

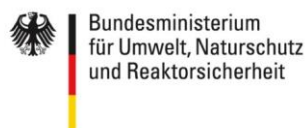
Integriertes Klimaschutzkonzept Gemeinde Mainhausen

- Endbericht -



vorgelegt der Gemeinde Mainhausen
von INFRASTRUKTUR & UMWELT
 Professor Böhm und Partner
am 23.08.2016

GEFÖRDERT DURCH:



INHALTSVERZEICHNIS

1	Hintergrund und Aufgabenstellung.....	1
2	Bisherige Klimaschutzaktivitäten der Gemeinde Mainhausen (Auswahl)	3
3	Energie- und CO₂-Bilanz.....	5
3.1.	Datengrundlagen und Methodik.....	5
3.2.	Ergebnisse der Energie- und CO ₂ -Bilanz	7
3.2.1	Gesamtenergieverbrauch	7
3.2.2	CO ₂ -Bilanz	10
3.2.3	Detailbetrachtung private Haushalte.....	12
3.2.4	Detailbetrachtung Wirtschaftssektor	16
3.2.5	Detailbetrachtung Gemeinde Mainhausen	17
3.2.6	Detailbetrachtung erneuerbare Energien und KWK	18
4	Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen.....	21
4.1.	Methodik der Potenzialanalysen	21
4.2.	Handlungsfeld Energieeinsparung und -effizienz	22
4.2.1	Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz im Bereich Strom	23
4.2.1.1.	Einsparpotenziale durch effiziente Technik	24
4.2.1.2.	Einsparpotenziale durch Verhaltensänderung.....	25
4.2.1.3.	Zusammenfassung der Effizienz- und Einsparpotenziale Stromverbrauch.....	26
4.2.2	Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz im Bereich Wärme	26
4.2.2.1.	Haushalte	27
4.2.2.2.	Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung	30
4.2.2.3.	Kommunale Liegenschaften und Einrichtungen	31
4.3.	Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung in Mainhausen	33
4.3.1	Methodische Vorbemerkungen.....	33
4.3.2	Feste Biomasse	35
4.3.3	Fotovoltaik.....	36
4.3.4	Solarthermie.....	38
4.3.5	Umweltwärme	38
4.3.6	Potenziale zur Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung	39
4.3.7	Zusammenfassung der Potenziale zur Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung.....	40
4.4.	Handlungsfeld Mobilität.....	43
4.4.1	Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz im Mobilitätsbereich	44

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

4.4.2	Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und alternativer Antriebe im Mobilitätsbereich	45
4.4.3	Zusammenfassung der Potenziale zur Reduktion der CO ₂ -Emissionen im Mobilitätsbereich	46
5	Szenarien bis zum Jahr 2030	47
5.1.	Annahmen zu den Szenarien.....	48
5.2.	Ergebnisse der Szenarien.....	50
5.2.1	Entwicklung des Energieverbrauchs.....	50
5.2.2	Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung	51
5.2.3	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen	53
6	Energie- und klimapolitische Ziele	56
6.1.	Ziele auf Ebene des Bundes, des Landes und der Region.....	56
6.2.	Klimaschutzziele für die Gemeinde Mainhausen.....	58
6.2.1	Aktuelle Beschlusslage	58
6.2.2	Vorschlag zur Neuformulierung und Konkretisierung der Klimaschutzziele für die Gemeinde Mainhausen	60
7	Maßnahmenkatalog	62
7.1.	Struktur.....	62
7.2.	Gliederung des Maßnahmenkatalogs	62
7.3.	Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen.....	65
7.4.	Kurzübersicht des Maßnahmenkatalogs	65
8	Kommunikationsstrategie	67
9	Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses	71
10	Controlling- und Monitoringkonzept	73
10.1.	Fortschreibbare Energie- und CO ₂ -Bilanz	73
10.2.	Exkurs Klimaschutz-Planer	74
10.3.	Indikatoren-Analyse	75
10.4.	Maßnahmen-Controlling	76
	Quellenverzeichnis	79

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

ANHANG

Anhang 1.1	Maßnahmensammlung
Anhang 1.2	Priorisierung
Anhang 1.3	Maßnahmensteckbriefe
Anhang 2	Energie- und Wärmesteckbriefe
Anhang 3	Dokumentation der Akteursbeteiligung

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Spezifische Verbrauchsdaten in Mainhausen und bundesweit	9
Tabelle 2:	Wohnfläche und Wärmebedarf nach Baualtersklassen	14
Tabelle 3:	Zusammenfassung der Effizienz- und Einsparpotenziale im Strombereich.....	26
Tabelle 4:	Vereinfachte Effizienzbetrachtung der kommunalen Gebäude (Wärme).....	32
Tabelle 5:	Vereinfachte Effizienzbetrachtung der kommunalen Gebäude (Strom).....	32
Tabelle 6:	Annahmen für Abschätzung des KWK-Potenzials	40
Tabelle 7:	Zusammenfassende Übersicht der möglichen Maßnahmen und deren CO ₂ -Sparpotenzial in Prozent (nach UBA 2010)	43
Tabelle 8:	Potenziale zur Reduktion der CO ₂ -Emissionen im Mobilitätsbereich	46
Tabelle 9:	Annahmen zu den Szenarien	48
Tabelle 10:	Energie- und klimapolitische Ziele der Bundesregierung	56
Tabelle 11:	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen.....	66
Tabelle 12:	Übersicht der Eingabedaten für die Startbilanz (EcoRegion) bzw. die Minimalbilanz (Klimaschutz-Planer).....	74
Tabelle 13:	Indikatoren für das Monitoring des integrierten Klimaschutzkonzepts	76

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Entwicklung des Energieverbrauchs in Mainhausen nach Verbrauchssektoren	7
Abbildung 2: Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs je Einwohner nach Verbrauchssektoren in Mainhausen	8
Abbildung 3: Entwicklung des Energieverbrauchs in Mainhausen nach Energieträgern	9
Abbildung 4: Aufteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken in Mainhausen	10
Abbildung 5: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Mainhausen	11
Abbildung 6: Entwicklung der spezifischen CO ₂ -Emissionen in Mainhausen	12
Abbildung 7: Bestand an Wohngebäuden nach Typ (HSL 2014)	13
Abbildung 8: Aufteilung der gesamten Wohnfläche und des gesamten Endenergieverbrauchs nach Gebäudealtersklassen	14
Abbildung 9: Entwicklung des Energieverbrauchs der Haushalte in Mainhausen.....	15
Abbildung 10: Entwicklung des Energieverbrauchs im Wirtschaftssektor in Mainhausen	17
Abbildung 11: Stromerzeugung und bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs in Mainhausen 2005 bis 2014	18
Abbildung 12: Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung in Mainhausen	19
Abbildung 13: Anzahl der BAFA-geförderten installierten Solarthermieanlagen je Jahr.....	20
Abbildung 14: Schema der Potenzialabstufungen für die Potenzialanalysen	22
Abbildung 15: Einsparpotenziale durch Nutzung effizienter Heiztechnik (BDH 2011).....	28
Abbildung 16: Einsparpotenziale durch Kombination effizienter Anlagentechnik und energetischer Sanierung der Gebäudehülle (BDH 2011).....	29
Abbildung 17: Einsparpotenzial Heizwärmebedarf durch energetische Sanierung von Gebäuden unterschiedlicher Baualtersklassen (IWU 2007)	30
Abbildung 18: Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Mainhausen	41
Abbildung 19: Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien	42
Abbildung 20: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den Szenarien in Mainhausen	50
Abbildung 21: Szenarien: Energieverbrauch nach Anwendungsart.....	51

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Abbildung 22: Szenarien zur Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen und KWK-Anlagen in Mainhausen	52
Abbildung 23: Szenarien zur Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in Mainhausen	53
Abbildung 24: Reduktion der CO ₂ -Emissionen im Szenario TREND	54
Abbildung 25: Reduktion der CO ₂ -Emissionen im Szenario AKTIV	55
Abbildung 26: Mainhausen auf dem Weg zur Klimaneutralität 2050	61
Abbildung 27 Struktur des Maßnahmenkatalogs.....	63
Abbildung 28 Strukturvorschlag für den Umsetzungsprozess	72
Abbildung 29: Musterblatt für das Maßnahmen-Controlling.....	78

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Erläuterung
a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
dena	Deutsche Energieagentur
eea®	European Energy Award®
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVO	Energieversorgung Offenbach AG
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EW	Einwohner
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
IKK	Integriertes Klimaschutzkonzept
KFZ	Kraftfahrzeug
KHS	Kreishandwerkerschaft
Klimabündnis	Klima-Bündnis europäischer Städte mit den indigenen Völkern der Regenwälder zum Erhalt der Erdatmosphäre e.V.
KRD	Krafträder und Leichtkrafträder
KSM	Klimaschutzmanager
KUP	Kurzumtriebsplantagen
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m ² · a)	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung
LCA	Life Cycle Assessment/Life Cycle Analysis (Lebenszyklusanalyse)
LKW	Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen
LRA	Landratsamt
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh	Megawattstunde (=1.000 Kilowattstunden)
MWh/(EW · a)	Megawattstunde pro Einwohner und Jahr
MWh/(ha · a)	Megawattstunde pro Hektar und Jahr
MWh/a	Megawattstunde pro Jahr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik (direkte Stromerzeugung aus Sonnenenergie)

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Abkürzung	Erläuterung
SVB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
t/a	Tonnen pro Jahr
Tsd.	Tausend
UBA	Umweltbundesamt
WEA	Windenergieanlage
WiFö	Wirtschaftsförderung
WZ	Wirtschaftszweig

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Mainhausen liegt im Kreis Offenbach am östlichen Rand des Rhein-Main-Gebiets direkt am Main, rund 25 Kilometer südöstlich der Gemeinde Frankfurt am Main. Mainhausen besteht aus den Ortschaften und Gemarkungen Mainflingen im Nordosten und Zellhausen im Südwesten.

Insgesamt zählte die Gemeinde Mainhausen zum 31. März 2015 9.056 Einwohner und ist damit die kleinste Kommune im Kreis Offenbach. Die gesamte Gemarkungsfläche der Gemeinde umfasst ca. 1.792 Hektar. Davon sind ca. 42 % Waldfläche, 16 % landwirtschaftlich genutzte Fläche und 31 % Siedlungs- und Verkehrsflächen. Die Einwohnerdichte liegt in Mainhausen bezogen auf das Gemarkungsgebiet bei rund 505 Einwohnern je Quadratkilometer und damit deutlich unter dem Durchschnitt (ca. 950 EW/km²) des sehr dicht besiedelten Landkreises.

Über das Straßen- und Schienennetz ist die Gemeinde Mainhausen gut an den Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main angebunden. Der Flughafen Frankfurt am Main befindet sich in etwa 30 Kilometern Entfernung von Mainhausen.

Das Thema „Energie und Klimaschutz“ bewegt auch in Mainhausen schon seit längerem Politik und Bürgerschaft. Bereits im März 1998 hat die Gemeindevertretung durch den Beschluss zur Erarbeitung einer Lokalen Agenda 21 erste Akzente im Klimaschutz gesetzt. In Folge wurde der Energietisch und die Agenda-Kommission gegründet und das Leitbild „Schutz der Erdatmosphäre“ erarbeitet und beschlossen. Viele der dort aufgeführten Maßnahmen wurden bereits umgesetzt.

Im Juli 2013 hat die Gemeinde Mainhausen die „Charta der 100 Kommunen für den Klimaschutz“ unterzeichnet und ist damit eine der Kommunen Hessens, die sich besonders für Klimaschutz in der Region engagieren wollen. Mit der Unterzeichnung der Charta ging die Erstellung eines Aktionsplans einher, der verschiedene Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen enthält. In diesem Aktionsplan wurde auch formuliert, dass die Betrachtung der gesamten Gemeinde und die Einbeziehung der Bürgerinnen und Bürger und der Unternehmen ein weiterer wichtiger Schritt für die Klimaschutzaktivitäten vor Ort wäre. Dies führte dazu, dass die Gemeindevertretung am 25.03.2014 beschlossen hat, ein integriertes Klimaschutzkonzept zu erstellen. Hierzu ein Auszug des Beschlusses:

- A) Der Gemeindevorstand wird aufgefordert basierend auf dem "Aktionsplan Klimaschutz" ein Klimaschutzkonzept im Rahmen der kommunalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung in Auftrag zu geben.
- B) Ziel dieses Konzeptes ist es, eine Grundlage zu schaffen, um den CO₂-Ausstoß langfristig zu verringern, sich den Herausforderungen des Klima-

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

wandels zu stellen und die Gemeinde auch wirtschaftlich zu stärken. Einen wesentlichen Bestandteil für die Umsetzung des Klimaschutzkonzepts sollte ein Maßnahmenkatalog sein, der zusammen mit lokalen Akteuren, Politik, Verbänden, Kreditinstituten, den Energieversorgern und nicht zuletzt mit den Bürgern erstellt wurde. Der Katalog mit möglichen Maßnahmen umfasst allgemeine Handlungsempfehlungen, die nach Handlungsfeldern gegliedert sind und den Umfang an Möglichkeiten aufzeigen.

Das vorliegende Konzept ist Ergebnis o.g. Beschlusses.

2 Bisherige Klimaschutzaktivitäten der Gemeinde Mainhausen (Auswahl)

In der Vergangenheit wurden in Mainhausen bereits zahlreiche konkrete Maßnahmen im Bereich Energie und Klimaschutz umgesetzt oder initiiert. Nachfolgend eine Auswahl der Maßnahmen der letzten Jahre:

- Zur Reduzierung des Energieverbrauchs kommunaler Gebäude erhielt im Jahr 2001 die K & L Ingenieurgesellschaft für Energiewirtschaft mbH den Auftrag zur Energierevision / Controlling. Dabei wurden alle gemeindeeigenen Gebäude im Hinblick auf Energieeinsparpotentiale untersucht. Die vorgeschlagenen Maßnahmen wurden weitestgehend umgesetzt. Dabei handelte es sich im z.B. um den Austausch von Pumpen an Heizungsanlagen, um den Austausch von Leuchtmitteln in den Rathäusern und die Reduzierung der Einschaltzeiten der Beleuchtung verschiedener Straßen und Wege.
- Bei der Planung des Neubaugebietes „Nördlich der Seen“ im Ortsteil Mainflingen wurden, auf Vorschlag des Energietisches, energetische Rahmenbedingungen berücksichtigt. So wurde ein Nahwärmenetz errichtet und es wurden konkrete Vorgaben zum Heizenergieverbrauch der Wohngebäude festgesetzt. Der maximale Heizenergieverbrauch wurde auf 50 kWh/m²/a begrenzt. Damit wurde bereits im Jahr 2001 (zu einer Zeit, in der noch die Wärmeschutzverordnung aus dem Jahr 1995 Gültigkeit hatte) der erst in der späteren Energieeinsparungsverordnung vorgeschriebene Niedrigenergiehausstandard verbindlich vorgeschrieben und auch in den Verträgen mit dem dortigen Bauträger festgelegt.
- Zur Nutzung erneuerbarer Energien wurde am 3. November 2004 aus einer Initiative der Agenda-21-Kommission die Bürger-Sonnenstrom Mainhausen GbR gegründet. 32 Privatpersonen brachten zusammen ein Eigenkapital von 84.000,00 € auf, das noch durch ein Darlehen der Kreditanstalt für Wiederaufbau aufgestockt wurde, so dass insgesamt eine Summe von 175.000,00 € netto investiert wurde. Damit wurde auf dem Dach der neuen Sporthalle im Ortsteil Mainflingen eine Gemeinschafts-Fotovoltaik-Anlage mit 126 Modulen, einer Modulfläche von 270 m² und einer Leistung von 30 kW_{peak} errichtet. Die Anlage wurde am 02.06.2005 in Betrieb genommen und läuft seit dieser Zeit problemlos. Die in der Wirtschaftlichkeitsberechnung anfangs zugrunde gelegten Renditen wurden regelmäßig übertroffen. Bis Mai 2013 wurden entsprechend der Angaben der Betreiber 260.535 kWh Strom erzeugt und damit 153.716 kg CO₂ weniger emittiert.
- Weitere PV-Anlagen wurden auf dem Friedhofsgebäude in Zellhausen sowie auf dem neuen Feuerwehrgebäude in Zellhausen in den letzten Jahren in Betrieb genommen.
- Im Jahr 2008 wurde der Strombezug für die gemeindlichen Liegenschaften wie Bürgerhäuser, Rathäuser, Sporthallen und Kindergärten sowie der des Eigenbetriebes Campingplatz und Badeseen Mainhausen zu 100 % auf Strom aus erneuerbaren Energiequellen umgestellt. Bei einem Gesamtstromverbrauch für die gemeindlichen Gebäude von 60.000 kWh wurden damit 35.400 kg CO₂ jährlich weniger emittiert. Der Campingplatz Mainflingen hatte im Jahr 2012 einen Gesamt-

stromverbrauch von 174.537 kWh. Durch den Bezug von Ökostrom wurden 102.977 kg CO₂ pro Jahr eingespart.

- Im Frühjahr 2010 stellte die SPD-Fraktion Mainhausen ihr Konzept „Sonnenoffensive Mainhausen – Ein Denkanstoß“ vor. Dieses Papier enthält eine Fülle von Denkanstößen, wie durch kurz- mittel- und langfristige Maßnahmen auf kommunaler Ebene zum globalen Klimaschutz beigetragen werden kann, welche auch im integrierten Klimaschutzkonzept Niederschlag finden.

Mainhausen steht bei seinen Klimaschutzbemühungen also keineswegs am Anfang. Das vorliegende integrierte Klimaschutzkonzept stellt als strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe die bisherigen Einzelmaßnahmen in einen übergeordneten Rahmen. Es zeigt die Potenziale in Mainhausen auf und macht Vorschläge zu Maßnahmen in verschiedenen Handlungsfeldern.

Grundlage des Konzepts ist eine Bestandsaufnahme des Energieverbrauchs und der daraus resultierenden CO₂-Emissionen in Mainhausen (Kapitel 3). Aufbauend darauf werden Potenziale zur Energieeinsparung, Energieeffizienz und verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien ermittelt (Kapitel 4). Mit Hilfe von Szenarien wird dann in zwei verschiedenen Entwicklungspfaden bis zum Jahr 2030 dargestellt, inwiefern diese Potenziale tatsächlich umgesetzt werden könnten (Kapitel 5). Dabei steht der Entwicklung im TREND-Szenario – quasi ein „weiter so wie bisher“ – das AKTIV-Szenario mit deutlich verstärkten Klimaschutzaktivitäten auf allen Handlungsebenen gegenüber. Die Szenarien dienen als Grundlage für die Formulierung von Klimaschutzzielen (Kapitel 6).

Basierend auf der Ist-Analyse und den Szenarien wurde unter Beteiligung der Akteure vor Ort ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, bewertet und priorisiert (Kapitel 7). Daraus resultiert ein zielorientierter Handlungsplan für die Klimaschutzaktivitäten in Mainhausen, der durch Vorschläge zum Umsetzungsprozess komplettiert wird (Kapitel 9).

3 Energie- und CO₂-Bilanz

3.1. Datengrundlagen und Methodik

Grundlage für alle weiteren Analysen des Klimaschutzkonzepts ist eine Energie- und CO₂-Bilanz. Sie stellt die aktuellen Energieverbräuche und die daraus resultierenden CO₂-Emissionen sowie die Entwicklung der letzten Jahre von 2010 bis 2014 dar. Aktuellstes Bilanzierungsjahr ist das Jahr 2014, da es zum Zeitpunkt der Bilanzierung das Jahr mit der aktuellsten Datenbasis ist.

In die Energie- und CO₂-Bilanz fließen verschiedene Daten ein. Wesentliche Eingangsgrößen sind dabei allgemeine Strukturdaten zu Einwohner-, Erwerbstätigen-, und Fahrzeugzahlen. Insgesamt wurden die folgenden Daten ausgewertet:

- Einwohnerzahlen nach Ortsteilen
- Beschäftigtenzahlen nach Wirtschaftszweigen
- Zugelassene Fahrzeuge nach Fahrzeugtyp
- Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und Einrichtungen
- Detailinformationen zu kommunalen Gebäuden
- Daten der Netzbetreiber zum Strom- und Erdgasverbrauch aufgeteilt nach Verbrauchergruppen
- Daten der Schornsteinfeger zu den Heizungsanlagen in den beiden Ortsteilen
- Daten zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und EnergyMap.info)
- Weitere statistische Daten (Mikrozensus, Hessische Gemeindestatistik,...)

Mit Hilfe dieser umfangreichen Datenbasis kann eine detaillierte Energie- und CO₂-Bilanz für die Gemeinde Mainhausen erstellt werden. Die Bilanz orientiert sich an den drei Anwendungsbereichen Stromversorgung, Wärmeversorgung und Mobilität. Dabei werden die Energieverbräuche nach den folgenden Verbrauchergruppen unterteilt:

- a) Private Haushalte
- b) Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD)
- c) Verkehr
- d) Gemeinde Mainhausen

Es werden jeweils die Energieverbräuche nach Anwendungsbereich und Verbrauchssektoren dargestellt und analysiert. Auf Basis dieser Energieverbrauchs-Analysen wird anschließend die CO₂-Bilanz aufgestellt. Dazu wurde das Bilanzierungstool EcoRegion der Firma EcoSpeed eingesetzt, welches eine Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz ermöglicht (siehe www.ecospeed.ch). Für alle Emissionsberechnungen im Rahmen die-

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

ses Klimaschutzkonzepts wird die Life-Cycle-Assessment-(LCA)-Methode genutzt. Diese berücksichtigt bei den CO₂-Emissionen auch die Vorketten für die Bereitstellung der Energie, wie z.B. Erschließung, Aufbereitung und Transport von Erdgas. Eine Besonderheit ergibt sich bei den CO₂-Emissionen, die aus dem Stromverbrauch resultieren. Sie entstehen vor allem bei der Stromproduktion in den Kraftwerken. Zusätzlich sind durch die LCA-Methode diejenigen Emissionen berücksichtigt, die bei der Brennstoffbereitstellung bzw. dem Bau der Erzeugungsanlage entstehen. Der Großteil dieser Emissionen entsteht nicht in Mainhausen selbst, sondern wird durch den Stromverbrauch in Mainhausen an anderer Stelle verursacht.

Um vergleichbare Ergebnisse zu anderen Energieträgern zu erhalten und Strom als Energieträger nicht zu bevorteilen, müssen die CO₂-Emissionen der Stromproduktion auf den Stromverbrauch in Mainhausen angerechnet werden. Da das Stromnetz bundesweit verknüpft ist und sich nicht unterscheiden lässt, aus welchen Quellen der in Mainhausen genutzte Strom physikalisch tatsächlich stammt, wird für die Analyse der bundesweite Strommix angesetzt. Dies geschieht im Einklang mit den Bilanzierungsempfehlungen des Klimabündnisses (vgl. Morcillo 2011, ifeu 2014). Der Nachteil dieser Betrachtungsweise liegt darin, dass dadurch die lokalen Beiträge zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien keinen direkten Eingang in die CO₂-Bilanz finden. Diesen Beitrag darzustellen, ist aber nicht zuletzt für die Diskussion um Erneuerbare-Energien-Anlagen vor Ort sehr wichtig. Daher wird im vorliegenden Konzept zusätzlich aufgezeigt, welchen Beitrag die erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung in Mainhausen leisten.

Die Bilanzierung der Wärme- und Stromversorgung erfolgt nach dem Territorialprinzip. Das heißt, es wird der Wärme- und Stromverbrauch bilanziert, der auf dem Gemarkungsgebiet der Gemeinde Mainhausen erfolgt. Demgegenüber wird der Verkehrssektor verursachergerecht bilanziert. Das bedeutet, dass hier der Energieverbrauch bilanziert wird, der durch Mainhäuser Bürger/innen insgesamt verursacht wird – also bspw. inklusive Fernverkehrsstrecken und Flugverkehrsreisen. Damit wird sichergestellt, dass der Verkehrssektor vollständig abgedeckt wird.

Die Bilanzen werden entsprechend der Empfehlungen nicht witterungsbereinigt. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

Zusätzlich zur Gesamtbilanz werden für den Wärmeverbrauch Steckbriefe auf Ortsteilebene erstellt. Diese basieren auf den Datenangaben der Schornsteinfeger und zeigen die Verteilung der Heizungsanlagen nach Energieträger, Alters- und Leistungsklasse in den beiden Ortsteilen. Die Wärmesteckbriefe finden sich im Anhang 2.

Die hier dargestellten Bilanzen auf Basis der umfangreichen Datenauswertung weichen zum Teil deutlich von den Ergebnissen der Startbilanz in EcoRegion ab, welche sich auf

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

bundesweite Durchschnittswerte stützt. Aufgrund der unterschiedlichen Methodik können die beiden Bilanzierungen nicht miteinander verglichen werden. Eine Rückrechnung der Ergebnisse auf das Jahr 1990 erscheint vor diesem Hintergrund nicht sinnvoll und wurde daher nicht durchgeführt.

3.2. Ergebnisse der Energie- und CO₂-Bilanz

3.2.1 Gesamtenergieverbrauch

Die Entwicklung des gesamten Energieverbrauchs in Mainhausen ist in Abbildung 1 nach Verbrauchssektoren für die betrachteten Jahre 2010 bis 2014 dargestellt. Es wird deutlich, dass der Verkehrssektor den größten Anteil am Endenergieverbrauch hat, gefolgt von den privaten Haushalten (Gebäude) und dem Bereich Wirtschaft (Industrie und Gewerbe, Handel Dienstleistung). Der Energieverbrauch der Gemeinde Mainhausen selbst spielt im Vergleich nur eine untergeordnete Rolle. Der hohe Anteil des Verkehrssektors liegt zum einen in der hohen Pkw-Dichte und den hohen Pendlerzahlen begründet. Zum anderen sind die Verbräuche in den anderen Sektoren (insb. Wirtschaft) verhältnismäßig niedrig, so dass der Verkehrssektor einen überdurchschnittlich hohen Anteil hat.

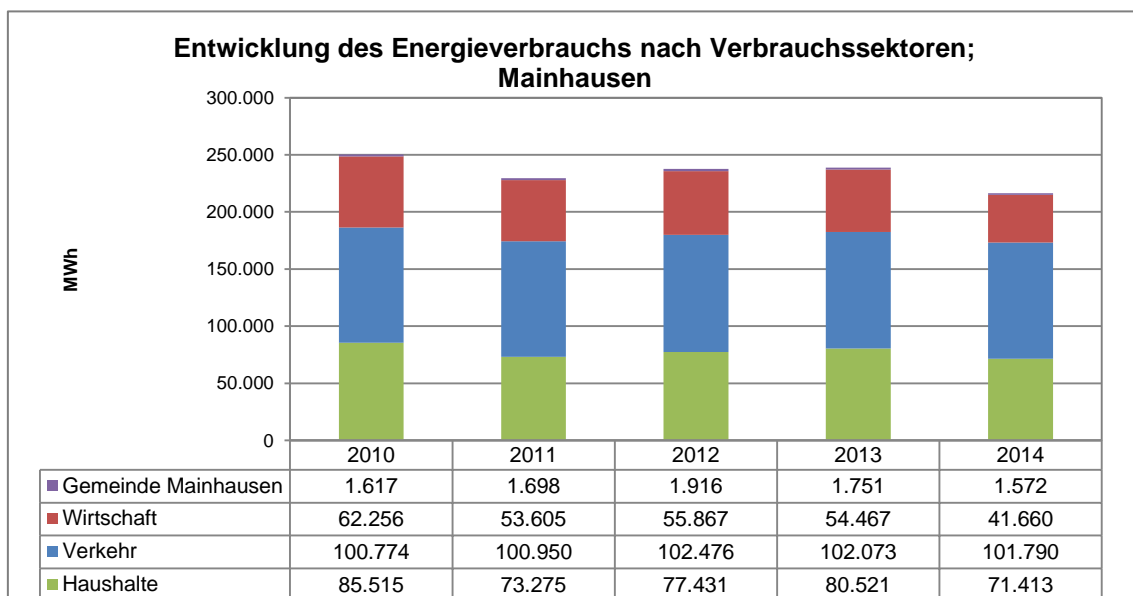


Abbildung 1: Entwicklung des Energieverbrauchs in Mainhausen nach Verbrauchssektoren

Innerhalb der letzten fünf Jahre schwankte der Energieverbrauch zwischen ca. 220.000 MWh und 250.000 MWh. Das Jahr 2010 war ein besonders kaltes Jahr, weswegen der Verbrauch in diesem Jahr erwartungsgemäß am höchsten war. Während in den darauffolgenden Jahren im Wirtschaftsbereich und bei den privaten Haushalten der Energieverbrauch tendenziell etwas rückläufig war, ist er im Verkehrssektor gestiegen. Dafür sind u.a. steigende Fahrleistungen und eine zunehmende Zahl von Fahrzeugen verant-

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

wortlich. Der geringe Verbrauch im Jahr 2014 liegt vor allem daran, dass dieses Jahr ein besonders warmes Jahr war.

Der Energieverbrauch ist in großem Maße abhängig von der Einwohnerzahl. Zur Beurteilung der Effizienz ist daher neben dem Gesamtenergieverbrauch die Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs je Einwohner eine wichtige Größe. Abbildung 2 zeigt die Entwicklung des Energieverbrauchs je Einwohner in Mainhausen. Da sich die Einwohnerzahl in den betrachteten Jahren kaum verändert hat (9.029 in 2010 und 9.006 in 2014) ist die Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs je Einwohner sehr ähnlich zur Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs in Abbildung 1.

