Defizite unabhängig davon, ob die Umlage über die kommunale Fläche oder die Einwohnerzahl erfolgt. Im Extremfall (Umlage über die Einwohnerzahl) wird lediglich eine Deckung von ungefähr 62 % erreicht.

Bei den Erzeugungspotenzialen spielen die Dachflächen eine entscheidende Rolle, hier wird von einer Erschließung in Höhe von 90 % ausgegangen. Nach Möglichkeit sollte die Erschließung anderer bereits baulich genutzter Flächen wie z. B. Parkplätze in den Ausbau mit einbezogen werden. Bei den PV-Freiflächen sowie den Windkraftanlagen stützt sich die Potenzialabschätzung auf die im Teilflächennutzungsplan ausgewiesenen Suchräume. Obwohl hier für Windkraft eine sehr große Suchfläche ausgewiesen ist, ist noch nicht klar, ob sich Anlagen aufgrund der schwierigen geologischen Verhältnisse überhaupt technisch und wirtschaftlich sinnvoll errichten lassen. Umso bedeutender ist es, dass das Potenzial an Freiflächen-PV umfassend genutzt wird. Sogenannte Agri-Solar-Anlagen, bei denen eine PV-Erzeugung und die landwirtschaftliche Nutzung parallel möglich sind, können helfen, die als notwendig erachteten regenerativen Energiemengen bereitzustellen.

Wichtig ist auch, dass über Suffizienz und Effizienzsteigerungen eine Minimierung des Verbrauchs in Kombination mit einer möglichst effizienten Deckung des verbleibenden Bedarfs erreicht wird. Möglicherweise lassen sich über industrieller Abwärme oder über Geothermie weitere klimaneutrale Energiequellen erschließen. Aufgrund der möglicherweise vorliegenden artesischen Grundwasserverhältnisse sind zur Nutzung der Geothermie wahrscheinlich wenige gezielte Bohrungen sinnvoller als die Erstellung vieler Einzelanlagen. In diesem Zusammenhang kann die noch laufende Wärmeplanung genaueren Aufschluss über die Höhe und die Erschließbarkeit dieser Potenziale sowie die Art und Weise der Nutzung geben.

Die in der aktuellen Endenergiebilanz ausgewiesenen Energiemengen aus regenerativen Quellen (EEQ; Tabelle 3-2) wurden nicht in den erläuterten Szenarien einer klimaneutralen Versorgung berücksichtigt. Das liegt zum einen daran, dass die Verbrennung von Holz nur insoweit klimaneutral ist, als dass die bei der Verbrennung freigesetzten Treibhausgase beim Nachwachsen des Brennstoffs wieder gebunden werden und dieser Prozess in der Regel etliche Jahrzehnte benötigt. Zum anderen sollte die Verbrennung von Holz mit Bedacht erfolgen, da es sich um einen wertvollen Rohstoff handelt, der nachhaltig bewirtschaftet werden muss. Zu guter Letzt ist davon auszugehen, dass wegen der Emissionen aus Landwirtschaft und Produktion zusätzliche CO₂-Senken notwendig sind, um eine echte Klimaneutralität zu erreichen. Hierbei können nicht mehr energetisch genutzten Waldanteile helfen.

5 Beratungsprozess

Mit dem Beginn der Beratung wurden der Stadtverwaltung Unterlagen in Form von Fragebögen und Exceltabellen zur Verfügung gestellt, die es erleichtern sollten, gemeinsame Startpunkte in folgenden Bereichen zu finden:

- Übersicht über die bewirtschafteten Liegenschaften und deren Verbrauchswerte,
- Verbrauchswerte des Fuhrparks,
- Aktuelle Beschlusslagen und Projekte des Gemeinderates,
- bisherige und anstehende Maßnahmen in Sachen Klimaschutz,
- Schwerpunktsetzungen seitens der Verwaltung,
- privates und unternehmerisches Engagement in der Stadt Markdorf.

Diese Fragestellungen wurden dann im Verlauf des Beratungsprozesses in persönlichen Gesprächen abgeklärt.

Schon in den ersten Gesprächen wurde deutlich, dass die Stadt bereits Maßnahmen in Sachen Klimaschutz ergriffen hat. Diese beziehen sich meist auf den direkten Einflussbereich der Verwaltung und manifestieren sich in den zumindest zum Teil guten Kennwerten von Gebäuden und Anlagen. Bisher wurden diese Maßnahmen und Ergebnisse aber noch nicht zusammenhängend dargestellt und aus der Sicht des Klimaschutzes beleuchtet. Zudem gab es zu diesem Zeitpunkt eine Energie- und Treibhausgasbilanz für das Jahr 2019 sowie ein Klima- und Energiepolitisches Aktivitätenprogramm, das im Rahmen des European Energy Award (eea) entwickelt wurde.

Darüber hinaus ist die Stadt dem Klimaschutzpakt des Landes beigetreten und es existieren extrem herausfordernde Beschlüsse des Rates zur Klimaneutralität der Verwaltung bis 2030 und zur Klimaneutralität der Kommune bis 2035. Diese Beschlüsse wurden aber bisher nicht mit Maßnahmenplänen hinterlegt und es dürfte sehr herausfordernd werden, diese vor dem Hintergrund der Einflussmöglichkeiten der Stadt Markdorf sowie angesichts der verbleibenden Zeit und der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel zu realisieren. Um Markdorf bis 2035 klimaneutral aufstellen zu können, müssten sich alle Bürgerinnen und Bürger deutlich über das Maß hinaus engagieren, das von Bund und Land vorgegeben wird.

5.1 Öffentlicher Auftakt

Am 22.11.2023 fand in der Stadthalle Markdorf eine öffentliche Veranstaltung im Rahmen der Einstiegsberatung statt. Wesentliches Ziel war das Sammeln von Anregungen, Ideen und Vorschlägen als Grundstein für die Ableitung konkreter Maßnahmen. Darüber hinaus wurde das Projekt „Einstiegsberatung“ bekannt gemacht. Eingeladen wurde über den Stadtanzeiger, die lokale Presse und die Internetseiten der Stadt Markdorf. Das Protokoll zur Veranstaltung ist unter https://www.markdorf.de/fileadmin/user_upload/20231122_Protokoll.pdf öffentlich zugänglich.

Die Veranstaltung gliederte sich in die folgenden drei Abschnitte:

- Check-In,
- Informationsvermittlung und Impulse,
- Ideensammlung für Maßnahmen.

Zum **Check-In** wurden die Teilnehmer*innen bereits bei der Ankunft im Eingangsbereich des Veranstaltungsraums eingeladen. Dabei dienten Plakate mit Fragen, die über Klebpunkte beantwortet werden konnten, in erster Linie dazu, die Ankommenden zu sensibilisieren und miteinander ins Gespräch zu bringen. Abbildung 5-1 zeigt die Ergebnisse der Abfragen. Den Antworten ist zu entnehmen, dass sich die Mehrzahl der Anwesenden bereits intensiver mit dem Thema auseinandergesetzt hat und auch mit den lokalen Möglichkeiten und Gegebenheiten recht gut vertraut ist.



Abbildung 5-1: Plakate der Check-In-Phase mit den entsprechenden Abfrageergebnissen.

Bei der **Informationsvermittlung** standen die Zahlen zum Status-Quo in Markdorf im Vordergrund. Dabei wurde nicht nur die Energie- und Treibhausgasbilanz für das Jahr 2019 präsentiert, sondern auch intensiv auf weitere strukturelle Aspekte, wie zum Beispiel Größe und Alter der Wohnungen oder die Fahrzeugdichte, eingegangen. Als **Impuls** wurde der sogenannte CO₂-Fußabdruck des durchschnittlichen Bundesbürgers in seiner detaillierten Zusammensetzung und seiner Größe vorgestellt.

Die anschließende Dialogphase diente vor allem dazu, die Ideen und Vorschläge der Anwesenden für die zukünftigen Arbeiten, insbesondere die umzusetzenden Maßnahmen, zu sammeln. Die Abfrage wurde über folgende Leitfragen strukturiert:

1. Was kann jeder Einzelne zur CO₂-Reduktion beitragen?
2. Wie kann die Stadt Markdorf Sie bei der CO₂-Reduktion unterstützen?
3. Was kann die Stadt Markdorf zur CO₂-Reduktion tun?

Es wurde darauf hingewiesen, dass sich die Anregungen auf den Einflussbereich der Stadt Markdorf begrenzen sollten und dass auch die (beschränkten) finanziellen Möglichkeiten einer kleineren Kommune mitzudenken sind.

Die Antworten beziehungsweise die damit verbundenen Vorschläge wurden von den Anwesenden auf Moderationskarten notiert und eigenständig den einzelnen Leitfragen zugeordnet. Abschließend wurden zu unklaren Formulierungen oder Verständnisproblemen Fragen gestellt und die entsprechenden Punkte kurz diskutiert. Die Ergebnisse sind im Folgenden wiedergegeben, wobei bei der Abschrift der Karten eine thematische Zusammenstellung mit entsprechenden Überschriften erfolgte.

Leitfrage 1:

Was kann jeder einzelne zur CO₂-Reduktion beitragen?



Abbildung 5-2: Leitfrage 1: was kann jede und jeder Einzelne zur CO₂-Reduktion beitragen?

Verhaltensänderung

- Maß halten
- Essverhalten ändern
- Ernährung lokal, regional, saisonal und bio
- Regional kaufen
- Fleischkonsum reduzieren (3x genannt)
- Milchprodukte reduzieren
- Regionale Nahrungsmittel
- Auf Tierwohl achten
- Weniger konsumieren
- auf Langlebigkeit und Reparierbarkeit achten
- Jute statt Plastik
- Verpackungen vermeiden
- Teilen:
Geräte (Haushalt), Autos, E-Bikes, ...
- Lokal (regional) Urlaub machen

Mobilität

- Individualverkehr minimieren
- ÖPNV nutzen
- Radfahren (Ausbau der Radwege)
- Radfahren statt Auto
- ÖPNV und Fahrrad
- Fahrrad, Bus und Bahn nutzen statt Auto
- Mit Fahrrad zur Arbeit
- Mobilitätsverhalten ändern
(statt Auto Rad- und Fußverkehr) (2x genannt)
- D-Ticket nutzen
(preisgünstiger ÖPNV, Markdorf als Haltepunkt IRE)

Energieerzeugung

- Alternative Energie

- Urlaub CO₂-arm planen und durchführen

Tipps, Vorschläge und Anmerkungen

- Überprüfe deinen CO₂-Fußabdruck → UBA-Rechner
- Nutze die App „Strom gedacht“
- Politisch engagieren
- Standby-Verbrauch messen und abschalten
- Raumtemperatur checken
- Heizen optimieren
- Bin schon beim Sockel, den ich nicht beeinflussen kann

- Investitionen in regenerative Projekte
- PV auf jedes Dach
- Balkonkraftwerke 600 – 800 – 2000 Watt erlauben → dann installieren
- Solaranlage von Verkaufsmodus (alt) in Benutzungsmodus umschalten und e-Auto laden (eigene Tankstelle)
- 2 kWp auf Garagendach hat meinen Strombedarf von 3.600 kWh auf 1.800 kWh reduziert; plus 1000 kWh Verkauf $\triangleq$ 80 €

Sanieren und Bauen

- Energetische Sanierung
- Bei Sanierung nicht halbherzig, sondern jeden Schritt immer im bestmöglichen Standard
- Neubau von Wohnungen, nur noch in höchstem Energiestandard = Passivhaus
- Holz statt Beton

Leitfrage 2:

Wie kann die Stadt Markdorf Sie bei der CO₂-Reduktion unterstützen?



Abbildung 5-3: Leitfrage 2: Wie kann die Stadt Markdorf Sie bei der CO₂-Reduktion unterstützen?

Mobilität

- Bessere Fahrplan-Info
- 2 Displays am Bahnhof (Bus und Bahn)
- Korrekte Aushang-Fahrpläne
- Druck kleiner Fahrplankärtchen je Linie und Heft aller Markdorfer Linien
- Viel Info und Werbung für aktuelle Verbesserungen im Busverkehr (eventuell sogar „Haustür-Beratung“ Mobilität)
- ÖPNV-Ausbau
- Bodenseegürtelbahn ausbauen / elektrifizieren
- Was ist aus dem Stadtbusprojekt geworden?
- Rasche Einführung eine Markdorfer Stadtbusses (möglichst elektrisch) zur Anbindung der wichtigsten Wohnquartiere
- Höhere Frequenz 700er Bus
- Ausbau Radwege

- Energetische Quartierskonzepte (70er-Jahre Gebäude)
- Nahwärmenetz
- Wärmenetze umsetzen
- Nahwärme:
Solarthermie-Feld und Speichersee
- Wärmerückgewinnung aus Abwasser
- Abwasserwärme → Nutzen für Groß-Wärmepumpe
- Projekte nach Wirtschaftlichkeit priorisieren und nicht nach Ideologie

Energieerzeugung

- Für positive Wind-Stimmung eintreten und Windkraft realisieren
- Windenergie auf Gehrenberg
- 10 ha PV-Freiflächenanlage zeitnah realisieren
Beteiligung Stadt + Bürger + EnBW
- PV-Freiflächenanlage selbst entwickeln

- Markierungsstreifen an Fahrradwegen entlang Bundesstraße (wegen Blendung durch Gegenverkehr)
- Verleih Lastenrad und Anhänger kurzfristig für Großeinkauf und Transport 2 Wochen zum Alltagstest (vor Entscheid über eigenen Kauf)
- Sharing organisieren
- Ladeinfrastruktur
- Mehr Ladesäulen in Parkhäusern
- Tempo 30 km/h gesamte Stadt
- Stopp des „kostenlosen“ Parkens
- Hohe Parkplatzgebühren
- Parkhaus mit Gebühren zur Förderung von Fahrrad und Fußgänger
- Umwandlung innerstädtischer Stellplätze in „Lebensraum“ (Bäume, Bänke, Platz zum Flanieren)
- Reduktion von Parkplätzen zugunsten von Fahrrad- und Freiflächen
- Rückbau von Parkplätzen
- Autofreie Straßen
- Fuß- und Fahrradzonen

Handeln der Stadtverwaltung

- Vorbild sein + reden mit den Leuten
- Umstellung Fuhrpark auf E-Antriebe und Kleingeräte
- Vorbildfunktion bei Materialverwendung z. B. Zementfreier Beton
- Proaktive Klimakommunikation
- Bestandsgebäude energetische sanieren 4 % pro Jahr beginnen in 25 Jahren fertig

- Freiflächen PV schnell umsetzen
Bürgerbeteiligung bei Freiflächen PV organisieren
- Flächen für Solaranlagen vervielfältigen an B31 und Landstraße
- Bushaltestellen, Fahrradständer und Radwege mit PV überdachen (Regenschutz für Menschen und Energie)
- Private Dächer für PV mieten oder vermieten
- Crowdfunding → PV & Windanlagen bauen (wie ehemals Bürgersolar)
- Energieverbund, Genossenschaften initiieren

Förderthemen

- Wer PV hat erhält eine Reduzierung der Grundsteuer
- Balkon-PV kleine Förderung
- Kommunale Microförderung PV und Wärme → z. B. Konstanz
- Förderprogramm z. B. für
 - Rückbau Schottergarten → CO₂-Bindung im Humus
- Naturnaher Garten → Förderung der Biodiversität
- Förderung des Bauhandwerks initiieren

Rahmen schaffen

- Bürgerforum Klima etablieren
- Aufsuchende Bürgerbeteiligung
- Bausatzung entwickeln
- Entsprechende B-Plan-Festlegungen
- Standards definieren für Neubauten

Leitfrage 3:

Was kann die Stadt Markdorf zur CO₂-Reduktion tun?



Abbildung 5-4: Leitfrage 3: Was kann die Stadt Markdorf zur CO₂-Reduktion tun?

Rahmen setzen

- Klimaschutzkonzept
- Los jetzt!
- ZIZ-Slogan (Zukunftsfähige Innenstädte und Zentren) und Klimaschutz

Mobilität

- Stadtbus einführen
- Stadtbus installieren
- Ausbau Stadtbus
- Autos raus aus der Innenstadt
- Fußgängerfreundliche Stadt
- Klare 20 km/h-Zonen
- Tempo 40 auf Straßen im Stadtgebiet
- Ausweitung Tempo 30km/h (Lärmaktionsplanung, neues StVG / StVO)
- KFZ-Verkehr zwischen Sparkasse und Latscheplatz nur noch als Ausnahme und mit 6 km/h (Lieferanten, Anlieger, Behinderte,

Beratung und Kommunikation

- Viel Kommunikation
 - Hausbesitzer → sanieren, heizen
 - ÖPNV → Fahrpläne für jeden, einfach
 - Microförderung für PV
 - Exkursionen für Bürger
- Aktive Beratung
- Infoveranstaltungen
- Beratung zu Fördermöglichkeiten
- Stadt bietet Beratung für Solarthermie und PV
- Stadt macht Motivationskampagnen für EE
 - Bietet kleine Förderung
 - Zeigt Beispiel
- PV-Dachanlagen offensiv bewerben und fördern
- Aufklären
- Beratung alternative Energie

- kurze Ladevorgänge < 15min)
- Endlich Unterführung auf Höhe BZM (Bildungszentrum Markdorf) unter der Bahn, dann können alle mit dem Rad ins BZM und die Bibliothek
- Keine Umgehungsstraße
- Radwegenetz
- Schnelle Umsetzung Radkonzept
- Mehr gute Fahrradstände (auch bei Händlern, eventuell durch Förderprogramm)
- Fahrradmietangebot
- Carsharing / Bus / Bahn
- Temperatur im Sommer senken
Kleinklima in Straßenzügen mit Baumbepflanzung
 - Bahnhofstraße
 - Entlang Bahn bis Tankstelle

Energieeinsparung

- Beleuchtung reduzieren und mehr LED
- Reduktion Straßenbeleuchtung
- Straßenbeleuchtung zwischen 24 Uhr und 5 Uhr komplett abschalten oder über Bewegungsmelder steuern
- Auf Flutlichtanlagen verzichten
- Energie aus / in Trinkwasserversorgung reduzieren durch intelligente Nutzung von Regenwasser
- Stadthalle weniger heizen

Handlungsempfehlungen

- Vorbild sein
- Mehr Blühwiesen statt dauernd Rasen mähen
- Jährlich weniger abholzen
- Abgelaufene Lebensmittel von allen Supermärkten nutzen
- Bindung von CO₂ durch Wiedervernässung von Mooren und Riesflächen

Förderungen

- Maßnahmen fördern
- Förderung PV auch Balkonanlage

- Beratung Gebäudesanierung
 - Individuell
 - Gemeinschaftslösungen
- Bewusstsein schaffen für Wohnbedarf pro Person (Leerstände, Wohnungsnot, Baustoffe, graue Energie)
- Wohnungstausch Senioren / Jungfamilien unterstützen (Beratung, Börse, Interims-Wohnungen)
- Beratung zur Aufteilung von zu groß gewordenen Einfamilienhäusern in 2 Wohnungen fördern