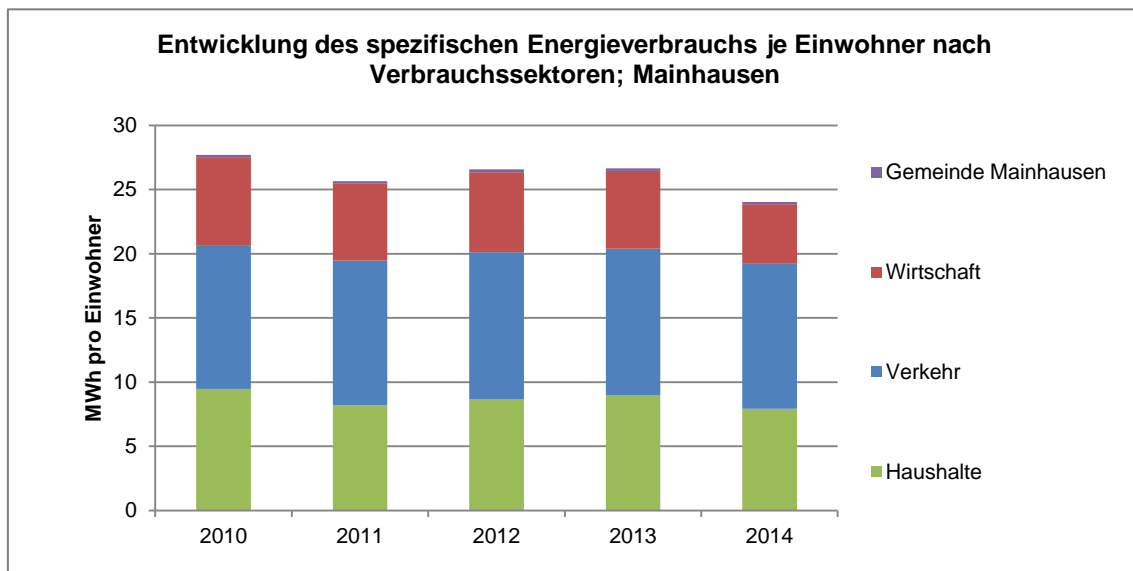


Abbildung 2: Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs je Einwohner nach Verbrauchssektoren in Mainhausen

In Tabelle 1 sind die spezifischen Verbrauchswerte in Mainhausen im Vergleich zu den bundesweiten Werten gestellt. Der Gesamtverbrauch je Einwohner ist in Mainhausen um ca. 19 % geringer als bundesweit. Es wird deutlich, dass dieser Unterschied vor allem aus dem Wirtschaftsbereich resultiert. Hier ist der Verbrauch je Einwohner in Mainhausen etwa nur ein Drittel so groß wie bundesweit. Im Haushaltsbereich gibt es kaum Unterschiede. Im Mobilitätsbereich liegt der Verbrauch je Einwohner aus den zuvor genannten Gründen über dem bundesweiten Wert.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Tabelle 1: Spezifische Verbrauchsdaten in Mainhausen und bundesweit

Spezifische Verbrauchsdaten im Jahr 2014		
	Mainhausen	Ø Deutschland
Gesamt	24.040 [kWh/EW]	29.630 [kWh/EW]
Haushalte	7.930 [kWh/EW]	7.580 [kWh/EW]
Industrie & Gewerbe	4.630 [kWh/EW]	13.040 [kWh/EW]
Kommune	180 [kWh/EW]	1) [kWh/EW]
Mobilität	11.300 [kWh/EW]	9.010 [kWh/EW]

* EW = Einwohner
1) kommunale Werte in Industrie und Gewerbe enthalten
Bundesweite Werte aus AGEBAuswertungstabellen Stand 2015

Abbildung 3 zeigt den Gesamtenergieverbrauch in Mainhausen aufgeteilt nach Energieträgern. Erdgas ist der wichtigste Energieträger im Bereich der stationären Energieversorgung (Gebäude), gefolgt von Strom und Heizöl. Im Mobilitätsbereich hat Dieselkraftstoff den höchsten Anteil. Erneuerbare Energien haben im Bereich der Wärmebereitstellung einen Anteil von ca. 10 %, bezogen auf den Gesamtenergieverbrauch ist der Anteil geringer.

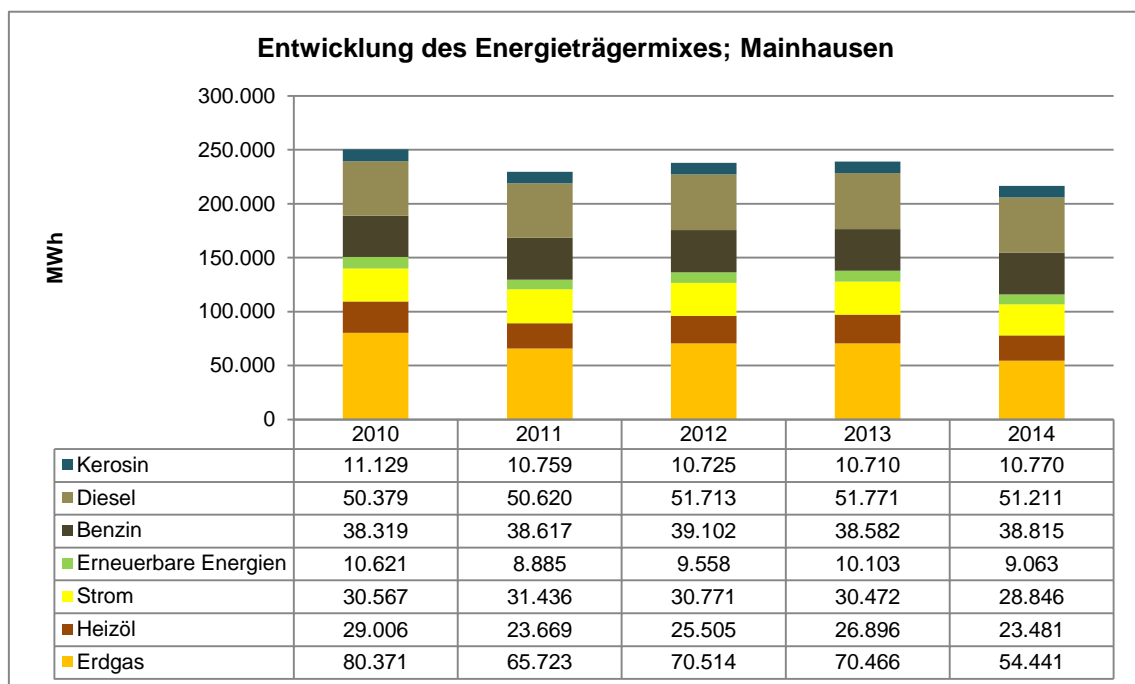


Abbildung 3: Entwicklung des Energieverbrauchs in Mainhausen nach Energieträgern

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken ist in Abbildung 4 dargestellt. Auf den Bereich Mobilität entfällt im Jahr 2014 mit knapp 45 % der größte Anteil des Energieverbrauchs, gefolgt von der Bereitstellung von Wärme mit etwa 42 % Anteil. Der Stromverbrauch für Maschinen und Geräte macht etwa 13 % des Gesamtenergieverbrauchs aus. In den Jahren zuvor ist der Anteil der Wärmebereitstellung je nach Witterung zum Teil deutlich höher.

Im Vergleich ist bundes- und landesweit der Anteil des Strom- und Wärmeverbrauchs höher. Das liegt an den höheren Energieverbräuchen im Wirtschaftssektor auf Bundes- und Landesebene. In Kommunen vergleichbarer Größe ist die Verteilung i.d.R. ähnlich wie in Mainhausen, zumindest dann, wenn es keine außergewöhnlich hohen Verbräuche durch einzelne (industrielle) Großunternehmen gibt.

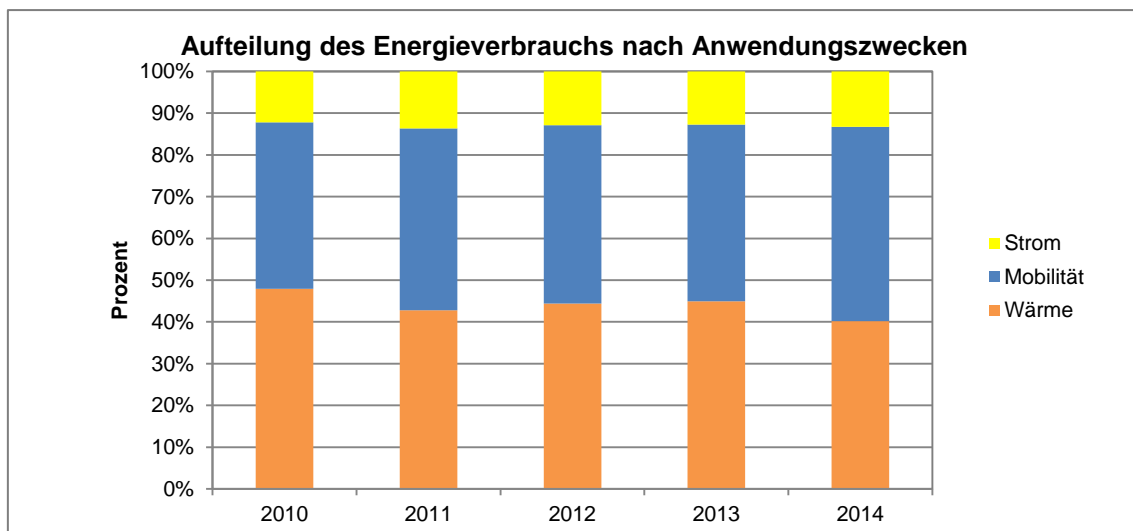


Abbildung 4: Aufteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken in Mainhausen

3.2.2 CO₂-Bilanz

Mit Hilfe des Bilanzierungstools EcoRegion werden aus den Energieverbräuchen CO₂-Emissionen berechnet. Abbildung 5 zeigt die Entwicklung der gesamten CO₂-Emissionen nach Verbrauchssektoren. Sowohl von der Aufteilung in die Verbrauchssektoren als auch von der Entwicklung über die Jahre ist das Bild relativ ähnlich zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren (siehe Abbildung 1). Die Emissionen der Haushalte sind im Vergleich zum Energieverbrauch etwas niedriger. Das liegt vor allem daran, dass in den Haushalten viel Erdgas und eine nennenswerte Menge Holz eingesetzt werden. Erdgas ist der emissionsärmste gebräuchliche fossile Energieträger und die CO₂-Emissionen der energetischen Holznutzung sind äußerst gering.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die bisherigen Angaben der Gemeinde Mainhausen zu CO₂-Emissionen die Vorketten der Energiebereitstellung nicht berücksichtigt hatten und dadurch die bisher veröffentlichten Werte deutlich unter den hier dargestellten Werten lagen. Im Sinne einer vollständigen und vergleichbaren Bilanzierungsmethodik sind die Vorketten zu berücksichtigen (siehe Kap. 3.1), daher sind die hier dargestellten Werte insgesamt höher.

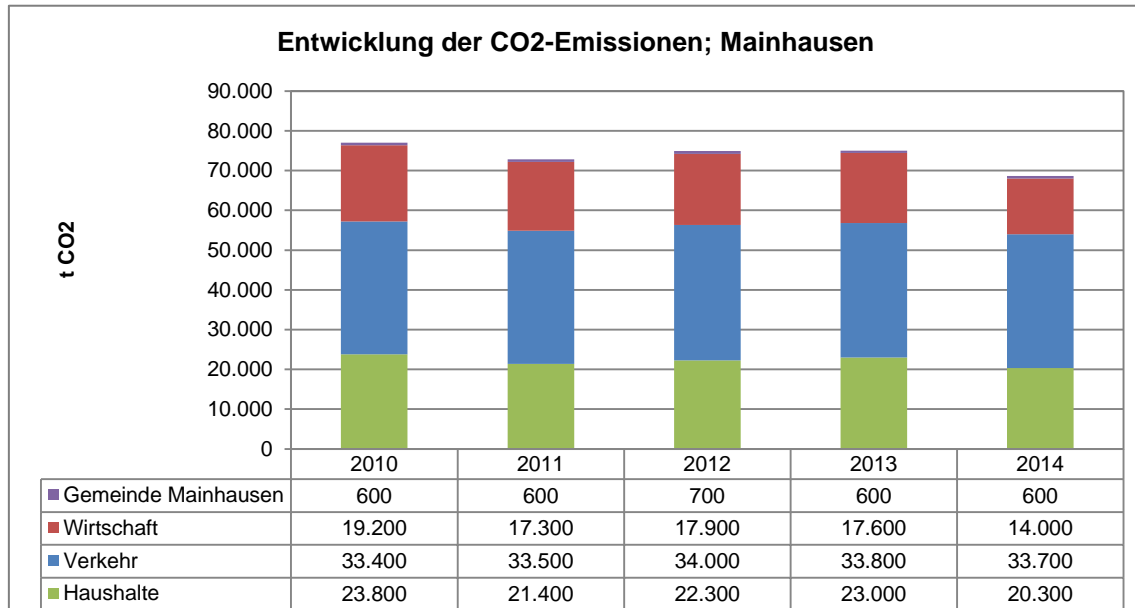


Abbildung 5: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Mainhausen

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Die Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen in Mainhausen je Einwohner ist in Abbildung 6 dargestellt. Mit 7,6 Tonnen CO₂ je Einwohner liegt Mainhausen deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt. Dies liegt vor allem an dem schon beschriebenen niedrigen Energieverbrauch und damit auch niedrigen CO₂-Emissionen des Wirtschaftssektors.

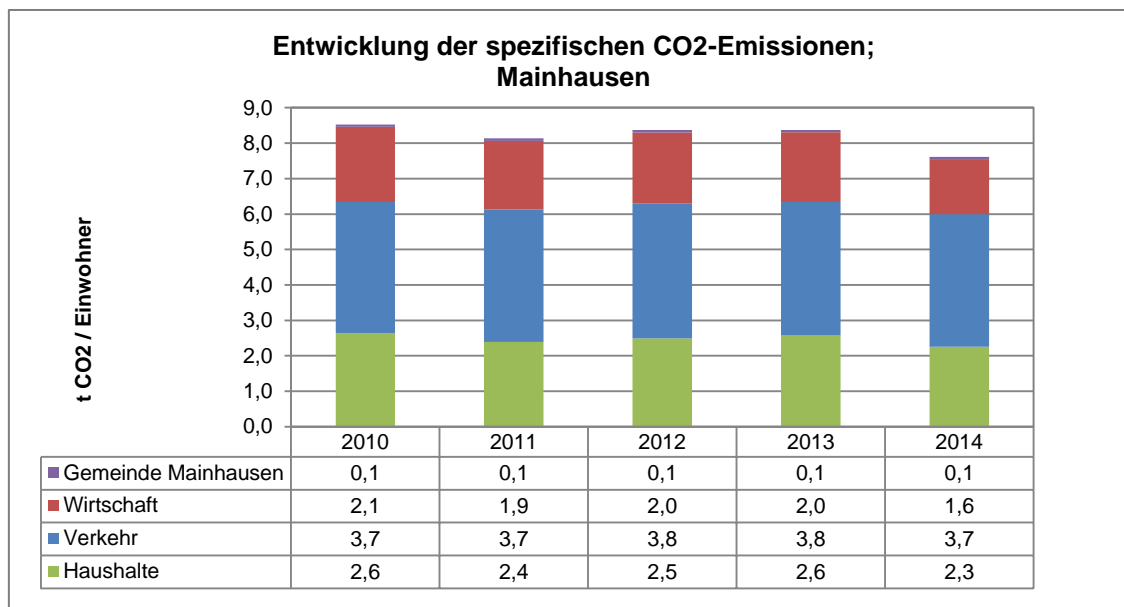


Abbildung 6: Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen in Mainhausen

3.2.3 Detailbetrachtung private Haushalte

Ausgangssituation

Die Energiebilanz der Wärmeversorgung privater Haushalte stellt den Energieverbrauch dar, der durch die Bevölkerung im Bereich Wohnen durch Heizen und Warmwasserbereitung entsteht. Wichtige Einflussgrößen sind daher die Einwohnerzahl sowie die Gebäudetypologie, welche die Gebäudetypen und Gebäudealtersklassen abbildet.

Abbildung 7 zeigt die prozentuale Verteilung der Wohngebäude nach Gebäudetyp in Mainhausen, dem Kreis Offenbach und Hessen. Es wird deutlich, dass in Mainhausen vor allem der Anteil der Zweifamilienhäuser höher ist als im Kreis und in Hessen insgesamt. In Summe sind Ein- und Zweifamilienhäuser etwa gleich stark vertreten wie hessenweit. Mehrfamilienhäuser spielen in Mainhausen eine geringere Rolle als im Kreis Offenbach insgesamt. Bezüglich des Gebäudetyps sind in Mainhausen keine besonderen Auswirkungen auf die Energie- und CO₂-Bilanz zu erwarten.

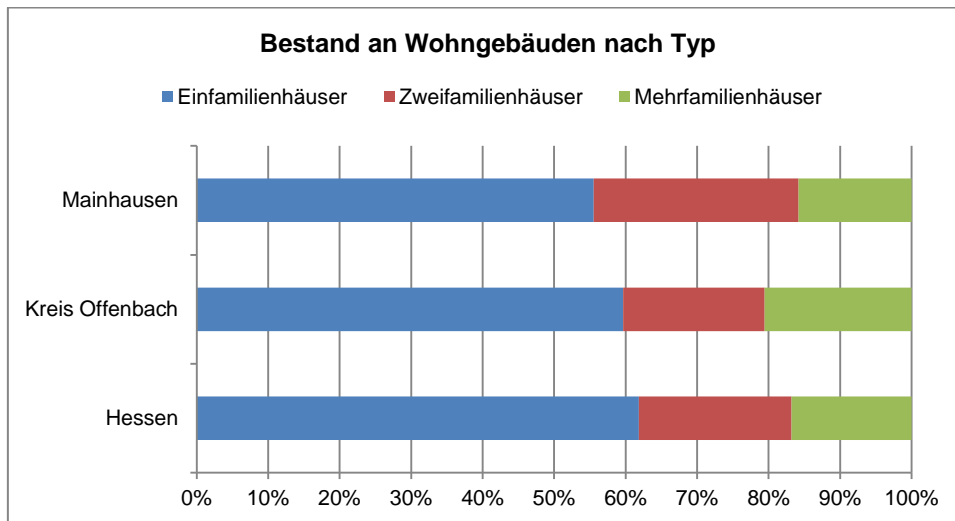


Abbildung 7: Bestand an Wohngebäuden nach Typ (HSL 2014)

Maßgeblichen Einfluss auf den Wärmebedarf von Gebäuden hat weiterhin das Baualter. Die energetischen Standards unterscheiden sich je nach Baujahr der Gebäude mitunter deutlich. Verstärkter Wert auf Wärmedämmung wurde erst mit Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung im Jahr 1977 gelegt. Die folgenden Novellen in den Jahren 1984 und 1995, sowie der Übergang zur Energieeinsparverordnung (EnEV) im Jahr 2002 führten zu einer deutlichen Reduktion des Energiebedarfs von neu gebauten bzw. grundlegend sanierten Gebäuden.

Zur Ermittlung der Gebäudealtersstruktur wird auf die Hessische Gemeindestatistik vergangener Jahre sowie auf die Daten des Mikrozensus 2011 zurückgegriffen. In Anlehnung an die „Deutsche Gebäudetypologie“ (IWU 2003) wurden energetische Gebäudealtersklassen gebildet und diesen Altersklassen die Wohnflächen im aktuellen Gebäudebestand zugewiesen.

Ermittlung des Wärmeverbrauchs bei privaten Haushalten

Grundlage für die Ermittlung des Endenergieverbrauchs für Heizung und Warmwasser ist die Abschätzung des spezifischen Wärmebedarfs pro Quadratmeter Wohnfläche für die verschiedenen energetischen Gebäudealtersklassen und unterschiedliche Gebäudetypen. Dabei wurde davon ausgegangen, dass ca. 15 % des Gebäudebestands (IWU 2007) bereits energetisch saniert wurden und damit einen bereits verminderten Wärmebedarf aufweisen. Nach IWU (2007) wurde angenommen, dass bisher v.a. Gebäude mit Baujahr vor 1979 energetisch saniert wurden.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Abschätzung des Wärmebedarfs für die Haushalte in Mainhausen dargestellt. Für eine bessere Übersicht wurden mehrere Gebäudealtersklassen zusammengefasst. Die Berechnungen zum spezifischen Wärmebedarf stützen sich

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

auf die Angaben zur Gebäudetypologie und den spezifischen Wärmebedarfen des IWU (2007).

Tabelle 2: Wohnfläche und Wärmebedarf nach Baualtersklassen

Wohnfläche und Wärmebedarf	Wohnfläche in m ²	spez. Wärmebedarf in kWh/m ²	Wärmebedarf in MWh
bis 1948	48.300	224	10.800
1949 bis 1978	196.200	199	39.000
1979 - 1995	140.300	134	18.800
nach 1995	51.000	108	5.500
Summe bzw. Durchschnitt	435.800	170	74.100

In Abbildung 8 sind Wohnflächen und Wärmebedarf anteilig an den jeweiligen Gesamtsummen nach den zusammengefassten Gebäudealtersklassen grafisch dargestellt. In der Summe ergeben sich für Wohnfläche und Wärmebedarf jeweils 100 %. Man sieht, dass die Gebäude mit Baujahr bis 1979 im Vergleich zu ihrer Wohnfläche überdurchschnittlich zum Wärmebedarf beitragen, da sie einen überdurchschnittlich hohen spezifischen Wärmebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche haben. Demgegenüber haben die Gebäude ab 1980 einen geringeren spezifischen Wärmebedarf und tragen somit auch verhältnismäßig weniger zum Gesamtwärmebedarf bei.

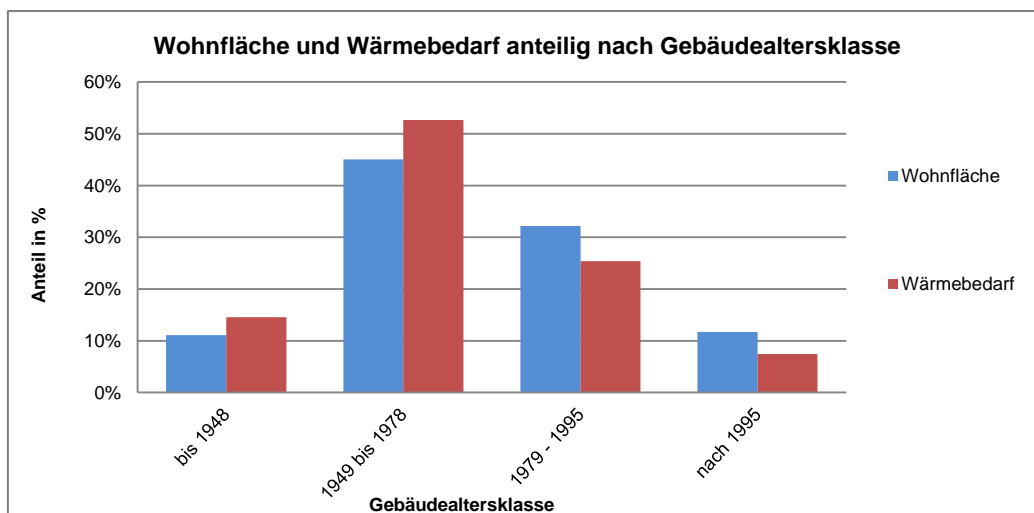


Abbildung 8: Aufteilung der gesamten Wohnfläche und des gesamten Endenergieverbrauchs nach Gebäudealtersklassen

Energieträgermix in privaten Haushalten

Im nächsten Schritt wird die Aufteilung der Energieträger und damit die Zusammensetzung des Energieverbrauchs abgeschätzt. Neben den fossilen Energieträgern, allen voran

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Erdgas und Heizöl, kommen zunehmend auch erneuerbare Energieträger wie Biomasse (insb. Holz) und Solarenergie zum Einsatz. Zur Abschätzung des Energieverbrauchs nach Energieträgern wurden verschiedene Quellen herangezogen:

- Die Echtdaten der Netzbetreiber zum Erdgasverbrauch und zum Stromverbrauch
- Die Daten der Bezirksschornsteinfegermeister/innen zu den installierten Heizungsanlagen in Mainhausen
- Die Daten des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zu im Rahmen des Marktanreizprogramms geförderten Solar- und Biomasse-Anlagen

Anhand dieser Echtdaten kann der Mix der Energieträger bei den privaten Haushalten sehr gut berechnet werden. Das Ergebnis ist in Abbildung 9 dargestellt. In den betrachteten vier Jahren ist ein vermeintlicher Rückgang des Verbrauchs zu erkennen, wobei dieser vor allem auf witterungsbedingte Effekte zurückzuführen ist. Bei der Wärmebereitstellung sind Erdgas und Heizöl die wichtigsten Energieträger, gefolgt von Biomasse (Holz). Die weiteren erneuerbaren Energieträger Solarthermie und Umweltwärme spielen eine untergeordnete Rolle.

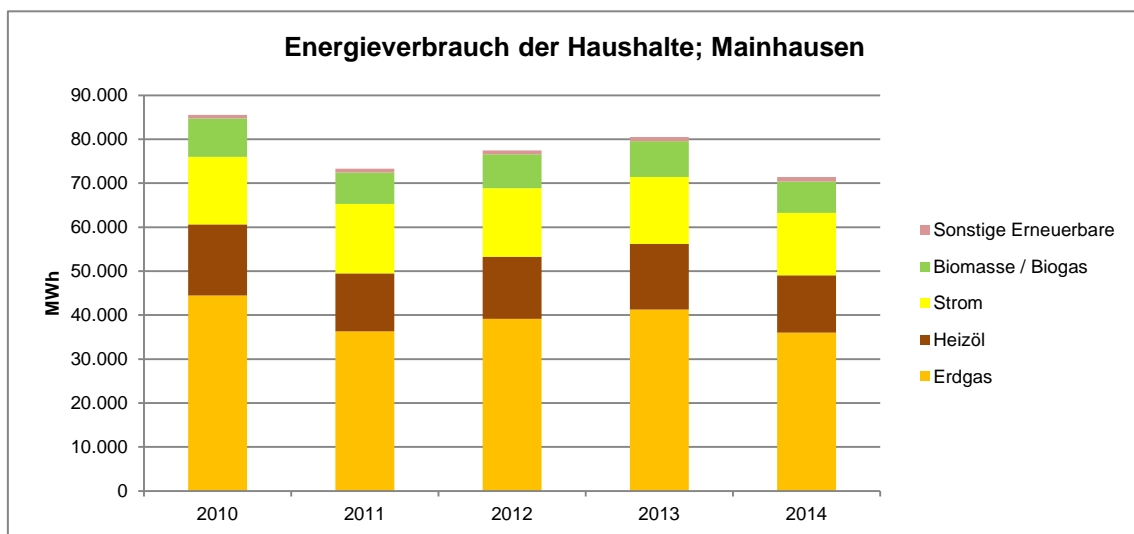


Abbildung 9: Entwicklung des Energieverbrauchs der Haushalte in Mainhausen

Es wird deutlich, dass der Großteil der Energie im Wohnbereich aus fossilen Energiequellen stammt. Erdgas und Heizöl sind hierbei die wichtigsten Energieträger, zusammen decken sie ca. 70 % des Wärmeverbrauchs der Haushalte. Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt ist der Anteil von Erdgas in Mainhausen größer. Ein wesentlicher Grund dafür ist das gut ausgebaute Erdgasnetz in Mainhausen. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung privater Haushalte ist in Mainhausen ähnlich hoch wie im Bundesdurchschnitt, wobei der Großteil der genutzten Wärme aus Holz (Kaminöfen, Pelletheizungen etc.) stammt. Solarthermie und Umweltwärme (Geothermie und sonstige Umweltwärme) spielen eine untergeordnete Rolle.

3.2.4 Detailbetrachtung Wirtschaftssektor

Ausgangssituation

Der gewerbliche Sektor ist generell sehr viel inhomogener als der Sektor der privaten Haushalte. Verschiedene Branchen weisen teils deutlich unterschiedliche spezifische Energieverbräuche auf. Im Gegensatz zu den privaten Haushalten kann bei gewerblichen Verbrauchern nicht generell von der Gebäudefläche auf den Wärmebedarf geschlossen werden. Bezugsgröße ist vielmehr die Anzahl der Beschäftigten. Allerdings liegen auch hierzu nur wenige Untersuchungen zu spezifischen Verbrauchswerten für die unterschiedlichen Wirtschaftszweige vor¹. Insgesamt gilt es also, auf Grundlage verfügbarer Daten und Untersuchungen eine plausible Abschätzung des Wärmeverbrauchs und dessen Deckung vorzunehmen.

Ermittlung Energieverbrauchs und des Energiemix¹ bei Industrie und Gewerbe

Vom Netzbetreiber wurden Echtzeiten zu den leitungsgebundenen Energieträgern Erdgas und Strom bereitgestellt. Weiterhin liegen die Schornsteinfederdaten vor. Diese werden für die Berechnungen als Ausgangsgröße genutzt. Zudem fließen die bundesweiten statistischen Angaben zur Aufteilung des Energieverbrauchs für Wärmeanwendungen nach Energieträgern ein (AGEB 2015). Auf Grundlage dieser Daten kann der Energieverbrauch und der Energiemix berechnet werden.

Abbildung 10 zeigt den Energieverbrauch des Wirtschaftssektors in Mainhausen. Im Vergleich zu den privaten Haushalten fallen vor allem der höhere Anteil des Stromverbrauchs sowie der geringere Anteil erneuerbarer Energien auf. Auch im Wirtschaftssektor ist Erdgas der wichtigste Energieträger. Der deutliche Rückgang des Energieverbrauchs im Jahr 2014 ergibt sich v.a. durch den geringen Erdgasverbrauch. Dieser basiert auf Angaben des Netzbetreibers. Welche Faktoren genau für den starken Rückgang verantwortlich sind, konnte im Rahmen des Konzepts nicht geklärt werden. Es bleibt abzuwarten, wie sich der Verbrauch in den kommenden Jahren entwickelt, um analysieren zu können, ob es sich bei den Daten für 2014 um einen Sonderfall handelt.

¹ Insbesondere: FhG ISI (2011)

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

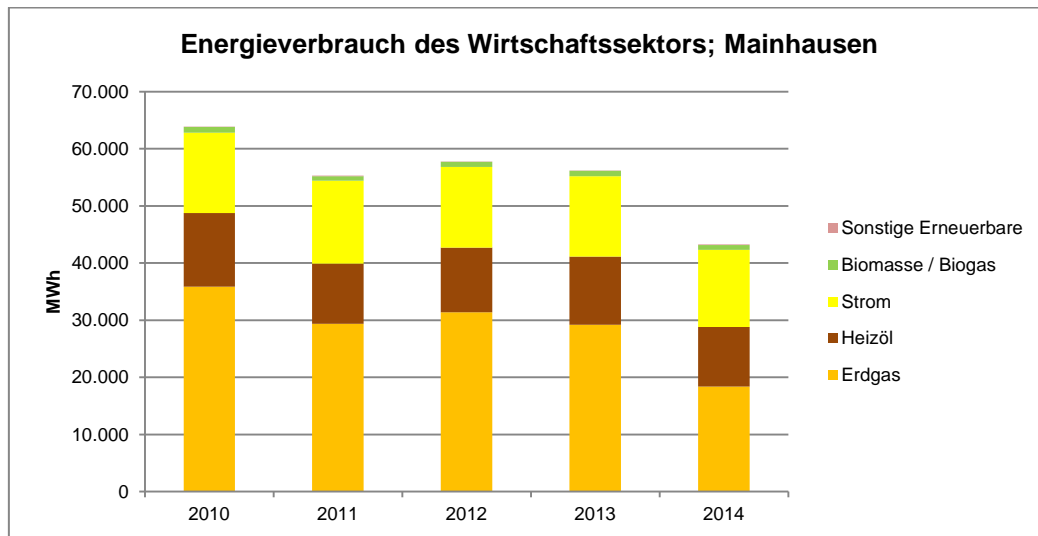


Abbildung 10: Entwicklung des Energieverbrauchs im Wirtschaftssektor in Mainhausen

3.2.5 Detailbetrachtung Gemeinde Mainhausen

Die Gemeinde Mainhausen konnte Energieverbrauchsdaten für 13 kommunale Gebäude und Einrichtungen sowie für den Campingplatz bereitstellen. Der Campingplatz wird in dieser Betrachtung nicht näher betrachtet, da es sich dabei nicht um ein kommunales Gebäude im eigentlichen Sinn handelt.

Für die folgenden Gebäude liegen Energieverbrauchsdaten vor:

- Rathaus Mainflingen
- Feuerwehrhaus Mainflingen
- Feuerwehrhaus Zellhausen
- Kita Mainflingen
- Kita Zellhausen (Rheinstr.)
- Kita Zellhausen (Aussigerstr.)
- Rathaus Zellhausen
- Friedhof Zellhausen
- Friedhof Mainflingen
- Sporthalle Mainflingen
- Sporthalle (alt) Mainflingen
- Sporthalle Zellhausen
- Bauhof Zellhausen

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Der gesamte Wärmeverbrauch dieser Gebäude betrug im Jahr 2014 ca. 913 MWh, also ca. 913.000 Kilowattstunden. Als Energieträger zur Wärmebereitstellung kommt in fast allen Gebäuden Erdgas zum Einsatz. Lediglich das Gebäude des Friedhofs Mainflingen wird mit Strom beheizt. Neun der 13 Heizungsanlagen wurden in bzw. vor dem Jahr 1991 gebaut und sind damit 25 Jahre und älter. Bei diesen Heizungsanlagen sollte eine Modernisierung dringend in Erwägung gezogen werden.

3.2.6 Detailbetrachtung erneuerbare Energien und KWK

In den folgenden beiden Abschnitten wird ein Fokus auf die erneuerbaren Energien und die Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung in Mainhausen gelegt.

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK

Die Stromerzeugung vor Ort und die bilanzielle Deckungsquote des Stromverbrauchs sind wichtige Kenngrößen für die Darstellung der Ist-Situation. Nicht zuletzt aufgrund der strukturellen und natürlichen Voraussetzungen ist die Stromerzeugung in Mainhausen im Wesentlichen auf Fotovoltaik begrenzt. Es gibt in Mainhausen zum Stand März 2015 insgesamt 183 gemeldete Fotovoltaikanlagen mit einer Leistung von 2.013 kW_{peak} (EnergyMap 2015). Dabei handelt es sich ausschließlich um Dach-Anlagen, wobei die größte Einzelanlage knapp 200 kW_{peak} umfasst. Neben der Fotovoltaik gibt es eine kleine Anzahl erdgasbetriebener Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen im kleinen Leistungsbereich.

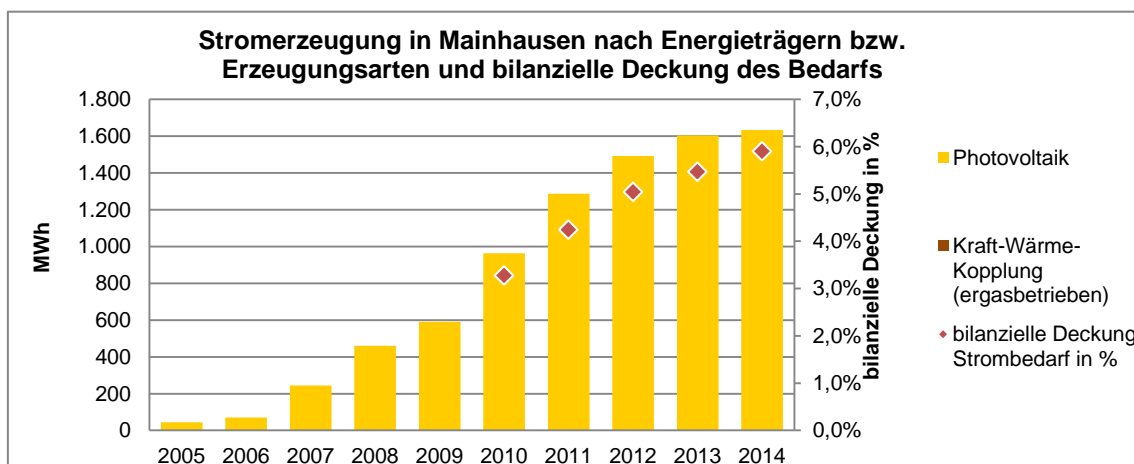


Abbildung 11: Stromerzeugung und bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs in Mainhausen 2005 bis 2014

Abbildung 11 stellt die Entwicklung der Stromerzeugung in Mainhausen in den Jahren 2005 bis 2014 sowie den bilanziellen Deckungsgrad des Stromverbrauchs in Prozent für die Jahre 2010 bis 2014 dar (da nur für diese Jahre Stromverbrauchswerte bekannt sind).

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Es wird deutlich, dass auch in Mainhausen die Fotovoltaik in den letzten Jahren einen Boom erlebt hat, wobei die Zuwachsraten in 2013 und 2014 deutlich rückläufig waren. Kraft-Wärme-Kopplung spielt eine untergeordnete Rolle, in der Grafik ist der Anteil kaum sichtbar.

Der bilanzielle Deckungsgrad der erneuerbaren Energien lag 2014 bei knapp 6 %. Über das gesamte Jahr betrachtet wurden also etwa 6 % des Stromverbrauchs in Mainhausen vor Ort durch erneuerbare Energien erzeugt. Bundesweit waren es 2014 mehr als 27 % (BMWi 2015). Bezogen auf die Fotovoltaik liegt Mainhausen aber ungefähr im Bundesdurchschnitt und im Vergleich zu anderen hessischen Kommunen im Mittelfeld.

Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien

Die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien erfolgt i.W. auf Basis dieser Energieträger:

- Fest Biomasse (Holz in Form von Pellets, Hackschnitzel oder Scheitholz)
- Solarenergie (Solarthermie)
- Umweltwärme (Geothermie oder sonstige Umweltwärme)

Insgesamt decken die erneuerbaren Energien im Mittel etwa 10 % des Wärmeverbrauchs. Dabei spielt Holz mit Abstand die wichtigste Rolle, wie Abbildung 12 zeigt. Neben den zahlreichen Zusatzheizungen (Kaminöfen etc.) gibt es immer mehr Zentralheizungen auf Basis von Holzpellets oder Holz hackschnitzel.

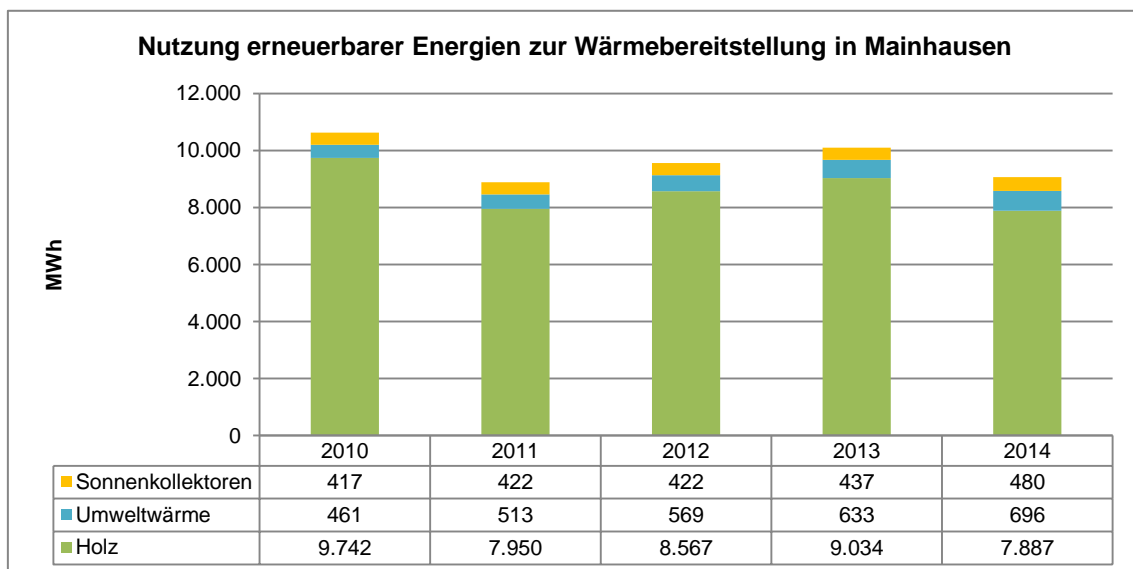


Abbildung 12: Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmebereitstellung in Mainhausen

Die Nutzung von Solarthermie und Umweltwärme ist im Vergleich deutlich geringer. Zwar hat in den letzten 10 bis 15 Jahren hier ein starker Zuwachs stattgefunden, dieser ist -

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

insbesondere bei der Solarthermie – aber in den letzten 3 bis 4 Jahren stark abgeflacht (vgl. Abbildung 13). Dabei ist zu beachten, dass die Abbildung nur die BAFA-geförderten Anlagen enthält, da nur diese statistisch erfasst werden. Es ist davon auszugehen, dass darüber hinaus weitere Anlagen installiert wurden, die nicht gefördert wurden und daher nicht in der Statistik auftauchen.

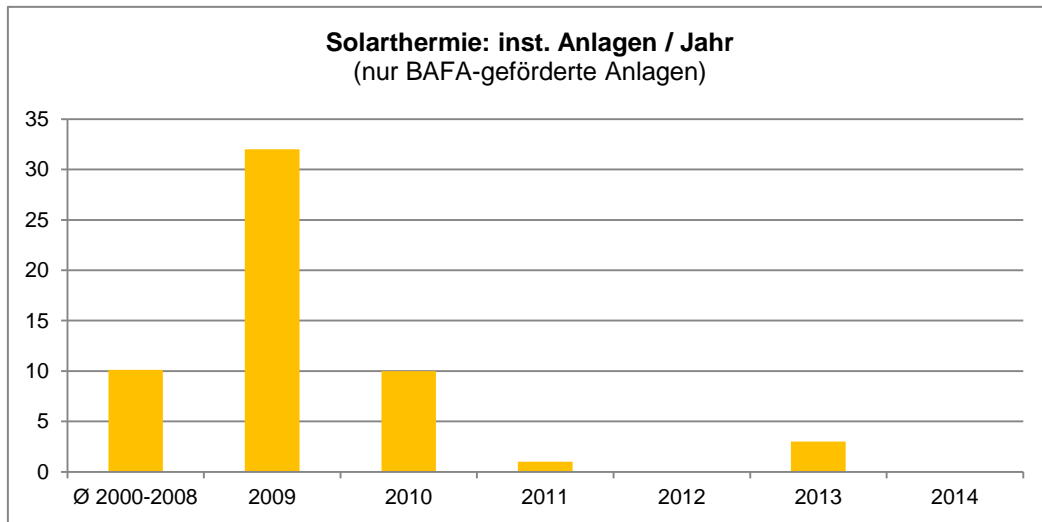


Abbildung 13: Anzahl der BAFA-geförderten installierten Solarthermieranlagen je Jahr

4 Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen

Im vorherigen Kapitel wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs und der damit einhergehenden CO₂-Emissionen in Mainhausen aufgezeigt. Zur weiteren Senkung des CO₂-Ausstoßes gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

- Eine Verringerung des Energieverbrauchs durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen bewirkt einen Rückgang der CO₂-Emissionen, die direkt mit diesem Verbrauch verbunden sind.
- Ein Energieträgerwechsel hin zu emissionsarmen Energieträgern reduziert den spezifischen CO₂-Ausstoß pro Energieeinheit und ermöglicht so eine weitere Reduktion der Gesamtemissionen.

In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen durch Senkung des Energieverbrauchs und verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien dargestellt. Zunächst erfolgt jedoch eine kurze Erläuterung der Vorgehensweise und Methodik zur Potenzialanalyse.

4.1. Methodik der Potenzialanalysen

Grundsätzlich kann bei der Potenzialanalyse unterschieden werden in vier Potenzialstufen (in Anlehnung an Quaschnig 2000):

1. Das **theoretische Potenzial** beinhaltet das komplette physikalische umsetzbare Erzeugungsangebot respektive Einsparpotenzial. Beispielsweise wird bei der Solarenergie die gesamte Strahlungsenergie als theoretisches Potenzial ermittelt, ohne nutzungsbedingte Beschränkungen zu berücksichtigen.
2. Das **technische Potenzial** umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter bestimmten technischen Randbedingungen (bspw. Anlagenwirkungsgraden) mit heute oder in absehbarer Zeit verfügbarer Anlagentechnik nutzbar ist. Zu diesen technischen Randbedingungen werden hier auch planungsrechtliche oder fachgesetzliche Restriktionen gezählt.
3. Das **wirtschaftliche Potenzial** beinhaltet den Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen umsetzbar ist. Hierbei wird primär die betriebswirtschaftliche Sichtweise betrachtet, da die volkswirtschaftlichen Effekte nur schwer zu erfassen sind und kaum verursachergerecht zugeordnet werden können. Als wirtschaftlich werden Maßnahmen dann bezeichnet, wenn sie ohne Beachtung von Restwerten in ihrer Lebenszeit – ggf. auch unter Berücksichtigung von Subventionen – zumindest eine Rendite von $\pm 0\%$ erzielen.
4. Das **nutzbare Potenzial** beschreibt in diesem Klimaschutzkonzept den Teil des wirtschaftlichen Potenzials, der tatsächlich für eine Nutzung zur Verfügung steht. Dabei wird berücksichtigt, dass
 - ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials bereits umgesetzt wurde
 - aufgrund von technischen Lebenszeiten und Modernisierungszyklen im Prognosezeitraum nur ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials umgesetzt wird

- in der Realität auch das wirtschaftliche Potenzial nicht zu 100 % ausgenutzt werden kann, z.B. weil die Finanzmittel und/oder die Motivation zur Umsetzung der Maßnahmen fehlen.

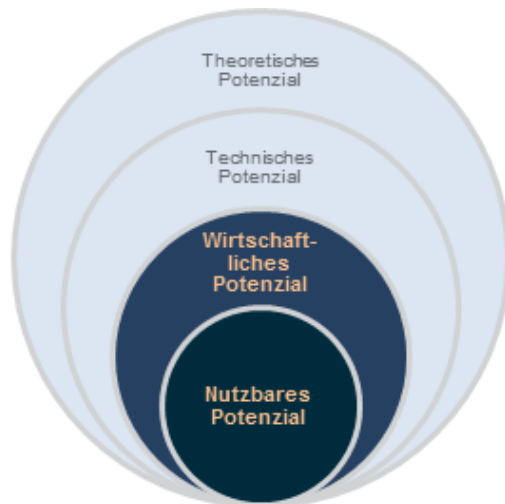


Abbildung 14: Schema der Potenzialabstufungen für die Potenzialanalysen

Das theoretische Potenzial hat für die praktische Anwendung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen vor Ort kaum eine Bedeutung, da es immer technisch-wirtschaftliche Restriktionen gibt. Deshalb wird auf die Bestimmung des theoretischen Potenzials in diesem Klimaschutzkonzept verzichtet.

Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen sind oft unmittelbar miteinander verknüpft und in der Praxis ist die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen oft der maßgebende Faktor. Daher wird als Ausgangsgröße für die folgenden Potenzialanalysen soweit möglich das wirtschaftliche Potenzial herangezogen. Dabei ist zu beachten, dass die Analyse der Wirtschaftlichkeit nur pauschal erfolgen kann. Ob eine Maßnahme im Einzelfall wirtschaftlich ist, hängt immer von den projektspezifischen Rahmenbedingungen ab.

Da es sich bei den Angaben zum nutzbaren Potenzial nur um Abschätzungen basierend auf Annahmen handeln kann, und die tatsächliche Umsetzung dieses Potenzials unbekannt ist, werden später in diesem Energie- und Klimaschutzkonzept zwei Szenarien definiert, die eine Bandbreite von Umsetzungserfolgen abbilden.

4.2. Handlungsfeld Energieeinsparung und -effizienz

Die Vermeidung von energiebedingten CO₂-Emissionen lässt sich am effektivsten dadurch realisieren, dass der Energieverbrauch gesenkt wird. Insofern sollten zuerst die Einspar- und Effizienzpotenziale gehoben werden. Der dann noch verbleibende Energieverbrauch sollte dann mit möglichst emissionsarmen Energieträgern gedeckt werden (Grundsatz: „no-emission“ vor „low-emission“).

4.2.1 Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz im Bereich Strom

Die Umwandlungsverluste von Primär- zu Endenergie machen auf absehbare Zeit Maßnahmen zur Einsparung von Strom besonders wirkungsvoll bei der Reduktion des CO₂-Ausstoßes. In Deutschland werden derzeit pro Kilowattstunde Strom etwa 2,3 kWh Primärenergie aufgewandt (UBA 2012).

Steigende Energie- und insbesondere Strompreise der letzten Jahre haben zu einer innovativen Weiterentwicklung von Stromspartechnologien geführt. Darüber hinaus ist das Bewusstsein der Verbraucher gestiegen. In der Privatwirtschaft werden die Kosten für Energie und insbesondere Strom vermehrt als wichtiger wirtschaftlicher Faktor wahrgenommen. Dadurch sind erhebliche Potenziale zur Stromeinsparung entstanden und teilweise auch bereits genutzt worden. Wesentliche Möglichkeiten zur Stromeinsparung sind:

- Verhaltensänderungen,
- der effizientere Einsatz von Strom und
- der Ersatz (Substitution) von Strom durch andere Energieträger mit geringerer oder ohne (fossile) Primärenergienutzung

Die Potenzialanalyse zur Senkung des Stromverbrauchs basiert auf den Verbrauchsdaten und der Aufteilung des Stromverbrauchs nach Einsatzzwecken (z.B. Beleuchtung, Maschinen, Informations- und Kommunikationstechnik,...). Da sich die Anwendungszwecke und Einsparpotenziale im gewerblichen Sektor zwischen den beiden Bereichen Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) mitunter deutlich unterscheiden, wird der Verbrauch des gesamten gewerblichen Sektors in diese zwei Untersektoren unterteilt. Die Aufteilung wird anhand der Arbeitsplatzzahlen in den jeweiligen Untersektoren abgeschätzt.

Zu beachten ist, dass den Einsparpotenzialen beim Stromverbrauch eine wachsende Anzahl und Intensität von Anwendungen gegenübersteht. So steigt beispielsweise seit Jahren die Anzahl von elektrischen Geräten im Haushaltsbereich. Im Mobilitätssektor rechnen Viele mit dem Durchbruch der Elektrofahrzeuge innerhalb der nächsten 10-20 Jahre. Teilweise werden durch diese neuen „Stromanwendungen“ zwar fossile Energieträger ersetzt (z.B. elektrisch betriebene Wärmepumpen), teilweise entsteht aber auch eine zusätzliche Nachfrage (z.B. wachsende Ausstattungsraten in Haushalten). Das spiegelt sich in der Entwicklung des bundesweiten Stromverbrauchs wider - trotz aller Effizienzentwicklungen ist der Stromverbrauch in Deutschland zwischen 1990 und 2014 um ca. 12 % gestiegen (AGEB 2015).

Eine Quantifizierung dieser zusätzlichen Stromnachfrage ist schwierig. Insbesondere die Frage, ob und wie gut sich Elektrofahrzeuge mittel- bis langfristig am Markt durchsetzen können, ist kaum vorauszusehen. Die zusätzliche Stromnachfrage durch Elektrofahrzeuge ist aufgrund der Unsicherheiten der zukünftigen Entwicklung und aus methodischen

Gründen nicht im Bilanzierungsmodell enthalten. Die zusätzliche Stromnachfrage durch höhere Ausstattungsraten mit elektrischen Geräten im Haushaltsbereich wird hingegen bei der Analyse durch Herabsetzen des nutzbaren Einsparpotenzials berücksichtigt. Die zusätzliche Stromnachfrage durch Wärmepumpen fließt anhand der Annahmen zur Entwicklung des Energiemixes im Wärmebereich in die Szenarien ein.

4.2.1.1. Einsparpotenziale durch effiziente Technik

Durch effizientere elektrische Geräte ergeben sich in allen Verbrauchssektoren erhebliche Einsparpotenziale. In diesem Abschnitt werden die Bandbreiten der Einsparungen in verschiedenen Anwendungsbereichen aufgezeigt.

Motorgetriebene Systeme:

Zu den motorgetriebenen Systemen gehören Elektromotoren jeglicher Art, z.B. von Elektromotoren angetriebene Pumpen, Ventilatoren oder Kompressoren. In Haushalten zählen dazu beispielsweise auch Kühl- und Gefrierschränke, die mit elektrisch betriebenen Kompressoren Kälte „erzeugen“. Bei gleicher Nutzleistung lassen sich durch technische Verbesserungen, die sich in wenigen Jahren amortisieren, wirtschaftliche Einsparungen von durchschnittlich etwa 20 bis 30 % erreichen (dena 2013). Würden diese Potenziale tatsächlich genutzt, dann könnten in Mainhausen pro Jahr bis zu 2,7 Mio. kWh Strom eingespart werden.

Beleuchtungssysteme

Im Bereich der Beleuchtung ergeben sich durch neue Lampen und Leuchtmittel z.T. erhebliche Effizienzsteigerungen. Nicht zuletzt aufgrund des EU-weiten „Glühlampenverbots“ kommen neben den klassischen Energiesparlampen immer häufiger LED-Leuchtmittel zum Einsatz. Diese sind energieeffizient und bringen auch in der Anwendung Vorteile. Sie benötigen keine Aufwärmzeit, sind sehr langlebig und beinhalten kein Quecksilber, welches in klassischen Energiesparlampen enthalten ist. Neben dem Tausch der Leuchtmittel bieten auch intelligente Steuerungssysteme Möglichkeiten der Stromeinsparung bei Beleuchtungsanwendungen.

Durch den Ersatz alter Leuchtmittel können ca. 50 bis 80 % des Stromverbrauchs für Beleuchtung eingespart werden (EA NRW 2010; dena 2013). Im Bereich der Straßenbeleuchtung war die Gemeinde Mainhausen in der Vergangenheit bereits aktiv. Alte Quecksilberdampflampen wurden durch Natriumdampflampen ersetzt. Da in anderen Verbrauchssektoren auch schon verstärkt energieeffiziente Leuchtmittel zum Einsatz kommen, wird das wirtschaftliche Einsparpotenzial über alle Verbrauchssektoren hinweg auf 30 % bis maximal 50 % angesetzt. Damit könnten in Mainhausen insgesamt bis zu 3,0 Mio. kWh eingespart werden.

Bürogeräte und Elektronik

Im Bereich der Bürogeräte und (Unterhaltungs-)Elektronik bestehen erhebliche Potenziale durch Nutzung effizienter Geräte. Sowohl im Bürobereich als auch im Bereich der Unterhaltungselektronik sind Einsparungen von bis zu 50 % durch eine geeignete Auswahl von Geräten möglich (siehe z.B. dena 2013 oder ÖEA 2012). Allerdings ist davon auszugehen, dass durch weiter steigende Ausstattungsraten mit elektrischen Geräten sowohl im Haushalts- als auch im gewerblichen Bereich das Einsparpotenzial zum Teil aufgewogen wird. Daher wird von einem maximalen Einsparpotenzial von lediglich 15 % ausgegangen. Das würde einer Reduktion des Stromverbrauchs um insgesamt 0,7 Mio. kWh entsprechen.

Stromsubstitution im Bereich der Wärmeerzeugung

Der Ersatz von Strom durch andere Energieträger bietet sich vor allem im Bereich der Wärmeerzeugung für Prozesswärme und Raumheizung an, da hier andere Energieträger (z.B. Erdgas) bei einer Primärenergiebetrachtung aus Effizienzgründen in vielen Fällen vorzuziehen sind. Die Substitution von Strom zu Warmwasserbereitung und Heizzwecken durch andere Energieträger ist in der Regel mit einem Umbau der Heizung verbunden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht der gesamte Gebäudebestand ohne weiteres für derartige Umbauten geeignet ist.

Es wird angenommen, dass 10 % des Stromverbrauchs für Wärmeanwendungen durch andere Energieträger ersetzt werden könnte. Das entspricht einem gesamten Einsparpotenzial von bis zu 0,8 Mio. kWh.

4.2.1.2. Einsparpotenziale durch Verhaltensänderung

Eine besondere Rolle nehmen Einsparungsmöglichkeiten durch Verhaltensänderungen ein. Es lassen sich – oft ohne Komfortverzicht – Einsparungen erreichen, die in der Regel ohne bzw. mit geringen Kosten verbunden sind. Darüber hinaus lassen sich mit Verhaltensänderungen auch nach dem Einsatz energieeffizienter Anwendungen noch weitere Einsparungen erzielen. Deshalb werden die Einsparmöglichkeiten durch Verhaltensänderung nach der Darstellung der technologiebasierten Einsparmöglichkeiten vorgestellt und bilanziert.

Durch Verhaltensänderungen, wie das Ausschalten von Geräten mit Stand-By-Betrieb oder die gezielte Regelung von Klimaanlage, können ohne Komfortverzicht bzw. Leistungseinschränkungen zwischen 5 und 15 % des Stroms in allen Anwendungsbereichen eingespart werden (dena 2013). In privaten Haushalten entspricht alleine der Verbrauch durch Stand-By-Betrieb ca. 10 % des Stromverbrauchs (dena 2012).

Der Einspareffekt durch Verhaltensänderungen wird auf Basis der zuvor beschriebenen technikbasierten Einsparpotenziale berechnet. Der Stromverbrauch, der nach der Umset-

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

zung der technikbasierten Einsparpotenziale verbleibt, kann durch Verhaltensänderung weiter gesenkt werden. Das Einsparpotenzial wird pauschal mit 10 % in allen Sektoren angenommen. Es sind dann Einsparungen durch Verhaltensänderung von maximal 2,0 Mio. kWh möglich.

4.2.1.3. Zusammenfassung der Effizienz- und Einsparpotenziale Stromverbrauch

Die zuvor beschriebenen technikbasierten und verhaltenstechnischen Einsparpotenziale beim Stromverbrauch sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Neben der Bandbreite der wirtschaftlichen Potenziale ist in der rechten Spalte das angenommene nutzbare Potenzial dargestellt, das im AKTIV-Szenario zugrunde gelegt wird. Es wird deutlich, dass das nutzbare Potenzial z.T. deutlich unter dem wirtschaftlichen Potenzial liegt. Die Gründe hierfür wurden in Abschnitt 4.1 genannt. In den Szenarien in Kapitel 5 werden die Annahmen zu den nutzbaren Potenzialen dargestellt.