Bauen und Wohnen

- Klimagerechtes Bauen
- Zementfreies Bauen
 - „Next-Beton“, Holzbau
 - „Klimastein“, Naturstein
- „Urban Mining“ Transport und Rohstoffe reduzieren
- Flächen- und ressourcenschonende Baulandentwicklung mit „regionaler“ Nah- / Fernwärme / Strom
- Blau- / Grau- / Grüne Infrastruktur in Baugebieten zur Reduktion des Energiebedarfs im Kanalsystem + Kläranlagen

Wärmeversorgung

- Erdwärme und Biogas ausbauen
- Nahwärmenetz für Neubaugebiet mit Anschlusszwang
- Fernwärme
- Nahwärme

Energieerzeugung

- Flächen für Windkraft festlegen
- Gebäude: öffentliche + kirchliche + Supermarkt
Parkplätze haben PV
- Alle Flächen für Solar (PV + Thermie) nutzen

5.2 Workshop mit Entscheidungsträgern

Auf Basis der vielfältigen Anregungen aus dem Klimaschutz-Workshop und der Maßnahmen aus dem klima- und energiepolitischen Aktivitätenprogramm des eea wurde ein umfassender Maßnahmenkatalog erstellt und nach den sechs Handlungsfeldern des eea gegliedert. Dabei handelt es sich um die folgenden Punkte:

- 1. Entwicklung, Planung und Raumordnung,**
Entwicklung von Konzepten und Strategien, Leitplanungen z.B. im Verkehrsbereich und konkrete Maßnahmen z. B. die Baukontrolle und die Verpflichtung von Bauherren
- 2. kommunale Liegenschaften und Anlagen,**
alle Punkte rund um die Immobilien und Anlagen der Kommune und deren Betrieb, insbesondere Energie- und Wasserverbrauch
- 3. Ver- und Entsorgung,**
Versorgung mit Energie und Wasser, Abwasseraufbereitung und Abfallentsorgung
- 4. Mobilität,**
Mobilität der Verwaltung, ruhender Verkehr, nicht motorisierter Mobilität, motorisierter Individualverkehr, ÖPNV
- 5. interne Organisation,**
interne Strukturen und Prozesse, Finanzierung
- 6. Kommunikation und Kooperation**
Kooperation mit anderen Behörden, mit Wirtschaft, Gewerbe, Industrie sowie mit Bürgerinnen und Bürgern, Unterstützung privater Aktivitäten

Es kamen 72 Maßnahmen zusammen, die zunächst in Form einer aussagekräftigen Überschrift und einer Beschreibung in Stichworten dargestellt wurden. Dieser umfangreiche Katalog war Basis für einen Workshop mit dem Bürgermeister, den Abteilungsspitzen und dem Klimaschutzmanagement. In diesem Workshop, der am 30.04.2024 stattfand, wurde zunächst der Status Quo analysiert und aufgezeigt, welche Anforderungen sich aus den bestehenden Ratsbeschlüssen zur Klimaneutralität ergeben. Anschließend wurden die Maßnahmenvorschläge je Handlungsfeld vorgestellt und diskutiert. Dabei hat sich zum einen herausgestellt, dass manche Vorschläge, wie zum Beispiel ein steuerlicher Bonus oder Malus je nach Klimawirkung eines Gebäudes aus Gründen der bestehenden übergeordneten Gesetzgebung nicht realisierbar sind. In anderen Bereichen, wie etwa der Bauleitplanung oder den Tempo-30-Zonen gibt es bereits umfassende Festlegungen. Beim ÖPNV gab erst kürzlich Verbesserungen durch die Einführung von Schnellbuslinien. Förderkataloge mit eigenen Förderrichtlinien wie sie zum Beispiel durch die Stadt Konstanz aufgelegt wurden, sind für Markdorf zu aufwendig und auch finanziell nicht darstellbar. Insgesamt wurde festgelegt, dass die Maßnahmen vorrangig in den Katalog zur Einstiegsberatung aufzunehmen sind, die für eine strategische Weiterentwicklung unabdingbar sind oder eine möglichst direkte und konkret kontrollierbare Wirkung erzielen. Der umfassende Katalog wurde entsprechend konsolidiert. Das Ergebnis wird im Kapitel 6.3 beschrieben. Eine ausführliche Darstellung der Maßnahmen in Form von Maßnahmenblättern ist im Kapitel 11.1 des Anhangs zu finden.

6 Klimaschutzmaßnahmen

Die Stadt Markdorf realisiert bereits seit Jahren Klimaschutzprojekte. Vielfach konzentrieren diese sich auf den direkten Einflussbereich der Verwaltung, also im Wesentlichen auf die Liegenschaften und Anlagen. Durch die Einführung eines Klimaschutzmanagements und die deutliche Ausweitung des Stellenkontingents wurde darüberhinausgehend, die Möglichkeit geschaffen, auch Maßnahmen, welche nur dann eine Wirkung entfalten, wenn sich die angesprochenen Personengruppen durch Verhaltensänderung oder Projektumsetzungen beteiligen, in Angriff zu nehmen. In diesem Zusammenhang ist auch der Aufbau eines entsprechenden Managementsystems im Rahmen der eea-Teilnahme zu nennen. Aufgrund der Vielzahl und der sehr unterschiedlichen Ausprägung der bereits abgeschlossenen Maßnahmen werden diese im Kapitel 6.1 nur stichwortartig und ohne Anspruch auf Vollständigkeit gelistet. Das Kapitel 6.2 geht dann auf aktuell noch laufende Maßnahmen ein, die zum Teil erst im Verlauf des Beratungsprozesses angestoßen wurden¹⁶. Anmerkungen und Hinweise zum weiteren Vorgehen werden ebenso wie die Kurzfassung des über die im Kapitel 5 beschriebenen Veranstaltungen entwickelten Maßnahmenkatalogs im Kapitel 6.3 zusammengefasst. Eine ausführliche Beschreibung der Maßnahmen in Form einheitlicher Maßnahmenblätter wurde, um die Lesbarkeit des Dokuments zu erhalten, in einen Anhang (Kapitel 11.1) ausgelagert.

6.1 Bisherige Maßnahmen

- Erstellung eines Energie- und Klimapolitischen Leitbildes mit dem Ziel einer klimaneutralen Stadtverwaltung bis 2030 und einer klimaneutralen Stadt bis 2035
- Aufbau von PV-Anlagen zur Eigenversorgung städtischer Gebäude (Kiga Elisabeth, Kiga Storchennest, Grundschule Markdorf, Rathaus, Feuerwehr, Wasserwerk)
- Versorgung der Liegenschaften und Anlagen über Ökostrom
- Sanierung der Straßenbeleuchtung
- Sanierung städtischer Gebäude (z.B. Rathaus, Grundschule Markdorf)
- Umstellung der Heizanlagen von fossilen auf erneuerbare Brennstoffe (Feuerwehr, Kiga Hepach, Grundschule Markdorf)
- Solarkarawane: Beratung Markdorfer Bürger/innen und Unternehmen in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Bodenseekreis und dem Markdorfer Sonnennetzwerk
- Einführung des RegioBus 700 zwischen Konstanz und Ravensburg
- Kriterienkatalog und Festlegungen zur Nutzung geeigneter Flächen für PV-Freiflächenanlagen
- Ausbau Radverkehrsinfrastruktur

6.2 Aktuelle Maßnahmen

- Erstellung einer Wärmeplanung für die Stadt Markdorf
- Ausstattung weitere städtischer Gebäude mit PV-Anlagen
- Aufbereitung der Thematik von Windkraftanlagen am Gehrenberg

¹⁶ Da zwischen Maßnahmenbeschluss, Maßnahmenumsetzung und -fertigstellung immer ein gewisser Zeitraum liegt, ist die Abgrenzung zwischen Kapitel 6.1 und Kapitel 6.2 zeitlich fließend und zum Teil subjektiv, zumal es Maßnahmen gibt, die aufgrund geänderter Rahmenbedingungen oder unterschiedlicher Projektphasen verlängert oder neu angestoßen werden müssen.

- Erweiterung des ÖPNV-Stadtverkehrs mit dem Neukonzept 2024: Es wird ein verdichteter Takt eingeführt und es kommen 12 neue Haltestellen hinzu.
- Einführung der neuen Expresslinie X12 durch den Landkreis Bodenseekreis

6.3 Maßnahmenkatalog

Wie die in den vorstehenden Kapiteln gelisteten Maßnahmen belegen, ist die Stadt Markdorf bereits seit einiger Zeit dabei im Rahmen singulärer Projekte wichtige Schritte in Richtung Klimaschutz zu gehen und auf eine zukünftige Treibhausgasneutralität hinzuarbeiten. Die meisten Maßnahmen stehen dabei in direktem Zusammenhang mit den eigenen Handlungsoptionen. Wie die Treibhausgasbilanz der Abbildung 3-2 belegt, haben in Markdorf die Emissionen der privaten Haushalte sowie des Verkehrsbereichs hohe Anteile an den Gesamtemissionen. Auch die Emissionen aus der Stromnutzung im verarbeitenden Gewerbe sind markant. In all diesen Bereichen ist die Stadt auf eine Kooperation mit den einzelnen Akteuren angewiesen, wenn die Emissionen bis 2035 auf unter eine Tonne pro Einwohner sinken sollen. Erschwert wird das Vorhaben dadurch, dass sich die Potenziale zum Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung in Markdorf trotz der eher ländlichen Prägung in Grenzen halten. Vor diesem Hintergrund zielen viele Maßnahmen, die sich im Beratungsprozess als empfehlenswert herauskristallisiert haben, darauf ab, die Einbindung der einzelnen Akteure zu forcieren und die verfügbaren Potenziale für die erneuerbare Erzeugung möglichst umfassend zu erschließen. Hinzu kommen einige Vorschläge, die dazu dienen sollen, den verwaltungsinternen und auf die Liegenschaften bezogenen Maßnahmen einen Rahmen zu geben und dadurch die entsprechende Vorbildwirkung besser herauszustellen.

Da im Rahmen der bisherigen eea-Teilnahme die Maßnahmen des energiepolitischen Arbeitsprogramms in sechs Handlungsfelder gegliedert wurden, wurde diese Gliederung auch hier beibehalten. Die einzelnen Handlungsfelder wurden inklusive einer kurzen Beschreibung eingangs des Kapitels 5.2 angeführt. Die Tabelle 6-1 stellt eine Übersicht der einzelnen Maßnahmen dar. Hier sind lediglich die Überschriften gelistet. Die konkrete Beschreibung der jeweiligen Maßnahme ist in den gleich nummerierten Maßnahmenblätter des Anhangs 11.1 zusammen mit Randbedingungen und Empfehlungen zu finden. Die Reihenfolge der Maßnahmen in den einzelnen Handlungsbereichen entspricht im Wesentlichen den Prioritäten, die im Workshop der Entscheider festgelegt wurden.

Tabelle 6-1: Übersicht über den Maßnahmenkatalog für die Stadt Markdorf

1.	Entwicklung, Planung und Raumordnung
Nr.	Titel
1.1	Klimagerechte Bauleitplanung
1.2	Kommunale Wärmeplanung
1.3	Erstellung und Fortführung von Klimaschutzkonzept und Bilanzerstellung
2.	kommunale Liegenschaften und Anlagen
Nr.	Titel
2.1	CO ₂ -arme Versorgung der öffentlichen Liegenschaften und Anlagen
2.2	Erstellung von Sanierungsfahrplänen als Basis einer mittelfristigen Sanierungsplanung
2.3	Systematisches Energiecontrolling / Energiemanagement bei eigenen Liegenschaften und Anlagen
2.4	Ökologische Bewirtschaftung von öffentlichen Flächen
2.5	Beispielhafter Neubau
3.	Ver- und Entsorgung
Nr.	Titel
3.1	Bau von Wärmenetzen (aufbauend auf Wärmeplanung)
3.2	Ausbauinitiative Solaranlagen
3.3	Ausbauinitiative Freiflächen PV-Anlagen
3.4	Nutzung der Windkraftpotenziale
4.	Mobilität
Nr.	Titel
4.1	Verbrauchskontrolle und Umstellung der Antriebe von Fahrzeugen und Arbeitsgeräten
4.2	Radwege ausbauen und optimieren
4.3	Weiterentwicklung des Car-Sharing Angebots in Markdorf
4.4	Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge auf- und ausbauen
5.	interne Organisation
Nr.	Titel
5.1	Bereitstellung ausreichender Ressourcen für den Klimaschutz
5.2	Klimaneutrale Verwaltung nach den Vorgaben des Landes realisieren

5.3	Energieeffizienz und Klimawirkung als Beschaffungskriterien
6.	Kommunikation und Kooperation
Nr.	Titel
6.1	Beratungs- und Informationsveranstaltungen für private Haushalte und Hauseigentümer
6.2	Kommunale Öffentlichkeitsarbeit / Klimakommunikation
6.3	Energiesparprojekte im Bildungsbereich

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

Der Gemeinderat der Stadt Markdorf hat mit seinen Beschlüssen sehr herausfordernde Rahmenbedingungen gesetzt. Eine treibhausgasneutrale Verwaltung bis 2030 und ein treibhausgasneutrales Markdorf bis 2035 sind extrem ambitionierte Ziele. Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass sowohl das Gremium als auch private Initiativen eine hohe Erwartungshaltung gegenüber der Verwaltung haben. Dabei wurden in der Stadt Markdorf auch bisher schon bemerkenswerte Schritte in Sachen Klimaschutz unternommen. Zu nennen sind hier beispielsweise die Einrichtung eines Klimaschutzmanagements mit einem mittlerweile nennenswerten Stellenkontingent. Hinzu kommt die Teilnahme am eea mit einer erfolgreichen Zertifizierung sowie die Einführung eines Energiemanagements. Bei den eigenen Liegenschaften und Anlagen ist ebenfalls eine insgesamt positive Situation festzuhalten. So ist die Straßenbeleuchtung im Großen und Ganzen auf einem aktuellen Stand. Gleiches gilt auch für die Abwasserklärung. Bei den Gebäuden ist die Situation aufgrund kürzlich durchgeführter oder noch laufender Sanierungen dynamisch. Die berechenbaren Kennwerte zeichnen aber auch ein eher positives Bild. Hinzu kommt, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien in Form von Freiflächen-Fotovoltaik und Windkraft in Angriff genommen wurde und vom Gremium positiv begleitet wird.

Was bisher grundsätzlich fehlt, ist die konkrete Festlegung von Maßnahmenplänen, auf deren Basis die gesteckten Ziele erreichbar sein könnten sowie die Hinterlegung solcher Pläne mit ausreichend finanziellen wie personellen Ressourcen. Wie sich bereits im Beratungsprozess abgezeichnet hat, sind hinsichtlich der Wichtung von Prioritäten und Maßnahmenarten (z. B. Verbot oder Förderung) in Markdorf die gleichen unterschiedlichen Einschätzungen vertreten, wie sie im Parteienspektrum auf Bundesebene anzutreffen sind.

Vor diesem Hintergrund ist es nicht verwunderlich, dass im Maßnahmenworkshop, der im Rahmen der Erstberatung durchgeführt wurde, die Festlegung erfolgte, Maßnahmen mit hoher und direkt messbarer Wirkung zu priorisieren. Dies spiegelt sich auch in den einzelnen Maßnahmen des hier angeführten Kataloges wider. Insbesondere die Maßnahmen des Handlungsfeldes 3 zum Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung liefern belastbare und gut nachvollziehbare Zahlen und Zwischenergebnisse. Ähnliches gilt für das Gros der Maßnahmen aus den Bereichen 4 „Mobilität“ sowie 5 „interne Organisation“. Ergänzt werden diese Maßnahmen durch Punkte, die Grundlagen für die weitere Arbeit liefern. Zu nennen sind hier die Sanierungsfahrpläne für die öffentlichen Liegenschaften sowie die Wärmeplanung für die Kommune mit allen Teilorten.

Auf Basis der Sanierungsfahrpläne für die Einzelgebäude kann eine Sanierungsplanung entwickelt werden. Zusammen mit den Festlegungen zu den erforderlichen finanziellen sowie personellen Ressourcen entsteht dann ein Handlungsfahrplan, der auch klar macht, inwieweit die Anforderungen aus dem Programm „Treibhausgasneutrale Verwaltung“ wie zum Beispiel die Halbierung der Verbrauchswerte bis ins Jahr 2030 erfüllt werden können.

Die laufende Wärmeplanung wird in erster Linie aufzeigen in welcher Form eine treibhausgasneutrale Versorgung mit Heizwärme möglich ist. Die passenden Lösungen können sich dabei von Teilort zu Teilort aber auch in den einzelnen Quartieren der Kernstadt unterscheiden. Je nachdem ob Einzelanlagen oder Wärmenetze als probater Lösungsweg gelten, müssen dann die Maßnahmenschwerpunkte gesetzt werden. Dort wo Netze eine vernünftige Lösung darstellen, müssen diese auch realisiert werden. Dort wo Einzelanlagen Vorrang haben sollen, sind die Hausbesitzer intensiv zu beraten und zu motivieren.

Ergänzt wird das Maßnahmenpaket durch einige wenige Maßnahmen aus dem Bereich 6 „Kommunikation und Kooperation“. Diese Maßnahmen haben den Nachteil, dass sie immer nur sehr indirekt wirken und daher Erfolg und Wirkung nur schlecht messbar sind. Angesichts der Tatsache, dass große Teile der Gesamtemissionen den privaten Haushalten zugeordnet werden können, ist es aber unerlässlich, ein Klima pro Klimaschutz zu schaffen, das möglichst von allen Einwohnerinnen und Einwohnern mitgetragen wird. Insofern kommt dem Maßnahmenbereich eine besondere Bedeutung zu und es ist sicher erforderlich, mehr Projekte in diesem Handlungsfeld anzustoßen und kreativ weiterzuentwickeln.

Insgesamt zeigen die geführten Gespräche, die bereits erfolgten Entwicklungen und die aktuellen Planungen, dass die Stadt Markdorf im Rahmen ihrer Möglichkeiten intensiv dabei mithelfen wird, dass die Zielvorstellungen von Bund und Land Stück für Stück Realität werden. Richtschnur dabei bleibt das 1,5°-Ziel des Pariser Abkommens.

Die im Folgenden gemachten Anmerkungen leiten sich sehr stark aus den persönlichen Einschätzungen des Autors und den sicher nur oberflächlichen Kontakten mit unterschiedlichen Akteuren während der Beratungsphase ab. Es muss daher betont werden, dass diese sich durchaus erheblich von der Einschätzung der Verwaltung und anderer Akteure unterscheiden können.