Tabelle 3: Zusammenfassung der Effizienz- und Einsparpotenziale im Strombereich

Stromverbrauch Mainhausen heute			27.700 MWh
Technisch-wirtschaftliches Einsparpotenzial durch...			Nutzbare Einsparpotenzial (im AKTIV Szenario)
	in %	in MWh	in MWh
... effiziente Motoren und Pumpen	20% bis 30 %	bis 2.700	2.100
... effiziente Beleuchtung	30% bis 50 %	bis 3.000	2.100
... effiziente Bürogeräte und Elektronik	20% bis 30 %	bis 700	300
Ersatz von Elektroheizungen, Boilern etc.	20% bis 30 %	bis 800	200
Verhaltensänderung	5% bis 10 %	bis 2.000	1.100
Einspareffekt gesamt		bis 9.200	5.800
Anteil am aktuellen Verbrauch			21%

4.2.2 Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz im Bereich Wärme

Die Energiebilanz hat gezeigt, dass ein großer Teil des Energieverbrauchs in Mainhausen für die Bereitstellung von Wärme anfällt. Gleichzeitig gibt es hier in den verschiedenen Verbrauchssektoren große Einsparpotenziale, die nachfolgend analysiert werden. Allerdings werden diese Potenziale aus unterschiedlichen Gründen bisher nur in geringem Umfang tatsächlich umgesetzt. Die Umsetzbarkeit der Potenziale wird in Kapitel 5 in verschiedenen Szenarien dargestellt.

4.2.2.1. Haushalte

In privaten Haushalten gibt es bei der Wärmeversorgung erhebliche Potenziale zur Energieeinsparung und zur effizienten Energieerzeugung. Dabei konzentrieren sich die Einsparpotenziale besonders auf den Bereich der Gebäudehülle und die Effizienzpotenziale vor allem auf den Bereich der Wärmeerzeugung und -verteilung.

In Abbildung 15 ist exemplarisch am Beispiel eines freistehenden Einfamilienhauses, Baujahr 1970, aufgezeigt, welche Effizienzpotenziale durch den Einsatz aktueller Heiztechnik vorhanden sind. Die Umstellung alter Konstant-Temperaturkessel auf Niedertemperaturkessel führt zu einer Energieeinsparung von 25 %. Mit moderner Brennwerttechnik sind im Vergleich zu Niedertemperaturtechnik bis zu 11 % weitere Einsparungen zu erzielen.

Den Rest tragen bei:

- moderne Pumpentechnik,
- zeitgemäße Dämmung des Verteilsystems,
- hydraulischer Abgleich sowie
- Modernisierung der Heizkörper und der Einsatz von Thermostatventilen

Im konkreten Fall wird eine Primärenergieeinsparung von fast 40% bereits ohne den Einsatz von Solartechnik errechnet. Beim Einsatz einer solarthermischen Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung sind weitere 18% Primärenergieeinsparung möglich.

Als Alternative zur klassischen Heizung (mit oder ohne solarthermischer Unterstützung) kann auch der Einsatz von KWK-Anlagen zu Primärenergieeinsparungen führen. In Ein- und Zweifamilienhäusern sind KWK-Anlagen jedoch nur bedingt sinnvoll einsetzbar, da sie wärmegeführt nur geringe Vollbenutzungsstunden erreichen (und daher aktuell noch wenig wirtschaftlich betrieben werden können) und stromgeführt die Energieeinsparung nicht wie erwünscht zum Tragen kommt (wenn die Anlage im Sommer läuft um Strom zu produzieren, obwohl keine entsprechende Wärmenachfrage vorhanden ist). In der Szenarioanalyse werden KWK-Anlagen im Rahmen von Wärmenetzen berücksichtigt.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

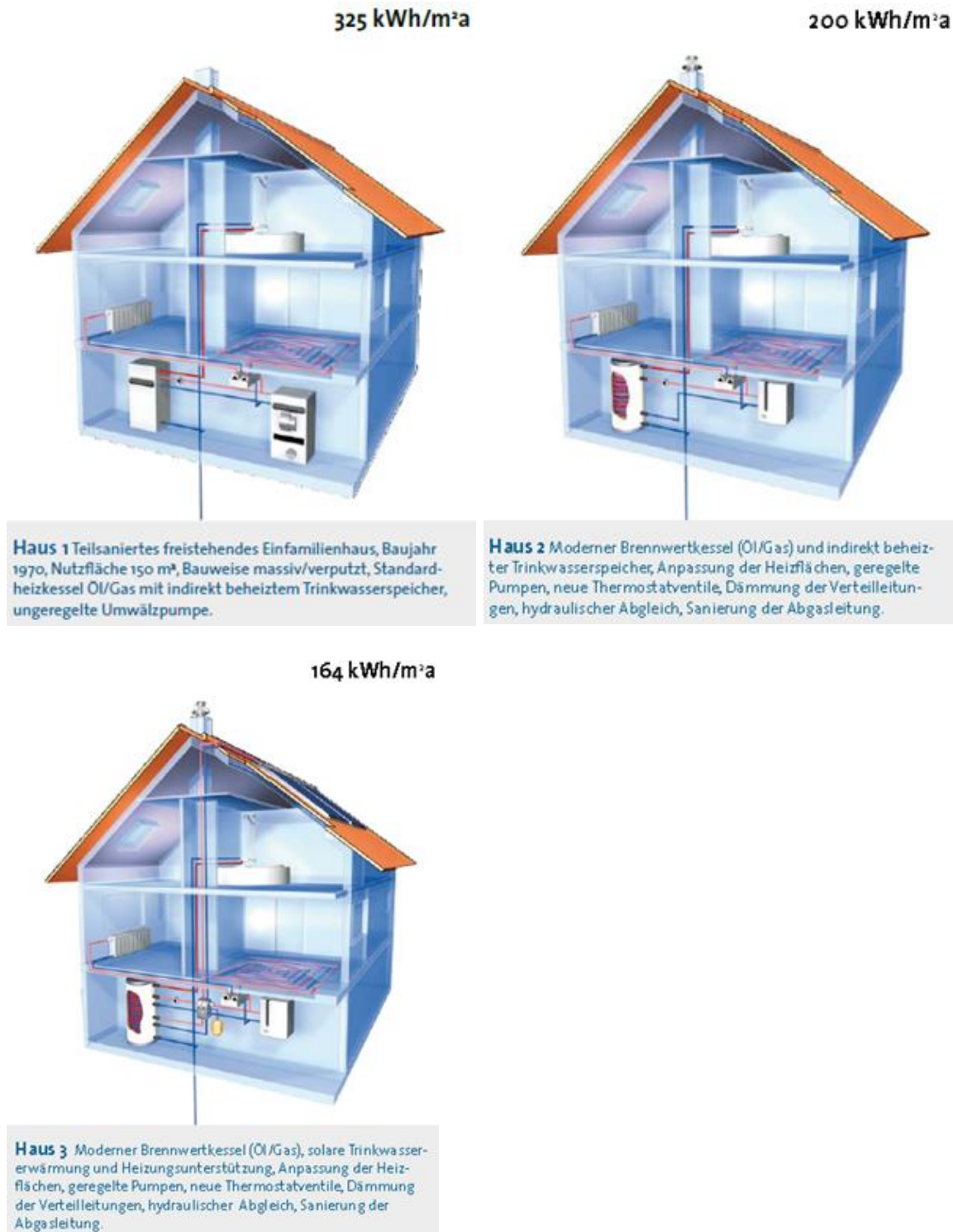


Abbildung 15: Einsparpotenziale durch Nutzung effizienter Heiztechnik (BDH 2011)

Abbildung 16 zeigt exemplarisch die weiteren Effizienzpotenziale, die bei der Kombination von Maßnahmen an der Heiztechnik und an der Gebäudehülle entstehen. Im konkreten Fall ergibt sich also im vollständig sanierten Zustand (Gebäudehülle und Heiztechnik) ein Primärenergiebedarf, der lediglich noch ca. 19 % des Ausgangswertes beträgt.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

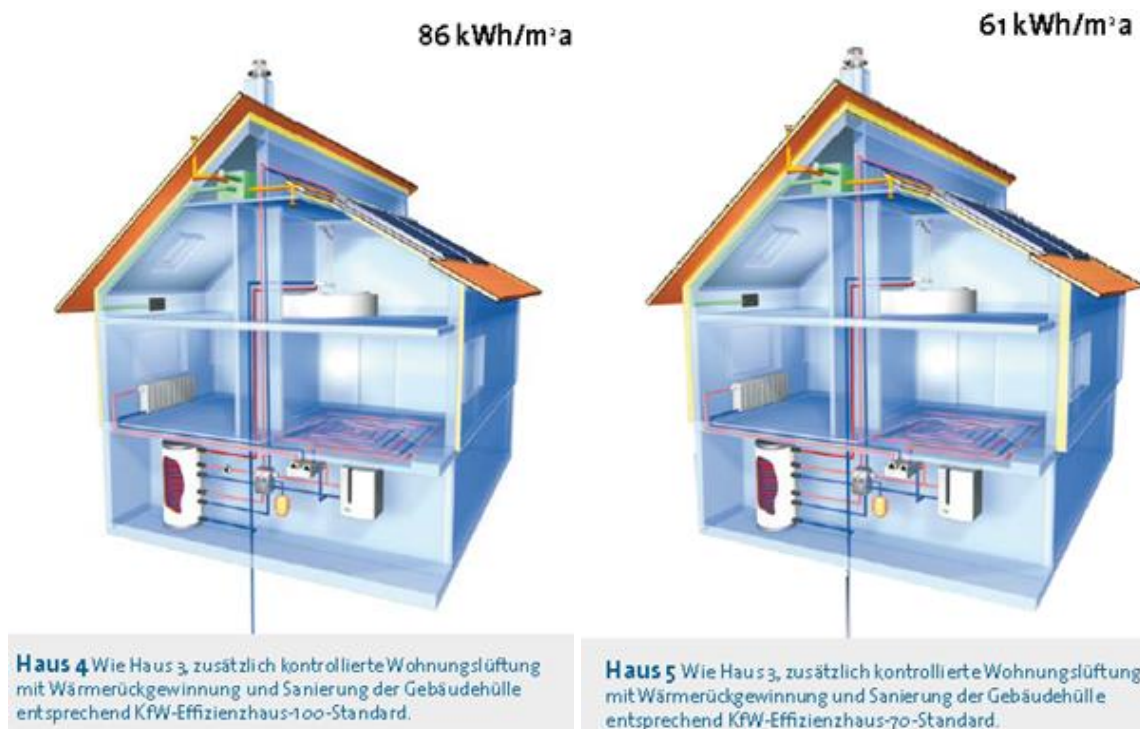
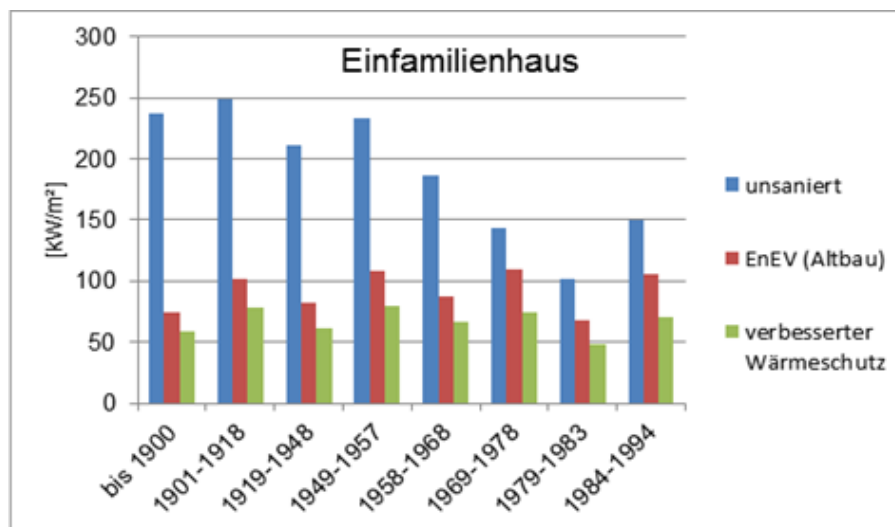


Abbildung 16: Einsparpotenziale durch Kombination effizienter Anlagentechnik und energetischer Sanierung der Gebäudehülle (BDH 2011)

In Abbildung 17 ist am Beispiel von freistehenden Einfamilienhäusern und von Mehrfamilienhäusern dargestellt, welche Einsparpotenziale sich durch eine energetische Sanierung der Gebäudehülle für die unterschiedlichen Gebäudealtersklassen theoretisch ergeben (IWU 2007).



Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

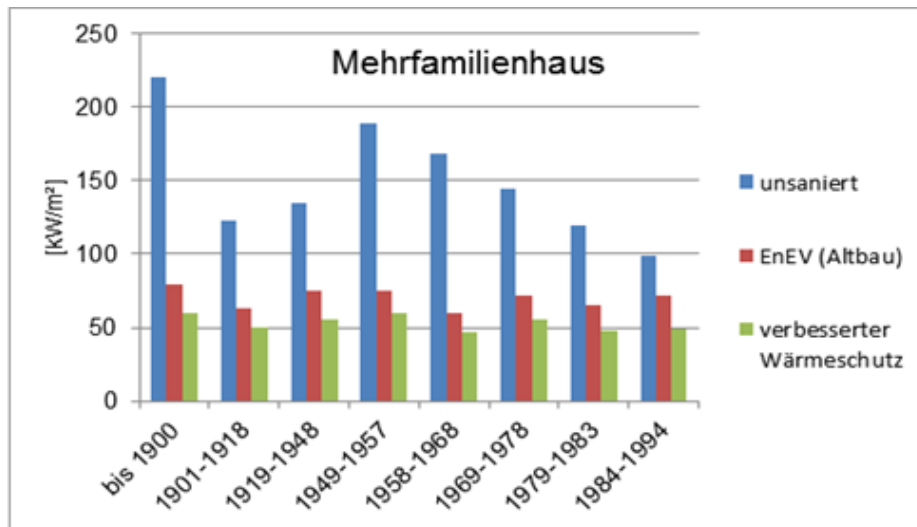


Abbildung 17: Einsparpotenzial Heizwärmebedarf durch energetische Sanierung von Gebäuden unterschiedlicher Baualtersklassen (IWU 2007)

Betrachtet man die besonders relevante Gruppe der Gebäude bis 1980, so ergeben sich schon bei einer Sanierung auf EnEV-Niveau Einsparpotenziale, die im Bereich von 50 % liegen. Praxisbeispiele zeigen, dass darüber hinausgehend noch weitere Einsparungen möglich sind, und dass spezifische Verbrauchswerte von unter 30 kWh/m² und entsprechende Einsparquoten von fast 90 % in manchen Fällen erreichbar sind.

4.2.2.2. Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Wie bei den Haushalten, gehören Wärmeanwendungen auch im industriellen und gewerblichen Bereich zu den Anwendungen mit dem höchsten Energieverbrauch. Im Sektor GHD machen Wärmeanwendungen durchschnittlich etwa 61 % des Endenergieverbrauchs aus, wobei der größte Anteil davon auf die Bereitstellung von Raumwärme entfällt (AGEB 2013). Im industriellen Bereich dominiert hingegen die Prozesswärme den Endenergieverbrauch mit durchschnittlich knapp 64 % Anteil am Endenergieverbrauch (AGEB 2013).

Für die Bereitstellung von Raumwärme wird angenommen, dass im Sektor Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen grundsätzlich dieselben Einsparpotenziale bestehen wie im Haushaltssektor. Vor allem im Gewerbe-/Dienstleistungs-Bereich, der einen hohen Raumwärmeanteil am Endenergieverbrauch hat und in Mainhausen eine wichtigere Rolle spielt als Industrie, sind die Voraussetzungen betreffend Dämmstandards und Heizanlagentechnik oft ähnlich wie in Wohngebäuden. Es werden daher für den Raumwärmebedarf im gewerblichen Sektor dieselben Einsparpotenziale und Entwicklungen in den Szenarien angenommen wie im Wohnbereich.

Prozesswärme wird im verarbeitenden Gewerbe, aber auch im Dienstleistungssektor für verschiedenste Arbeiten genutzt. Spezifische Daten dazu existieren für Mainhausen aller-

dings nicht. Die Bestimmung von Effizienz- und Einsparpotenzialen ist im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzepts daher nur auf übergeordneter Ebene anhand von durchschnittlichen Werten umsetzbar.

Für Prozesswärme und sonstige Anwendungen sind daher folgende Pauschalannahmen zur Potenzialanalyse getroffen worden: jährliche Steigerung der Energieproduktivität von 1,5 % p.a. (Durchschnittswert seit 1990) auf 2,1 % p.a. (Ziel der Bundesregierung zur Erfüllung der Europäischen Energieeffizienzrichtlinie). Das ergibt ein Reduktionspotenzial von ca. 16 % bis zum Jahr 2030 (1,1 % jährliches Wirtschaftswachstum unterstellt).

4.2.2.3. Kommunale Liegenschaften und Einrichtungen

Wie in Kapitel 3.2.5 beschrieben, stellte die Gemeinde Mainhausen Energieverbrauchsdaten für ihre kommunalen Gebäude bereit. Zusätzlich wurden die Bruttogeschossflächen der Gebäude angegeben. Mit diesen Angaben wurde der spezifische Energieverbrauch je Quadratmeter berechnet und damit eine vereinfachte Abschätzung der Effizienz der Gebäude durchgeführt. Hierzu wurden die Wärmeverbräuche witterungsbereinigt. Nicht berücksichtigt wurden bei der Betrachtung die Friedhofsgebäude.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist folgendes zu beachten:

Es handelt sich um eine stark vereinfachte Betrachtungsweise, die wichtige Aspekte, wie z.B. die Nutzungsintensität, nicht berücksichtigen kann. Daher sind diese Ergebnisse nur als Hinweis zu verstehen, für welche Gebäude eine genauere Betrachtung der Einsparpotenziale lohnenswert erscheint. Zudem ist bei einigen Gebäuden die Datenlage nicht 100 % klar, so dass im Zweifel eine detaillierte Untersuchung zeigen muss, ob diese ersten Ergebnisse stabil sind.

Die resultierenden spezifischen Verbrauchswerte wurden den Referenzwerten für den Nichtwohngebäudebestand der EnEV gegenübergestellt und an diesen gemessen. Darüber hinaus erfolgte eine Einordnung in die Effizienzklassen, die sich aus der Datenbasis zu über 10.000 realen Gebäuden des IEMB (Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin) ergeben. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 4.

Im Ergebnis zeigt sich, dass die Gebäude der Gemeinde Mainhausen sehr unterschiedlich bewertet werden. Während die beiden Feuerwehrgebäude sowie die Kindertagesstätten verhältnismäßig geringe spezifische Verbrauchswerte aufweisen, ist der Verbrauch des Rathauses, der Sporthallen und des Bauhofs relativ hoch. Diese Gebäude sollte in Bezug auf energetische Sanierungsmaßnahmen besonders beachtet werden.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Tabelle 4: Vereinfachte Effizienzbetrachtung der kommunalen Gebäude (Wärme)

Gebäude	Heizenergie			Energieeffizienzklassen Datenquelle: Datensammlung des IEMB Stand: 09.11.2006							NGF (aus BGF berechnet)	Heizenergie- verbrauch (klimabereinigt)
	Heizenergie- verbrauch (klimabereinigt)	Über-/ Unterschreitung Referenzwert EnEV	Referenzwert EnEV									
	$\frac{kWh}{(m^2 * a)}$	%	$\frac{kWh}{(m^2 * a)}$	A	B	C	D	E	F	G	m²	kWh/a
Rathaus, Mainflingen, Humboldtstraße 46-48	250	213%	80							G	605	151.390
FW, Mainflingen, Seestraße 8	39	-61%	100	A							1644	63.299
FW, Zellhausen, Rheinstraße 1	90	-10%	100	A							1209	108.870
Kita, Mainflingen, Konrad-Adenauer-Straße 3	156	42%	110			C					375	58.577
Kita, Zellhausen, Rheinstraße 3	127	16%	110		B						294	37.401
Kita, Zellhausen, Aussigerstraße 15	110	0%	110	A							411	45.014
Rathaus, Zellhausen, Rheinstraße 3	39	-51%	80	A							1945	75.616
Sporthalle, Mainflingen, Am Sportplatz 3	217	81%	120						F		378	82.171
Sporthalle (alt), Mainflingen, Am Sportplatz 6	142	18%	120				D				720	102.095
Sporthalle, Zellhausen, Rheinstraße 3	245	104%	120						F		1304	318.950
Bauhof, Zellhausen, Mühlwiesenweg 7	163	63%	100				D				497	80.825

Analog wurden die Stromverbräuche der Gebäude ausgewertet. In Unterschied zum Heizenergieverbrauch erfolgte jedoch keine Witterungsbereinigung, da der Stromverbrauch nicht im gleichen Maße von der Witterung abhängig ist, wie der Wärmeverbrauch.

Tabelle 5: Vereinfachte Effizienzbetrachtung der kommunalen Gebäude (Strom)

Gebäude	Strom			Energieeffizienzklassen Datenquelle: Datensammlung des IEMB Stand: 09.11.2006							NGF (aus BGF berechnet)	Strom- verbrauch
	Stromverbrauch	Über-/ Unterschreitung Referenzwert EnEV	Referenzwert EnEV									
	$\frac{kWh}{(m^2 * a)}$	%	$\frac{kWh}{(m^2 * a)}$	A	B	C	D	E	F	G	m²	kWh/a
Rathaus, Mainflingen, Humboldtstraße 46-48	51	156%	20						F		605	31.015
FW, Mainflingen, Seestraße 8	31	53%	20					E			1644	50.237
FW, Zellhausen, Rheinstraße 1	35	73%	20					E			1209	41.903
Kita, Mainflingen, Konrad-Adenauer-Straße 3	26	32%	20				D				375	9.901
Kita, Zellhausen, Rheinstraße 3	36	82%	20						F		294	10.731
Kita, Zellhausen, Aussigerstraße 15	18	-9%	20		B						411	7.461
Rathaus, Zellhausen, Rheinstraße 3	4	-81%	20	A							1945	7.203
Sporthalle, Mainflingen, Am Sportplatz 3	29	-16%	35						F		378	11.120
Sporthalle (alt), Mainflingen, Am Sportplatz 6	10	-72%	35		B						720	7.096
Sporthalle, Zellhausen, Rheinstraße 3	63	79%	35							G	1304	81.756
Bauhof, Zellhausen, Mühlwiesenweg 7	20	0%	20					E			497	9.922

Das Ergebnis ist in Tabelle 5 dargestellt. Insgesamt sind auch hier deutliche Unterschiede zwischen den Gebäuden ersichtlich. Die Kita Zellhausen (Aussigerstraße), das Rathaus in Zellhausen und die alte Sporthalle in Mainflingen haben im Vergleich zu den anderen Ge-

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

bäuden einen deutlich niedrigeren Stromverbrauch. Wobei auch hier zu beachten ist, dass es sich um eine vereinfachte Betrachtung handelt, bei der beispielsweise die Nutzungsdichte nicht berücksichtigt werden konnte.

Nimmt man als maximales Einsparpotenzial an, dass alle kommunalen Gebäude mindestens den entsprechenden EnEV-Standard erreichen können, dann ergibt sich ein Einsparpotenzial von:

- Ca. 371.000 kWh (=371 MWh) für den Wärmeverbrauch und
- Ca. 97.000 kWh (= 97 MWh) für den Stromverbrauch

Bei aktuellen Energiepreisen entspricht das einem monetären Einsparpotenzial von:

- Ca. 19.000 € pro Jahr beim Wärmeverbrauch (bei 5 Ct/kWh Erdgas)
- Ca. 22.000 € pro Jahr beim Stromverbrauch (bei 23 Ct/kWh Strom)

4.3. Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung in Mainhausen

Im vorherigen Abschnitt wurden die Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen durch Energieeinsparung und Energieeffizienz aufgezeigt. Die Nutzung erneuerbarer Energien bietet darüber hinaus weitere Potenziale zur Reduktion der Emissionen. Nachfolgend werden diese Potenziale für Mainhausen untersucht. Weiterhin werden die Potenziale zur effizienten Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung in Mainhausen untersucht.

4.3.1 Methodische Vorbemerkungen

Prinzipiell umfasst das Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung sowohl die Wärme- als auch die Stromerzeugung aus den folgenden Energieträgern bzw. Bereitstellungsarten:

- Solarenergie
- Windenergie
- Wasserkraft
- Biomasse
- Biogas
- Umweltwärme (Geothermie und sonstige Umweltwärme)
- Kraft-Wärme-Kopplung (i.d.R. mit Erdgas als Brennstoff)

Für das integrierte Klimaschutzkonzept der Gemeinde Mainhausen wurde aufgrund der natürlichen und strukturellen Voraussetzungen eine Voranalyse durchgeführt, um die Möglichkeiten der verschiedenen Energieträger / Erzeugungsarten abzuschätzen. Dabei konnte festgestellt werden, dass folgende Energieträger keine relevanten Potenziale aufweisen:

- **Windenergie:** Aktuell befindet sich der „Teilplan Erneuerbare Energien des Regionalplans Südhessen“ in Aufstellung. Im Jahr 2012 wurden die „Suchräume für

Windvorrangflächen“ sowie die „Prüfkriterien zur Ermittlung der potentiellen Vorrangflächen für die Windenergie“ veröffentlicht bzw. von der Regionalversammlung beschlossen.

Die Karte der potenziellen Vorranggebiete wurde im September 2013 veröffentlicht. Sie zeigt für die Gemeinde Mainhausen keine Vorrangflächen. Dementsprechend werden auch für dieses Klimaschutzkonzept keine Potenziale für die Stromerzeugung aus Windkraft in Mainhausen gesehen.

Neben den Großwindkraftanlagen wäre gegebenenfalls der Einsatz von Kleinwindkraftanlagen denkbar, die beispielsweise auch auf Gebäuden installiert werden können. Momentan stellt sich die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen aber schwierig dar. Abgesehen von vereinzelt Kleinanlagen werden daher keine nennenswerten Potenziale zur Nutzung dieser Technik gesehen.

- **Wasserkraft:** Die Nutzung der Wasserkraft als Energiequelle spielt in Mainhausen keine Rolle. Zwar liegt die Gemeinde direkt am Main, allerdings gibt es hier keine erschließbaren Potenziale für die Gemeinde. Die weiteren Gewässer sind für eine nennenswerte Nutzung der Wasserkraft nicht geeignet. Ohne eine detaillierte Untersuchung durchgeführt zu haben, könnte man sich eventuell an der einen oder anderen Stelle Wasserkraft-Kleinstanlagen vorstellen. Deren Beitrag zur Stromerzeugung wäre aber vernachlässigbar, und überdies wären bei der Realisierung Konflikte im Hinblick auf den Natur- und Umweltschutz zu erwarten. Auch die Wirtschaftlichkeit solcher Kleinstanlagen ist keineswegs selbstverständlich sondern eher als kritischer Punkt zu sehen. Deshalb werden für die Wasserkraft auch in Zukunft keine relevanten Potenziale in Mainhausen gesehen.
- **Biogas:** In Mainhausen spielt die Landwirtschaft eine eher untergeordnete Rolle. Es gibt zwar einige landwirtschaftliche Betriebe, die genutzten Flächen sind mit insgesamt 126 ha aber vergleichsweise klein. Vor diesem Hintergrund wurde in Abstimmung mit der Gemeinde entschieden, das Potenzial zur Biogaserzeugung nicht weiter zu vertiefen.

Diese drei Energieträger wurden daher nicht vertiefend analysiert. Für die verbleibenden Energieträger werden die Potenziale nachfolgend dargestellt.

Hinweis: Der Regionalverband FrankfurtRheinMain hat für die Mitgliedskommunen einen Kommunalen Energiesteckbrief erstellt, der ebenfalls eine Potenzialanalyse zum Thema erneuerbare Energien enthält. Die Potenziale, die der Regionalverband ermittelt hat, liegen zum Teil deutlich über den hier dargestellten Potenzialen. Das liegt zum einen daran, dass es sich beim Konzept des Regionalverbands um einen übergeordneten Ansatz handelt, der die spezifischen Situationen der einzelnen Kommunen nicht in der Detailschärfe berücksichtigen kann, wie dies im vorliegenden Integrierten Klimaschutzkonzept erfolgt ist. Zum anderen geht die Potenzialanalyse des Regionalverbands teilweise von sehr deutlichen technologischen Fortschritten aus, die sich aber unserer Einschätzung nach im Betrachtungszeitraum in dieser Form noch nicht abzeichnen. Zudem stellt die Potenzial-

analyse des Regionalverbands das technische Gesamtpotenzial dar. Im vorliegenden Klimaschutzkonzept werden hingegen auch die Aspekte Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit berücksichtigt, was letztendlich zu einer deutlich geringeren Nutzung der Potenziale führt (siehe auch Szenarien in Kapitel 5). Die beiden Analysen sind also nicht direkt miteinander vergleichbar. Der Regionalverband weist in seinem Steckbrief auch explizit darauf hin, dass es sich um einen übergeordneten Ansatz handelt, der im Ergebnis zu Abweichungen von lokalen kommunalen Klimaschutzkonzepten führen kann.

4.3.2 Feste Biomasse

Feste Biomasse kann einerseits aus Waldholz gewonnen werden, andererseits durch Anbau von beispielsweise Kurzumtriebspflanzen (KUP) und durch weitere Reststoffe, wie beispielsweise Trassenbegleitgrün, Getreidestroh und weitere.

Etwa 760 Hektar sind in Mainhausen als Waldfläche ausgewiesen (HStL 2010). Analog der Biomassepotenzialstudie Hessen (HMUELV 2010) wird angenommen, dass durchschnittlich ca. 1,5 m³ Energieholzpotenzial je Hektar Waldfläche und Jahr genutzt werden könnten. Dabei wird eine nachhaltige Bewirtschaftung vorausgesetzt. Dies würde einem jährlichen Potenzial von 1.140 m³ Holz entsprechen. Der gesamte Energieinhalt dieses Holzes beträgt ca. 2.600 MWh.

Vergleicht man dies mit der aktuellen Nutzung von Holz (siehe Energie- und CO₂-Bilanz in Kapitel 3), dann fällt auf, dass die Nutzung heute bereits deutlich über dem hier berechneten Potenzial liegt. Das bedeutet, dass ein Großteil des momentan genutzten Holzes wahrscheinlich nicht aus dem Gemeindegebiet stammt. Das trifft beispielsweise auf Holzpellets zu, die zwar in Mainhausen in Heizungsanlagen verfeuert werden, allerdings nicht in Mainhausen selbst produziert werden. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass die weiteren Potenziale zur energetischen Nutzung von Holz in der Gemeinde Mainhausen sehr begrenzt sind.

Neben dem Waldholz gibt es prinzipiell weitere Biomasse-Festbrennstoffpotenziale. So kann Getreide- und Rapsstroh aufbereitet und als Brennstoff verarbeitet werden. Zudem könnte auf Ackerflächen Energieholz gezielt angebaut werden, beispielsweise in Form von Kurzumtriebsplantagen. Wegen der geringen landwirtschaftlichen Nutzung spielen diese weiteren Potenziale für Mainhausen aber keine Rolle. Weitere kleine Potenziale ergeben sich durch Landschaftspflegeholz und Trassenbegleitgrün. Die potenziellen Mengen sind in Mainhausen aber sehr gering, so dass hier nicht davon auszugehen ist, dass eine energetische Nutzung sinnvoll umgesetzt werden kann – zumindest nicht für die Gemeinde alleine, hier müssten regionale / kreisweite Lösungen gefunden werden. Die potenzielle Energiemenge liegt für Mainhausen nach den Berechnungsansätzen der Biomassepotenzialstudie Hessen aber nur im Bereich von 100 bis 200 MWh und ist damit von untergeordneter Bedeutung.

4.3.3 Fotovoltaik

Die Nutzung der Solarenergie spielt in Mainhausen eine besondere Rolle, da hier einerseits schon verschiedene Aktivitäten umgesetzt wurden, andererseits aber noch sehr große Potenziale verfügbar sind. Dies betrifft sowohl die Wärme- als auch die Stromerzeugung. Im Gegensatz zu Großtechnologien, wie bspw. der Windkraft, können Solarenergie-Anlagen dezentral von einzelnen Bürgerinnen und Bürgern genutzt werden. Bereits im Jahr 2004 wurde die Bürger-Sonnenstrom Mainhausen GbR gegründet. 32 Privatpersonen finanzierten auf dem Dach der neuen Sporthalle im Ortsteil Mainflingen eine Gemeinschafts-Fotovoltaik-Anlage mit 126 Modulen, einer Modulfläche von 270 m² und einer Leistung von 30 kW_{peak}. Bestrebungen für den Bau einer großen Freiflächenanlage im Bereich des Sendefunkmastes scheiterten hingegen aufgrund naturschutzrechtlicher Belange.

Dachflächen

Die Potenziale der Fotovoltaik sind an geeignete und verfügbare Flächen geknüpft. Dabei sind sowohl Dachflächen, als auch Betriebs- und Freiflächen denkbar. Auf privaten Hausdächern handelt es sich meist um Anlagen mit einer elektrischen Leistung von bis zu 30 kW_{peak}. Mit solchen Anlagen kann in der Regel rein bilanziell der Stromverbrauch des entsprechenden Haushalts gedeckt werden. Allerdings weichen Stromproduktion und Stromverbrauch zeitlich mitunter stark voneinander ab, so dass ein Großteil des erzeugten Stroms aus der Fotovoltaik-Anlage ins allgemeine Stromnetz eingespeist wird, und der Haushalt zu den Hauptverbrauchszeiten dennoch Strom aus dem Netz beziehen muss. Um den Eigenverbrauch zu optimieren, gibt es mittlerweile von verschiedenen Herstellern Batteriespeicherlösungen in Verbindung mit Fotovoltaikanlagen. Eine komplette Autarkie ist damit aber i.d.R. nicht möglich und technisch und wirtschaftlich auch nicht sinnvoll. Neben den Dachanlagen auf privaten Häusern sind auch gewerbliche und landwirtschaftliche Gebäude immer öfter mit Fotovoltaik-Anlagen bestückt. Hier sind je nach Dachfläche Anlagen mit Leistungen mit mehreren 100 kW_{peak} möglich.

Der Vorteil der Dachanlagen besteht darin, dass der Eingriff in die Umgebung / Umwelt kaum merkbar ist, und dass – bis auf Denkmalschutzaspekte – praktisch keine öffentlich-rechtlichen Belange dagegen stehen. Im Gegensatz dazu werden Fotovoltaik-Freiflächenanlagen i.d.R. auf bisher un bebauten Flächen erstellt und bedeuten daher einen größeren Eingriff in die Umwelt. Nicht zuletzt aufgrund der Fördervoraussetzungen im EEG werden jedoch oftmals Konversionsflächen oder ähnliche Flächen genutzt, für die keine andere Nutzung offensteht, und die mit einer Fotovoltaik-Anlage einen neuen Wert erhalten.

Zur Abschätzung des Dachflächenpotenzials für Fotovoltaikanlagen dient die Gebäudegrundfläche aus den statistischen Daten als Grundlage. Auf Basis von Literaturwerten wird angenommen, dass 25 % der Gebäudegrundfläche als geeignete Dachfläche für die Solarenergienutzung zur Verfügung stehen. Das entspricht in Mainhausen einer Fläche von etwa 72.000 Quadratmetern. Nimmt man an, dass 60 % davon für die Stromerzeugung

gung aus Fotovoltaikanlagen genutzt werden können (40 % für Solarthermie reserviert), dann ergibt das eine Fläche von 43.500 Quadratmetern und eine maximal installierbare Leistung von ca. 5.900 kW_{peak}. Bei angenommenen 965 Vollbenutzungsstunden können damit pro Jahr rund 5.700 MWh Strom erzeugt werden.

Die geschilderte Betrachtung beinhaltet nur den Wohngebäudebereich. Da zu den gewerblich genutzten Gebäuden keine Datenbasis vorliegt, kann hierzu keine fundierte Abschätzung erfolgen. Das Dachflächenpotenzial auf Wohngebäuden ist aber ohnehin so hoch einzuschätzen, dass es in absehbarer Zeit nicht ausgenutzt wird (siehe dazu auch die Szenarienanalyse). Daher kann angenommen werden, dass auch gewerbliche Anlagen im Rahmen dieses Potenzials realisiert werden können.

Momentan wird das Solardachkataster Hessen erarbeitet. Es liefert auf Basis von Geoinformationsdaten Potenziale zur Nutzung der Fotovoltaik auf Dachflächen. Wenn das Solardachkataster fertiggestellt ist, sollen damit auch Potenziale auf Kommunenebene ausgewertet werden können. Auf dieser Basis kann dann eine aktualisierte Bewertung des Potenzials erfolgen. Es ist davon auszugehen, dass dieses Potenzial dann noch einmal höher ausfällt als hier dargestellt, da dann auch gewerblich genutzte Gebäude enthalten sind.

Freiflächen

Zusätzlich zum Dachflächenpotenzial wird das Freiflächenpotenzial für die Nutzung von Fotovoltaik betrachtet. Wie zuvor erwähnt, hatte die Gemeinde den Bau einer Freiflächenanlage im Bereich des Sendefunkmastes geplant, diese wurde aber aus naturschutzrechtlichen Gründen nicht genehmigt. Momentan gibt es keine weiteren Planungen für entsprechende Anlagen.

Dennoch ist es natürlich denkbar, dass zukünftig eine Freiflächenanlage in Mainhausen gebaut wird, wenn entsprechende geeignete Flächen gefunden werden und Akteure zur Umsetzung zur Verfügung stehen. Dabei könnten zum Beispiel Flächen entlang von Bundesautobahnen und Schienenwegen näher in Betracht gezogen werden. Durch das Gemeindegebiet Mainhausen verläuft sowohl die A3 als auch die A45. Der Großteil der Flächen entlang der Autobahnen ist allerdings bewaldet, so dass hier eine Fotovoltaik-Nutzung nicht sinnvoll ist. Dennoch sollte dieses Thema auch zukünftig auf der Tagesordnung gehalten werden.

Für die Potenzialanalyse des integrierten Klimaschutzkonzepts wurde angenommen, dass eine Freiflächenanlage in der Größenordnung 2 – 3 MW_{peak} realisiert werden könnte. Das Stromerzeugungspotenzial läge dann bei bis zu knapp 3.000 MWh.

4.3.4 Solarthermie

Solarthermische Anlagen wurden zu Beginn ihrer Markteinführung meist nur zur Warmwasserbereitung genutzt. Mit solchen Anlagen sind solare Deckungsraten von 50 % bis 65 % möglich (SolarZentrum Hamburg). Das heißt, dass 50 % - 65 % des jährlichen Energieverbrauchs zur Warmwasserbereitung durch die Solarthermieanlage bereitgestellt werden kann. Heute kommen verstärkt Systeme zum Einsatz, die gleichzeitig die Heizanlage für die Raumwärmebereitstellung unterstützen und solare Deckungsgrade von rund 20 % bis 25 % bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser ermöglichen (u.a. BDH 2011b).

Die Flächenpotenziale für solarthermische Anlagen entsprechen im Wesentlichen den Flächenpotenzialen für Fotovoltaik-Dachanlagen. Allerdings wird bei der Solarthermie nicht davon ausgegangen, dass die verfügbaren Dachflächen komplett genutzt werden. Vielmehr wurde ein gebäudespezifischer Ansatz gewählt. Es wurden je Gebäudetyp (Ein-, Zwei-, Mehrfamilienhaus) typische Anlagengrößen zwischen 10 und 30 m² Kollektorfläche angenommen. Dann wurden Eignungsgrade für die jeweiligen Gebäudetypen von 70 bis 90 % festgelegt. Daraus ergibt sich für Mainhausen eine potenzielle Kollektorfläche von maximal ca. 26.100 Quadratmetern.

Der spezifische Ertrag einer solarthermischen Anlage hängt von mehreren Faktoren ab. Je größer der Pufferspeicher für Warmwasser ist, desto höher ist theoretisch der potenzielle solare Deckungsgrad, weil die Anlage dann mehr Wärme zwischenspeichern und bei Bedarf abgeben kann und im Sommer weniger oft abgeschaltet werden muss. Es gibt jedoch ein wirtschaftliches Optimum, ab dem es keinen Sinn mehr ergibt, in einen größeren Speicher zu investieren. Auch Platzbeschränkungen können den Einsatz eines großen Pufferspeichers verhindern. Daneben spielen die Auslegung und Einbindung der Anlage ins bestehende Heizungssystem und das Verbraucherverhalten eine entscheidende Rolle.

Alle diese Einflussfaktoren erschweren eine Bestimmung des tatsächlichen Ertrags. Bei einem angenommenen Ertrag von 300 bis 350 kWh/(m²*a) (je nach Gebäudetyp, angelehnt an SolarZentrum Hamburg) entspricht das Potenzial einer maximalen Kollektorfläche von 26.100 Quadratmetern einem Ertrag von 8.300 MWh pro Jahr.

4.3.5 Umweltwärme

Die Nutzung von Umweltwärme umfasst sowohl die oberflächennahe Geothermie (Erdwärmesonden) als auch die Nutzung der sonstigen Umweltwärme (Luft-Wärmepumpen). Für die Potenzialabschätzung der Umweltwärme wurde die Gebäude- und Heizungsstruktur aus der Gebäude- und Wohnungszählung (Mikrozensus) zugrunde gelegt. Es wurde angenommen, dass Umweltwärme nur dann sinnvoll einsetzbar ist, wenn ein Gebäude bereits über eine Zentralheizung verfügt. In Mainhausen erfüllen ca. 1.960 Gebäude dieses Kriterium, davon sind etwa 1.590 Ein- oder Zweifamilienhäuser.

Des Weiteren wurde die hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) räumlich ausgewertet. Das komplette Siedlungsgebiet der Gemeinde Mainhausen befindet sich in „hydrologisch und wasserwirtschaftlich günstigem“ Gebiet. In dieser Hinsicht sind also keine Einschränkungen des Potenzials zu erwarten.

Theoretisch wäre also ein Großteil der Mainhäuser Gebäude umrüstbar auf eine Wärmeversorgung mit Umweltwärme. Technisch und wirtschaftlich ist dies jedoch im Gebäudebestand nur in wenigen Fällen sinnvoll umsetzbar, da für einen effizienten Betrieb niedrige Vorlauftemperaturen benötigt werden und dies i.d.R. nur mit Flächenheizsystemen (z.B. Fußbodenheizung) realisierbar ist. Eine Umsetzung ist einerseits bei (Ersatz-)Neubauten und andererseits bei umfassenden Sanierungen im Gebäudebestand möglich. Vor diesem Hintergrund werden nur 5 % des Gesamtpotenzials im Gebäudebestand als technisch-wirtschaftlich realisierbar angenommen. Daraus ergibt sich ein energetisches Potenzial von ca. 2.900 MWh.

4.3.6 Potenziale zur Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung

Neben der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bietet auch die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung auf Basis von fossilen Energieträgern (i.d.R. Erdgas) Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen. Der Primärenergieverbrauch und die damit verbundenen CO₂-Emissionen können im Vergleich zur getrennten Erzeugung bei der gekoppelten Erzeugung um rund 30 % gesenkt werden.

KWK-Anlagen gibt es mittlerweile in allen Leistungsbereichen, auch für Ein- und Zweifamilienhäuser mit Leistungen von wenigen kW. Aus technischer Sicht gibt es daher kaum Restriktionen. Das Potenzial wird aber aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen beschränkt. KWK-Anlagen sind nur dann wirtschaftlich attraktiv, wenn sie hohe Laufzeiten erreichen. Dies ist im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser oft nicht der Fall, da die anfallende Wärme im Sommer nicht genutzt werden kann und daher der Betrieb unwirtschaftlich wird. Bei größeren Wohngebäuden (Warmwasserverbrauch) oder bei gewerblich genutzten Gebäuden können KWK-Anlagen jedoch oft hohe Laufzeiten erreichen und damit wirtschaftlich sinnvoll betrieben werden.

Die Potenzialabschätzung für die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen erfolgt auf Basis der Schornsteinfegerdaten zu den Heizungsanlagen. Dabei liegt der Fokus aus den zuvor genannten Gründen auf den großen Feuerungsanlagen. Es wurden Annahmen getroffen, welche Anteile von Feuerungsanlagen bis zum Jahr 2030 durch KWK-Anlagen ergänzt werden könnten.

Dafür wurden die Heizungsanlagen in den beiden Leitungsklassen 50 bis 100 kW und >100 kW zugrunde gelegt. Es wurde angenommen, dass die bestehenden Heizungsanlagen durch KWK-Anlagen ergänzt, aber nicht vollständig ersetzt werden. Hierzu wurden die Annahmen aus Tabelle 6 getroffen. Bei Kommunen mit Erdgasnetz wurde von einer stärkeren Durchdringung mit KWK-Anlagen ausgegangen als bei Kommunen ohne Erdgasnetz.

Tabelle 6: Annahmen für Abschätzung des KWK-Potenzials

Leistungsklasse	Anzahl der Heizungsanlagen (aus Schornsteinfegerdaten)	Anteil der Anlagen, die durch KWK ergänzt werden können (Annahme)	Leistungsanteil KWK von gesamter thermischer Leistung (Annahme)
> 100 kW	68	20 %	25 %
50 – 100 kW	121	10 %	25 %

Insgesamt ergibt sich daraus ein Wärmeerzeugungspotenzial von max. 8.300 MWh und ein Stromerzeugungspotenzial von bis zu 7.400 MWh.

4.3.7 Zusammenfassung der Potenziale zur Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

In Abbildung 18 sind die zuvor beschriebenen Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und erdgasbetriebener Kraft-Wärme-Kopplung in Mainhausen zusammengefasst und dem aktuellen Stromverbrauch sowie dem nutzbaren Einsparpotenzial im Szenario AKTIV gegenübergestellt (vgl. Kapitel 5).

Die dunklen Bereiche der einzelnen Balken beim Stromerzeugungspotenzial stellen die heute bereits genutzten Potenziale dar, die hellen Bereich die noch ungenutzten verbleibenden Potenziale. Das gesamte technisch-wirtschaftliche Potenzial zur Stromerzeugung liegt bei ca. 15.800 MWh, wovon heute nur ca. 1.600 MWh oder rund 10 % genutzt sind. Dieses ungenutzte Potenzial setzt sich zu ähnlichen Größenordnungen zusammen aus dem Potenzial für weitere Fotovoltaik- und erdgasbetriebene KWK-Anlagen.

Abbildung 18 zeigt, dass die Potenziale zur Stromerzeugung unter den zuvor getroffenen Annahmen nicht ausreichen, um den Stromverbrauch komplett zu decken. Würden alle Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien genutzt und gleichzeitig die Einsparpotenziale beim Stromverbrauch entsprechend des AKTIV Szenarios umgesetzt, dann läge die bilanzielle Deckungsquote bei maximal 38 %. Berücksichtigt man zusätzlich die erdgasbetriebene Kraft-Wärme-Kopplung, dann könnte die bilanzielle Deckungsquote bei insgesamt 72 % liegen.

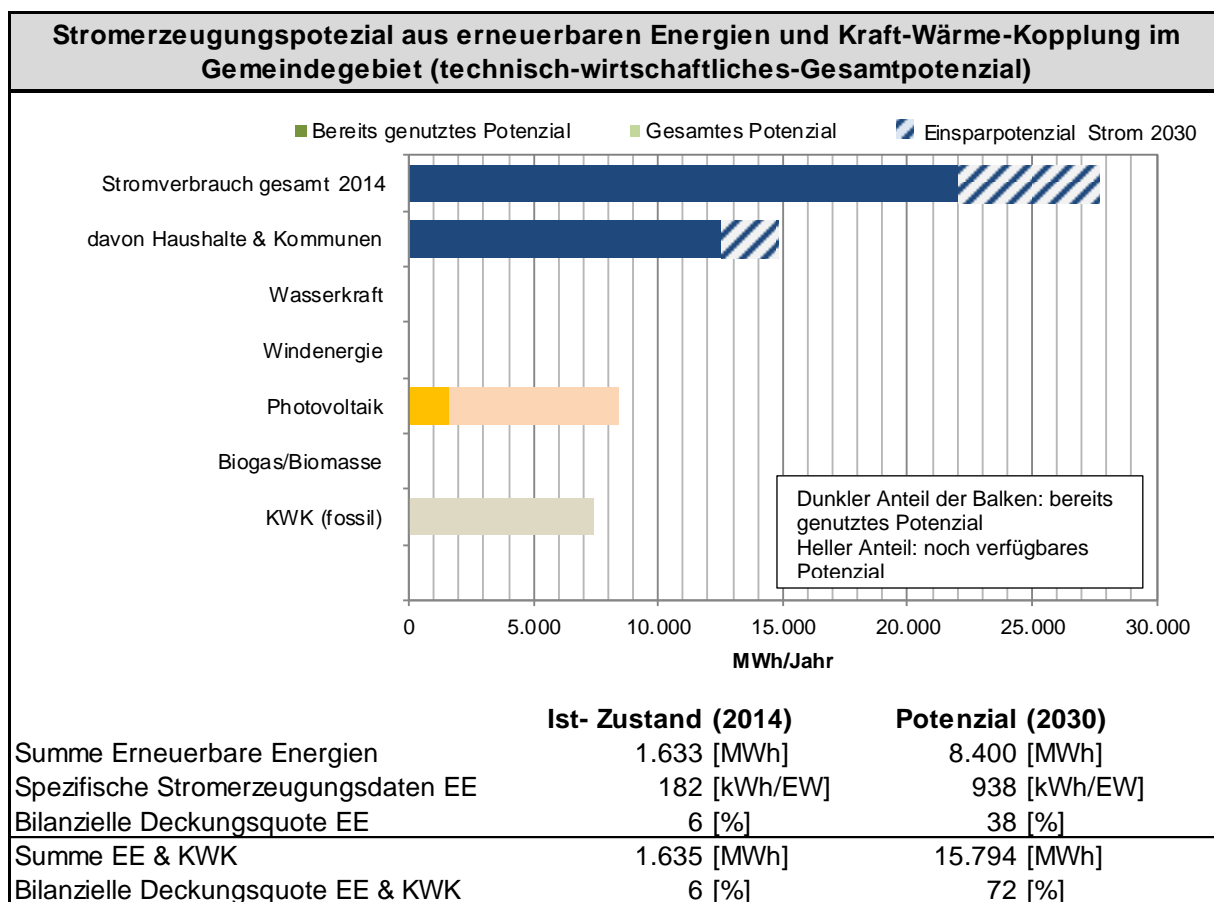


Abbildung 18: Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Mainhausen

(*Das Einsparpotenzial stellt das umsetzbare Einsparpotenzial im Szenario AKTIV dar, siehe Kapitel 5)

Die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und erdgasbetriebener Kraft-Wärme-Kopplung im Wärmebereich sind in Abbildung 19 zusammengefasst und dem Wärmeverbrauch des Jahres 2010² sowie dem Einsparpotenzial im Szenario AKTIV (siehe Kapitel 5) gegenübergestellt. Der dunkle Anteil der Balken beim Wärmeerzeugungspotenzial stellt wiederum das bereits genutzte Potenzial dar, der helle Anteil die noch verfügbaren Potenziale, die zukünftig realisiert werden könnten. Die bisherige Nutzung der Potenziale fällt gering aus. Solarthermie wird lediglich in einem Umfang von ca. 400 - 500 MWh genutzt, das ungenutzte Potenzial liegt bei knapp 8.000 MWh.

Auch Umweltwärme wird bisher wenig eingesetzt, es werden momentan nur ca. 600-700 MWh genutzt. Das zusätzliche Potenzial liegt bei etwa 2.200 MWh. In Mainhausen werden momentan rund 10.000 MWh Wärmeenergie aus Holz gewonnen. Damit liegt die aktuelle Nutzung schon deutlich über den verfügbaren Flächenpotenzialen. Es ist zwar

² Als Basisjahr wird für den Wärmeverbrauch das Jahr 2010 angesetzt, da es klimatisch etwa dem langjährigen Mittel entspricht, der Klimafaktor liegt laut DWD bei 1,02

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

davon auszugehen, dass nicht die gesamte Menge tatsächlich aus dem Wald in Mainhausen stammt, sondern auch aus anderen Regionen, beispielsweise in Form von Holzpellets, „importiert“ wird. Dennoch werden für den Wald in Mainhausen keine nennenswerten zusätzlichen Potenziale gesehen.

Das Gesamtpotenzial der erneuerbaren Energien zur Wärmebereitstellung liegt in Mainhausen bei etwa 23.000 MWh pro Jahr. Berücksichtigt man zusätzlich die erdgasbetriebene Kraft-Wärme-Kopplung, dann steigt das Potenzial auf ca. 31.000 MWh.

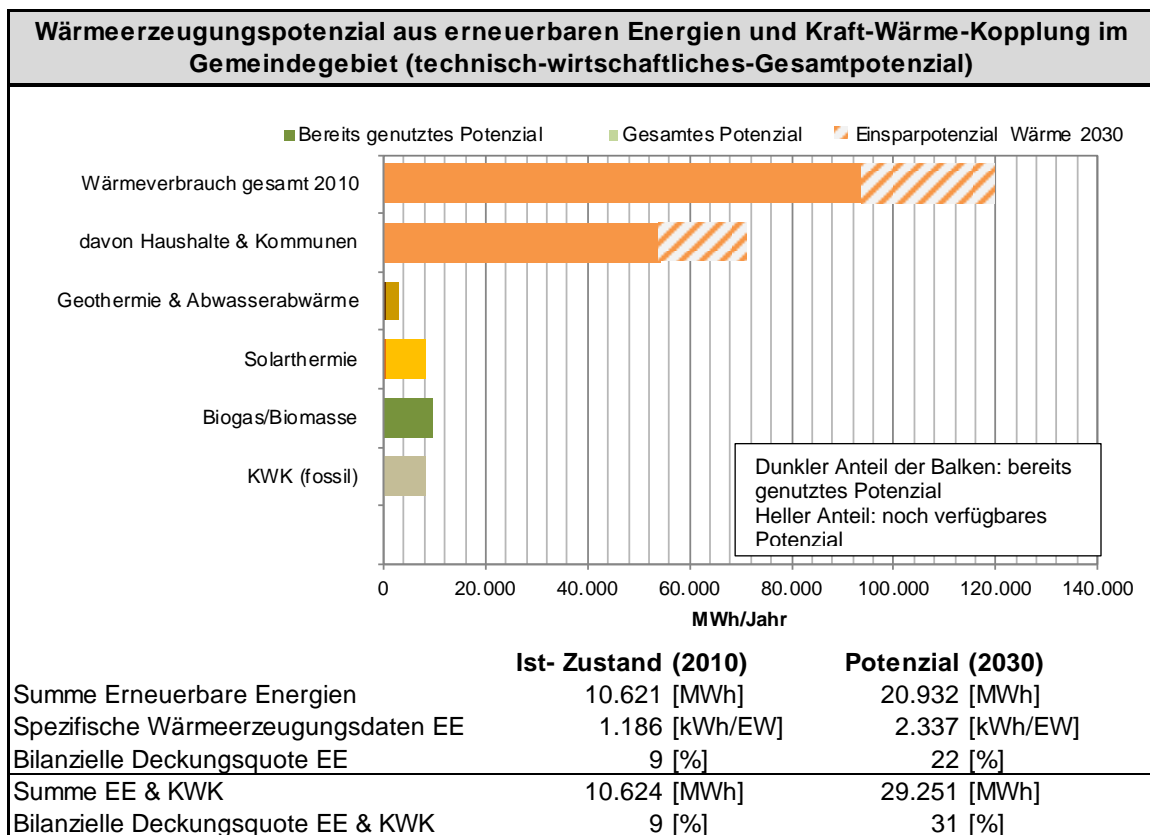


Abbildung 19: Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien

(*Das Einsparpotenzial stellt das umsetzbare Einsparpotenzial im Szenario AKTIV dar)

Als Basisjahr wird für den Wärmeverbrauch das Jahr 2010 angesetzt, da es klimatisch etwa dem langjährigen Mittel entspricht, der Klimafaktor liegt laut DWD bei 1,02

Es wird deutlich, dass die Potenziale in Mainhausen nicht groß genug sind, um damit den kompletten Wärmeverbrauch zu decken. Auch wenn alle Einsparpotenziale umgesetzt und die zuvor dargestellten Potenziale erneuerbarer Energien in Mainhausen ausgereizt würden, könnten nur ca. 22 % des zukünftigen Wärmeverbrauchs mit den Potenzialen der erneuerbaren Energien vor Ort gedeckt werden. Weitere Potenziale ergeben sich durch die energieeffiziente erdgasbetriebene Kraft-Wärme-Kopplung (dann bis zu 31 % Deckungsquote) und dadurch, dass Biomasse prinzipiell auch aus anderen Regionen genutzt werden könnte. Dies wird in der Szenarienbetrachtung in Kapitel 5 berücksichtigt.

4.4. Handlungsfeld Mobilität

Wie in der Ist-Analyse zum Verkehrssektor dargestellt, verfügt Mainhausen über gute Verkehrsanbindungen. In den vergangenen Jahren wurden der ÖPNV und die Radinfrastruktur gestärkt, um klimafreundliche Mobilität zu fördern. Die Gemeinde kann aber durch ihre Aktivitäten nur begrenzt Einfluss auf den Energieverbrauch und die damit verbundenen CO₂-Emissionen im Verkehrssektor nehmen. Viele der entscheidenden Rahmenbedingungen im Verkehrssektor werden von der Europa- oder Bundespolitik vorgegeben. Prominente Beispiele dafür sind die CO₂-Grenzwerte der Neufahrzeugflotten, die auf EU-Ebene geregelt werden oder Treibstoffnormen, wie beispielsweise die Beimischungsquoten von Biokraftstoffen. Zudem wird im Verkehrssektor verursachergerecht der Energieverbrauch der Bürger auch außerhalb Mainhausens bilanziert. Auf diesen „externen“ Energieverbrauch kann die Gemeinde kaum einwirken. Die Potenziale der CO₂-Verminderung im Mobilitätsbereich können somit nur zu einem Teil durch Maßnahmen der Gemeinde genutzt werden.

Das Umweltbundesamt (UBA, 2010) hat in einer umfangreichen Untersuchung die unterschiedlichen Möglichkeiten zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Verkehrssektor im Einzelnen sowie deren Zusammenwirken untersucht. Weil sich die Maßnahmen gegenseitig beeinflussen, ist für die Abschätzung der Gesamtwirkung keine einfache Addition der Teilwirkungen möglich. Das Klimaschutzkonzept orientiert sich daher an den durch das Umweltbundesamt beschriebenen Gesamtszenarien, die die Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen berücksichtigen und bricht diese auf die Situation in Mainhausen herunter.

Tabelle 7: Zusammenfassende Übersicht der möglichen Maßnahmen und deren CO₂-Sparpotenzial in Prozent (nach UBA 2010)

Maßnahmenbündel	Red. Potenzial bis zum Jahr 2030* gegenüber dem Trend in %
Verkehrsvermeidende Siedlungs- und Verkehrsplanung	ca. 9 %
Förderung umweltgerechter Verkehrsträger	ca. 5 %
Ökonomische Maßnahmen	ca. 26 %
Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz	ca. 12 %
Verbraucherinformation und Fahrverhalten	ca. 9 %

* Einzelpotenziale sind nicht beliebig zu addieren, da sie sich gegenseitig beeinflussen

Tabelle 7 stellt die Maßnahmenbündel zur Verminderung der CO₂-Emissionen dar. In den folgenden Abschnitten werden die unterschiedlichen Möglichkeiten zur CO₂-Reduktion beschrieben.