Im Grunde sind die ambitionierten und klar definierten Zielsetzungen, die der Gemeinderat durch seine Beschlüsse festgelegt hat, zu begrüßen. Allerdings sind diese im vorliegenden Fall so gestaltet, dass zu befürchten ist, dass die Zielvorstellungen bei den Personen, die sie in die Tat umsetzen sollen, nicht motivierend, sondern frustrierend wirken. Beispielsweise ist bei einer genauen Ausarbeitung des Mittelbedarfs und der personellen Ressourcen, die allein die Umsetzung des Programms „Klimaneutrale Kommunalverwaltung“ erfordert, mit ziemlicher Sicherheit festzustellen, dass die Realisierung bis zum Jahr 2030 kaum gelingen wird. Vor diesem Hintergrund sind zwar die immer intensiveren Forderungen an die Stadtverwaltung nach einem schnelleren und effektiveren Handeln verständlich, genauso verständlich ist aber auch, dass die Verwaltung angesichts der tatsächlichen Situation eine eher zurückhaltende Haltung einnimmt, die nach außen dann als „nicht Wollen“ oder als Verzögerung aufgefasst wird.

Auf der anderen Seite gibt es in Markdorf ein hohes privates Engagement. In diesem Rahmen werden Ideen entwickelt und zum Teil auch in die Tat umgesetzt. Dass diese Ideen aus einer sehr spezifischen Sicht heraus entstehen und einer Umsetzung sowohl rechtliche als auch gesellschaftliche Aspekte entgegenstehen und auch die Umsetzung eine gewisse Zeit benötigt, wird dann schnell verkannt. Damit ergibt es sich fast von selbst, dass diesbezügliche Anforderungen an die Verwaltung nicht zur Zufriedenheit der Ideengeber aufgenommen und bearbeitet werden können.

Vor diesem Hintergrund ist ein offener Dialog aller Beteiligten mit dem Ziel, ein gemeinsames Verständnis von den Handlungsmöglichkeiten und Erwartungen des jeweils anderen zu entwickeln, sehr zu empfehlen. Im Grunde sind die Ziele durch die internationalen Verpflichtungen für alle festgelegt. Ein gemeinsamer Fokus auf das in Markdorf Mögliche und ein koordiniertes und sich ergänzendes Vorgehen würde sicher einen deutlichen Schub für die Klimaschutzbemühungen der Stadt Markdorf mit sich bringen.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, „Wochenbericht 47,“ DIW Leserservice, Berlin, 2012.
- [2] S. Radke, „Verkehr in Zahlen,“ ab 2014 bis 2021 (mehrere Jahrgänge). [Online]. Available: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/verkehr-in-zahlen-2021-2022-pdf.pdf?__blob=publicationFile. [Zugriff am 30.06.2022].
- [3] ages GmbH, „Verbrauchskennwerte 2005,“ http://ages-gmbh.de/images/downloads_von_der_homepage/kennwerte/kw2005_inhalt_und_methode.pdf, Münster, 2007.
- [4] ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, „ifeu,“ [Online]. Available: http://www.ifeu.de/energie/pdf/Bilanzierungsmethodik_IFEU_April_2014.pdf. [Zugriff am 2015.01.09].
- [5] Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH (Difu), „Klimaschutz in Kommunen,“ [Online]. Available: <https://leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/>. [Zugriff am 2020.11.17].
- [6] H. H. Eva Rechsteiner, „Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Württemberg,“ ifeu, Heidelberg, 2023.
- [7] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), „Energieeffizienz in Zahlen,“ 2018. [Online]. Available: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2018.html>. [Zugriff am 2020.09.16].
- [8] Arbeitsgemeinschaft der Energieeffizienz-Netzwerke Deutschland AGEEN, „Die Netzwerkidee,“ [Online]. Available: <https://www.ageen.org/index.php/die-netzwerkidee-de>. [Zugriff am 2020.09.16].
- [9] Stiftung Denkfabrik Klimaneutralität, „Stiftung-Klima.de,“ publicgarden GmbH, Berlin, [Online]. Available: <https://www.stiftung-klima.de/de/themen/klimaneutralitaet/>. [Zugriff am 2024.03.04].
- [10] ifeu, Fraunhofer, Öko-Institut, Hamburg Institut, ZSW, „www.zws-bw.de,“ [Online]. Available: https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Pressemitteilungen/2022/220624_Teilbericht_Sektorziele_BW.pdf. [Zugriff am 2022.09.05].
- [11] H. W. Marion Schulz, Die neue Heizung, Staufen bei Freiburg: Ökobuschverlag, 2013.
- [12] Geothermiezentrum Bochum, „Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes,“ 03.2010. [Online]. Available: http://www.geothermiezentrum.de/fileadmin/media/geothermiezentrum/Projekte/WP-Studie/Abschlussbericht_WP-Marktstudie_Mar2010.pdf. [Zugriff am 2012.11.13].

- [13] Stiftung Unternehmen Wald, „Wald.de,“ Rüdiger Kruse, [Online]. Available: <https://www.wald.de/rohstoff-holz/>. [Zugriff am 17 11 2020].
- [14] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, „Waldstrategie 2020,“ Referat 533, [Online]. Available: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Wald/waldstrategie-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4. [Zugriff am 13 11 2020].
- [15] H. Klimaschutz, „Handbuch-Klimaschutz Anlage 20,“ 03 09 2020. [Online]. Available: https://handbuch-klimaschutz.de/assets/pdf/Anlage-20_Flaechenbedarf-Photovoltaik.pdf. [Zugriff am 27 07 2023].
- [16] D. A. Hartmann, „Wie viel Fläche wird für Biogas benötigt?,“ Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, Fellbach, 2008.
- [17] FNR, „Der volle Durchblick in Sachen Energiepflanzen,“ [Online]. Available: http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_433-aee_fnr_durchblick_energiepflanzen_mai11_online.pdf. [Zugriff am 09 02 2016].
- [18] K.-M. Hentschel, Handbuch Klimaschutz, München: oekom verlag, 2020.
- [19] IWU, „Institut Wohnen und Umwelt,“ [Online]. Available: <https://www.iwu.de/fileadmin/tools/gradtagzahlen/Gradtagzahlen-Deutschland.xlsx>. [Zugriff am 17 11 2020].
- [20] DWA Landesverband Baden-Württemberg, „www.dwa-bw.de,“ [Online]. Available: https://www.dwa-bw.de/files/_media/content/PDFs/LV_Baden-Wuerttemberg/Homepage/BW-Dokumente/Homepage%202013/Nachbarschaften/LV%202022_Bericht_Teil%201%20und%202%20final.pdf. [Zugriff am 29 06 2022].
- [21] ages GmbH, „Modal- und Richtwerte nutzungsspezifischer Energieverbräuche, Nutzungsarten nach VDI 3807“.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Stadt Markdorf – geografische Lage (Wikipedia).....	2
Abbildung 2-2:	Anteil der Personen in den einzelnen Altersklassen, Markdorf im Vergleich zum Bodenseekreis und zum Land Baden-Württemberg (Altersgruppen: Zensus, Zahlen Fortschreibung statistisches Landesamt).....	4
Abbildung 2-3:	Anteil der Wohnungen in den einzelnen Größenklassen, Markdorf im Vergleich zu Land und Kreis (Zensus 2022).....	6
Abbildung 2-4:	Anteile der Baualtersklassen (Jahrzehnte) in Markdorf (Zensus 2022).....	7
Abbildung 2-5:	Anteil der Gebäude in den einzelnen Baualtersklassen, Markdorf im Vergleich zu Land und Kreis (Zensus 2022).....	8
Abbildung 2-6:	Installierte Leistung und jährlicher Zubau der Photovoltaikanlagen in Markdorf (Jahr 2024 nur bis Ende Juli; Quelle: Marktstammdatenregister).....	13
Abbildung 2-7:	Installierte Fläche und jährlicher Zubau der über das BaFa geförderten Solarthermieflächen (Stand Q1 2022; Quelle: Solaratlas).....	15
Abbildung 2-8:	Entwicklung des Stromverbrauchs für die Straßenbeleuchtung.....	16
Abbildung 2-9:	Aufteilung des Stromverbrauchs im Jahr 2023 auf die im Energiebericht erfassten Gebäude.....	17
Abbildung 2-10:	Aufteilung des witterungskorrigierten Heizwärmeverbrauchs im Jahr 2023 auf die einzelnen Gebäudegruppen.....	18
Abbildung 2-11:	Aufteilung des Wasserverbrauchs im Jahr 2023 auf die einzelnen Gebäudegruppen.....	19
Abbildung 2-12:	Stromkennwerte der unterschiedlichen Gebäude für 2023 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte.....	20
Abbildung 2-13:	Heizwärme; witterungskorrigierte Kennwerte der untersuchten Gebäude für 2023 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte.....	21
Abbildung 2-14:	Wasserverbrauch; Kennwerte der untersuchten Gebäude für 2023 in Bezug auf die Ziel- und Grenzwerte.....	22
Abbildung 2-15:	Kenn-(Position) und Verbrauchswerte (Blasengröße) der Liegenschaften der Stadt Markdorf (Zahlenangabe: Summe Strom und Wärme in Kilowattstunden).....	23
Abbildung 3-1:	Endenergiebilanz nach Verbrauchssektoren in Markdorf, 2021.....	29
Abbildung 3-2:	Treibhausgas-Emissionen nach Verbrauchssektoren in Markdorf, 2021.....	31
Abbildung 3-3:	Indikatorenset für Markdorf im Jahr 2021 (Quelle: BiCO ₂ BW).....	34
Abbildung 3-4:	Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2021 nach Verbrauchssektoren auf Basis des regionalen Strommixes.....	34
Abbildung 3-5:	Nach dem Verursacherprinzip ermittelte Emissionen aus dem Verkehrsbereich für das Jahr 2021.....	35
Abbildung 3-6:	Treibhausgasbilanz 2021 für Markdorf bei Berücksichtigung der verursacherbezogenen Verkehrsemissionen.....	36
Abbildung 3-7:	Treibhausgasbilanz der Verwaltung im Jahr 2023; Emissionssumme: 1.388 t.....	37
Abbildung 4-1:	grafische Darstellung von Verteilung und Einsparpotenzialen beim Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften.....	44
Abbildung 4-2:	grafische Darstellung von Verteilung und Einsparpotenzialen der kommunalen Liegenschaften für den Heizwärmebedarf.....	44

Abbildung 4-3:	mögliche Absenkpfade der Treibhausgasemissionen in Markdorf für eine Zielerreichung im Jahr 2035.	46
Abbildung 4-4:	Geothermische Effizienz und Einschränkungen der Nutzung durch den Grundwasserschutz (Quelle: LGRB)	50
Abbildung 4-5:	Dachflächenpotenziale und Ausbaustatus im Bereich Photovoltaik (Energieatlas BW)	52
Abbildung 4-6:	Im Energieatlas BW ausgewiesene PV-Freiflächen Potenziale	53
Abbildung 4-7:	Bilanz und Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung in Markdorf in Bezug auf den aktuellen Stromverbrauch.	56
Abbildung 4-8:	Gegenüberstellung von Erzeugungsmöglichkeiten und Bedarf in Markdorf für verschiedene Ausprägungen einer klimaneutralen Energiebereitstellung.	57
Abbildung 4-9:	Gegenüberstellung der Erzeugungsmöglichkeiten und der Bedarfe bei unterschiedlich ausgeprägten klimaneutralen Versorgungssystemen.	58
Abbildung 4-10:	jährlicher Primärenergieverbrauch in Deutschland; aktuell und klimaneutral bei verschieden ausgeprägten Versorgungssystemen.	59
Abbildung 4-11:	Gegenüberstellung des nach der Fläche und nach der Einwohnerzahl aufgeteilten nationalen Bedarfs und der Erzeugungsmöglichkeiten über PV-Dach-, PV-Freiflächen sowie Windkraft- und Biomasseanlagen.	60
Abbildung 5-1:	Plakate der Check-In-Phase mit den entsprechenden Abfrageergebnissen.	63
Abbildung 5-2:	Leitfrage 1: was kann jede und jeder Einzelne zur CO ₂ -Reduktion beitragen?	64
Abbildung 5-3:	Leitfrage 2: Wie kann die Stadt Markdorf Sie bei der CO ₂ -Reduktion unterstützen?	66
Abbildung 5-4:	Leitfrage 3: Was kann die Stadt Markdorf zur CO ₂ -Reduktion tun?	68

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Stadt Markdorf – Gebäudebestand und Anzahl der Wohnungen und Wohngebäude (Datenbasis: statistische Landesamt, Stand 31.12.2023).....	5
Tabelle 2-2:	Fahrleistungen innerhalb der Stadt Markdorf im Jahr 2021 (StaLa BiCO ₂ BW Grunddatensatz).....	11
Tabelle 2-3:	Zulassungszahlen in Markdorf nach Fahrzeugkategorien für die Jahre 2011 bis 2023	11
Tabelle 2-4:	Fahrleistungen der in Markdorf zugelassenen Fahrzeugen in Mio. km	12
Tabelle 2-5:	Klimafaktoren zur Witterungskorrektur in Markdorf (Bezugsort Würzburg)	19
Tabelle 3-1:	Bewertung der Datengüte in Prozent	28
Tabelle 3-2:	Endenergiebilanz für Markdorf 2021 in Tabellenform (Angaben in MWh)	29
Tabelle 3-3:	Verbrauchanteile für Strom und Wärme in den einzelnen Sektoren	30
Tabelle 3-4:	Treibhausgasbilanz 2021 für Markdorf in Tabellenform.....	31
Tabelle 3-5:	Verbrauchanteile für Strom und Wärme in den einzelnen Sektoren	32
Tabelle 3-6:	Kennwerte für Markdorf und Baden-Württemberg nach BiCO ₂ BW	33
Tabelle 4-1:	Spezifische Verbrauchswerte und Einsparoptionen beim Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften, 2023	42
Tabelle 4-2:	Spezifische Verbrauchswerte und Einsparoptionen beim Heizwärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften, 2023	43
Tabelle 4-3:	regenerativer Strombedarf bei verschiedenen Bedarfswerten und Versorgungssystemen (Annahmen siehe Text).....	48
Tabelle 6-1:	Übersicht über den Maßnahmenkatalog für die Stadt Markdorf	73
Tabelle 11-1:	Energieinhalt ausgewählter (Brenn)Stoffe	123
Tabelle 11-2:	Potenzen und Vorsatzzeichen, die bei Energieverbrauch und -erzeugung häufig anzutreffen sind	123
Tabelle 11-3:	Umrechnungsfaktoren für verschiedene Energieeinheiten.....	123
Tabelle 11-4:	Werte der Heizgrenztemperatur für verschiedene Bauausführungen	124
Tabelle 11-5:	Bildung von Heizgradtagen und Gradtagzahlen in einem Beispielmonat.....	125
Tabelle 11-6:	Entwicklung der monatlichen Heizgradtage und Gradtagzahlen über ein Jahr....	126
Tabelle 11-7:	Heizgradtage als Beispiel für die Aufteilung von Verbrauchsmengen	126
Tabelle 11-8:	Gradtagzahlen und Klimafaktoren als Beispiel.....	128

11 Anhang

11.1 Maßnahmenkatalog

Der Maßnahmenkatalog wurde im Verlaufe des Beratungsprozesses aus den Anregungen der Auftaktveranstaltung und anhand der Diskussionen im Workshop der Entscheidungsträger so zusammengestellt, dass hinsichtlich der Randbedingungen, welche für die entwickelten Szenarien erforderlich sind, eine möglichst optimale Wirkung erwartet wird. Hervorzuheben sind die erforderlichen Aktivitäten – vor allem Einsparmaßnahmen und Umstellungen – bei den einzelnen Akteuren außerhalb der Stadtverwaltung sowie der Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung in Markdorf.

Zum Teil werden in den Maßnahmenblättern unterschiedliche Ausprägungen für eine Maßnahme skizziert. Meist verstehen sich diese Punkte als Optionen, die sich inhaltlich nicht gegenseitig ausschließen. In diesen Fällen ist zunächst darüber zu entscheiden, welche Option für eine erste Maßnahmendurchführung gewählt wird. Unabhängig davon, welche Option ausgesucht wird, unterliegt die Maßnahmen durchführung sowie die Reihenfolge der Maßnahmenumsetzung dem Entscheidungsvorbehalt des Rates.

Einzige Ausnahme ist die Maßnahme 2.2 „Erstellung von Sanierungsfahrplänen“ diese wurde in der Ratssitzung am 15.10.2024 als prioritär eingestuft und eine Umsetzung für die von der Verwaltung vorgeschlagenen Gebäude im Rahmen der Fördervorgaben für die „Einstiegsberatung Klimaschutz“ beschlossen.