4.4.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz im Mobilitätsbereich

Verkehrsvermeidende Siedlungs- und Verkehrsplanung

Mit den Maßnahmen in diesem Handlungsfeld soll Verkehr durch eine entsprechende Orientierung der Siedlungsentwicklung und der Verkehrsinfrastruktur vermieden werden (UBA, 2010, S. 17ff). Das Planungskonzept der „Gemeinde der kurzen Wege“ besteht beispielsweise aus einer Doppelstrategie für Bund, Länder und Kommunen. Hierbei soll zum einen die Innenentwicklung von Siedlungen gefördert werden, zum anderen die Siedlung selbst in ihrer Attraktivität verbessert werden.

Auch die Raumplanung hat umfangreiche Möglichkeiten die Verkehrsvermeidung positiv zu beeinflussen. Im Sinne der Verkehrsvermeidung sollten Siedlungen zentren- und schienenorientiert vorgesehen werden, so dass die Innenentwicklung gefördert und bei Neubau von Siedlungen der Zugang zum ÖPNV gewährleistet ist. Darüber hinaus tragen regionale Wirtschaftskreisläufe dazu bei, den Transportaufwand und damit den Güterverkehr zu verringern.

Förderung umweltgerechter Verkehrsträger

Die Förderung umweltgerechter Verkehrsträger stellt einen weiteren Aspekt zur Minderung von CO₂-Emissionen im Verkehr dar. Kommunal relevant ist besonders die Förderung des sogenannten Umweltverbundes aus Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), Rad- und Fußverkehr sowie ggf. Car-Sharing.

Ökonomische Maßnahmen

Durch Abgaben und ökonomische Maßnahmen auf europäischer und nationaler Ebene können erhebliche Effizienz- bzw. Einsparpotenziale generiert werden (UBA, 2010, S. 36ff). Beispielsweise kann durch die Erhebung von Mehrwertsteuer auf inländischen Flügen, Kerosinsteuer und einer Einbeziehung des Flugverkehrs in den Emissionshandel die Zunahme der Verkehrsleistungen im Flugverkehr verlangsamt werden. Mit einer Ausweitung und Anhebung der LKW-Maut kann nach Ansicht des UBA die Effizienz im LKW gesteigert, und eine Verlagerung auf klimagerechtere Verkehrsträger unterstützt werden.

Durch den grundsätzlichen Abbau der Steuervergünstigungen für den Verkehr kann nach Ansicht des UBA ein erheblicher Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen geleistet werden. Es gibt hier allerdings keine kommunalen Einflussmöglichkeiten, so dass diese Potenziale hier nicht detaillierter in Bezug auf Mainhausen betrachtet werden.

Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz

Die Verbesserung der Effizienz von Fahrzeugen mit hocheffizienten Antrieben und consequentem Leichtbau sowie weniger überdimensionierten und übermotorisierten Fahrzeugen könnte laut UBA (2010, S. 45ff) im Pkw-Bereich bis zu 70 % und im LKW-Bereich bis zu 40 % des Energieverbrauchs einsparen.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Auf die Gesetzgebung zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz hat die Gemeinde Mainhausen keinen Einfluss. Dennoch kann sie in ihrer Vorbildfunktion durch den Kauf besonders effizienter Fahrzeuge für den eigenen Fuhrpark und durch Information und Beratung dazu beitragen, dass die Bürgerinnen und Bürger Mainhausens verstärkt energieeffiziente Fahrzeuge nutzen.

Verbraucherinformation und Fahrverhalten im Straßenverkehr

Durch zielgruppengerechte Information lässt sich sowohl die Kaufentscheidung in Richtung klimafreundlicherer Fahrzeuge unterstützen als auch eine energiesparende Fahrweise initiieren (UBA, 2010, S. 59ff). Diese Maßnahmen sind teilweise bereits in die Ausbildung im Rahmen der Fahrschulen aufgenommen.

In der Kombination von Verbraucherinformation und Geschwindigkeitsbeschränkungen hält das UBA es für möglich, mittelfristig die Nennleistung der Fahrzeuge und damit den Verbrauch pro Kilometer zu senken. Darüber hinaus ist durch die Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit eine langfristige technische Anpassung der Fahrzeuge hinsichtlich der Sicherheitssysteme und damit des Gewichtes möglich.

Zur Unterstützung von Fahrgemeinschaften schlägt das UBA ein umfassendes zentrales System für Fahrgemeinschaften vor (UBA, 2010, S. 64). Darüber hinaus kann durch die Bereitstellung von Parkraum an Umsteigepunkten durch Land, Kreis und Kommunen die Bildung von Fahrgemeinschaften und der Umstieg auf den ÖPNV erleichtert werden.

Die Gemeinde hat weiterhin die Möglichkeit, durch Information und Beratung auf ein klmoeffizienteres Verkehrs-Verhalten ihrer Bürgerinnen und Bürger hinzuwirken. Es wäre zum Beispiel denkbar, in Zusammenarbeit mit dem ADAC ein Training für kraftstoffsparendes Fahren zu organisieren.

4.4.2 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien und alternativer Antriebe im Mobilitätsbereich

Die Nutzung erneuerbarer Energien kann langfristig einen Beitrag zur Verminderung der CO₂-Emissionen des Mobilitätsbereichs leisten. Bis 2030 wird dieser Beitrag jedoch vergleichsweise gering ausfallen (UBA, 2010, S. 52ff). Voraussetzung für eine Senkung der CO₂-Emissionen ist eine auf den Gesamtprozess bezogene Verringerung der Emission von Klimagasen. So erzeugen beispielsweise Elektrofahrzeuge im Betrieb keine CO₂-Emissionen. Stammt der dafür genutzte Strom jedoch aus fossilen Quellen, ist die CO₂-Bilanz in der Regel ungünstiger als bei der direkten Verwendung von Diesel oder Benzin.

Die Gemeinde Mainhausen hat nur begrenzten Einfluss darauf, ob bzw. wie viel erneuerbare Energien und alternative Antriebskonzepte im Mobilitätsbereich genutzt werden. Biokraftstoffquoten werden bundesweit festgelegt, die Ziele für erneuerbare Energien im Verkehrssektor allgemein werden durch die EU vorgegeben. Auf lokaler Ebene können al-

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

ternative Antriebe durch einzelne Aktivitäten gefördert werden, wie bspw. durch die Installation von Ladesäulen für Elektrofahrzeuge.

4.4.3 Zusammenfassung der Potenziale zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Mobilitätsbereich

Die Gesamtpotenziale zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Mobilitätsbereich orientieren sich wie in Abschnitt 4.4 beschrieben an den Szenarien des Umweltbundesamts. Diese Szenarien analysieren die Einsparpotenziale bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen und berücksichtigen die gegenseitigen Wechselwirkungen von einzelnen Maßnahmen. Die Ergebnisse der bundesweiten Szenarien werden auf die Situation in Mainhausen übertragen. Tabelle 8 zeigt die Ergebnisse dieser Betrachtung.

Sofern sich die aktuellen Trends fortsetzen und kein engagiertes Handeln im Sinne des Klimaschutzes umgesetzt wird, werden die CO₂-Emissionen aus dem Mobilitätsbereich nur wenig zurückgehen (siehe Szenario TREND). Werden jedoch auf allen Handlungsebenen Maßnahmen zum Klimaschutz im Mobilitätsbereich umgesetzt, dann können die CO₂-Emissionen deutlich gesenkt werden (siehe Szenario AKTIV).

Tabelle 8: Potenziale zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Mobilitätsbereich

	2013 Ist	2030 TREND	2030 AKTIV
CO₂-Emissionen aus dem Verkehrssektor in t	33.900	32.200	28.300
Veränderung ggü. 2013 in %	0%	-5%	-17%

5 Szenarien bis zum Jahr 2030

Im vorherigen Kapitel wurden die Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen durch Energieeinsparung, -effizienz und Nutzung erneuerbarer Energiequellen untersucht. Niemand weiß jedoch, in welchem Umfang diese Potenziale zukünftig tatsächlich umgesetzt werden. Eine *Prognose* der zukünftigen Entwicklung *ist nicht möglich*. Deshalb wird mit Hilfe von *zwei Szenarien* eine *Bandbreite möglicher Entwicklungen* unter Zugrundelegung verschiedener Annahmen aufgezeigt.

Die Szenarien stellen dar, wie sich die Energieerzeugung und -nutzung und die damit verbundenen CO₂-Emissionen unter vorher definierten Annahmen in Zukunft entwickeln können.

- Im TREND Szenario wird davon ausgegangen, dass die Trends der letzten Jahre sich auch in Zukunft ähnlich fortsetzen werden.
- Dagegen wird im AKTIV Szenario von verstärkten Klimaschutzbemühungen ausgegangen, die sich positiv auf die Energie- und CO₂-Bilanz auswirken sollen. Nachfolgend werden zuerst die Annahmen der beiden Szenarien dargestellt und dann die Ergebnisse gegenübergestellt.

5.1. Annahmen zu den Szenarien

Tabelle 9: Annahmen zu den Szenarien

TREND Szenario	AKTIV Szenario
Übergreifend: Es wird von einer konstanten Bevölkerungszahl ausgegangen	
Senkung des Stromverbrauchs:	
<ul style="list-style-type: none"> ca. ein Drittel der technologiebasierten wirtschaftlichen Einsparpotenziale werden realisiert die Potenziale durch Verhaltensänderung werden nicht umgesetzt 	<ul style="list-style-type: none"> etwa zwei Drittel der technologiebasierten wirtschaftlichen Einsparpotenziale werden realisiert die Hälfte der Potenziale durch Verhaltensänderung werden umgesetzt
Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen und Kraft-Wärme-Kopplung:	
Fotovoltaik <ul style="list-style-type: none"> Der Ausbau der Fotovoltaik-Dachanlagen geht in den nächsten Jahren deutlich weniger schnell voran als in den vergangenen Jahren, die Vergütungsabsenkungen zeigen Wirkung. 	Fotovoltaik <ul style="list-style-type: none"> Der Fotovoltaik-Zubau bleibt bei den Dachanlagen trotz der deutlichen Vergütungsabsenkungen auf hohem Niveau.
Kraft-Wärme-Kopplung <ul style="list-style-type: none"> Es wird von einem mäßigen Ausbautempo bei der KWK im Wohngebäude- und gewerblichen Bereich ausgegangen. Ca. ein Drittel der Potenziale werden genutzt. 	Kraft-Wärme-Kopplung <ul style="list-style-type: none"> Es wird von einem hohen Ausbautempo bei KWK-Anlagen ausgegangen. Ca. zwei Drittel der Potenziale werden genutzt.
Weitere Energieträger: Entsprechend der Potenzialanalyse keine relevanten Potenziale zur Stromerzeugung vorhanden	
TREND Szenario	AKTIV Szenario
Reduktion des Wärmeverbrauchs für Heizung, Warmwasser und Prozesswärme:	
<ul style="list-style-type: none"> die grundlegenden Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Raumwärmebedarfs setzen sich gemäß dem aktuellen Trend fort (Sanierungsrate bleibt bei unter 1 % je Jahr). der energetische Standard von Neubauten entspricht dem aktuellen EnEV Standard. Nach 2020 wird eine wachsende Zahl von Neubauten in Passivhausbauweise errichtet. Im Bereich Industrie und Gewerbe wird von einer durchschnittlichen Steigerung der Energieproduktivität von 1,5 % je Jahr ausgegangen. 	<ul style="list-style-type: none"> die grundlegenden Einflussfaktoren auf die Entwicklung des Raumwärmebedarfs verbessern sich deutlich (Die Sanierungsrate kann verdreifacht werden und die Sanierungseffizienz verbessert sich merklich). der energetische Standard von Neubauten liegt unter dem aktuellen EnEV-Standard. Nach 2020 wird der Großteil der Neubauten in Passivhausbauweise errichtet. Im Bereich Industrie und Gewerbe wird von einer durchschnittlichen Steigerung der Energieproduktivität von 2,1 % je Jahr ausgegangen.

TREND Szenario	AKTIV Szenario
Nutzung klimafreundlicher Energieträger zur Wärmeerzeugung:	
<p>Bezüglich des Energieträgermixes zur Wärmeerzeugung wird auf der aktuellen Situation im Gebäudebestand aufgebaut</p> <ul style="list-style-type: none"> wenn Gebäude saniert werden, kommen verstärkt erneuerbare Energien zum Einsatz, insb. zulasten von Heizöl. Die Nutzung von Erdgas bleibt im Verhältnis zum Wärmeverbrauch auf konstantem Niveau. bei Neubauten werden die Anforderungen des EEWärmeG zur Nutzung erneuerbarer Energien eingehalten. Dabei werden vor allem eingesetzt: <ul style="list-style-type: none"> Solarthermie Umweltwärme (Geothermie) 	<p>Bezüglich des Energieträgermixes zur Wärmeerzeugung wird auf der aktuellen Situation im Gebäudebestand aufgebaut</p> <ul style="list-style-type: none"> wenn Gebäude saniert werden, kommen deutlich verstärkt erneuerbare Energien zum Einsatz, insb. zulasten Heizöl. Auch der Anteil von Erdgas geht leicht zurück. bei Neubauten werden die Anforderungen des EEWärmeG zur Nutzung erneuerbarer Energien übertroffen. Es werden vor allem eingesetzt: <ul style="list-style-type: none"> Solarthermie Umweltwärme (Geothermie) Im Gegensatz zum Trend-Szenario steigt im Aktiv-Szenario auch die Holznutzung noch etwas an. Dazu wird mehr Energieholz aus anderen Regionen „importiert“, v.a. in Form von Holzpellets.
Entwicklungen im Verkehrssektor:	
<p>Grundlage ist das Basisszenario des Umweltbundesamtes (UBA 2010), unter Berücksichtigung</p> <ul style="list-style-type: none"> technologischer Entwicklungen der Fahrzeuge (Effizienzsteigerungen) und Entwicklungen der Mobilitätskosten (v.a. Treibstoffkosten). <p>Bei den Entwicklungen der Verkehrsmengen und des Modal-Split im Personen- und Güterverkehr wird keine zusätzliche politische Steuerung angenommen.</p>	<p>Grundlage ist ebenfalls das Basisszenario des Umweltbundesamtes (UBA 2010), unter Berücksichtigung</p> <ul style="list-style-type: none"> technologischer Entwicklungen der Fahrzeuge (Effizienzsteigerungen) und Entwicklungen der Mobilitätskosten (v.a. Treibstoffkosten). <p>Auf allen Verantwortungsebenen (EU, Bund, Bundesländer, Regionen, Kreise, Kommunen sowie die Bürgerinnen und Bürger) werden die möglichen Maßnahmen in Richtung einer klimagerechten Mobilität ergriffen.</p>

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

5.2. Ergebnisse der Szenarien

5.2.1 Entwicklung des Energieverbrauchs

Mit Hilfe der zuvor genannten Rahmendaten lassen sich auf Basis der aktuellen Verbrauchswerte die Szenarien bis zum Jahr 2030 berechnen. Als Basisjahr wird der Verbrauch des Jahres 2010 angesetzt, da dieses klimatisch etwa dem langjährigen Mittel entspricht³, während beispielsweise 2014 ein ungewöhnlich warmes Jahr war. In Abbildung 20 ist die Entwicklung des Energieverbrauchs in Mainhausen in den Szenarien TREND und AKTIV dargestellt.

Während der Gesamtenergieverbrauch im TREND Szenario nur um ca. 8 % reduziert wird, verringert sich der Energieverbrauch im AKTIV Szenario um insgesamt etwa 18 %.

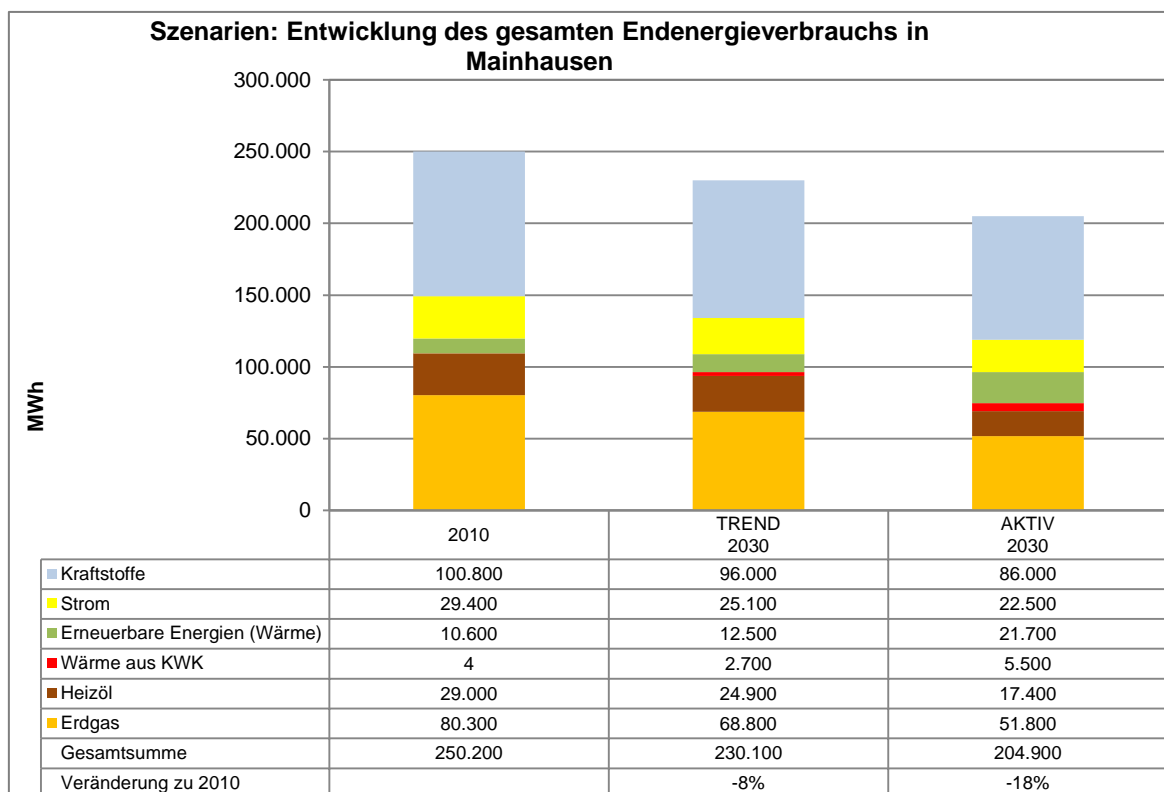


Abbildung 20: Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den Szenarien in Mainhausen

Neben der Reduktion des Energieverbrauchs ist vor allem im AKTIV Szenario eine Verschiebung des Energiemixes erkennbar. Die Anteile von Heizöl und Erdgas reduzieren sich, während die Anteile der erneuerbaren Energien und der Kraft-Wärme-Kopplung zunehmen.

³ Klimafaktor 2010 für Mainhausen laut DWD Datenbank 1,02

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

In der folgenden Abbildung 21 ist die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Anwendungsarten sowie die Veränderung zum Stand 2010 dargestellt.

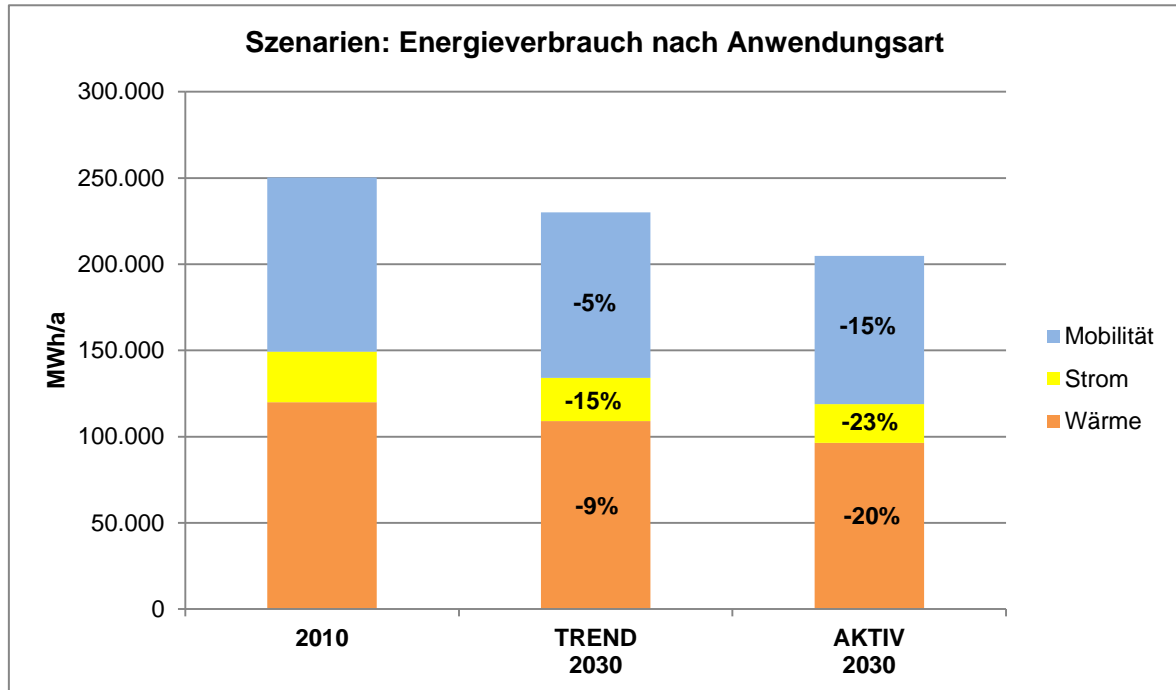


Abbildung 21: Szenarien: Energieverbrauch nach Anwendungsart

5.2.2 Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in den Szenarien

Zum Stand 2014 werden in Mainhausen etwa 6 % des Stromverbrauchs vor Ort erzeugt. Wesentliche Erzeugungstechnik ist dabei Fotovoltaik. Kraft-Wärme-Kopplung spielt eine untergeordnete Rolle. Abbildung 22 zeigt die Stromerzeugung in den beiden Szenarien im Jahr 2030 im Vergleich zum aktuellen Stand.

In beiden Szenarien wird von einer deutlichen Steigerung der Stromerzeugung aus Fotovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung ausgegangen, wobei der Zuwachs im AKTIV-Szenario noch einmal deutlich höher ausfällt.

Im AKTIV-Szenario wird ein bilanzieller Deckungsgrad von 43 % erreicht, wenn neben den erneuerbaren Energien auch die Kraft-Wärme-Kopplung berücksichtigt wird. Im TREND-Szenario hingegen nur 20 %. Das ist aber in beiden Szenarien im Vergleich zu heute eine deutliche Steigerung.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

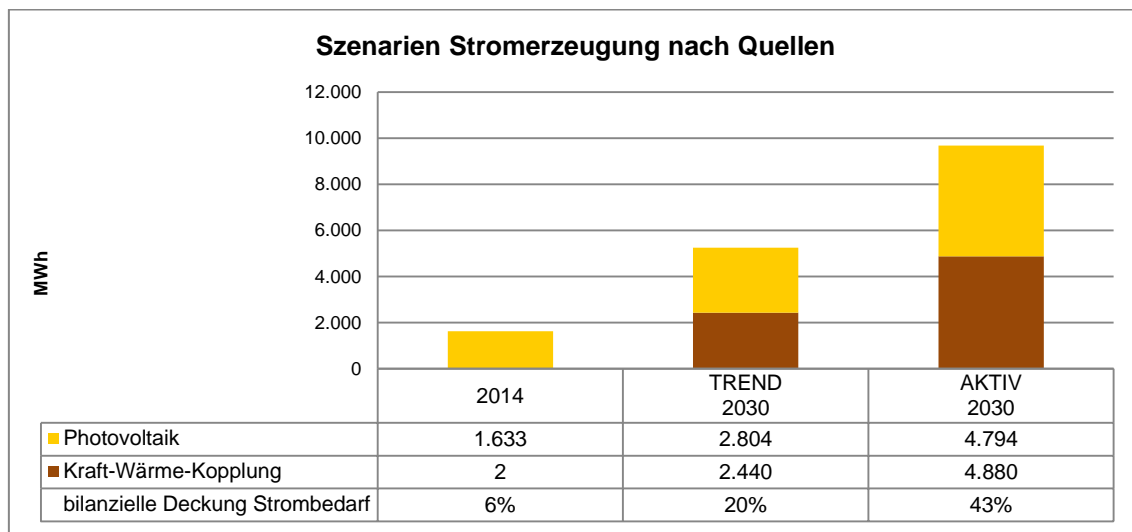


Abbildung 22: Szenarien zur Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen und KWK-Anlagen in Mainhausen

Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in den Szenarien

In Abbildung 23 ist die Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und erdgasbetriebenen KWK-Anlagen in den Szenarien dargestellt. Basisjahr ist aufgrund der Abhängigkeit des Wärmeverbrauchs von den klimatischen Verhältnissen wiederum das Jahr 2010, da es klimatisch etwa dem langjährigen Mittel entspricht⁴.

Im TREND Szenario erfolgt eine moderate Steigerung insgesamt, wobei die stärksten relativen Zuwächse bei der Kraft-Wärme-Kopplung zu verzeichnen sind.

Im AKTIV Szenario resultiert eine erhebliche Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung im Vergleich zum aktuellen Stand. Die gesamte Erzeugung steigt ungefähr um den Faktor 2,5. In allen Erzeugungsbereichen sind große Steigerungsraten zu verzeichnen, insbesondere bei Solarthermie und Kraft-Wärme-Kopplung.

Der Deckungsgrad von erneuerbaren Energien und KWK lag im Wärmebereich 2010 bei etwa 9 %. Im AKTIV-Szenario kann ein Deckungsgrad von rund 28 % erreicht werden.

⁴ Klimafaktor 2010 für Mainhausen laut DWD Datenbank 1,02

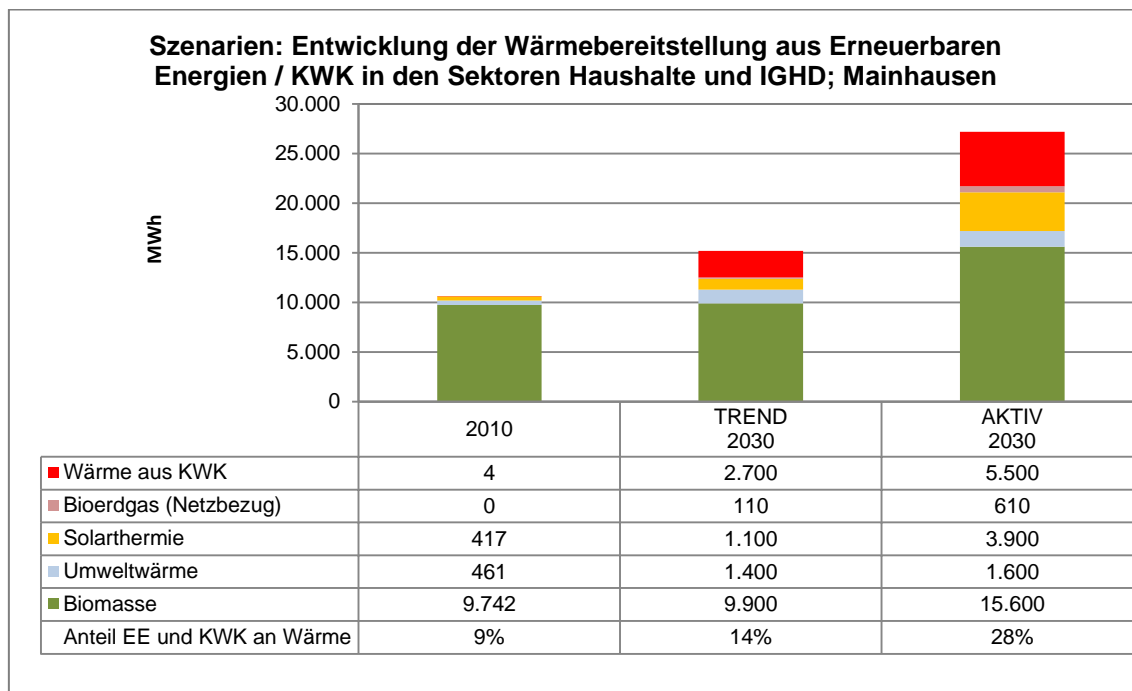


Abbildung 23: Szenarien zur Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in Mainhausen

5.2.3 Entwicklung der CO₂-Emissionen

Aus der zuvor dargestellten Entwicklung des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung in den Szenarien können die CO₂-Emissionen berechnet werden. Anhand eines Stufenmodells werden die Emissionen nachfolgend den verschiedenen Energieanwendungen Wärme, Strom und Mobilität zugeordnet. Dabei erfolgt die Bilanzierung nach den Empfehlungen des Klimabündnisses (Morcillo 2011), in dem für den Stromverbrauch der bundesweite Strommix angesetzt wird (siehe auch Erläuterung bei der CO₂-Bilanz). Dabei wird auch auf Bundesebene von unterschiedlichen Entwicklungen im Trend- bzw. Aktiv-Szenario ausgegangen.

Als Basisjahr dient auch hier das Jahr 2010, da dieses klimatisch betrachtet eher dem langjährigen Mittel entspricht als 2014, welches ein außergewöhnlich warmes Jahr war. Die Stufendiagramme in Abbildung 24 und Abbildung 25 veranschaulichen, dass die Entwicklung in den Szenarien sehr unterschiedlich ist.

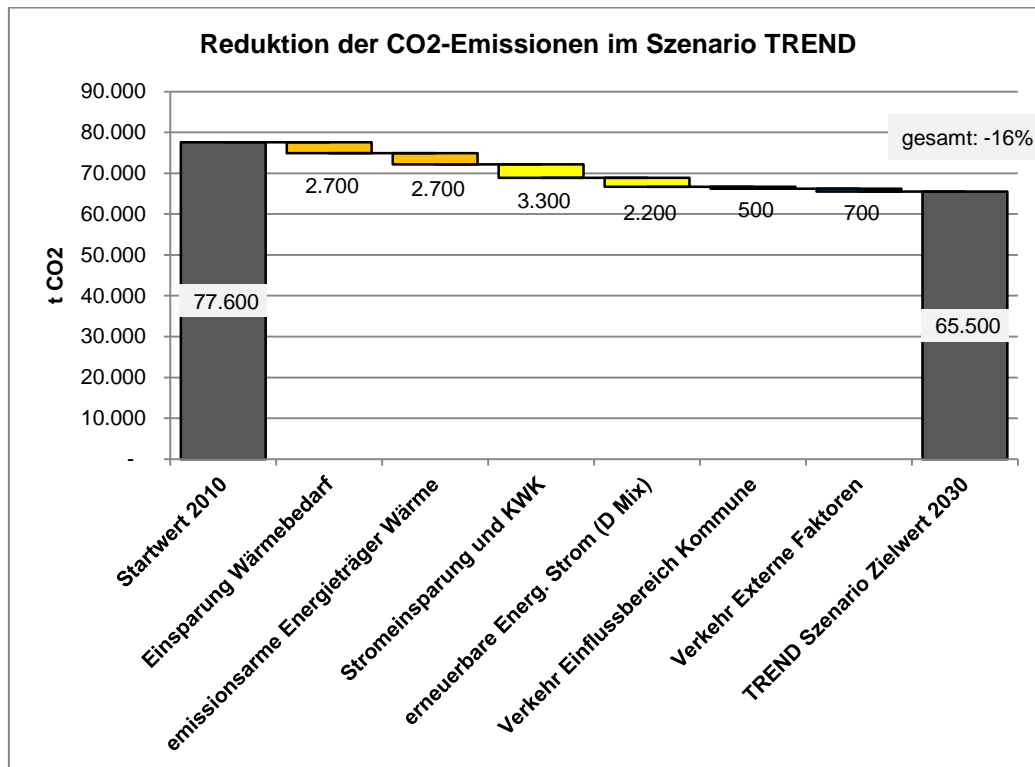


Abbildung 24: Reduktion der CO₂-Emissionen im Szenario TREND

Im Trend-Szenario sinkt der CO₂-Ausstoß bis zum Jahr 2030 auf ca. 65.500 t CO₂, was einer Reduktion um ca. 16 % gegenüber 2010 entspricht. Die Pro-Kopf-Emissionen für Mainhausen lagen im Jahr 2013 bei ca. 8,7 t CO₂ pro Einwohner. Im Trend-Szenario ist eine Reduktion auf 7,3 t CO₂ / EW im Jahr 2030 möglich. Dieser Wert liegt deutlich über den bundesweiten Zielen des Leitszenarios 2011 A der Leitstudie des Bundesumweltministeriums von 4,6 t CO₂/EW (BMU 2012, S. 99).

Im Aktiv-Szenario ist eine deutlich stärkere Reduktion der CO₂-Emissionen möglich. Dies zieht sich durch alle Energieanwendungen: der Wärmeverbrauch wird durch die verstärkten Sanierungstätigkeiten und eine höhere Effizienz im Wirtschaftssektor stärker gesenkt, gleichzeitig kommen verstärkt erneuerbare Energien und die effiziente KWK zum Einsatz. Auch der Stromverbrauch wird durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen nochmals deutlich stärker reduziert als im Trend-Szenario. Zudem wird im Verkehrssektor auf allen Entscheidungsebenen (EU, Bund, Länder) eine forcierte Klimaschutzstrategie unterstellt, so dass auch hier eine deutliche Senkung der CO₂-Emissionen ermöglicht wird.

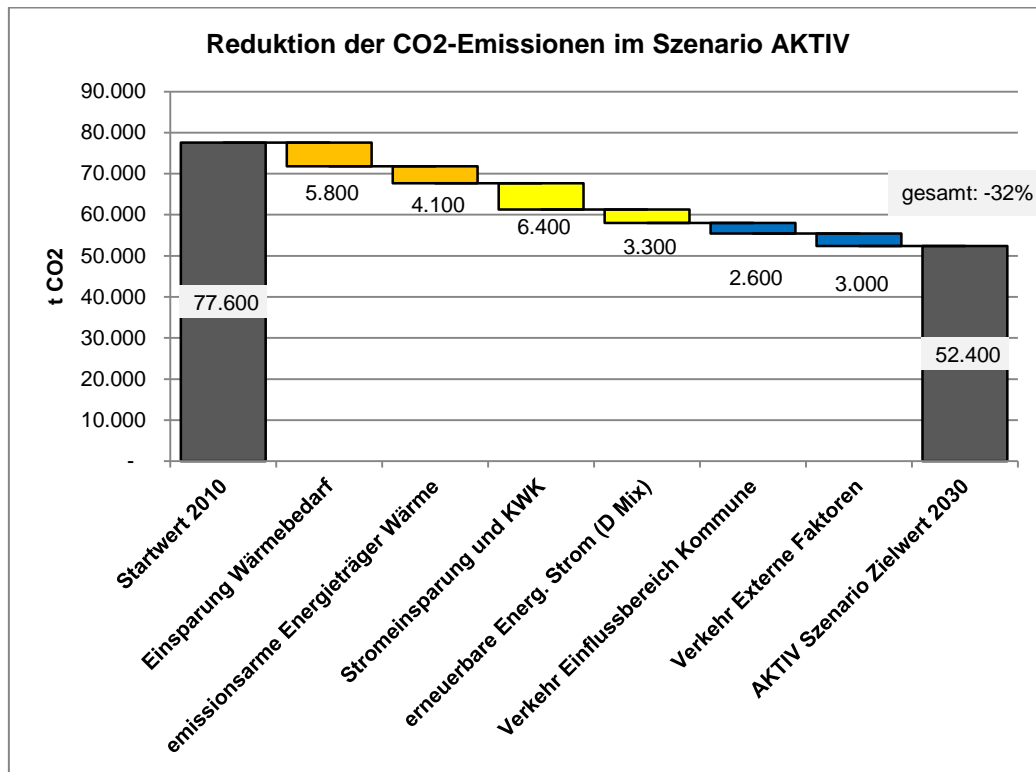


Abbildung 25: Reduktion der CO₂-Emissionen im Szenario AKTIV

Insgesamt können die CO₂-Emissionen im Aktiv-Szenario von ca. 77.600 t CO₂ in 2010 auf 52.400 t CO₂ im Jahr 2030 gesenkt werden. Das entspricht einer Reduktion um 32 %. Die Pro-Kopf-Emissionen werden im Aktiv- Szenario im Vergleich zu den aktuellen 8,7 t CO₂ je Einwohner auf 5,9 t CO₂ / EW reduziert.

6 Energie- und klimapolitische Ziele

6.1. Ziele auf Ebene des Bundes, des Landes und der Region

Bundesrepublik Deutschland

Die Bundesregierung hat in ihrem Energiekonzept⁵ sowie in den darauf aufbauenden Gesetzen, Verordnungen und Aktionsprogrammen die folgenden energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des Bundes formuliert. Die Tabelle zeigt auf, dass das globale Ziel der Erreichung der Klimaneutralität bis 2050 durch die beiden Handlungsstränge **Energieeffizienz** und **Erneuerbare Energien** erreicht werden soll.

Tabelle 10: Energie- und klimapolitische Ziele der Bundesregierung

	2020	2030	2040	2050
Treibhausgase				
Minderung der Treibhausgas-Emissionen (bezogen auf 1990)	-40%	-55%	-70%	-80 bis 95%
Energieeffizienz (bezogen auf 2008)				
Steigerung der Energieproduktivität (Verhältnis von Wirtschaftsleistung zu Endenergieverbrauch)	auf 2,1% p. a.			
Verringerung des Primärenergieverbrauchs (PEV)	-20%			-50%
Minderung des Stromverbrauchs (Endenergie)	-10%			-25%
Reduzierung des Wärmebedarfs von Gebäuden ¹⁾	-20%			-80%
Minderung des Endenergieverbrauchs Verkehr ²⁾	-10%			-40%
Erneuerbare Energien				
Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Stromverbrauch	35%	50%	65%	80%
Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Endenergieverbrauch	18%	30%	45%	60%
Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	14% ³⁾	ca.30% ⁴⁾		ca.55% ⁴⁾
¹⁾ Steigerung der energetischen Sanierungsrate von 1% auf 2% pro Jahr ; Zielwert 2050:Primärenergiebedarf ²⁾ bezogen auf 2005 ³⁾ EEWärmeG ⁴⁾ BMU Leitstudie 2012; Szenario 2011A				

⁵ Energiekonzept der Bundesregierung (2010)

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Das Zielsystem der Bundesregierung ist sowohl zeitlich als auch bezogen auf Verbrauchszwecke teilweise sehr differenziert. Bezogen auf den Handlungsstrang „erneuerbare Energien“ soll im Jahr 2030 der Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Stromverbrauch 50% und der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte ca. 30% betragen⁶. Im Koalitionsvertrag vom Dezember 2013 hat die Bundesregierung die Ausbauziele für erneuerbare Energien im Stromsektor präzisiert. Künftig ist der jährliche Zubau gesetzlich geregelt. Insgesamt sollen die erneuerbaren Energien 40 bis 45 % der Stromerzeugung im Jahr 2025 übernehmen, und 55 bis 60 % im Jahr 2035.

Land Hessen

Die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des Landes Hessen orientieren sich im Wesentlichen an den Zielsetzungen des Bundes. Im Rahmen des Energiegipfels 2011 sind folgende Ziele definiert worden [Energiegipfel 2011]:

- Deckung des Endenergieverbrauchs in Hessen (Strom und Wärme) möglichst zu 100 % aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050
- Steigerung der Energieeffizienz und Realisierung von Energieeinsparung
- Ausbau der Energieinfrastruktur zur Sicherstellung der jederzeitigen Verfügbarkeit – so dezentral wie möglich und so zentral wie nötig
- Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz der energiepolitisch notwendigen Schritte in der Zukunft

Im Hessischen Energiezukunftsgesetz vom 21. November 2012⁷ werden darauf aufbauend folgende Ziele des Gesetzes definiert:

- Deckung des Endenergieverbrauchs von Strom und Wärme möglichst zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen bis zum Jahr 2050
- Anhebung der jährlichen energetischen Sanierungsquote im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 bis 3 %

Darüber hinaus soll bis 2019/2020, bereits ein Viertel des in Hessen verbrauchten Stroms durch Erneuerbare Energien gedeckt werden.⁸

⁶ eigene Berechnungen auf Grundlage der Studie „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland ...“ BMU FKZ 03MAP146 vom 29. März 2012 (Kurztitel: BMU Leitstudie)

⁷ Hessisches Energiezukunftsgesetz vom 21. November 2012; Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen; Nr. 23; 30. November 2012

⁸ <https://wirtschaft.hessen.de/technologie/energie-sparen-und-klima-schuetzen>; abgerufen am 23.03.2015

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Region Südhessen und Regionalverband FrankfurtRheinMain

Im aktuell gültigen Regionalplan Südhessen und im Regionalen Flächennutzungsplan RheinMain sind keine eigenen qualitativen oder quantitativen Zielsetzungen enthalten. Sie dienen vielmehr der o.g. Umsetzung der Ziele der Landesregierung.

Als fachliches Konzept für den Regionalverband dient das „Regionale Energiekonzept“ des Regionalverbands FrankfurtRheinMain. Es steht unter dem Motto

„FrankfurtRheinMain – 100 % energieeffizient und erneuerbar“

Dieses Ziel verfolgen die Stadt Frankfurt am Main und der Regionalverband FrankfurtRheinMain. Mit vereinten Kräften streben sie an, dass die gesamte Region sich bis zum Jahr 2050 in eine klimaneutrale Gesellschaft verwandeln soll – ein ambitioniertes Vorhaben, das die Zusammenarbeit der unterschiedlichsten Akteure auf allen Ebenen erfordert. Mit dem Regionalen Energiekonzept wird diese Zusammenarbeit auf der regionalen Ebene organisiert. (von: <http://www.region-frankfurt.de/Energiekonzept>)

Auch aus dem Regionalen Energiekonzept ergeben sich keine eigenständigen, weiter gehenden qualitativen oder quantitativen Zielsetzungen, die für die Gemeinde Mainhausen relevant wären.

6.2. Klimaschutzziele für die Gemeinde Mainhausen

6.2.1 Aktuelle Beschlusslage

Im Rahmen der Lokalen Agenda 21 hat die Gemeinde Mainhausen ein „Leitbild zum Schutz der Erdatmosphäre“ erarbeitet und beschlossen. Darin werden folgende Ziele formuliert:

Der CO₂-Ausstoß und die verkehrsbedingten Emissionen (inklusive Lärm) im Bereich der Gemeinde Mainhausen sollen reduziert werden. Der CO₂-Ausstoß je Einwohner bzw. je Haushalt soll bis zum Jahr 2005 um 25% gegenüber dem Wert von 1990 verringert werden.

Für die Gemeinde Mainhausen werden Strategien entwickelt, um den Energieverbrauch in privaten und öffentlichen Gebäuden sowie bei ortsansässigen Unternehmen zu senken.

(...) (aus: Aktionsplan Klimaschutz - Erstellt im Rahmen des Hessischen Projektes „100 Kommunen für den Klimaschutz“)

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Im Jahr 2011 hat die Gemeindevertretung das Leitbild „Sonnenoffensive Mainhausen“ beschlossen. Kernpunkte sind:

Die Gemeinde Mainhausen kann mittelfristig den eigenen Energiebedarf aus Erneuerbaren Energien zu einem weitaus größeren Teil abdecken und damit einen eigenen Beitrag zur Reduzierung der CO₂ Emission leisten.

Gleichzeitig besteht bei einem weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien und der Nutzung von Energiesparpotenzialen die Möglichkeit die lokale Wertschöpfung zu stärken und eine größere Unabhängigkeit von den Energieriesen zu gewinnen.

Neben diesen beiden Aspekten - globaler Klimaschutz und Stärkung der heimischen Wirtschaft - ist die Nutzung regenerativer Energien nach den Privatisierungswellen in den achtziger und neunziger Jahren eine letzte verbliebene Möglichkeit für Kommunen, direkt eigene Einnahmen zu generieren.

Aus allen drei Gründen kommt Politik und Verwaltung in diesem Zusammenhang eine hohe Verantwortung und eine besondere Vorreiterrolle gegenüber den Bürgerinnen und Bürgern sowie der ortsansässigen Wirtschaft zu. (aus: „Sonnenoffensive Mainhausen - Ein Denkanstoß“)

Aktuelle quantitative Zielformulierungen enthalten die o.g. Papiere nicht. Der Aktionsplan für die „Charta der 100 Kommunen für den Klimaschutz“ in Hessen beinhaltet die Vorgabe zur Erfassung der Emissionen und die Bewertung von Emissionsminderungspotenzialen einzelner Maßnahmen, nicht aber die Vorgabe von übergeordneten quantifizierbaren Klimaschutzzielen.

Im vorliegenden Klimaschutzkonzept werden daher auf Grundlage der Potenziale und Szenarien nachfolgend Klimaschutzziele für verschiedene Bereiche vorgeschlagen und quantifiziert.

6.2.2 Vorschlag zur Neuformulierung und Konkretisierung der Klimaschutzziele für die Gemeinde Mainhausen

Vor dem Hintergrund der Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs, der Nutzung erneuerbarer Energien vor Ort sowie der daraus resultierenden Entwicklung der CO₂-Emissionen werden folgende an die Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der Gemeinde angepassten Klimaschutzziele für die Gemeinde Mainhausen vorgeschlagen:

1. Die Gemeinde Mainhausen strebt an, bis zum Jahr 2050 möglichst klimaneutral zu werden. Ziel ist eine Reduktion der CO₂-Emissionen pro Einwohner um mindestens 80 % gegenüber dem Basisjahr 1990 auf maximal 2 bis 2,5 t CO₂ je Einwohner und Jahr.
2. Für 2030 werden folgende Zwischenziele angestrebt
 - Reduktion der CO₂-Emissionen je Einwohner um mindestens 30 % gegenüber dem Basisjahr 2010,
 - Reduktion des Endenergieverbrauchs für Wärme und Strom um jeweils mindestens 20 % gegenüber dem Basisjahr 2010,
 - mindestens 35 % bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs durch Erzeugung vor Ort mit erneuerbaren Energien oder energieeffizienter Kraft-Wärme-Kopplung,
 - mindestens 25 % Deckung des Wärmeverbrauchs durch Erzeugung vor Ort mit erneuerbaren Energien oder energieeffizienter Kraft-Wärme-Kopplung.

Die vorgeschlagenen Ziele zur Nutzung erneuerbarer Energien und energieeffizienter Kraft-Wärme-Kopplung sind – insbesondere im Strombereich – im Vergleich zu den bundesweiten Zielen geringer. Dies ergibt sich aus den begrenzten Potenzialen zur Nutzung erneuerbarer Energien vor Ort in Mainhausen. Ziel muss es jedoch sein, diese vorhandenen Potenziale zu nutzen, um somit in Mainhausen einen lokalen Beitrag zur Energiewende im Land und im Bund zu leisten.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Das langfristige und übergeordnete Ziel der Klimaneutralität bis 2050 sollte bei den zukünftigen Entwicklungen immer mit beachtet werden. In der Abbildung 26 ist die Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen je Einwohner in Mainhausen in den beiden Szenarien bis 2030, sowie vereinfachend bis zum Jahr 2050 fortgeschrieben, dargestellt. Es wird deutlich, dass die Fortschreibung des TREND-Szenarios klar zum Verfehlen des langfristigen Ziels der Klimaneutralität führen würde. Dahingegen schlägt das AKTIV-Szenario den richtigen Weg ein, um dieses Langfristziel zu erreichen.

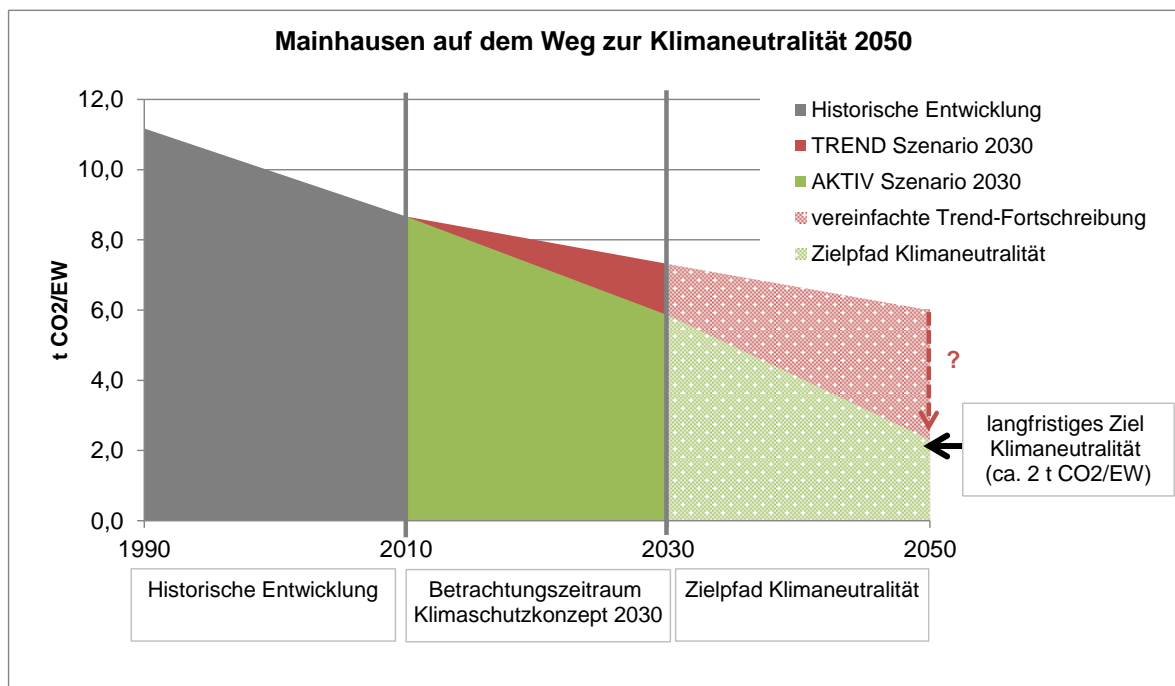


Abbildung 26: Mainhausen auf dem Weg zur Klimaneutralität 2050

Die im AKTIV Szenario unterstellte Entwicklung zeigt, dass dieser Weg zwar ambitioniert, aber doch möglich und erreichbar ist. Die Gemeinde Mainhausen kann damit einen Beitrag zum Klimaschutz auf lokaler Ebene leisten.

7 Maßnahmenkatalog

7.1. Struktur

Die Klimaschutzziele können nur dann erreicht werden, wenn aktiv auf allen Handlungsebenen dafür gearbeitet wird. Der Politik und der Verwaltung kommt dabei eine wichtige Rolle zu, ihr direkter Einfluss auf die Emissionen ist aber relativ gering. Entscheidend für die Zielerreichung ist es daher, dass es gelingt, möglichst viele BürgerInnen ebenso wie private Unternehmen dazu zu motivieren, Maßnahmen im Sinne des Klimaschutzes umzusetzen. Nur gemeinsam mit allen Beteiligten kann der Ausstoß der CO₂-Emissionen wirksam gesenkt werden.

Daher wurde für das Integrierte Klimaschutzkonzept ein umfangreicher Maßnahmenkatalog erarbeitet. Als Grundlage dienten Maßnahmenvorschläge des Auftragnehmers, die auf Basis der Energie- und CO₂-Bilanz (Kapitel 3) sowie der Potenzialanalysen (Kapitel 4 und 5) erarbeitet wurden. Die Maßnahmenvorschläge wurden im Rahmen der begleitenden Projektgruppe diskutiert. Im Rahmen von themenspezifischen Workshops wurden die Ergebnisse konkretisiert und priorisiert.

Ausgehend von der vollständigen Maßnahmenübersicht mit Beschreibung der insgesamt 42 Maßnahmen und Benennung der Zielgruppe und mitwirkenden Akteure wurde eine systematische Bewertung und Priorisierung durchgeführt. Alle 19 Maßnahmen mit Priorität 1 (P1) werden in einem Steckbrief ausführlich dargestellt und soweit möglich in ihren Kosten und erwarteten Wirkungen quantifiziert (siehe dazu Anhang 1.3).

Neben den Maßnahmen, die sich primär an die Gemeinde Mainhausen wenden, gibt es Maßnahmen, die von weiteren Akteuren in der Kommune oder interkommunal umgesetzt werden sollen.

7.2. Gliederung des Maßnahmenkatalogs

Inhaltlich ist der Maßnahmenkatalog in 6 Handlungsfelder unterteilt, wovon 4 themenspezifische Bereiche abdecken und 2 als übergeordnete Bereiche einen Rahmen setzen. Abbildung 27 zeigt die Struktur des Maßnahmenkatalogs.



Abbildung 27 Struktur des Maßnahmenkatalogs

Nachfolgend werden die 6 Handlungsfelder des Maßnahmenkatalogs kurz beschrieben. Der gesamte Maßnahmenkatalog findet sich im Anhang 1.1 zum Integrierten Klimaschutzkonzept. Eine Übersichtsdarstellung aller Maßnahmen ist in Tabelle 11 enthalten.

Handlungsfeld Übergeordnete Maßnahmen

In diesem Handlungsfeld sind diejenigen Maßnahmen zusammengefasst, die das Thema Klimaschutz allgemein beziehungsweise übergeordnet behandeln. Die Maßnahmen wirken zum Teil rahmensetzend für Maßnahmen der anderen Handlungsfelder oder begleiten diese. Daher sind hier auch organisatorische Maßnahmen seitens der Kommune zugeordnet.

Wesentliche Ziele der übergreifenden Maßnahmen liegen darin, die Vernetzung zwischen den Akteuren im Bereich Klimaschutz zu intensivieren. Des Weiteren sind hier Maßnahmen abgebildet, die entsprechende Rahmenbedingungen für die Gemeindeentwicklungen schaffen sollen. Hierzu könnte unter Vorbehalt der Förderung im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative eine zentrale Stelle Klimaschutzmanagement in der Gemeinde Mainhausen geschaffen werden.

Handlungsfeld Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung

Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts ist eine durchdachte, konsequente und effiziente Kommunikationsstrategie und Öffentlichkeitsarbeit. Die wesentlichen Aufgaben im Handlungsfeld Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung bestehen darin, Impulse zu setzen, Informationen bereitzustellen und die richtigen Akteure zusammenzubringen, damit diese aus eigenem Interesse heraus Klima-

schutzaktivitäten umsetzen. Die hier entwickelten Maßnahmen adressieren die vier Zielgruppen „Verbraucherinnen und Verbraucher, Wirtschaft, Kommunen und Bildungsträger“ gleichermaßen über verschiedene Kanäle (digital und analog).

Handlungsfeld Kommunales Energiemanagement

Durch die Maßnahmen in diesem Handlungsfeld soll eine weitere Senkung des Energieverbrauchs kommunaler Liegenschaften und Infrastruktur erreicht werden. Dabei ist überwiegend die Kommune gefordert. In diesem Zusammenhang ist ein umfangreiches kommunales Energiemanagement von großer Bedeutung. Durch ein gezieltes Energiemanagement an zentraler Stelle können Einsparungen erzielt werden, die weitere Finanzierungen klimaschonender Maßnahmen ermöglichen. Ziel ist es, durch eine zentrale Koordination in der Kommune die vorhandenen Potenziale zur Energieeinsparung und Effizienz zu nutzen. Damit wird die Vorbildwirkung der öffentlichen Hand gestärkt.

Handlungsfeld Beratungsangebote „Energieeinsparung und Energieeffizienz“

Übergeordnetes Ziel des Handlungsfeldes ist die Senkung des Energieverbrauchs in privaten Haushalten sowie Gewerbe durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen.

Bei den privaten Haushalten stehen vor allem Gebäude der 50er bis 70er Jahre im Fokus, da diese einen relativ hohen spezifischen Energieverbrauch haben und gleichzeitig in den nächsten Jahren oft sowieso Sanierungsmaßnahmen an den Gebäuden anstehen. Die Maßnahmen dieses Handlungsfeldes zielen vor allem darauf ab, Haus- und Wohnungseigentümer zu informieren, zu beraten und zu motivieren.

Mit Hilfe von Energieberatungen soll bei Gewerbebetrieben und sonstigen kleinen und mittleren Unternehmen insbesondere der Strom-, aber auch Wärmeverbrauch effizienter organisiert werden.

Handlungsfeld Erneuerbare Energien

Zur Senkung der CO₂-Emissionen ist neben der Senkung des Energieverbrauchs ein Wechsel hin zu emissionsärmeren Energieträgern anzustreben. Die Maßnahmen dieses Handlungsfeldes zielen daher darauf ab, die Nutzung erneuerbarer Energien und effizienter Erzeugungstechniken in der Kommune zu steigern. Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass sowohl bei der Wärme- als auch der Stromerzeugung noch große ungenutzte Potenziale bestehen. Hier gilt es für die Gemeinde Mainhausen, die verschiedenen Akteure bei der Umsetzung zu unterstützen und positive Rahmenbedingungen für eine Nutzung der Potenziale zu schaffen.

Handlungsfeld Mobilität

Die Potenziale zur Senkung der CO₂-Emissionen, auf die die Kommune Einfluss nehmen kann, liegen vor allem in der Reduktion des motorisierten Individualverkehrs in den jeweiligen Siedlungsgebieten. Hierfür sind planerische und organisatorische Instrumente ebenso geeignet, wie Infrastrukturmaßnahmen und die Information und Beratung der BürgerInnen und Unternehmen. Alternative Verkehrsmittel sollen durch eine Verbesserung der Infrastruktur und eine bessere Vernetzung unterschiedlicher Verkehrsmittel gefördert werden. Durch die Beteiligung der zuständigen Akteure sollen dadurch attraktive Angebote geschaffen werden.

7.3. Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen

Alle im Maßnahmenkatalog beschriebenen Maßnahmen sind wichtig für die Erreichung der Klimaschutzziele. Es können jedoch nicht alle Projekte gleichzeitig angegangen werden, einige sind zudem augenscheinlich dringender als andere. Daher wurde ein Bewertungs- und Priorisierungssystem angewandt, um die Maßnahmen zu priorisieren. Folgende vier Bewertungskriterien fließen in die Bewertung ein:

1. Klimarelevanz
2. Signifikanz
3. Umsetzbarkeit
4. Wirtschaftlichkeit

Jedes Kriterium wird in einer dreistufigen Skala bewertet, woraus sich eine Priorisierung in drei Stufen ergibt. Die Bewertung der Maßnahmen erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Vertretern der Lenkungsgruppe des integrierten Klimaschutzkonzepts. Eine detaillierte Beschreibung der Bewertungs- und Priorisierungsmethodik findet sich im Anhang 1.2 des Konzepts.