11.1.1 Übersicht der Maßnahmenvorschläge

Nr.	Adressat / Titel
1	Entwicklung, Planung und Raumordnung
1.1	Klimagerechte Bauleitplanung
1.2	Kommunale Wärmeplanung
1.3	Erstellung und Fortführung von Klimaschutzkonzept und Bilanzerstellung
2	kommunale Liegenschaften und Anlagen
2.1	CO ₂ -arme Versorgung der öffentlichen Liegenschaften und Anlagen
2.2	Erstellung von Sanierungsfahrplänen als Basis einer mittelfristigen Sanierungsplanung
2.3	Systematisches Energiecontrolling / Energiemanagement bei eigenen Liegenschaften und Anlagen
2.4	Ökologische Bewirtschaftung von öffentlichen Flächen
2.5	Beispielhafter Neubau
3	Ver- und Entsorgung
3.1	Bau von Wärmenetzen (aufbauend auf Wärmeplanung)

3.2 Ausbauintiative Solaranlagen

3.3 Ausbauintiative Freiflächen PV-Anlagen

3.4 Nutzung der Windkraftpotenziale

4 Mobilität

4.1 Verbrauchskontrolle und Umstellung der Antriebe von Fahrzeugen und Arbeitsgeräten

4.2 Radwege ausbauen und optimieren

4.3 Weiterentwicklung des Car-Sharing Angebots in Markdorf

4.4 Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge auf- und ausbauen

5 interne Organisation

5.1 Bereitstellung ausreichender Ressourcen für den Klimaschutz

5.2 Klimaneutrale Verwaltung nach den Vorgaben des Landes realisieren

5.3 Energieeffizienz und Klimawirkung als Beschaffungskriterien

6 Kommunikation und Kooperation

6.1 Beratungs- und Informationsveranstaltungen für private Haushalte und Hauseigentümer

6.2 Kommunale Öffentlichkeitsarbeit / Klimakommunikation

6.3 Energiesparprojekte im Bildungsbereich

11.1.2 Entwicklung, Planung und Raumordnung

Maßnahmenbereich 1: Entwicklung, Planung und Raumordnung		Laufende Nummer: 1.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Klimagerechte Bauleitplanung	
Ziel	Im Rahmen der Bauleitplanung haben die Belange des Klimaschutzes Vorrang oder zumindest eine hohe Priorität.	
Zielgruppe	Bauherren, Erschließungsträger	
Kurzbeschreibung	Bei der Entwicklung von Baugebieten wird dem Klimaschutz eine möglichst hohe Priorität zugewiesen. Typische Themen sind: • Vermeidung einer Bebauung von Nordhängen (keine passive Solarnutzung möglich) • Vermeidung einer Bebauung von Kaltluftsammel- und Kaltluftstaugebieten • Vermeidung einer mehrgeschossigen Bebauung an oben genannten Zonen Schaffung der Voraussetzung einer solaren Nutzung am Gebäude durch z.B. • Festsetzung der Gebäudelängsachsen Ost-West (Grundlage für bestmögliche Besonnung) • Festsetzung von gestaffelten Gebäudehöhen • Festsetzen von entsprechenden Gebäudeabständen Hinzu kommen möglichst klimaneutrale (Heiz)Lösungen, die z. B. im Rahmen der Wärmeplanung entwickelt wurden.	
Ausgangssituation	Als vorbereitende Angebotsplanung ist die verbindliche Bauleitplanung ggf. bestrebt, vorhandenes Bauland bestmöglich im Sinne einer dichten Wohnbauentwicklung zu verwerten. Die Integration klimagerechter Belange war in der Vergangenheit nicht zwangsläufig in der Ausprägung gefordert, wie sie gegenwärtig vorgenommen werden kann.	
Handlungsschritte/Umsetzungsschritte	• Beschlussvorlage erstellen und verabschieden • Berücksichtigung bei Neuplanungen und Überarbeitungen in den Vordergrund stellen	
mögliche Hemmnisse	Bei Erschließungen sind nicht die maximalen Gewinne zu erzielen. Interessierte werden ggf. durch Vorgaben abgeschreckt.	
Ressourcen	Finanziell: keine Personalaufwand: ca. 10 bis 20 Tage Recherchen und Erstellung der Vorlage	
Bearbeitungszeitraum	Maximal 6 Monate	
Verantwortliche	Verwaltung	

Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Die Kriterien werden zum Teil bereits in Anwendung gebracht. Es gibt hierzu aber keine offiziellen Festlegungen. Um dem Flächenverbrauch entgegenzuwirken, ist eine Verdichtung der bestehenden Bebauung gegenüber der Ausweisung neuer Baugebiete zu bevorzugen. Über die Ausrichtung der Gebäudeachsen hinaus gibt es noch viele weitere Aspekte einer klimagerechten Bauleitplanung (siehe z. B. https://re-abw.de/wp-content/uploads/2020/10/200924-Leitfaden-klimagerechte-Bauleitplanung.pdf)	
Controlling	Indikatorwert 1. Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudebestand 2. Emissionen und Energiemix	Zyklus Bei konkreten Projekten im Rahmen des Projektablaufs. Mit der Energie- und Treibhausgasbilanz

Maßnahmenbereich 1: Entwicklung, Planung und Raumordnung		Laufende Nummer: 1.2
Bezeichnung der Maßnahme:	Kommunale Wärmeplanung	
Ziel	Im Rahmen einer kommunalen Wärmeplanung werden die Grundlagen für eine möglichst klimaneutrale Wärmeversorgung der Stadt Markdorf erarbeitet.	
Zielgruppe	Verwaltung, Haus- und Wohnungsbesitzer	
Kurzbeschreibung	Obwohl die Erstellung einer kommunalen Wärmeplanung für Kommunen in der Größe Markdorfs (noch) nicht verpflichtend ist, wird ein solches Konzept erstellt. Es umfasst zumindest zwei Zielrichtungen. Zum einen wird erarbeitet, wo eine Versorgung über Nahwärmenetze sinnvoll ist und wo eher eine Einzelversorgung in Frage kommt. Zum anderen werden die Potenziale erhoben und möglichst konkretisiert. Hierzu zählen neben den allgemeinen Potenzialen zur Erzeugung erneuerbarer Energien in Form von Photovoltaik, Wind, Biomasse und Wasser auch die vorhandene Abwärme im Umfeld von verarbeitenden Betrieben und Kläranlagen oder auch die Nutzung von Umweltwärme (Luft, Boden, Wasser) generell. Mitgedacht werden sollten auch bisher eher unkonventionelle Lösungen, wie kalte Nahwärmenetze (als Basis einer effizienten Wärmepumpennutzung) oder Wärmenetze, die ausschließlich auf eine solarthermische Erzeugung setzen (100 % solar).	
Ausgangssituation	Aktuell kommen zur Beheizung von Räumlichkeiten fast ausschließlich Einzelanlagen zum Einsatz. Sollen diese klimaneutral werden, so ist dies bei hoher Effizienz fast nur über Wärmepumpen möglich, deren Einsatz aber in der Regel an eine ausreichend sanierte Gebäudehülle und an eine geeignete Wärmeverteilung gekoppelt ist. Durch gemeinschaftliche Versorgungen auf Basis von Wärmenetzen erschließen sich weitere Möglichkeiten, wie zum Beispiel die solare Erzeugung in Kombination mit saisonalen Speichern oder auch die Nutzung industrieller Abwärme.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	1. Festlegen der Vorgehensweise (allein oder im Konvoi) 2. Antragstellung 3. Ausschreibung der Leistungen 4. Erarbeitung der Wärmeplanung 5. Einleitung erster Umsetzungsschritte	
mögliche Hemmnisse	Bedenken in Bezug auf die Umsetzbarkeit insbesondere, da Einzelheizungen bisher das Übliche sind und eine Versorgung über Netze z.T. erst einmal auf Ablehnung stößt.	
Ressourcen	Finanziell: Eigenanteile für die Projektdurchführung (ca. 7.500 €) Personalaufwand je nach Ausführung: Bei Einzelantrag ca. 20 Tage (Recherchen, Antrag, Projektbegleitung, Öffentlichkeitsarbeit, Vorbereitung der Beratungen und Beschluss)	
Bearbeitungszeitraum	ca. 1 Jahr	
Verantwortliche	Gemeinderat, Verwaltung	

Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Das Land Baden-Württemberg hat die freiwillige Erstellung einer Wärmeplanung mit einem Zuschuss in Höhe von 80 % der förderfähigen Kosten gefördert. Für Kommunen mit über 10.000 Einwohnern lag der Höchstbetrag bei 60.000 €. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/5_Energie/Beratung_und_Information/210915-VwV-Forderrichtlinie-kommunale-Waermeplanung.pdf Aufgrund der Vorgaben durch die Gesetzgebung des Bundes (Wärmeplanungsgesetz WPG) müssen alle Kommunen einen Wärmeplan erstellen. Bei Kommunen mit weniger als 100.000 Einwohnern bis zum 30.06.2028. Da hiermit eine Verpflichtung vorliegt, ist eine Förderung nach der Anpassung des Landesrechtes Anfang 2025 nicht mehr möglich. Die Finanzierung der Wärmepläne soll dann mit sogenannten Konnexitätszahlungen erfolgen.	
Controlling	Indikatorwert 1. Antragstellung ist erfolgt. 2. Wärmeplanung ist beauftragt 3. Wärmeplanung liegt vor 4. Umsetzung in die Wege geleitet	Zyklus Es ist angesichts der sich schnell ändernden Randbedingungen schwierig einen festen Zyklus vorzugeben. Nach Abschluss der Wärmplanung sollte eine etwa jährliche Wiedervorlage zur Berichterstattung über den Umsetzungsstand erfolgen.

Maßnahmenbereich 1: Entwicklung, Planung und Raumordnung		Laufende Nummer: 1.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Erstellung und Fortführung von Klimaschutzkonzept und Bilanzerstellung	
Ziel	Die bisher eher einzelnen Maßnahmen zum Klimaschutz werden in einen Kontext gestellt und ihre Wirkung kontrolliert.	
Zielgruppe	Verwaltung, Rat, Bürgerinnen und Bürger	
Kurzbeschreibung	Die durchgeführte Einstiegsberatung wird als Basis genutzt und der Beratungsbericht zum Klimaschutzkonzept ausgebaut. Der entwickelte Maßnahmenplan wird kontinuierlich validiert und angepasst. Eine regelmäßig erstellte Energie- und Treibhausgasbilanz gibt Auskunft über die erzielte Wirkung.	
Ausgangssituation	Der hier erstellte Maßnahmenkatalog ist Bestandteil des Berichts zum Projekt Einstiegsberatung. Dieser Bericht soll als Basis für die Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzepts dienen. Hierzu sind einzelne Kapitel detaillierter auszuarbeiten sowie nicht enthaltene Abschnitte zu ergänzen.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	1. Fertigstellung und Verabschiedung des Berichts zur Einstiegsberatung 2. Detaillierung einzelner Kapitel (z.B. Szenarien) 3. Ergänzende Konzepte (Öffentlichkeitsarbeit und Controlling) 4. Erweiterung des Maßnahmenkatalogs	
mögliche Hemmnisse	Es handelt sich nur um ein weiteres Papier	
Ressourcen	Finanziell: ca. 10 Tage durch externen Dienstleister Personalaufwand: 5 bis 10 Tage für die Beschaffung erforderlicher Daten sowie Unterstützungsleistungen	
Bearbeitungszeitraum	3 bis 6 Monate	
Verantwortliche	Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Mit der Erstellung des Konzepts liegt lediglich ein Handlungsrahmen vor, der sich zudem nur an der aktuellen Situation orientieren kann. Die Umsetzung der Maßnahmen sowie die Validierung und kontinuierliche Anpassung des Maßnahmenkatalogs müssen dann integraler Bestandteil des Klimaschutzmanagements werden. Nach den vorliegenden Ratsbeschlüssen soll eine Berichterstattung alle 2 Jahre und eine Aktualisierung der Energie- und Treibhausgasbilanzen alle 4 Jahre erfolgen. Es ist zu prüfen inwieweit dieser Zyklus im Hinblick auf die im energiepolitischen Leitbild vorgesehenen Zieljahre ausreichen.	
Controlling	Indikatorwert 1. Der Beratungsbericht wurde gebilligt. 2. Die ergänzenden Arbeiten liegen in Konzeptform vor.	Zyklus Klimaschutzbericht mindestens alle 2 Jahre Bilanzen mindestens alle 4 Jahre

11.1.3 kommunale Liegenschaften und Anlagen

Maßnahmenbereich 1: kommunale Liegenschaften und Anlagen		Laufende Nummer: 2.1
Bezeichnung der Maßnahme:	CO ₂ -arme Versorgung der öffentlichen Liegenschaften und Anlagen	
Ziel	Eine möglichst treibhausgasneutrale Versorgung der öffentlichen Liegenschaften und Anlagen mit Strom und Wärme	
Zielgruppe	Kommunale Verwaltung und Rat	
Kurzbeschreibung	Die Versorgung der öffentlichen Liegenschaften und Anlagen erfolgt über regenerative Energieträger, die möglichst lokal implementiert sind. Das Vorgehen orientiert sich an den Vorgaben zur klimaneutralen Verwaltung seitens des Landes (siehe Maßnahme 5.2).	
Ausgangssituation	Die Stadt bezieht für alle Liegenschaften und Anlagen ein Ökostromprodukt. Feuerwehr, Grundschule sowie Kindergarten und Vereinsheim in Hepach werden mit Holz beheizt. In den Kindergärten Storchennest, St. Martin und im sanierten Rathaus kommen Wärmepumpen zum Einsatz. Auf den Kindergärten Storchennest und St. Elisabeth, dem Rathaus, der Feuerwehr, der Grundschule Markdorf und dem Wasserwerk sind PV-Anlagen installiert.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	1. Konzept (Festlegungen) zur Ausstattung der Gebäude mit PV-Anlagen 2. Konzept (Festlegungen) zur Umstellung der Heizanlagen auf regenerative Energiequellen Dies steht in direktem Zusammenhang mit der Maßnahme 2.2 (Sanierungsfahrpläne) sowie der Maßnahme 1.2 Wärmeplanung) 3. Nachweis von Verbrauchswerten und den regenerativen Anteilen über den Energiebericht	
mögliche Hemmnisse	Kosten bei der Realisierung der Anlagen, ggf. auch der Sanierung insgesamt. Da Abhängigkeiten zu weiteren Maßnahmen vorliegen, steigt die Komplexität und es kann Verzögerungen kommen.	
Ressourcen	Finanziell: Berechnung nur projektspezifisch möglich Personalaufwand: Vorbereitungen und Planungsleistungen je Projekt	
Bearbeitungszeitraum	Mehrere Jahre, bis zum Zieljahr	
Verantwortliche	Verwaltung, Gemeinderat	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Die Vorgaben seitens des Landes sind unter Maßnahme 5.2 angeführt. Auch wenn der Bezug von Ökostrom demnach nicht in die Bilanz eingeht, stellt er aktuell ein probates Mittel dar, um die Emissionen zu senken und die Energiewende zu befördern.	
Controlling	Indikatorwert 1. Es liegt eine mittelfristige Planung vor.	Zyklus

	2. Die Haushaltsmittel werden im Rahmen der vorgelegten Planung bereitgestellt. 3. Die Umsetzung der Maßnahmen wurde gestartet 4. Verbrauchs und Emissionswerte	Jährliche Berichterstattung über durchgeführte Maßnahmen und deren Wirkung (Energiebericht) Energie- und Treibhausgasbilanz für die Verwaltung mindestens alle 2 Jahre
--	--	--

Maßnahmenbereich 2: kommunale Liegenschaften und Anlagen		Laufende Nummer: 2.2
Bezeichnung der Maßnahme:	Erstellung von Sanierungsfahrplänen als Basis einer mittelfristigen Sanierungsplanung	
Ziel	Es gibt für alle (wesentlichen) Gebäude Sanierungsfahrpläne	
Zielgruppe	Gebäudemanagement und Gemeinderat	
Kurzbeschreibung	Es ist bekannt, wie zumindest die wesentlichen Gebäude zu sanieren sind, um die Anforderungen eine klimaneutrale Verwaltung zu erfüllen.	
Ausgangssituation	Bei einigen Gebäuden wurden bereits Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Es gibt aktuell aber keine mittelfristige Planung und konkrete Sanierungsfahrpläne sind nicht vorhanden.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Festlegung der Prioritäten (z. B. über Kennwerte und Verbrauch aus dem Energiemanagement) • Beschluss zur Erstellung der Sanierungsfahrpläne für die entsprechenden Gebäude • Vergabe der entsprechenden Aufträge • Diskussion der Ergebnisse • Erstellung einer übergeordneten Sanierungsplanung anhand der vorliegenden Sanierungsfahrpläne	
mögliche Hemmnisse	Fehlende personelle und / oder finanzielle Ressourcen Da Abhängigkeiten zu weiteren Maßnahmen vorliegen, steigt die Komplexität und es kann Verzögerungen kommen.	
Ressourcen	Finanziell: Eigenanteile für die Erstellung der Sanierungsfahrpläne Personalaufwand: Auftragsvergabe, Bereitstellung der erforderlichen Unterlagen je Gebäude, Vorbereitung Beratung und Beschlussfassung, Erstellung der übergeordneten Sanierungsplanung	
Bearbeitungszeitraum	ca. 1 Jahr bis zur Fertigstellung der Sanierungsfahrpläne. Anschließend ca. 3-6 Monate zur Erstellung der übergeordneten Sanierungsplanung	
Verantwortliche	Stadtbauamt	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Energetische Sanierungskonzepte für Nichtwohngebäude werden über das Modul 2 Energieberatung DIN V18599 gefördert. Die Förderhöhe beträgt 50 % des förderfähigen Beratungshonorars, maximal jedoch 4.000 €. Die genaue Höhe hängt von der Nettogrundfläche des betreffenden Gebäudes ab: • Nettogrundfläche unter 200 m² maximal 850€ • Nettogrundfläche zwischen 200 m² und 500 m² maximal 2.500€ • Nettogrundfläche mehr als 500 m² maximal 4.000€ Die Antragstellung beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) übernimmt der zertifizierte Berater. Prinzipiell ist auch eine Erstellung der Sanierungsfahrpläne mit eigenem Personal möglich. Dann ergibt sich aber eine erhebliche Mehrbelastung der personellen Ressourcen und die Förderung entfällt.	

	Im derzeitigen Energiemanagement sind lediglich 20 Gebäude erfasst. Die komplette Anzahl der Liegenschaften liegt wesentlich höher. Auch diese Liegenschaften sind bei einer mittelfristigen Sanierungsplanung mit zu berücksichtigen.	
Controlling	Indikatorwert 1. Kenndaten liegen vor 2. Prioritätenliste ist erstellt 3. Beauftragung und Antragstellung durch Berater 4. Energetische Sanierungskonzepte liegen vor 5. Sanierungsplanung wurde entwickelt 6. Sanierungsplanung verabschiedet	Zyklus Kurze Berichterstattung nach jedem Einzelschritt Nach Vorliegen der Sanierungskonzepte jährlicher Bericht im Gemeinderat Überprüfung der energetischen Wirkung über jährliche Energieberichte

Maßnahmenbereich 2: kommunale Liegenschaften und Anlagen		Laufende Nummer: 2.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Systematisches Energiecontrolling / Energiemanagement bei eigenen Liegenschaften und Anlagen	
Ziel	Übersicht und kontinuierliche Kontrolle des Verbrauchs und der damit verbundenen Kennzahlen	
Zielgruppe	Mitarbeiter Gebäudemanagement und Gemeinderat	
Kurzbeschreibung	Die Verbrauchswerte für Strom, Heizwärme und Wasser für die kommunalen Liegenschaften und Anlagen werden systematisch und kontinuierlich erfasst. Es werden Kennwerte gebildet und diese mit den Werten in anderen Kommunen verglichen. Die Entwicklung des eigenen Verbrauchs wird systematisch und kontinuierlich beobachtet (Trendanalyse) und entsprechend gesteuert. Bei den größeren Verbrauchern beinhaltet dies auch eine unterjährige Kontrolle (siehe Anmerkungen)	
Ausgangssituation	Die Stadt Markdorf hat bereits ein Energiemanagement nach den Vorgaben von Kom.EMS eingeführt und erstellt jährliche Energieberichte für 20 eigene Liegenschaften.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Verantwortlichkeiten zur kontinuierlichen Kontrolle festlegen • Struktur zur Nachsteuerung bei Abweichungen entwickeln • Erstellung und Vorstellung der Energieberichte • Nachhalten von Änderungen zum Beispiel bei Sanierungen oder Änderung der Nutzung • Unterjährige Ablesung und Kontrolle entsprechend der geltenden Empfehlungen (siehe Anmerkungen)	
mögliche Hemmnisse	Fehlende personelle und / oder finanzielle Ressourcen	
Ressourcen	Finanziell: je nach Ausgestaltung des Projekts mit Software und Hardware zur Datenerfassung. Je nach Gestaltung auch für die Beratung durch Dritte. Personalaufwand: Für das Energiemanagement einer Kommune in der Größe der Stadt Markdorf werden 25 % bis 50 % einer Vollzeitstelle empfohlen.	
Bearbeitungszeitraum	Zur Einführung eines softwaregestützten Energiemanagements beim bestehenden Gebäudebestand ca. 1 Jahr. Bei einer Bezuschussung über die Kommunalrichtlinie zusätzlich ca. 1 Jahr bis zur Bewilligung.	
Verantwortliche	Gemeinderat und Verwaltung	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Für die Intervalle zur Datenerfassung gelten je nach Verbrauch und Leistung die folgenden Empfehlungen: Heizanlagen • bis 200 KW Anschlusswert monatlich • bis 3.000 KW Anschlusswert wöchentlich • über 3.000 KW Anschlusswert täglich Stromverbrauch	

	• bis 10.000 kWh/a monatlich • bis 25.000 kWh/a wöchentlich • über 25.000 kWh/a täglich Wesentlich für ein Energiemanagement ist der Aufbau einer passenden Struktur zur Datenerfassung, -verarbeitung und -Darstellung sowie das Nachverfolgen von Abweichungen. Im ersten Schritt reichen hierfür organisatorische Maßnahmen, die von der KEA-BW im Programm Kom.EMS zusammengefasst wurden. Die Stadt Markdorf hat diesen Prozess durchlaufen und einen Energiebericht entwickelt. Die Meldung der jährlichen Verbrauchsdaten an das Land nach §18 des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg ist bereits verpflichtend. Förderungen aus dem Klimaschutz-Plus Programm des Landes werden nur noch gewährt, falls der Meldepflicht nachgekommen wird. Gerade bei großen Verbrauchsmengen ist auch die unterjährige Kontrolle und eine schnelle Reaktion bei Abweichungen wichtig. Anzumerken ist außerdem, dass bisher nur 20 Gebäude erfasst sind. Auch wenn diese sicher einen sehr hohen Anteil am Gesamtverbrauch haben, sollte der „Rest“ auf Dauer nicht vernachlässigt werden.	
Controlling	Indikatorwert 1 die Vorgehensweise ist geklärt 2 Fortschrittsbericht zum Aufbau 3 Unterjährige Ablesung und Kontrollen sind implementiert 4 Vorstellung des jährlichen Energieberichts 5 Maßnahme abgeschlossen	Zyklus Während des Aufbaus mindestens quartalsweise (empfohlen monatlich) Nach Einführung: jährliche Energieberichte für das Gremium Kontrolle der Verbrauchswerte und eventuelles Gegensteuern: z. B. auf Basis von Monatsberichten (siehe Anmerkungen)

Maßnahmenbereich 2: kommunale Liegenschaften und Anlagen		Laufende Nummer: 2.4
Bezeichnung der Maßnahme:	Ökologische Bewirtschaftung von öffentlichen Flächen	
Ziel	Die öffentlichen Flächen werden so bewirtschaftet, dass sie dem Natur- und Klimaschutz zuträglich sind.	
Zielgruppe	Stadtbauamt, Bauhof und Gemeinderat	
Kurzbeschreibung	Die Bewirtschaftung der öffentlichen Flächen wird, wo immer möglich, so umgestellt, dass sie dem Natur- und Klimaschutz zuträglich sind. Typische Beispiel hierfür sind das Anpassen von Mähzyklen, das Anlegen von Blühwiesen, das Pflanzen von Büschen und Bäumen sowie die Entsiegelung generell.	
Ausgangssituation	Im Vordergrund der Bewirtschaftung stehen die benötigte Zeit sowie die anfallenden Kosten.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Überblick über die bewirtschafteten Flächen und deren Zustand • Überlegungen / Festlegungen zur alternativen Bewirtschaftung • Festlegung einer Reihenfolge / von Prioritäten • Sukzessive Umsetzung einzelner Maßnahmen • Bekanntmachung z.B. über Aktionen, Flyer, Schilder, etc.	
mögliche Hemmnisse	Fehlende personelle und / oder finanzielle Ressourcen, wenig Bereitschaft eingespielte Dinge zu verändern	
Ressourcen	Finanziell: ggf. Mittel zum Beispiel für Pflanzungen oder Entsiegelung Personalaufwand: Erstellung der Konzeption	
Bearbeitungszeitraum	ca. 6 Monate bis zum Konzept	
Verantwortliche	Stadtbauamt, Gärtnerei, Bauhof	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Informationen und Unterstützungen sind im Bundesprogramm Biologische Vielfalt des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) zu finden: https://www.bfn.de/thema/bundesprogramm-biologische-vielfalt . Projektträger ist das Bündnis kommbio, das auf seine Webseite ebenfalls umfassende Informationen und Hilfestellungen anbietet (https://kommbio.de/).	
Controlling	Indikatorwert 1 die Flächenübersicht ist erstellt 2 Es gibt einen Durchführungsplan 3 Die Maßnahmen werden durchgeführt 4 Es erfolgt eine Validierung der Wirkung	Zyklus Vorstellung einzelner Projekte nach Abschluss Bericht im Rahmen des Klimaschutzberichts

Maßnahmenbereich 2: kommunale Liegenschaften und Anlagen		Laufende Nummer: 2.5
Bezeichnung der Maßnahme:	Beispielhafter Neubau	
Ziel	Es wird lokal aufgezeigt, dass sich an einem ganzheitlichen Klimaschutz orientierte Neubauten realisieren lassen.	
Zielgruppe	Bürgerinnen und Bürger	
Kurzbeschreibung	Die Stadt erstellt zumindest einen unbedingt erforderlichen Neubau so, dass aktuelle Nachhaltigkeits- und Klimaschutzkriterien erfüllt sind. Das Gebäude wird so geplant und ausgeführt, dass es weitreichenden Kriterien zum Beispiel der DGNB-Zertifizierung genügt. Der Bau wird ebenso wie der Baufortschritt über entsprechende Informationen und Aktionen bekannt gemacht.	
Ausgangssituation	Bei eigenen Bauvorhaben werden die gesetzlichen Vorgaben häufig nicht übertroffen. Planung und Bau werden weder öffentlich begleitet noch als Beispiel zur Nachahmung herausgestellt.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Beschluss zur entsprechenden Ausführung • Planung entsprechend der geforderten Ausführung • Zertifizierung • Bauausführung • Medien- und öffentlichkeitswirksame Begleitung aller Einzelschritte	
mögliche Hemmnisse	Erhöhte Kosten, Schwierigkeiten bei Vergabe von Planung und Ausführung	
Ressourcen	Finanziell: ggf. Mehrkosten zur üblichen Planung und Bauausführung Personalaufwand: im üblichen Rahmen	
Bearbeitungszeitraum	Im Rahmen üblicher Planungs- und Bauzeiten	
Verantwortliche	Stadtbauamt	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Informationen und Unterstützungen zur Zertifizierung von kommunalen Nichtwohngebäuden sind zum auf den Webseiten der DGNB zu finden: https://www.dgnb.de/de/dgnb-richtig-nutzen/dgnb-fuer-einzelne-zielgruppen/dgnb-fuer-kommunen	
Controlling	Indikatorwert 1 Die Planung ist erstellt und zertifiziert 2 Bauphase gestartet 3 Bauphase abgeschlossen 4 Bekanntheitsgrad	Zyklus Während der Projektphase regelmäßige Vorstellung in der Öffentlichkeit (mindestens quartalsweise) Zum Baubeginn Zur Baufertigstellung Erfahrungsbericht z. B. nach einem Jahr der Nutzung

11.1.4 Ver- und Entsorgung

Maßnahmenbereich 3: Ver- und Entsorgung		Laufende Nummer: 3.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Bau von Wärmenetzen (aufbauend auf Wärmeplanung)	
Ziel	Möglichst treibhausgasneutrale Versorgung der Gebäude mit Heizwärme.	
Zielgruppe	Alle Bürgerinnen und Bürger, Unternehmen und Verwaltung	
Kurzbeschreibung	Es gilt die im Rahmen der Wärmeplanung erstellten Vorschläge zu prüfen und zu realisieren. In Bereichen, in denen eine gemeinschaftliche Versorgung als sinnvoll angesehen wird, müssen entsprechende Projekte initiiert und umgesetzt werden. Ob die Stadt diese eigenständig umsetzt, mit Partnern zusammenarbeitet oder ein Investor zum Zuge kommt ist zu prüfen. Eine Umsetzung ist dementsprechend in die Wege zu leiten.	
Ausgangssituation	Aktuell werden die Gebäude üblicherweise über Einzelanlagen mit Heizwärme versorgt. Um die Anforderungen der Klimaneutralität zu erfüllen, bleiben hier als Optionen lediglich Wärmepumpen und Holzheizungen. Auch ein Wärmenetz muss klimaneutral betrieben werden. Allerdings gestaltet sich die Umstellung hier einfacher, da diese an einer oder wenigen zentralen Stellen erfolgt und es erschließen sich zusätzliche Möglichkeiten z. B. durch die Nutzung von Abwärme aus Betrieben oder Kläranlagen.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Entscheidung über die ggf. vorhandenen Handlungsoptionen • Festlegung zur Art der Umsetzung • Sicherstellung einer ausreichenden Anschlussquote • Umsetzung von Baumaßnahmen • Validierung des Projekts	
mögliche Hemmnisse	hohe Erstinvestitionen, Widerstände gegenüber Anschluss an Netze	
Ressourcen	Finanziell: je nach Betreibermodell und Ausprägung des Projekts Personalaufwand: je nach Betreibermodell und Ausprägung des Projekts	
Bearbeitungszeitraum	Eine Umsetzung der Wärmeplanung dürfte sich über die nächsten 10 Jahre erstrecken	
Verantwortliche	Stadtbauamt, Klimaschutzmanagement, Verwaltung allgemein	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Diese Maßnahme geht davon aus, dass in der Planung eine Versorgung über Netze im Bereich der verdichteten Bebauung als sinnvoll und realisierbar erachtet wird. Sollte dies nicht der Fall sein, ist der Maßnahmenvorschlag hinfällig.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Anzahl der versorgten Abnahmestellen 2 abgegebene Energiemengen 3 Emissionen	Zyklus Verbrauchs- / Anschlusswerte jährlich Emissionen mit der kommunalen Energie- und Treibhausgasbilanz

Maßnahmenbereich 3: Ver- und Entsorgung		Laufende Nummer: 3.2
Bezeichnung der Maßnahme:	Ausbauinitiative Solaranlagen	
Ziel	Erhöhung der Stromproduktion aus PV-Anlagen auf Dachflächen in Markdorf	
Zielgruppe	Bürger*innen und Unternehmen	
Kurzbeschreibung	Es soll dafür gesorgt werden, dass die noch vorhandenen Dachflächenpotenziale erschlossen werden. Solaranlagen sind vor allem dann wirtschaftlich, wenn die Energie selbst genutzt wird. Die Ausbauinitiative macht dies bekannt und bietet Entscheidungshilfen vor allem durch Aktionen, Informationen und Beratung. Es wird davon ausgegangen, dass bestehende Hemmschwellen abgebaut werden können, wenn Praxisbeispiel und Erfahrungen aus Markdorf bekannt gemacht und mit einem entsprechenden Beratungsangebot gekoppelt werden. Dabei sollten interessierter Bürger*innen mit erfahrenen, lokalen Anwendern*innen, Energiegenossenschaften, Fachbetrieben der Region, ggf. Großhändlern, Steuerberater und Finanzierern in Kontakt gebracht werden.	
Ausgangssituation	In Markdorf ist bereits das Markdorfer Sonnenkraft-Netzwerk (MSN) als Teil des Photovoltaik-Netzwerks Bodensee-Oberschwaben aktiv. Zu dem Netzwerk gehören neben den Stadtwerken und Banken auch mehrere lokale Handwerksbetriebe. Seit Mitte 2020 bietet das MSN mehrmals jährlich Vororttermine, sogenannte Touren, an. In der Solarkarawane wurden Bürger/-innen und Unternehmen in Zusammenarbeit mit der Energieagentur Bodenseekreis persönlich vor Ort beraten. Nach den im Energieatlas Baden-Württemberg für Markdorf ausgewiesenen Dachflächenpotenzialen in Höhe von 87.700 kWp und der laut Marktstammdatenregister aktuell installierten Leistung von 15.589 kWp sind momentan 17,8 % des verfügbaren Potenzials genutzt. Im Jahr 2023 lag der Zubau mit 2.189 kWp doppelt so hoch wie im Jahr 2022. Nach den bisher für 2024 vorliegenden Zahlen könnten auch im aktuellen Jahr die Ergebnisse von 2023 erreicht werden.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Beschlussfassung im Rat • Entwurf einer entsprechenden Kampagne • Durchführung von Informationsveranstaltungen und Aktionen • Erweiterung des Angebots einer unabhängigen Beratung auch mit Beispielen aus dem privaten Umfeld • Konzentrierte Aktion, z.B. runder Tisch, der alle Akteure zusammenbringt und / oder weitere Solarkarawanen • ggf. formelle Gründung eines Qualitätsnetzwerks	
mögliche Hemmnisse	ggf. wenig Interesse einzelner Akteure (zum Beispiel der Unternehmen bei vollen Auftragsbüchern) lange Liefer- und Ausführungszeiten	
Ressourcen	Finanziell: gegebenenfalls Vortragshonorare sowie Mittel für Werbeunterlagen Personalaufwand: Je nach Engagement 10 bis 20 Tage	

Bearbeitungszeitraum	Vorlaufzeit ca. 3 Monate, ggf. Dauerausgabe in Kooperation mit MSN	
Verantwortliche	Klimaschutzmanagement	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Da es schon ein entsprechendes privates Engagement gibt Markdorfer Sonnennetzwerk (msn-pv.de), das in die Aktivitäten des Landes https://www.photovoltaike-bw.de/ und der Region https://www.photovoltaike-bw.de/regionale-pv-netzwerke/bodensee-oberschwaben/ eingebunden ist, kommt der Stadt vor allem eine motivierende und koordinierende Rolle zu. Hier sind zumindest zwei Stoßrichtungen zu nennen. Zum einen ist es durch entsprechende Unterstützung zu gewährleisten, dass das bestehende Engagement erhalten bleibt und zum zweiten, dass das Interesse der Angesprochenen geweckt wird. Einem nachlassenden Interesse bei den Bürger*innen ist durch eine Anpassung des Beratungsangebots, passenden Aktionen und natürlich auch entsprechende Werbung entgegenzuwirken.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Zahl an Veranstaltungen 2 Teilnehmerzahlen 3 Zubaurate 4 PV-Leistung pro Kopf (für die Dachanlagen)	Zyklus Überprüfung und Anpassung einzelner Aktionen unmittelbar nach Durchführung Quantitative Kontrolle z. B. über die Daten des Marktstammdatenregisters jährlich

Maßnahmenbereich 3: Ver- und Entsorgung		Laufende Nummer: 3.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Ausbauinitiative Freiflächen PV-Anlagen	
Ziel	Erhöhung der Stromproduktion aus PV-Anlagen auf geeigneten Freiflächen in Markdorf	
Zielgruppe	Investoren / Unternehmen	
Kurzbeschreibung	Es wird aktiv daran gearbeitet, dass entsprechende Projekte zustande kommen und die vorhandenen Potenziale nutzbar gemacht werden.	
Ausgangssituation	Im Entwurf zum Teilflächennutzungsplan Energie der Planungsregion Bodensee Oberschwaben sind drei größere Vorbehaltsgebiete ausgewiesen. Die Stadtverwaltung hat einen Kriterienkatalog erstellt und dem Rat ein entsprechendes Vorgehen vorgeschlagen. Dieser Vorschlag wurde in der Sitzung vom 17.10.2023 mehrheitlich angenommen. Der Kriterienkatalog wurde veröffentlicht. Mit einer Fristsetzung können jährlich Bewerbungen für die Errichtung von Freiflächenanlagen eingereicht werden. Die Stadtverwaltung wird die Eignung dieser Anträge bewerten und dem Rat abschließend zur Entscheidung vorlegen. Als Richtgröße werden ca. drei Anträge zur Entscheidung jährlich angenommen.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Überprüfung des eingeführten Katalogs / Verfahrens auf Eignung und Praktikabilität • Überprüfung der Zielerreichung und ggf. Anpassung des Verfahrens • ggf. Unterstützung der Antragsteller zur Vereinfachung des Verfahrens	
mögliche Hemmnisse	ggf. wenig Interesse der Akteure wegen komplexer Vorgaben, unzureichende Netzanschlussmöglichkeiten, Widerstand der Bevölkerung	
Ressourcen	Finanziell: Projekte sind mit entsprechenden Einnahmen verbunden Personalaufwand: Prüfung der Anträge, ggf. Unterstützung von Antragstellern	
Bearbeitungszeitraum	Dauerhaft, bis notwendige Erträge erzielt werden oder kein Ausbau mehr möglich ist.	
Verantwortliche	Klimaschutzmanagement, Stadtbauamt	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Durch die bestehenden Vorschläge und Beschlüsse ist der Grundstein für eine Entwicklung der vorhandenen Potenzialflächen bereits gelegt. Es darf im Rahmen der Bearbeitung und der weiteren Festlegungen jedoch nicht vergessen werden, dass die Anlagen zur lokalen, triebhausgasneutralen Deckung des Energiebedarfs erforderlich sind. Gegebenenfalls ist das Vorgehen der Kommune daher entsprechen anzupassen. Im Extremfall muss von einer kontrollierenden Rolle in eine motivierende Rolle gewechselt werden. Sollten sich weitere Möglichkeiten, wie z. B. der Aufbau von Agri-Solar-Anlagen ergeben, können diese in die Ausbauinitiative mit einfließen. Dabei ist darauf zu achten, dass das Ausbauziel insgesamt erreichbar bleibt.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Zahl der Anträge	Zyklus

	2 Realisierte Projekte	Jährlich über die Daten des Marktstammdatenregisters und die Daten des Netzbetreibers
	3 Erzeugte Strommengen	

Maßnahmenbereich 3: Ver- und Entsorgung		Laufende Nummer: 3.4
Bezeichnung der Maßnahme:	Nutzung der Windkraftpotenziale	
Ziel	Nutzung der Windkraftpotenziale	
Zielgruppe	Investoren / Unternehmen	
Kurzbeschreibung	Es wird aktiv daran gearbeitet, dass entsprechende Projekte zustande kommen und vorhandene Potenziale nutzbar gemacht werden.	
Ausgangssituation	Im Energieatlas des Landes ist eine Potenzialfläche im Bereich des Gehrenbergs ausgewiesen, die für zwei Windkraftanlagen ausreichen würde. Im Entwurf zum Teilflächennutzungsplan Energie der Planungsregion Bodensee Oberschwaben ist eine größere Suchraumfläche angegeben, die an gleicher Stelle liegt und die Fläche des Energieatlases beinhaltet. Die Geologie ist in diesem Bereich allerdings herausfordernd.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Maßnahmen Umsetzung im Rat diskutieren und Umsetzung beschließen • Interessensabfrage und Gespräche mit möglichen Investoren • Schaffung der erforderlichen (Rechts)Grundlagen zur Umsetzung • Beschlussfassung im Rat • ggf. Unterstützung der Antragsteller zur Vereinfachung des Verfahrens	
mögliche Hemmnisse	ggf. wenig Interesse der Akteure wegen eingeschränkter Anlagenzahl und schwierigem Gelände, Widerstand der Bevölkerung	
Ressourcen	Finanziell: Das Projekt ist mit entsprechenden Einnahmen verbunden Personalaufwand: Öffentlichkeitsarbeit, Gespräche mit potenziellen Investoren und Flächenbesitzern, Vorbereitung von Beschlüssen und ggf. Verträgen	
Bearbeitungszeitraum	Je nach Ausgangslage und Widerstand 2 bis 5 Jahre	
Verantwortliche	Klimaschutzmanagement, Stadtbauamt	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	In den letzten Jahren gab es häufig erhebliche Widerstände gegen den Bau von Windkraftanlagen. Möglicherweise geht dieser angesichts der aktuellen Entwicklungen und der immer deutlicher werdenden Notwendigkeit eines Ausbaus der erneuerbaren Energien in Zukunft zurück. Erfahrungsgemäß steigt die Akzeptanz, wenn der Bevölkerung eine Beteiligungsmöglichkeit eingeräumt wird. Diese Möglichkeit ist auch für die Gemeinde interessant. Entsprechend sollten diese Optionen von Beginn an mit möglichen Investoren besprochen werden.	
Controlling	Indikatorwerte 1 mgl. Investoren wurden angesprochen 2 Es liegen Reaktionen vor 3 Projektentwicklung gestartet 4 Erzeugte Energiemengen	Zyklus Zunächst gemäß Projektfortschritt Nach Umsetzung über Klimaschutzbericht und Bilanzen

11.1.5 Mobilität

Maßnahmenbereich 4: Mobilität		Laufende Nummer: 4.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Verbrauchskontrolle und Umstellung der Antriebe von Fahrzeugen und Arbeitsgeräten	
Ziel	Transparenz über den Verbrauch im Mobilitätsbereich der Stadtverwaltung und eine schnelle Reduktion der Emissionen	
Zielgruppe	Verwaltung und Mitarbeiter*innen des Bauhofs	
Kurzbeschreibung	Im ersten Schritt werden die Verbrauchswerte der stadteigenen Fahrzeuge und Maschinen sowie die zurückgelegten Reisekilometer erfasst und in den Energiebericht aufgenommen. Durch einen gezielten Austausch der Fahrzeuge wird die Treibhausgasreduktion in der kommunalen Verwaltung forciert. Im Fokus stehen hier kurz und mittelfristig vor allem PKWs und leichte Nutzfahrzeuge (LNF). Mittel- bis langfristig aber auch Arbeitsmaschinen wie Kehrmaschinen, Traktoren oder Feuerwehrfahrzeuge. Auch die Arbeitsgeräte (Motorsensen, Rasenmäher, Sammelfahrzeuge, etc.) sollen - soweit technisch möglich - in das Programm mit einbezogen werden.	
Ausgangssituation	Es werden in der Regel Fahrzeuge und Geräte mit Verbrennungsmotor eingesetzt. In den letzten Jahren wird der Umstieg auf E-Fahrzeuge jeweils überprüft. Bei der Beschaffung findet jeweils eine Einzelabwägung statt. Eine Vollkostenrechnung mit Einbeziehung der Folgekosten für die Emissionen wird nicht durchgeführt.	
Handlungsschritte/Umsetzungsschritte	• Datenerfassung implementieren • Marktsondierung bei Fahrzeugen und Arbeitsgeräten • Angebote einholen • Alternative Finanzierungsstrategien prüfen und ggf. erarbeiten • Ggf. Einkaufsgemeinschaften mit anderen Kommunen (Unternehmen) bilden • Fahrzeug- und Gerätenutzer einweisen	
mögliche Hemmnisse	Höhere Kosten bei der Anschaffung, Organisation und Einrichtung der (Lade)Infrastruktur. Persönliche Vorbehalte, bspw. „Reichweitenangst“	
Ressourcen	Finanziell: je nach Ambitionen und Umsetzungsgeschwindigkeit Personalaufwand: ca. 5 Tage für erste Marktsondierung, Aufwand je Neubeschaffung	
Bearbeitungszeitraum	Bis zu 10 Jahre	
Verantwortliche	Verwaltung (Gemeinderat bei entsprechenden Beschlüssen zur Beschaffung)	
Anmerkungen Beispiele	Die Entwicklungen sind gerade im Bereich der PKW und der leichten Nutzfahrzeuge aktuell sehr dynamisch. Gleiches gilt für Kosten und die	

Fördermöglichkeiten	noch vorhandenen Fördermöglichkeiten. Aus diesen Gründen können hier keine konkreten Hinweise gegeben werden. Nach aktuellem Kenntnisstand dürften für den genannten Bereich (PKW und LNF) generell Alternativen zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor vorhanden sein. Bei Sonderfahrzeugen ist die Entwicklung weniger weit fortgeschritten. Aber auch hier gibt es einzelne Angebote sowie eine zunehmende Zahl an Prototypen. Elektrische Arbeitsgeräte haben sich, insbesondere bei handgeführten Geräten, in weiten Bereichen durchgesetzt und sind auch für den professionellen Einsatz verfügbar. Neben gesundheitlichen Vorteilen durch eine verringerte Vibration und fehlende Emissionen ergibt sich zusätzlich eine deutliche Lärmreduktion.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Veränderungen beim Verbrauch von fossilen Treibstoffen 2 Anzahl bzw. Anteil der Fahrzeuge und Arbeitsgeräte mit alternativem Antrieb	Zyklus Jährlicher Bericht Verbrauchswert in Zusammenhang mit Energiebericht Ergebnisse der Bilanzierung für die Stadtverwaltung

Maßnahmenbereich 4: Mobilität		Laufende Nummer: 4.2
Bezeichnung der Maßnahme:	Radwege ausbauen und optimieren	
Ziel	Förderung des Radverkehrs durch sicherere Verkehrsführung und / oder eigene Verkehrsflächen	
Zielgruppe	alle Bürgerinnen und Bürger	
Kurzbeschreibung	Vorhandene Fahrradwege sollten verknüpft werden, um somit durchgängige Wegebeziehungen zu ermöglichen. Ferner sollte sichergestellt sein, dass die Nutzung vorhandener Wege unproblematisch möglich ist und nicht z. B. durch Hindernisse wie parkende Autos oder wuchernde Bepflanzung erschwert wird. Gefahrstellen und Lücken im Wegenetz sollen beseitigt werden. Berücksichtigt werden muss auch, dass Radwege für eine tägliche Nutzung andere Anforderungen haben als solche für den Tourismus.	
Ausgangssituation	Es gibt im Bodenseekreis an Radwegekonzept aus dem Jahr 2016, das für einen Umsetzungszeitraum bis 2026 ausgelegt ist. Im Maßnahmenkatalog zum Konzept sind für Markdorf 28 Maßnahmen aufgeführt. Vielfach handelt es sich dabei allerdings um Maßnahmen, bei denen die Baulast bei Dritten (Bund, Land und Kreis) liegt. Die Stadt Markdorf selbst hat unter Mitwirkung des Arbeitskreises Radverkehr ein eigenes Radverkehrskonzept erstellt. Verantwortlich hierfür zeichnete das Planungsbüro VIA eG Köln. Das Konzept wurde am 8. Dezember 2020 dem Gemeinderat vorgestellt und verabschiedet. Die Maßnahmen werden sukzessive umgesetzt.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Regelmäßige Erfassung von Schwachstellen (z. B. durch einfachen Meldekanal für die Nutzer) • „Weiche“ Maßnahmen z. B. Informationen auf Webseite der Kommune, Hinweise auf Routing und Kartenmaterial • Regelmäßige Erfassung von Gefahrenpunkten und Lücken • Forcierung des bestehenden Maßnahmenplans	
mögliche Hemmnisse	Zum Teil hohe Kosten insbesondere bei Neubau und Sanierungen Lange Planungshorizonte bei übergeordneten Baulastträgern.	
Ressourcen	Finanziell: je nach Ambitionen und Umsetzungsgeschwindigkeit Personalaufwand: je nach Ambitionen und Umsetzungsgeschwindigkeit	
Bearbeitungszeitraum	Erhaltung und Optimierung der Infrastruktur bleiben Daueraufgabe	
Verantwortliche	Ordnungsamt, Stadtbauamt und Straßenbau	

Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Im Bericht der Gemeinde vom Mai 2024 (https://www.markdorf.de/fileadmin/user_upload/Umgesetzte_Massnahmen.pdf) sind 27 Maßnahmen gelistet, bei denen die Stadt die Baulast hat. Die Investitionen für diese Maßnahmen belaufen sich auf 372.310 €. Im Radverkehrskonzept der Stadt sind knapp 5.5 Mio. € als Bedarf hinterlegt. Beim Kreis als Baulastträger waren es 4 Maßnahmen (49.080€; überwiegend Schutzstreifen und Markierungen, hinterlegter Bedarf 3.1 Mio. €) und beim Bund war es nur eine Maßnahme in Form von Markierungsarbeiten (2.000 €, hinterlegter Bedarf 2,9 Mio. €). Von den für den Zuständigkeitsbereich des Landes hinterlegten Kosten in Höhe von 4,5 Mio. € sind keine Realisierungen vermerkt.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Resonanz z. B. ADFC und AK Radverkehr 2 Resonanz bei den Nutzern 3 Veränderung des Modalsplits	Zyklus Kurzbericht jährlich Emissionsminderungen im Rahmen der Energie- und Treibhausgasbilanz

Maßnahmenbereich 4: Mobilität		Laufende Nummer: 4.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Weiterentwicklung des Car-Sharing Angebots in Markdorf	
Ziel	Im optimalen Fall reduziert das Angebot die Anschaffung zumindest von Zweitfahrzeugen.	
Zielgruppe	alle Bürgerinnen und Bürger	
Kurzbeschreibung	Es soll ein angepasstes Car-Sharing-Angebot für Markdorf aufgebaut werden, das sich nach Möglichkeit auf E-Fahrzeuge stützt.	
Ausgangssituation	Der Verein BodenseeMobil hat in Markdorf zwei Kleinwagen als Basis seines Car Sharing Angebots stationiert. Seit 2013 steht ein Fahrzeug an der Stadthalle und seit 2023 auch am Bahnhof zur Verfügung.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Dialog mit entsprechenden Anbietern • Ggf. Kooperationsmodell entwickeln und erweitern • Freigabe bzw. Ausbau der benötigten Parkplätze • Werbung und Pressearbeit	
mögliche Hemmnisse	Sehr gefestigter MIV („Ich brauch doch sowieso ein Auto“).	
Ressourcen	Finanziell: Ggf. Anschubfinanzierung Personalaufwand: 5 bis 10 Tage	
Bearbeitungszeitraum	Keiner, liegt in der Regel beim Anbieter	
Verantwortliche	Klimaschutzmanagement	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Ein Einstieg ist auch über eine Nutzung spezieller Fahrzeuge, wie zum Beispiel Mitfahrdiensten, außerhalb der üblichen Nutzungszeiten möglich (siehe Projekt „Spurwechsel jetzt“ in Deißlingen). Es gibt auch Konzepte, bei denen Leasingfahrzeuge während der üblichen Dienstzeiten exklusiv von der Verwaltung genutzt werden, in den verbleibenden Zeiträumen aber der Allgemeinheit zur Verfügung stehen.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Nutzerzahlen und Auslastung 2 Buchungszeiten und Kilometer 3 Veränderung bei den Zulassungszahlen	Zyklus anfangs jährlich

Maßnahmenbereich 4: Mobilität		Laufende Nummer: 4.4
Bezeichnung der Maßnahme:	Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge auf- und ausbauen	
Ziel	Öffentlich zugängliche Ladestationen in ausreichender Zahl und an passenden Stellen	
Zielgruppe	alle Bürgerinnen und Bürger, Nutzer des MIV	
Kurzbeschreibung	Zur Steigerung der Akzeptanz der Elektromobilität soll die notwendige Infrastruktur an passenden Stellen und an Schlüsselpunkten aufgebaut werden. Ggf. bietet sich auch die Möglichkeit Bürgerenergiegenossenschaften für den Betrieb zu gewinnen oder diese entsprechend einzubinden (Eigenstromvermarktung).	
Ausgangssituation	In Markdorf ist aktuelle eine Schnellladesäule (DC-Laden) mit zwei Ladepunkten vorhanden (Planckstraße, McDonald's Filiale). AC-Ladesäulen mit zwei Ladepunkten, die jeweils 22 kW abgeben können sind in folgenden Straßen zu finden: Am Anger, Eisenbahnstraße (Bahnhof), Hauptstraße 17, Bussenstraße, Am Stadtgraben, Dornierstraße. Hinzu kommt der Ladepark der Firma vaylens GmbH in der Dornierstraße mit 10 Ladepunkten.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Bedarfsanalyse / Konzept • Festlegung von Standorten • Ansprache potenzieller Anbieter • Bau der Ladepunkte • Werbung und Pressearbeit	
mögliche Hemmnisse	Kosten, nicht vorhandene Flächen, Schwierigkeiten bei der Einschätzung des Bedarfs	
Ressourcen	Finanziell: Außer bei Einrichtung an eigenen Liegenschaften in der Regel keiner Personalaufwand: 5 bis 10 Tage	
Bearbeitungszeitraum	Ein bis zwei Jahre	
Verantwortliche	Klimaschutzmanagement	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Mit dem bestehenden Angebot ist bereits eine vergleichsweise gute Basis vorhanden. Neben den „üblichen“ Standorten (typischerweise bei öffentlichen Gebäuden) sind Standorte mit längeren Aufenthaltsdauern wie z. B. Museen, Einkaufsmärkten, Freizeiteinrichtungen, etc. interessant. Auch Arbeitgeber sollten unbedingt angesprochen werden (Mitarbeiterladen). In Bereichen, die den Übergang zum ÖPNV ermöglichen, sind auch Angebote mit kleiner Ladeleistung und Stellplätzen mit langer Parkmöglichkeit wichtig (Pendlerparkplätze).	

	Problematisch ist die Situation im Umfeld verdichteter Bebauung, wo keine feste Zuordnung an Stellplätzen vorliegt oder die technischen Voraussetzungen für die Installation auf eigene Kosten nicht gegeben sind. Hier sind ggf. Konzepte erforderlich, die denen des Mitarbeiterladens in Unternehmen entsprechen. In Veranstaltungen in anderen Kommunen wurde vorgeschlagen, einen Schnellladepark aufzubauen, der entsprechende Angebote im Umfeld bietet (Kiosk / Café, Spielplatz, Freizeitsport) und damit auch eine Funktion erfüllen könnte, die früher einem Dorfplatz zukam.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Anzahl Ladepunkte 2 Resonanz 3 Ladevorgänge / Energiemengen 4 Zulassungszahlen	Zyklus anfangs jährlich anschließend mit Klimaschutzbericht

11.1.6 Interne Organisation

Maßnahmenbereich 5: interne Organisation		Laufende Nummer: 5.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Bereitstellung ausreichender Ressourcen für den Klimaschutz	
Ziel	Das Klimaschutzmanagement ist so mit Ressourcen ausgestattet, dass auch Projekte, die nicht in direktem Zusammenhang mit dem Verwaltungshandeln stehen, in ausreichendem Umfang durchgeführt werden können.	
Zielgruppe	Verwaltung / Gemeinderat	
Kurzbeschreibung	Das eingerichtete Klimaschutzmanagement wird dauerhaft fortgeführt. Die Aktivitäten ergeben sich zunächst aus dem Maßnahmenkatalog. Auch die regelmäßige Überarbeitung des Katalogs sowie die Neuausrichtung (Priorisierung) gehören zu den Aufgaben des Klimaschutzmanagements. Teilaufgaben, wie zum Beispiel das Energiemanagement, die aktuell dem Klimaschutzmanagement zugerechnet werden, werden den entsprechenden Fachabteilungen zugewiesen und dort bearbeitet.	
Ausgangssituation	Die Stelle einer Klimaschutzmanagerin ist in Teilzeit eingerichtet. Es werden hier aktuell Aufgaben angesiedelt, die zwar dem Klimaschutz zugerechnet werden können, die aber nicht zu den Kernaufgaben eines Klimaschutzmanagements gehören.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Analyse des Ressourcenbedarfs vor dem Hintergrund der bestehen Leitbilder und Beschlüsse • Klare Zuordnung der Verantwortlichkeiten in Form von Kernaufgaben • Bereitstellung der Ressourcen	
mögliche Hemmnisse	Zusätzliche Personal- und Sachkosten	
Ressourcen	Finanziell: Personalkosten für (erweitertes) Klimaschutzmanagement Personalaufwand: Vollzeitstelle, ggf. zusätzliche Stelle für Programm „klimaneutrale Verwaltung“	
Bearbeitungszeitraum	5 bis 10 Jahre bzw. Daueraufgabe	
Verantwortliche	Personalverwaltung, Gemeinderat	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Das Klimaschutzmanagement steht im Zentrum vieler Maßnahmen des Katalogs. Vom Grundsatz her ist der Maßnahmenkatalog so ausgerichtet, dass er ein Klimaschutzmanagement auf vielfältige Weise unterstützt. Umgekehrt ist es daher so, dass viele Maßnahmen darauf angewiesen sind, dass es einen Ansprechpartner oder eine Ansprechpartnerin mit entsprechenden Freiräumen und ggf. auch finanziellen Mitteln gibt.	

	Vor dem Hintergrund der bestehenden Beschlüsse ist es anzuraten, einzelne Aufgaben auf weitere Schultern zu verteilen. Konkret zu nennen sind hier das Energiemanagement in den eigenen Liegenschaften (inkl. Energiebericht) und die Verantwortlichkeit für das Programm „Klimaneutrale Verwaltung“. Ob ähnliche Ansätze auch im Mobilitätsbereiche erforderlich sind, ist zu prüfen.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Akzeptanz / Resonanz 2 Maßnahmenumsetzung und Maßnahmenerfolge 3 Gebäudekennwerte 4 Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen in der Verwaltung und in Markdorf	Zyklus Klimaschutzbericht (nach Beschluss alle zwei Jahre) Teilergebnisse z. B. über Energiebericht Gesamtwirkung über kommunale Energie- und Treibhausgasbilanz

Maßnahmenbereich 5: interne Organisation		Laufende Nummer: 5.2
Bezeichnung der Maßnahme:	Klimaneutrale Verwaltung nach den Vorgaben des Landes realisieren	
Ziel	Entwicklung der kommunalen Liegenschaften und der kommunalen Verwaltung entsprechend der Vorgaben im Landesprogramm	
Zielgruppe	Verwaltung / Gemeinderat	
Kurzbeschreibung	Die im Landesprogramm „Klimaneutrale Verwaltung“ gestellten Mindestanforderungen werden erfüllt. Wesentliche Punkte hierbei sind • Halbierung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften, • Bei Sanierungen wird ein spezifischer Verbrauch von 50 kWh/m²a für Heizwärme und Warmwasser angestrebt, • Es werden 1kW_p PV je 10 m² überbauter Grundfläche realisiert, • Die spezifischen Emissionen liegen maximal bei 0,03 t je Einwohner angestrebt werden 0,015 t je Einwohner. Die Emissionen aus dem Stromverbrauch werden über den deutschen Strommix berechnet. Kompensationsmaßnahmen werden nur vorübergehend akzeptiert.	
Ausgangssituation	Es gibt einen Beschluss des Rates die klimaneutrale Verwaltung bis 2030 zu realisieren. Ein konkreter Maßnahmenplan, der die Zielerreichung in nur 6 Jahren in Aussicht stellt, existiert bisher nicht.	
Handlungsschritte/Umsetzungsschritte	• Der Minderungspfad zum Zieljahr ist ausgearbeitet und ein zielführendes Maßnahmenprogramm ist genehmigt; • Aufgaben und Maßnahmen sind auf die betroffenen Ämter verteilt; • das erforderliche Budget wird bereitgestellt; • der Minderungspfad wird (überwiegend) eingehalten, wobei jährliche Schwankungen zu erwarten sind; • im Fall negativer Abweichungen vom Zielpfad sollte ein zusätzliches Budget für Klimaschutzmaßnahmen bereitgestellt werden; • Es erfolgt ein regelmäßiges Reporting	
mögliche Hemmnisse	Fehlendes Personal und fehlende Finanzmittel, die Zielsetzung ist so ambitioniert, dass diese eher frustriert als motiviert	
Ressourcen	Finanziell: Mittel für Personal und Maßnahmen (insbesondere Sanierungen der Liegenschaften) Personalaufwand: Unabhängig vom Klimaschutzmanagement bis zu einer Vollzeitstelle zum Management des Projekts, ggf. zusätzliche Personen im Gebäudebereich für eine Realisierung der Maßnahmen erforderlich	
Bearbeitungszeitraum	Daueraufgabe bis zumindest bis zur Zielerreichung	
Verantwortliche	Personalverwaltung, Gemeinderat	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Webseite KEA_BW: https://www.kea-bw.de/kommunaler-klimaschutz/wissensportal/klimaneutrale-kommunalverwaltung	

	Leitfaden: https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Kommunaler Klimaschutz/Wissensportal/Klimaneutrale Verwaltung/Leitfaden Klimaneutrale Kommunalverwaltung Baden-Wuerttemberg Dez2023.pdf. Um bei einem Startjahr 2021 das Ziel bis 2030 erreichen zu können, müssen die Emissionen aus dem kommunalen Handeln um mindestens 17 % jährlich sinken. Bisher ist keine markante Veränderung erkennbar. Das Land schlägt vor, einen Klimaschutzfonds aufzulegen, in den jährlich je Tonne an Treibhausgasemissionen 200 € eingestellt werden. Für die Tonnen, die den Zielpfad übersteigen, erfolgt die Einzahlung doppelt. Bei einem Start im Jahr 2021 müsste der Fonds allein aus den Jahren 2021 und 2022 Mittel in Höhe von 490.800 € enthalten.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Arbeitsprogramm erstellt 2 Maßnahmendurchführung gemäß Arbeitsprogramm 3 Verbrauch und Emissionen laut Zielpfad 4 PV-Ausbau gemäß Vorgaben	Zyklus Fortschrittsbericht jährlich und / oder Klimaschutzbericht (nach Beschluss alle zwei Jahre)

Maßnahmenbereich 5: interne Organisation		Laufende Nummer: 5.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Energieeffizienz und Klimawirkung als Beschaffungskriterien	
Ziel	Durch die Einführung einer entsprechenden Beschaffungsrichtlinie werden bei Neuanschaffungen auch klimaschutzrelevante Kriterien, wie zum Beispiel Energieeffizienz und Treibhausgasemissionen bei der Herstellung oder Haltbarkeit und Reparaturmöglichkeiten, als Entscheidungsmerkmale berücksichtigt.	
Zielgruppe	Verwaltung / Gemeinderat	
Kurzbeschreibung	Es werden verbindliche Kriterien zu klimaschonenden und energieeffizienten Produkteigenschaften bei der Beschaffung festgelegt. Sofern dies praktikabel ist und nicht zu einer überbordenden Komplexität führt, können auch soziökonomische Aspekte wie Kinderarbeit und fairer Handel in den Kriterienkatalog aufgenommen werden.	
Ausgangssituation	Die Klimawirkung wird, sofern es einen direkten Zusammenhang mit der Beschaffung gibt, in den entsprechenden Vorlagen ausgewiesen. Eine generelle Richtlinie gibt es jedoch nicht.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Erstellung einer Ist-Analyse • Sondierung bereits bestehender Einkaufsrichtlinien und Verbünde • Festlegung der konkreten Kriterien	
mögliche Hemmnisse	Erhöhter Aufwand ggf. irreführende Werbung und fehlende Angaben seitens der Hersteller	
Ressourcen	Finanziell: möglicherweise führt die Einhaltung der Kriterien zu einem verminderten Angebot und höheren Beschaffungskosten Personalaufwand: Einführung (ca. 10 Tage) und Fortschreibung des Kriterienkatalogs (zwei bis fünf Tage je Jahr)	
Bearbeitungszeitraum	6 bis 12 Monate	
Verantwortliche	Verwaltung (Gemeinderat bei entsprechenden Beschlüssen zur Beschaffung)	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Es empfiehlt sich eine Zusammenarbeit mit anderen Kommunen. Im Rahmen des Projektes „buy smart+“ der Berliner Energieagentur wurde zum Beispiel ein Leitfaden für die Beschaffung von Ökostrom erstellt. Weitere Quellen: www.nachhaltige-beschaffung.info oder www.beschaffung-info.de Bei Ausschreibungen können auch kurze Wegstrecken (lokale Produkte und Dienstleister) als Kriterium dienen. Auch bei Baumaßnahmen können die notwendigen Fahrten durch Logistik und Planung verringert werden. So kann zum Beispiel Bauaushub auf der Baustelle verbleiben oder Abrissmaterial wieder als Packlager verwendet werden.	

	Bei Geräten, die im Betrieb einen kontinuierlichen Energieverbrauch verursachen, könnte diesem Verbrauch die entsprechenden Emissionen gegenübergestellt werden. Nach aktuellen Empfehlungen der Landesenergieagentur sollten diesen Emissionen Klimafolgekosten von ca. 200 € je Tonne zugerechnet werden.	
Controlling	Indikatorwerte 1 Verbrauch in den kommunalen Liegenschaften 2 Haltbarkeit und Lebenserwartung im Bestand 3 ggf. Zahl der Geräte	Zyklus Überprüfung und Anpassung ca. einmal jährlich ggf. jährliche Berichterstattung über die Auswirkungen und die vorgenommenen Anpassungen

11.1.7 Kommunikation und Kooperation

Maßnahmenbereich 6: Kommunikation und Kooperation		Laufende Nummer: 6.1
Bezeichnung der Maßnahme:	Beratungs- und Informationsveranstaltungen für private Haushalte und Hauseigentümer	
Ziel	Alle Bürgerinnen und Bürger sind zu den energetischen Themen rund um den eigenen Haushalt und das eigene Haus umfassend informiert.	
Zielgruppe	Bürger*innen	
Kurzbeschreibung	Es sollen regelmäßige Beratungen für die Bürgerinnen und Bürger der Stadt angeboten werden. Diese beziehen sich auf die folgenden Themenfelder: • Sparsamer Umgang mit Energie Alle Themen rund um Effizienz und Gerätenutzung in der eigenen Wohnung • Thermographie Aktion ○ Durchführung mit Experten vor Ort ○ Im Rahmen der Kooperation zwischen Stadt und Ausführenden werden ein definierter Leistungsumfang, ein günstiger Preis sowie eine gute Qualität gesichert ○ Zeitlichen Vorlauf beachten: Gebäude-Thermographie ist nur in den Wintermonaten möglich • Sanierung von Gebäuden ○ Grundsätzliche Informationen zu Sanierungsschritten und der sinnvollen Abfolge ○ Unterstützung bei der konkreten Sanierungsplanung für das eigene Haus • Austausch von Heizungen ○ Technik und Möglichkeiten ○ Zusammenspiel mit der Wärmeplanung ○ Querverbindungen mit der Gebäudesanierung • Nutzung erneuerbarer Energie ○ PV-Anlagen für den Eigenbedarf ○ Solarthermie Die Angebote werden regelmäßig an die aktuelle Situation angepasst. Der Erfolg der Beratungsformate und der Ansprache der Zielgruppen wird überprüft und jeweils so angepasst, dass das Ziel einer umfassend informierten Einwohnerschaft erreicht wird.	
Ausgangssituation	Wie die Erfahrungen aus der Vergangenheit zeigen, reicht es meist nicht aus, ein Beratungsangebot zu schaffen und sozusagen „passiv“ bereitzustellen. In diesem Sinne gibt es bereits vielseitige und qualitativ hochwertige Angebote unterschiedlicher Gruppen, die zum Beispiel über das Internet bereitgestellt werden. Hinzu kommen lokale Beratungsangebote beispielsweise durch die Energieagentur. Dennoch bleibt bei vielen Bürgerinnen und Bürgern zumindest eine gefühlte Beratungslücke. Dies dürfte auch in Markdorf trotz des bestehenden Beratungsangebots im Baurechtsamts der Fall sein.	

Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Analyse bestehender Angebote • Inhaltliche Festlegung (Themenfelder) • Organisatorische Festlegung (Jahresprogramm) • Organisation der einzelnen Veranstaltungen • Erfolgsanalyse • Optimierung von Formaten und Programm	
mögliche Hemmnisse	Schlechte Resonanz, ständig wechselnde (gesetzliche) Randbedingungen, Erfolge schlecht quantifizierbar	
Ressourcen	Finanziell: Ggf. Kosten für Referenten, Räume und Bewirtung, Marketingbudget Personalaufwand: Mindestens Organisation und Unterstützung, ggf. auch eigenes Angebot	
Bearbeitungszeitraum	Daueraufgabe im Rahmen des Klimaschutzmanagements	
Verantwortliche	Klimaschutzmanagement	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Wie bereits ausgeführt, gibt es eine Fülle von Angeboten. Dennoch wird in Veranstaltungen durch die Anwesenden häufig auf den „großen“ Beratungsbedarf hingewiesen. So stellt sich in allen Klimaschutzprogrammen von Beginn an die Frage, wie die große, eher passive Mehrheit über die Zukunftsthemen informiert und wie sie zum Handeln angeregt werden kann. Zum Teil wurden erfolgreich neue Arten der Ansprache in Projektform entwickelt und dokumentiert. Nach Abschluss dieser Projekte scheitert die Weiterführung dann aber häufig an dem hohen Aufwand und den damit verbundenen Kosten. Vor diesem Hintergrund ist es an dieser Stelle auch nicht möglich, einen Weg aufzuzeigen, der es garantiert, dass das Ziel sicher erreicht wird. Im Folgenden sind einige Möglichkeiten gelistet, die über die „normale“ Ansprache in Vortragsform hinausgehen. • Energiekarawane Das Programm „Energiekarawane“ wurde als Projekt entwickelt. Einen ersten Einblick vermittelt https://www.klimaschutz.de/projekt/energiekarawane-gegen-den-sanierungsstau. Konkretere Informationen sowie Kontakte zu Ansprechpartnern sind unter https://www.fesa.de/freiburg/projekte/klimaschutzkampagnen/energiekarawane/ zu finden. • Sanierung als Musterbeispiel im Wohngebiet In Wohngebieten mit einigermaßen gleichmäßiger Struktur werden einige Sanierungswillige zum Beispiel durch eine anteilige Finanzierung der Energieberatung unterstützt und die ausgeführten Maßnahmen dann als Best-Practice-Beispiele aus der Nachbarschaft auf weitere Gebäude übertragen. • Wettbewerb für klimafreundliche Projekte und Ideen • Energiesparwettbewerb für private Haushalte • Tag der offenen Klimaschutz-Häuser • Öffentlichkeitswirksame Begleitung der Bau- und Sanierungsarbeiten	
Controlling	Indikatorwert 1. Besucherzahlen / Mitmachende	Zyklus Klimaschutzbericht

	2. Resonanz 3. Sanierungsquote 4. Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen	Gesamtwirkung über Energie- und Treibhausgasbilanz
--	--	--

Maßnahmenbereich 6: Kommunikation und Kooperation		Laufende Nummer: 6.2
Bezeichnung der Maßnahme:	Kommunale Öffentlichkeitsarbeit / Klimakommunikation	
Ziel	Planmäßige und effiziente Informationsverbreitung zu öffentlichen und privaten Klimaschutzanstrengungen	
Zielgruppe	Bürger*innen und Unternehmerschaft	
Kurzbeschreibung	Damit die entsprechenden Maßnahmen nach innen wie nach außen gewürdigt werden, ist es erforderlich, eine gezielte und möglichst koordinierte Presse- und Informationsarbeit zu leisten. Es ist über eine geeignete Anlaufstelle dafür zu sorgen, dass Berichte über Erfolge und Maßnahmen geeigneten Verteilern zugeführt werden. Optimal wäre die Vereinbarung themenbezogener Reihen mit den lokalen Medien (z.B. das Sanierungsbeispiel des Monats, oder ähnliches). Diese Maßnahme hat Auswirkungen auf verschiedenen Ebenen: • Der Bekanntheitsgrad in der Region steigt über die regelmäßigen Veröffentlichungen („Klimaschutz made in Markdorf“) • Die Bürgerschaft erhält ein genaueres Bild darüber, welche Klimaaktivitäten in den öffentlichen Verwaltungen unternommen werden. Die Anstrengungen der öffentlichen Hand begünstigen dann im Schulterschluss auch ein Klimaschutzbewusstsein bei den Bürgerinnen und Bürgern, die ihrerseits bereit sind, entsprechende Beiträge zu leisten. • Über eine kontinuierliche Präsenz zum Beispiel in Form einer gut gepflegten Webseite mit lokalen Informationen oder einer regelmäßigen Rubrik im Amtsblatt steigt das Interesse der Bürgerinnen und Bürger zunächst an der bereitgestellten Information und in der Folge auch die Bereitschaft mitzumachen. • Es wird sehr viel einfacher, die Notwendigkeit einer gezielten Unterstützung und Förderung von einzelnen Maßnahmen oder Tendenzen zu erkennen und zu organisieren. Zudem könnten die hierdurch gewonnen Informationen über Aktivitäten jahresweise aufbereitet werden und in Form eines Klimaschutzstatusberichtes veröffentlicht werden.	
Ausgangssituation	Bei einer näheren Beschäftigung mit den klimaschutzrelevanten Themen einer Region wird in der Regel deutlich, dass auf vielen Ebenen vielfältige Aktionen und Maßnahmen initiiert und durchgeführt werden. Diese Tätigkeiten bleiben aber selbst im regionalen Umfeld oft unbekannt. Auch für Markdorf zeigen sich bei gezielter Suche viele Hinweise auf entsprechende Aktivitäten. Aber selbst auf den Internetseiten der Stadt erschließt sich die Rubrik nicht sofort. Sie „versteckt sich“ unter „Stadt und Bürger“ / „Planen & Bauen“.	

Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Aufbau einer koordinierten Pressearbeit, ggf. Absprache mit anderen Aktiven (z.B. Energieagentur oder Kreis) • Entwicklung einer informativen, einfach zu pflegenden Webseite • Entwicklung einer Mitteilungsreihe im Amtsblatt • Aufbau eines themenorientierten Pressespiegels • ggf. Erstellung elektronischer Hilfsmittel (Datenbanken, GIS) zur Darstellung im Internet	
mögliche Hemmnisse	Zusätzlicher Aufwand, Aufbau einer entsprechenden Struktur erforderlich, Fehlende Mitarbeit durch Kolleginnen und Kollegen	
Ressourcen	Finanziell: Ggf. Herstellung von Printmedien, Administration und Hosting von Online-Systemen Personell: 20 bis 40 Tage (Aufbau)	
Bearbeitungszeitraum	Ein Jahr zum Aufbau anschließend Daueraufgabe im Rahmen des Klimaschutzmanagements	
Verantwortliche	Hauptamt (Öffentlichkeitsarbeit), Klimaschutzmanagement	
Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	Wichtig ist die Vermittlung von Inhalten. Sachliche Inhalte können z.B. von beratenden Stellen (Energieagentur, KEFF+, etc.) geliefert werden. Die Maßnahme zielt nicht darauf ab, die Bekanntgabe von Terminen zu forcieren. Die Maßnahme ist natürlich mit allen weiteren Maßnahmen zu verzahnen. Es gibt auch weitere unterstützende Maßnahmen wie zum Beispiel die Entwicklung eines Klimaschutzlogos. Gute Erfahrungen wurden hier mit schulischen Wettbewerben gemacht. Angesichts des Stellenwertes, den das Thema Klimaschutz in Markdorf hat, stellt sich auch die Frage, warum es nicht prominent auf der Startseite der Stadt zusammen mit den drei Kernthemen „Stadt & Bürger“, „Einkaufen & Wirtschaft“ sowie „Freizeit & Tourismus“ angeführt ist.	
Controlling	Indikatorwert 1. Bekanntheitsgrad des Angebots 2. Reichweite der Medien 3. Resonanz der Bürgerschaft und der Unternehmen	Zyklus Medienspiegel im Klimaschutzbericht

Maßnahmenbereich 6: Kommunikation und Kooperation		Laufende Nummer: 6.3
Bezeichnung der Maßnahme:	Energiesparprojekte im Bildungsbereich	
Ziel	Die junge Generation wird ganz bewusst an Klimaschutzaktivitäten herangeführt und eingebunden. Es wird erwartet, dass hierdurch auch eine Multiplikatorwirkung über die Elternhäuser erreicht wird.	
Zielgruppe	Schüler*innen, Lehrer*innen	
Kurzbeschreibung	Es ist unbestritten, dass es wichtig ist, schon die Jüngsten in die Klimaschutzbemühungen einzubinden. Es sollen an den Schulen Projekte angeregt und unterstützt werden, welche die Themenfelder rund um den Klimaschutz adressieren. Neben Mobilität und Energieversorgung sind dies auch das Konsumverhalten und die Suffizienz.	
Ausgangssituation	Es gibt bereits ab dem Kindergarten pädagogische Konzepte bis hin zu fertigen Unterrichtseinheiten. Hinzu kommen viele Projektideen und Best-Practice-Beispiele, die üblicherweise öffentlich dokumentiert sind. Einige Ideen und Vorschläge sind als Stichworte im Abschnitt Anmerkungen gelistet.	
Handlungsschritte/ Umsetzungsschritte	• Festlegung des Aktionsprogramms für das Schuljahr mit der Schulleitung und den Lehrer*innen • Bekanntmachen der einzelnen Aktionen bei den Schüler*innen und / oder bei den Eltern • Durchführung der entsprechenden Aktion • Berichterstattung über die Ergebnisse • Dokumentation von Aktion und Verbesserungen für den nächsten Durchlauf	
mögliche Hemmnisse	fehlende Resonanz bei den Eltern, voller Lehrplan, fehlendes Personal	
Ressourcen	Finanziell: je nach Aktion; bei vielen Aktionen keine oder sehr gering, fehlende Mittel können oft über Sponsoring bereitgestellt werden Personalaufwand: Organisation des Projekts Bei der Durchführung: Engagement von Schüler*innen und / oder Eltern Auswertung und Vorstellung der Ergebnisse	
Bearbeitungszeitraum	Je nach Aktion wenige Wochen bis ein Schuljahr Es empfiehlt sich eine jährliche Wiederholung	
Verantwortliche	Initiierung, Begleitung, Auswertung: Klimaschutzmanagement Durchführung: Lehrer*innen und / oder Eltern	

Anmerkungen Beispiele Fördermöglichkeiten	• Laufbus Der Schulweg soll gemeinsam in der Gruppe zurückgelegt werden. Dazu treffen sich die Kinder an festgelegten Stellen zu festen Zeiten und legen den Weg unter Begleitung gemeinsam zu Fuß zurück. Als Beispiel siehe ADAC Motorwelt 2/2017 Seite 94. Anfragen an motorwelt-bw@mail.de • Aktion autofreie Grundschule (eine Woche ohne Auto zur Schule) • Fifty-fifty-Projekt, eingesparte Energiekosten werden zwischen Schulträgern und Nutzern aufgeteilt (Förderung durch Kommunalrichtlinie möglich, siehe unten) • Energiedetektive (wer passt auf, dass Alles so läuft, wie es laufen sollte?) • Ideenwettbewerb Klimaschutz • Solarwoche • Energiethemen aus dem Angebot „Haus der kleinen Forscher“ • Anlegen und Pflegen von Blühwiesen oder eines Schulwaldes Es gibt für die Bereiche Klimaschutz und Erneuerbare Energien eine Fülle von Lehrmaterialien und pädagogischen Konzepten. Eine gepflegte Webseite mit umfangreichen Material- und Ideensammlungen ist zum Beispiel unter dem folgenden Link zu finden: https://www.kli-manet.baden-wuerttemberg.de/. Viele Anregungen für Lehrkräfte beinhalten auch die Seiten https://www.ufu.de/service/downloads/. Hier sind auch viele Seiten mit ähnlicher Zielsetzung verlinkt. Unter dem Stichwort „Energiesparmodelle“ gewährt der Bund über die gültige Kommunalrichtlinie eine Förderung von 70 % (finanzschwache Kommunen 90%). Gefördert wird zusätzlich eingestelltes Personal sowie Sachmittel in Form sogenannter Starterpakete.	
Controlling	Indikatorwerte 1. Anzahl der Aktionen, Zahl der Mitwirkenden 2. Resonanz der Beteiligten 3. Erzielte Einsparungen (Abschätzung beim Verkehr; messbar bei Strom, Gas und Wasser)	Zyklus Nach Abschluss der Aktion Jährlich wiederkehrender Bericht mit entsprechenden Zahlen

11.2 Zahlenwerte und Einheiten

Tabelle 11-1: Energieinhalt ausgewählter (Brenn)Stoffe

Stoff	Menge	Energieinhalt [kWh]
Steinkohle	1 kg	8,14
Braunkohle	1 kg	5,5
Holz	1 kg	ca. 3,8
Heizöl	1 Liter	10,7
Benzin	1 Liter	8,4
Erdgas	1 m ³ = 1000 l	8,8 - 12,6
Wasserstoff	1 m ³ = 1000 l	3

Tabelle 11-2: Potenzen und Vorsatzzeichen, die bei Energieverbrauch und -erzeugung häufig anzutreffen sind

Vorsatz	Zeichen	Potenz	Faktor	Umgangssprachlich
Kilo	k	10 ³	1.000	Tausend
Mega	M	10 ⁶	1.000.000	Million
Giga	G	10 ⁹	1.000.000.000	Milliarde
Tera	T	10 ¹²	1.000.000.000.000	Billion
Peta	P	10 ¹⁵	1.000.000.000.000.000	Billiarde
Exa	E	10 ¹⁸	1.000.000.000.000.000.000	Trillion

Tabelle 11-3: Umrechnungsfaktoren für verschiedene Energieeinheiten

	kJ	Kcal	kWh	kg SKE	kg RÖE	m ³ Erdgas
1 Kilojoule (1kJ=1000Ws)	1	0,2388	0,000278	0,000034	0,000024	0,000032
1 Kilokalorie (kcal)	4,1868	1	0,001163	0,000143	0,0001	0,00013
1 Kilowattstunde (kWh)	3.600	860	1	0,123	0,086	0,113
1kg Steinkohleeinheit (SKE)	29.308	7.000	8,14	1	0,7	0,923
1kg Rohöleeinheit (RÖE)	41.868	10.000	11,63	1,428	1	1,319
1m ³ Erdgas	31.736	7.580	8.816	1,083	0,758	1

11.3 Heizgradtage, Gradtagzahlen und Witterungskorrektur

Der Bedarf an Heizwärme wird von vielen Faktoren beeinflusst. Ein wesentlicher Faktor dabei ist die Änderung im Wetterverlauf. Damit sind sowohl die Veränderungen im Jahresverlauf als auch klimatischen Schwankungen im Vergleich einzelner Jahre gemeint. Sollen Vergleichswerte gebildet oder Veränderungen protokolliert werden, ist es deshalb erforderlich diese Schwankungen herauszurechnen, also eine Witterungskorrektur vorzunehmen. Im Folgenden werden zunächst die Basisbegriffe und die Grundlagen zum Vorgehen erklärt, bevor dann abschließend auf die eigentliche Korrektur und die unterschiedlichen Vorgehensweisen hierzu eingegangen wird.

11.3.1 Heizgradtage und Gradtagzahlen als Grundlage für die Witterungskorrektur

Um den klimatischen Einfluss auf den Heizwärmebedarf zu beschreiben, werden die Heizgradtage und die Gradtagzahlen berechnet. Hierzu wird zunächst der Tagesmittelwert der Außentemperatur gebildet. Die Innentemperatur wird auf 20°C festgelegt. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Festlegung der Heizgrenztemperatur. Diese beschreibt im Grunde, ab welcher Außentemperatur die Heizung eingeschaltet werden muss und hängt damit natürlich vom baulichen Zustand ab. In Tabelle 11-4 sind die üblicherweise verwendeten Werte zusammengestellt.

Tabelle 11-4: Werte der Heizgrenztemperatur für verschiedene Bauausführungen

Bauausführung	Heizgrenztemperatur
Bestandsgebäude	15°C
Niedrigenergiehäuser	12°C
Passivhäuser	10°C

Zur allgemeinen Witterungskorrektur wird die Heizgrenztemperatur für Bestandsgebäude verwendet. Als Heiztag wird ein Tag bezeichnet, an dem die mittlere Außentemperatur niedriger ist als die Heizgrenztemperatur. Die Heizgradtage werden gebildet, indem an Heiztagen die Differenzen zwischen Außentemperatur und Heizgrenztemperatur erfasst und in der Regel zu einem Monatswert aufsummiert wird. Bei einer Außentemperatur von 15°C und mehr sind es also Null Heizgradtage, bei -10°C dagegen 25 Heizgradtage. Heizgradtage eignen sich insbesondere, um bei gemessenen Verbrauchswerten eine Klimabereinigung durchzuführen. Dabei wird der Verbrauchswert durch die entsprechende Zahl an Heizgradtagen geteilt und mit dem analog ermittelten Wert aus mehreren Heizperioden (langjähriges Mittel) multipliziert.

Die Gradtagzahl ist dagegen die richtige Eingangsgröße für eine Energiebilanzrechnung, bei der innerhalb der Heizperiode solare und interne Gewinne mit berücksichtigt werden, wodurch sich der Wärmebedarf entsprechend reduziert. Für die Bildung der Gradtagzahl wird an Heiztagen die Differenz zwischen Raumtemperatur und Außentemperatur gebildet. Es ergeben sich also null Gradtage wenn die Außentemperatur größer oder gleich 15°C ist, bei -10°C sind es aber 30 Gradtage. Tabelle 11-5 veranschaulicht dieses Vorgehen für einen Beispielmonat.

Tabelle 11-5: Bildung von Heizgradtagen und Gradtagzahlen in einem Beispielmonat

Tag	Außentemperatur [°C]	Gradtag- zahl	Heizgradtage
1	17,0	0,0	0,0
2	15,5	0,0	0,0
3	16,8	0,0	0,0
4	14,2	5,8	0,8
5	11,1	8,9	3,9
6	8,6	11,4	6,4
7	5,2	14,8	9,8
8	1,9	18,1	13,1
9	-2,0	22,0	17,0
10	-5,6	25,6	20,6
11	-8,7	28,7	23,7
12	-10,0	30,0	25,0
13	-3,2	23,2	18,2
14	-2,0	22,0	17,0
15	-5,6	25,6	20,6
16	-8,7	28,7	23,7
17	-10,0	30,0	25,0
18	-3,2	23,2	18,2
19	2,0	18,0	13,0
20	5,1	14,9	9,9
21	7,5	12,5	7,5
22	8,3	11,7	6,7
23	4,6	15,4	10,4
24	5,9	14,1	9,1
25	3,6	16,4	11,4
26	2,9	17,1	12,1
27	1,0	19,0	14,0
28	4,3	15,7	10,7
29	8,5	11,5	6,5
30	15,1	0,0	0,0
31	18,0	0,0	0,0
	Summen	484,3	354,3

Tabelle 11-6: Entwicklung der monatlichen Heizgradtage und Gradtagzahlen über ein Jahr

Monat	Gradtag- zahl	Heizgradtage
Januar	524	369
Februar	475	335
März	402	247
April	343	193
Mai	132	50
Juni	0	0
Juli	6	1
August	31	8
September	40	10
Oktober	206	89
November	417	267
Dezember	499	344
Jahr	3.076	1.914
langjähriges Mittel	3.465	2.202

Tabelle 11-6 zeigt die Entwicklung beider Korrekturgrößen für das Jahr 2023 auf Basis des nach Entfernung gewichteten Mittels der in den Wetterstationen Friedrichshafen-Unterraderach (62 %), Konstanz (19 %) und Weingarten (18 %) gemessenen Werte. Im Vergleich zum langjährigen Mittel verdeutlichen die Summenwerte, dass das Jahr wärmer war. Demnach sollte auch der Heizwärmebedarf ca. 11 % unter dem Durchschnittswert liegen.

Über die Heizgradtage lassen sich auch die Verbrauchsmengen, die durch einen Tankvorgang bestimmt wurden, auf einzelne Zeitabschnitte verteilen. Das dazu notwendige Vorgehen wird im Folgenden an einem Beispiel erläutert. Nach den vorliegenden Rechnungen wurde im Beispiel der Tank Ende April 2022 befüllt. Beim nächsten Tankvorgang Ende November 2023 wurden 4.655 Liter getankt. Unter der Voraussetzung, dass bei beiden Tankvorgängen der gleiche Füllstand – in der Regel voll – erreicht wurde, lag der Verbrauch in den 19 Monaten also bei 4.655 l. Die Heizgradtage für diesen Zeitabschnitt sind in Tabelle 11-7 beispielhaft zusammengestellt. Insgesamt waren es 2.871 Heizgradtage. Davon entfielen 950 auf 2022 und 1.921 auf 2023. Die Verbrauchsmengen werden nun anteilig nach Heizgradtagen aufgeteilt.

Tabelle 11-7: Heizgradtage als Beispiel für die Aufteilung von Verbrauchsmengen

Monat	Heizgradtage
Mai 22	24
Juni 22	10
Juli 22	1
August 22	6
September 22	45

Oktober 22	161	
November 22	330	Teilsumme 2022
Dezember 22	373	950
Januar 23	480	
Februar 23	353	
März 23	275	
April 23	165	
Mai 23	140	
Juni 23	1	
Juli 23	3	
August 23	1	
September 23	60	
Oktober 23	139	Teilsumme 2023
November 23	304	1921
Dezember 23	396	
Heizgradtage im Verbrauchszeitraum Teilsumme 2022+ Teilsumme 2023		2871

Von der verbrauchten Heizölmenge entfiel demnach auf das Jahr 2022 ein Anteil von:

$$\text{Verbrauch in 2022} = \frac{950}{2871} * 4655\text{l} = 1540\text{l}$$

Für das Jahr 2023 waren es:

$$\text{Verbrauch in 2023} = \frac{1921}{2871} * 4655\text{l} = 3115\text{l}$$

Der übrige Verbrauchanteil für das Jahr 2022 ist analog über die Daten des vorherigen Tankvorgangs (wahrscheinlich in 2021) zu ermitteln. Für den Jahresverbrauch 2023 fehlt noch der Dezember. Der anteilige Verbrauch für diesen Monat wird dann aus dem ersten nachfolgenden Tankvorgang wahrscheinlich im Jahr 2024 abgeleitet. Solange dieser noch nicht erfolgt ist, kann eine erste Einschätzung über die Heizgradtage erfolgen. Es entfallen auf den Dezember 396 von 2.317 Heizgradtage im Jahr 2023 also ein Anteil von 0,171. Das heißt, es kann als erste Einschätzung von einem Jahresverbrauch von $3.115\text{ l} / (1 - 0,171) = 3.806\text{ l}$ ausgegangen werden. Der geschätzte Dezemberverbrauch im Jahr 2023 sollte also ungefähr bei $3.806\text{ l} * 0,171 = 651\text{ l}$ liegen.

11.3.2 Witterungskorrektur bzw. Witterungsbereinigung

Zur Witterungskorrektur von jährlichen Verbrauchswerten werden im Allgemeinen die Gradtagzahlen verwendet. Natürlich variieren die Kennzahlen für die Witterung nicht nur mit der Jahreszeit bzw. dem Jahr an sich. Sie stehen auch in direktem Zusammenhang mit dem jeweiligen Standort. So ergeben sich an tendenziell kälteren Standorten z. B. im Allgäu deutlich höhere Heizgradtage oder Gradtagzahlen als in Karlsruhe. Für eine Korrektur regionaler Werte wären also auch lokale Messwerte wünschenswert. Selbst wenn diese über eine verlässliche Messstation vor Ort ermittelt werden, mangelt es aber meistens an der zur Bildung des langjährigen Mittels notwendigen Datenbasis. Eine Möglichkeit zu

aussagekräftigen Vergleichswerten zu kommen, ist das Excel-basierte Rechenwerkzeug des IWU [18]. Um die Standortproblematik zu erfassen, werden hier aktuell drei möglichst regional gelegene Wetterstationen herangezogen. Über diesen Weg gibt das Rechenwerkzeug dann die Gradtagzahlen für das jeweilige Jahr sowie das langjährige Mittel aus. Tabelle 11-8 zeigt die Werte für den Standort Markdorf. Demnach war das Jahr 2023 mit 3.076 Gradtagen deutlich wärmer als das langjährige Mittel mit 3.465. Der Verbrauchswert ist also mit einem Faktor von 1,126 zu multiplizieren, damit er mit anderen Jahren verglichen werden kann. Im oben berechneten Beispiel ergibt sich also für 2023 ein witterungsbereinigter Verbrauch von $1,126 \cdot 3.806 \text{ l} = 4.287 \text{ l}$ und der auf den ersten Blick vielleicht günstige Wert relativiert sich, weil er nur auf das milde Wetter im Jahr 2023 zurückzuführen war.

Auf die beschriebene Art ist es möglich, Schwankungen im lokalen Heizenergieverbrauch, die allein auf die Änderung der klimatischen Verhältnisse zurückgehen, näherungsweise auszugleichen.

Tabelle 11-8: Gradtagzahlen und Klimafaktoren als Beispiel

		lokal	Würzburg	Potsdam
	Mittel	3465	3883	3667
Jahr	Gradtagzahl	Klimafaktor		
2000	3619	0,957	1,073	1,013
2001	3883	0,892	1,000	0,944
2002	3633	0,954	1,069	1,009
2003	3794	0,913	1,023	0,967
2004	3655	0,948	1,062	1,003
2005	3769	0,919	1,030	0,973
2006	3604	0,961	1,077	1,017
2007	3334	1,039	1,165	1,100
2008	3546	0,977	1,095	1,034
2009	3485	0,994	1,114	1,052
2010	3976	0,871	0,977	0,922
2011	3340	1,037	1,163	1,098
2012	3590	0,965	1,082	1,021
2013	3809	0,910	1,019	0,963
2014	3140	1,104	1,237	1,168
2015	3424	1,012	1,134	1,071
2016	3465	1,000	1,121	1,058
2017	3542	0,978	1,096	1,035
2018	3097	1,119	1,254	1,184
2019	3346	1,036	1,160	1,096
2020	3220	1,076	1,206	1,139
2021	3619	0,957	1,073	1,013
2022	3110	1,114	1,249	1,179
2023	3076	1,126	1,262	1,192

Bei großflächigen Untersuchungen, die sich z. B. wie die bereits öfter zitierte ages-Studie [4] auf das ganze Bundesgebiet beziehen, muss auch der Standortfaktor, also der klimatische Unterschied, der allein auf den Ort zurückzuführen ist, ausgeglichen werden. Dies wird gewährleistet, indem die lokale

Gradtagzahl des Jahres nicht auf das langjährige lokale Mittel, sondern auf das Mittel eines festen Referenzstandortes bezogen wird. Damit wird quasi berechnet, wie der Verbrauch des untersuchten Objekts ausgefallen wäre, wenn es den mittleren klimatischen Bedingungen am Referenzstandort ausgesetzt gewesen wäre. Bis April 2014 wurde Würzburg mit einer Gradtagzahl von 3.883 als deutscher Referenzstandort verwendet. Der entsprechende Klimafaktor ist ebenfalls in Tabelle 11-8 angegeben. Mit dem 01.05.2014 wurde der Referenzstandort auf Potsdam mit einer Gradtagzahl von 3.667 verlegt. Für den Referenzstandort Würzburg hätte sich im Beispiel ein witterungskorrigierter Verbrauch von $1,262 \cdot 3.806 \text{ l} = 4.803 \text{ l}$ ergeben.

Sobald sich der neu eingeführte Referenzstandort in allen Studien etabliert hat, gibt es dann wieder einen direkten Zugang zu sehr lokalen Klimafaktoren. Der Deutsche Wetterdienst (DWD) veröffentlicht diese als Service monatlich und postleitzahlenscharf für alle Orte in Deutschland. Der entsprechende Link lautet:

<http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html>.

Diese Werte beziehen sich dann aber immer auf die aktuellen Klimawerte am Referenzstandort Potsdam für den ausgewählten Zeitraum – wie zum Beispiel das aktuelle Jahr – und nicht auf das langjährige Mittel.