7.4. Kurzübersicht des Maßnahmenkatalogs

In den folgenden Tabellen findet sich eine Kurzübersicht aller vorgeschlagenen Maßnahmen des integrierten Klimaschutzkonzepts. Neben der Maßnahmengruppe, dem Maßnahmentitel und der Maßnahmennummer enthält die Tabelle die Ergebnisse der Bewertung und Priorisierung. Dabei steht die Abkürzung „k.B.“ bei einigen Maßnahmen bei der Klimarelevanz und Wirtschaftlichkeit für „keine Bewertung“. Dies betrifft diejenigen Maßnahmen bei denen eine Bewertung in diesen Kriterien nicht möglich bzw. nicht sinnvoll ist (vgl. ausführliche Darstellung der Bewertung und Priorisierung im Anhang 1.2).

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Tabelle 11: Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen

			Bewertung								
Gruppe	Nr.	Bezeichnung der Maßnahme	Klimarelevanz		Signifikanz		Umsetzbarkeit		Wirtschaftlichkeit		Priorität
Übergeordnete Maßnahmen	UM 1	Schaffung von Strukturen in Politik und Verwaltung		k. B.	↑	Hoch	↑	Hoch		k. B.	P1
	UM 2	Klimaschutzmanagement		k. B.	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	UM 3	Einbindung bürgerschaftlichen Engagements		k. B.	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P2
	UM 4	Umsetzung einer energieoptimierten kommunalen Entwicklungs- und Bauleitplanung		k. B.	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	UM 5	Energie-Leitplan / fachliche Teilkonzepte		k. B.	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P2
Kommunales Energiemanagement	KE 1	Etablierung kommunales Energiemanagement	→	Mittel	↑	Hoch	→	Mittel	↑	Positiv	P1
	KE 2	Energetische Sanierung gemeindlicher Gebäude	→	Mittel	↑	Hoch	→	Mittel	→	Neutral	P2
	KE 3	Effiziente Beleuchtung und effiziente Elektrogeräte in öffentlichen Einrichtungen	↓	Gering	→	Mittel	↑	Hoch	↑	Positiv	P1
	KE 4	Sensibilisierung der Mitarbeiter und Nutzer von kommunalen Einrichtungen	↓	Gering	→	Mittel	↑	Hoch	↑	Positiv	P1
	KE 5	Hausmeisterschulungen	↓	Gering	↑	Hoch	↑	Hoch	↑	Positiv	P1
	KE 6	Energiesparmodelle für Kindertagesstätten	↓	Gering	→	Mittel	→	Mittel	→	Neutral	P3
	KE 7	Prüfung von Contracting-Lösungen für kommunale Gebäude	↓	Gering	→	Mittel	↑	Hoch	→	Neutral	P2
	KE 8	Effizienzsteigerung bei der Straßenbeleuchtung	→	Mittel	→	Mittel	→	Mittel	↑	Positiv	P1
Beratungsangebote "Energieeinsparung und Effizienz"	Eff 1	Förderung der Energieberatung	↑	Hoch	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	Eff 2	aufsuchende Beratung	→	Mittel	→	Mittel	↓	Gering		k. B.	P3
	Eff 3	Kampagnen zum Thema „Geld und Energiesparen durch optimierte Heizungsanlagen“	↑	Hoch	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	Eff 4	Wärmebilddaufnahmen von Wohngebäuden	↓	Gering	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P3
	Eff 5	Förderung der Energieberatung für Handwerksbetriebe und sonstige kleine und mittlere Unternehmen	↑	Hoch	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	Eff 6	Stärkung der Sanierung von Nicht-Wohngebäuden	→	Mittel	→	Mittel	↓	Gering		k. B.	P3
	Eff 7	Energiesparwettbewerb Privathaushalte / Gewerbe, Handel, Dienstleistung	↓	Gering	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P3
Erneuerbare Energien	EE 1	Maßnahmen zur stärkeren Nutzung von Photovoltaik	↑	Hoch	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	EE 2	Gezielte Suche nach größeren Potenzialflächen für Fotovoltaik im Siedlungs- und Außenbereich	→	Mittel	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P2
	EE 3	Beratungsoffensive zur Solarthermienutzung	↑	Hoch	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	EE 4	Identifikation von Potenzialgebieten für Nahwärmenetze	→	Mittel	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P2
	EE 5	Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und KWK bei öffentlichen Gebäuden	↓	Gering	↑	Hoch	↑	Hoch		k. B.	P2
Mobilität	Mo 1	ÖPNV – Verbesserung des Angebots	↑	Hoch	→	Mittel	↓	Gering		k. B.	P2
	Mo 2	ÖPNV – Steigerung der Attraktivität	↓	Gering	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P3
	Mo 3	Bessere Vernetzung umweltverträglicher Verkehrsmittel	↑	Hoch	→	Mittel	↓	Gering		k. B.	P2
	Mo 4	Verbesserung des Angebots und der Attraktivität des Radverkehrs	↓	Gering	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P2
	Mo 5	Verbesserung des Fußwegenetzes	↓	Gering	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P3
	Mo 6	Mobilitätsmanagement für Kitas und Schulen etablieren	→	Mittel	↑	Hoch	↑	Hoch		k. B.	P1
	Mo 7	Gemeindlichen Fuhrpark auf emissionsarme Fahrzeuge umstellen	↓	Gering	→	Mittel	↑	Hoch		k. B.	P2
Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung	AB 1	Öffentlichkeitsarbeit		k. B.	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	AB 2	Klimaschutz in Kirchen und Vereinen		k. B.	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P2
	AB 3	Organisation von Fachvorträgen und Informationsveranstaltungen		k. B.	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P2
	AB 4	Kommunikation guter Beispiele von Gebäudesanierungen		k. B.	→	Mittel	↑	Hoch		k. B.	P1
	AB 5	Mitwirkung an bundes- / landesweiten Aktionen		k. B.	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P2
	AB 6	Neubürgeransprache		k. B.	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P2
	AB 7	Zielgerichtete Energieberatung beim Eigentümerwechsel		k. B.	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	AB 8	Organisation und Durchführung von Kampagnen		k. B.	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	AB 9	Klimabildung an Schulen		k. B.	↑	Hoch	→	Mittel		k. B.	P1
	AB 10	Spielend Energiesparen in Kindertagesstätten		k. B.	→	Mittel	→	Mittel		k. B.	P2

8 Kommunikationsstrategie

Die Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts und somit die Erreichung der ambitionierten Ziele wird gemeinsam mit allen Akteuren der Gemeinde Mainhausen erfolgen müssen. Daher ist es notwendig, die Umsetzung des Konzepts und die einzelnen Maßnahmen in den einzelnen Handlungsfeldern durch eine schlanke, aber effektive Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit zu begleiten. Die wesentlichen **Aufgaben** bestehen darin:

- Impulse zu setzen,
- Informationen bereitzustellen und
- die richtigen Akteure zusammenzubringen.

Ziel ist, dass die Akteure dazu motiviert werden aus eigenem Interesse heraus Klimaschutzaktivitäten umzusetzen. Darüber hinaus unterstützt die Kommunikationsstrategie zudem das Marketing der ganzen Region.

Daraus ergeben sich vielfältige **Zielgruppen** für die Kommunikationsstrategie, die sich in vier Gruppen zusammenfassen lassen:

- Verbraucher
- Wirtschaft
- Kommunen
- Bildungsträger

Um die Zielgruppen adäquat erreichen zu können, sind verschiedene Maßnahmen und Aktivitäten nötig. Zum einen wurden klassische Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung entwickelt. Zum anderen wurden Maßnahmen entwickelt, die sich der übergeordneten Vernetzung und Kommunikation widmen (siehe v. a. übergreifende Maßnahmen – UM 2 und UM 3) oder auch einen starken thematischen Schwerpunkt aufweisen (siehe z. B. KE 4, Eff 1-5, EE 3). Insgesamt werden im Rahmen der genannten Maßnahmen unterschiedliche Kanäle gewählt, um die Zielgruppen ansprechen zu können.

Maßnahmen und Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung

Bereits bestehende Aktivitäten und Institutionen sollten weitestgehend in die Kommunikation einbezogen werden. Auf dem Markt vorhandene Infomaterialien, Werkzeuge für die Öffentlichkeitsarbeit und Webtools, wie sie zum Beispiel die Hessische Energiesparaktion, der BINE-Informationsdienst oder die Deutsche Energieagentur in hoher Qualität anbieten, werden genutzt und auf die örtlichen Verhältnisse zugeschnitten. Wichtige Aufgaben der Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzepts sind daher:

- Schaffung eines guten, einfachen und motivierenden Zugangs zu zielgruppenorientierten Informationen rund um energieeffizientes Bauen und Sanieren, Strom-

sparen im Haushalt, Energieeffizienz in Gewerbe, Handel und Dienstleistung, erneuerbare Energien und (Elektro-)Mobilität,

- kontinuierliche Pressearbeit mit dem Ziel, Energie und Klimaschutz als wichtige Themen Mainhausens in den Köpfen zu verankern,
- projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit zur Unterstützung bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen,
- Organisation von zielgruppenspezifischen Aktionen und Veranstaltungen

Für die konkrete Ausgestaltung der Öffentlichkeitsarbeit wurden zehn Maßnahmen im Handlungsfeld „Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung“ ausgearbeitet. Hervorzuheben sind dabei die fünf Maßnahmen, die mit Priorität 1 bewertet wurden:

AB 1: Öffentlichkeitsarbeit

Ein zentraler Baustein einer erfolgreichen Klimaschutzpolitik ist eine gute und kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit. Ziel der Öffentlichkeitsarbeit ist es, bei Bürgerinnen und Bürgern sowie bei Unternehmen Bewusstsein zu schaffen, zu sensibilisieren, Impulse zu setzen und so zur Umsetzung von Maßnahmen zu motivieren.

Als zentrale und aktuelle Informationsquelle der Öffentlichkeitsarbeit soll der Internetauftritt zum Thema Energie und Klimaschutz weiter ausgebaut werden.

Neben dem Internetauftritt sollen Informationen regelmäßig in der lokalen Presse erscheinen. Insbesondere im Hinblick auf die Bevölkerungsgruppen, die das Internet nicht (häufig) nutzen ist dies von Bedeutung (s.u.).

Darüber hinaus werden Öffentlichkeitskampagnen zu verschiedenen Themenbereichen empfohlen. Damit die Öffentlichkeitsarbeit größere Schlagkraft bekommt und um Synergien zu nutzen, sollte eine Zusammenarbeit über die kommunale Grenze hinaus angestrebt werden.

AB 4: Kommunikation guter Beispiele von Gebäudesanierungen

Durch die gezielte Bekanntmachung von Vorbildern, die quasi „um die Ecke“ zu finden sind, sollen Hauseigentümer und Investoren Anreize zur Sanierung der eigenen Gebäude erhalten. Zum Teil existieren bereits gute Beispiele von Bestandssanierungen.

Die Kommunikation guter Beispiele kann erfolgen durch:

- Internetauftritt / Homepage
- kontinuierliche Pressearbeit
- (Energiespar) Wettbewerbe z.B. Energieverbrauch reduzieren, Energieeffizienz steigern, EE ausbauen
- Aktionstage (evtl. auch nur beschränkt auf öffentliche Einrichtungen)

AB 7: Zielgerichtete Energieberatung beim Eigentümerwechsel

(Neu)Eigentümer von Immobilien im Bestand sollten an den Stellen, an denen sie mit der Gemeinde in Kontakt treten, z. B. Bauamt, Einwohnermeldeamt usw. auf das Thema energetische Sanierung aufmerksam gemacht werden und Hinweise erhalten, welche Beratungsmöglichkeiten am Ort gegeben sind. Entsprechendes sollte auch für die Institutionen gelten, die entweder als Geldgeber oder als Planer von den neuen Eigentümern kontaktiert werden.

Hierfür könnte auch eine eigene Informationsbroschüre erstellt werden, die jedem (Neu)Eigentümer zugeschickt oder an den oben genannten Stellen übergeben wird. Es könnte beispielsweise in Zusammenarbeit mit lokalen Energieberatern ein kostenfreies oder vergünstigtes Erstberatungsgespräch angeboten werden.

AB 8: Organisation und Durchführung von Kampagnen

Mit der Durchführung von Kampagnen können verschiedene Themen gezielt und anschaulich ins öffentliche Bewusstsein gebracht werden und Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen aktiviert werden. Die Kampagnen sollen themenorientiert und zielgruppenspezifisch ausgerichtet werden. Dabei sind je nach Schwerpunktsetzung die übergeordneten Themenkomplexe „Energiesparen“, „Energieeffizienz“, „Erneuerbare Energien“ und ggf. „Suffizienz“ zu bedienen. Konkrete Themen für einzelne Kampagnen könnten sein:

- „Reduzierung der Raumtemperatur um 1°C“ (Stichwort „Suffizienz“)
- „Geld und Energiesparen durch optimierte Heizungsanlagen“
- „Solarthermie: Hol' dir die Sonne ins Haus“
- Kampagnen zum Thema Radverkehr, z.B. „Einkauf mit dem Fahrrad“ (kleinere Besorgungen können auch mit dem Rad getätigt werden) oder eine Kampagne „Mit dem Rad zum Sport“.

Insgesamt ist die Kommunikationsstrategie bei allen Maßnahmen von der Planung über die Umsetzung und den Abschluss zu beachten und geeignete unterstützende Maßnahmen der Kommunikationsstrategie zu integrieren.

Die Kampagnen stellen eine spezielle Form der Öffentlichkeitsarbeit dar. Hier ist von Fall zu Fall zu entscheiden, ob diese Kampagnen nur für die einzelne Kommune oder z.B. mit Nachbarkommune angelegt sein sollten. In jedem Fall ist es sinnvoll, die Kampagnen übergreifend zu planen und zu koordinieren, damit das „Rad nicht jedes Mal von neuem erfunden“ werden muss.

AB 9: Klimabildung an Schulen

Im Dialog mit den Schulverantwortlichen und den lokalen Akteuren soll erörtert werden, inwiefern die Themen Energie und Klimaschutz verstärkt im Unterricht behandelt werden können, und wie eine Umsetzung aussehen könnte. Beispiele hierfür sind:

- Exkursionen zu Erneuerbare-Energien-Anlagen
- Schüler könnten energetische Befragungen im eigenen Haushalt durchführen und auswerten.
- Das sog. „Energietheater“, das von der hessischen Energiespar-Aktion angeboten wird. Hier wird spielerisch die Aufmerksamkeit auf das Thema gelenkt.

Die Gemeinde Mainhausen hat hierbei vor allem eine initiiierende Rolle. Die Umsetzung erfolgt dann über den Landkreis, die Schulen und evtl. über die Fördervereine für Grundschulen.

9 Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses

Die Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts kann nur dann erfolgreich sein, wenn viele Akteure in den verschiedenen Handlungsfeldern aktiv daran mitwirken. Die Gemeinde Mainhausen kann dabei in vielen Fällen nur initiierend, informierend und beratend wirken, die Umsetzung der Maßnahmen selbst muss hingegen oft durch Dritte erfolgen. Daher wird es eine wesentliche Aufgabe der Politik und Verwaltung sein, das Thema „Klimaschutz“ dauerhaft präsent zu halten und die relevanten Akteure zu motivieren, zu beraten und die Aktivitäten zu koordinieren.

Damit dies langfristig gewährleistet werden kann, muss das Thema Klimaschutz sowohl organisatorisch als auch institutionell verankert werden. Im Maßnahmenkatalog wurde daher der Vorschlag entwickelt, ein zentrales Klimaschutzmanagement zu installieren. Dem Klimaschutzmanagement kämen insbesondere folgende Aufgaben zu:

- Schnittstellenfunktion zwischen Bürger, Politik und Verwaltung
- Umsetzung der „beratungsintensiven“ Maßnahmen, die nicht ohnehin umgesetzt werden (z.B. Öffentlichkeitsarbeit, Beratung)
- Begleitung und Koordination der Aktivitäten Dritter, Förderung von Netzwerken
- Zentrale Informationsstelle für Bürgerinnen und Bürger

Eine mögliche Struktur für den Umsetzungsprozess zeigt Abbildung 28. Wie die Abbildung verdeutlicht, kommt dem Klimaschutzmanagement eine zentrale Rolle zu. Aufgabe von Klimaschutzmanager/in und Verwaltung ist es, beratungsintensive Maßnahmen (z.B. Informations- und Öffentlichkeitsarbeit, Energieberatung etc.) umzusetzen und damit Dritte, also v.a. Bürger und Unternehmen, zur Umsetzung von konkreten Klimaschutzmaßnahmen und -projekten zu motivieren.

Die Gemeinde Mainhausen sollte darüber hinaus selbst oder über die regionale Energieversorgungsunternehmen die Umsetzung bzw. Beteiligung an solchen rentablen Projekten prüfen.

Wenn möglich sollte ein Beirat gem. HGO oder ein informelles Gremium mit Mitgliedern aus Politik, Verwaltung, Bürgerschaft, lokaler Wirtschaft, Versorgungsunternehmen, Vereinen und Verbänden den Umsetzungsprozess beratend begleiten und die Verbindung zwischen Gesellschaft, Politik und Verwaltung schaffen. Dies könnte z.B. durch die Wiederaufnahme der Arbeit des Energietischs Mainhausen erfolgen. Voraussetzung hierfür ist, dass sich ein bürgerschaftliches Engagement in der Gemeinde Mainhausen abzeichnet aus dem gemeinsam entwickelte konstruktive Maßnahmen abgeleitet werden können.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

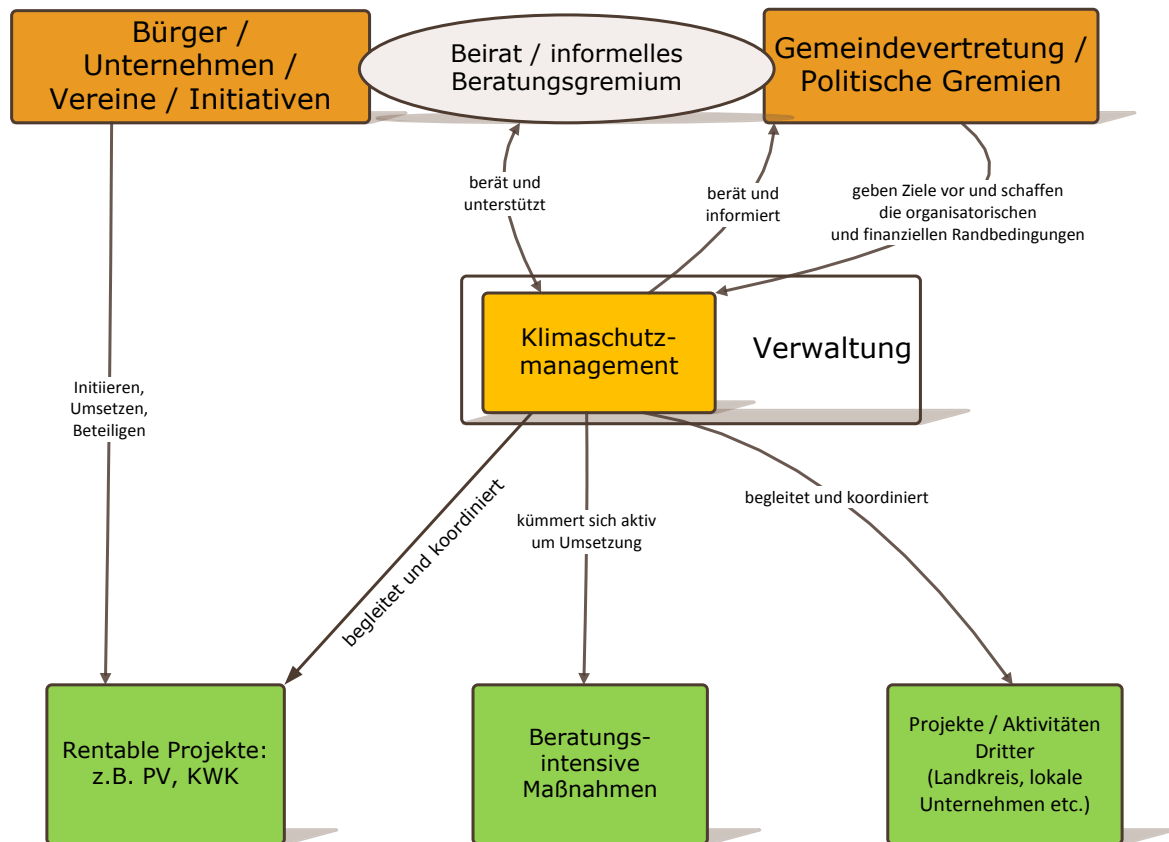


Abbildung 28 Strukturvorschlag für den Umsetzungsprozess

Die Gesamtheit der Bürgerinnen und Bürger sowie der Unternehmen in Mainhausen ist bei der Betrachtung nicht zu vergessen. Nur wenn Bürgerinnen und Bürger engagiert Klimaschutzmaßnahmen umsetzen, und wenn Unternehmen energie- und klimaeffizient arbeiten, können die angestrebten Ziele erreicht werden. Um diese Prozesse zu befördern, soll der im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzkonzepts begonnene Dialog zwischen Bürgern, Unternehmen, Politik und Verwaltung im Hinblick auf Klimaschutzaktivitäten fortgeführt und intensiviert werden.

10 Controlling- und Monitoringkonzept

Mit dem Controlling- und Monitoringkonzept soll künftig überprüft werden, ob die Ziele des integrierten Klimaschutzkonzepts erreicht und in welchem Umfang die Maßnahmen des Konzepts umgesetzt werden. Dazu wird ein praxistaugliches Controllingkonzept benötigt, das mit verhältnismäßig geringem Aufwand integrierbar ist, so dass es tatsächlich regelmäßig durchgeführt werden kann. Weiterhin sind die Zuständigkeiten klar zu definieren, damit jeder Akteur seine Aufgaben kennt und das Controlling damit wirksam umgesetzt werden kann.

Für das Controlling des Energie- und Klimaschutzkonzepts werden die folgenden Bestandteile empfohlen:

1. Fortschreibbare Energie- und CO₂-Bilanz
2. Indikatoren-Analyse
3. Maßnahmen-Monitoring

Nachfolgend werden die einzelnen Punkte erläutert.

10.1. Fortschreibbare Energie- und CO₂-Bilanz

Mit Hilfe der fortschreibbaren Energie- und CO₂-Bilanz kann auch in Zukunft, nach Fertigstellung des Klimaschutzkonzepts, die Entwicklung der Energieverbräuche, der Energieerzeugung sowie der CO₂-Emissionen in Mainhausen analysiert werden. Das ist insbesondere deshalb wichtig, damit regelmäßig ein Gesamtüberblick über die klimarelevanten Faktoren dargestellt und die Erreichung der gesetzten Ziele überprüft werden kann.

Um diese Aufgabe mit vertretbarem Aufwand umsetzen zu können, wurde die Energie- und CO₂-Bilanz mit dem Programm EcoRegion erstellt, welches eine fortlaufende Aktualisierung der Eingangsdaten ermöglicht und die Ergebnisse entsprechend fortschreibt. Die Gemeinde Mainhausen hat darüber hinaus an der Testphase des neuen Bilanzierungstools „Klimaschutzplaner“ teilgenommen. Dieses könnte ebenfalls für die Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz verwendet werden.

Es wird empfohlen, die Energie- und CO₂-Bilanz etwa alle drei Jahre zu aktualisieren. Die Ergebnisse der Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz sollten öffentlichkeitswirksam dargestellt werden, z.B. in Form einer Informationsveranstaltung und entsprechenden Mitteilungen in der lokalen Presse.

10.2. Exkurs Klimaschutz-Planer

Die Gemeinde Mainhausen hat während der Projektlaufzeit an der Einführungsphase des neu entwickelten Bilanzierungstools „Klimaschutz-Planer“ teilgenommen. Der Klimaschutz-Planer ist eine internetbasierte Software zum Monitoring des kommunalen Klimaschutzes. Städte, Gemeinden und Landkreise können damit Energie- und Treibhausgas-Bilanzen nach einer deutschlandweit standardisierten Methodik erstellen. Die Entwicklung des Klimaschutz-Planers wurde von den drei Projektpartnern Klima-Bündnis e.V., ifeu – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg und Institut dezentrale Energietechnologien (IdE) durchgeführt und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) gefördert. (www.klimaschutz-planer.de)

Methodisch unterscheidet sich der Klimaschutz-Planer vom bisher eingesetzten EcoRegion vor allem in der Bilanzierung des Verkehrssektors. Dieser wird in EcoRegion verursachergerecht bilanziert. Das bedeutet, es wird das Verkehrsaufkommen bilanziert, das durch Mainhäuser Bürger und Unternehmen deutschlandweit verursacht wird. Im Gegensatz dazu wird im Klimaschutz-Planer territorial bilanziert, also das Verkehrsaufkommen, das in der Gemeinde Mainhausen tatsächlich anfällt. Beide Methoden haben Vor- und Nachteile, für genauere Information sei auf die Veröffentlichung „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“ vom ifeu (Heidelberg, April 2014) hingewiesen.

Im Ergebnis ist der Energieverbrauch des Verkehrssektors im Klimaschutz-Planer mit über 200.000 MWh doppelt so hoch wie in EcoRegion berechnet. Das liegt vor allem an den beiden Bundesautobahnen, die durch das Gemarkungsgebiet von Mainhausen führen und sich entsprechend auf den territorialen Energieverbrauch auswirken.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Programmen sind die hinterlegten statistische Daten, sowie die erforderlichen Daten für die Bilanzen. Das betrifft zum Beispiel die Einwohnerzahlen, Daten zu Gebäuden und Wohnflächen und zu Fahrzeugen. Für die für die Startbilanz (EcoRegion) bzw. die Minimalbilanz (Klimaschutz-Planer) sind folgende Daten erforderlich:

Tabelle 12: Übersicht der Eingabedaten für die Startbilanz (EcoRegion) bzw. die Minimalbilanz (Klimaschutz-Planer)

Eingabedaten	EcoRegion	Klimaschutz-Planer
Einwohner	Eingabe	Hinterlegt
Erwerbstätige / Beschäftigte	Eingabe	Eingabe
Fahrzeugzahlen	Eingabe	Hinterlegt
Erdgasverbräuche	Nicht erforderlich	Eingabe
Verhältnis Erdgas zu Heizöl	Nicht erforderlich	Eingabe
Stromverbräuche	Nicht erforderlich	Eingabe

In den beiden Tools werden also unterschiedliche Grundlagendaten benötigt und es sind unterschiedliche Daten hinterlegt. Bezüglich der Ergebnisse im Strom- und Wärmebereich lässt sich festhalten, dass die Minimalbilanz des Klimaschutz-Planers durch die Eingabe der Echtdaten Strom und Erdgas deutlich präziser ist als die Startbilanz in EcoRegion, welche nur auf den Einwohner- und Beschäftigtendaten basiert. Gibt man in EcoRegion allerdings die entsprechenden Verbräuche ein (Endbilanz), dann unterscheiden sich die Ergebnisse weniger – wobei der Klimaschutz-Planer durch die Eingabe des Verhältnisses zwischen Erdgas und Heizöl (vorausgesetzt, dieser Wert ist bekannt) dennoch das genauere Ergebnis berechnet.

Eine abschließende Empfehlung in Richtung des einen oder des anderen Tools lässt sich zum aktuellen Zeitpunkt nicht geben. Beide Programme haben ihre Vor- und Nachteile.

- Der Klimaschutz-Planer benötigt für die Minimalbilanz die Echtverbräuche für Strom und Erdgas, stellt damit aber die deutlich besseren Ergebnisse dar als EcoRegion.
Sofern die Erhebung dieser Daten gewährleistet werden kann, spricht die Tendenz eher für den Klimaschutz-Planer.
- Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse im Verkehrssektor deutlich von denen in EcoRegion abweichen.

Der Klimaschutz-Planer ermöglicht es momentan nicht, die Energieverbräuche im Verkehrssektor den verschiedenen Zwecken (Autobahn, außerorts, innerorts,...) zuzuordnen. Ob diese Funktion zu einem späteren Zeitpunkt nachgerüstet wird, ist offen. Momentan lässt sich nur über die Analyse der Fahrleistungen grob abschätzen, wie hoch die jeweiligen Anteile sind.

10.3. Indikatoren-Analyse

Aufbauend auf der Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz soll eine Indikatoren-Analyse durchgeführt werden, die aufzeigt, wie die Entwicklung in verschiedenen Bereichen vorangeht. Für die Auswahl geeigneter Indikatoren wird der erste Fortschrittsbericht zur Energiewende des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie herangezogen (BMWi 2015). Dieser führt eine umfangreiche Liste von Indikatoren für das Monitoring der bundesweiten Energiewende. Aus dieser Liste wurden diejenigen Indikatoren ausgewählt, die für die Gemeinde Mainhausen relevant sind (siehe Tabelle 13). Ausgehend vom aktuellen Stand kann zukünftig anhand der Indikatoren die Entwicklung in der Gemeinde abgebildet werden.

Tabelle 13: Indikatoren für das Monitoring des integrierten Klimaschutzkonzepts

Nr.	Indikator
Strukturdaten	
	Einwohnerzahl
	Erwerbstätigenzahl insgesamt und je Einwohner
	Flächennutzung
	Bestand an Fahrzeugen nach Fahrzeugklassen insgesamt und je Einwohner
	Wohnfläche insgesamt und je Einwohner
Energieeffizienz	
	Endenergieverbrauch nach Energieträgern
	Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren
	Endenergieverbrauch nach Anwendungsart
	Spezifischer Endenergieverbrauch je Einwohner nach Verbrauchssektoren
Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung	
	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung nach Technologien
	Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung nach Technologien
	Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme und Strom gesamt
	Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch
	Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch
	Anteil Kraft-Wärme-Kopplung am Strom- und Wärmeverbrauch
Treibhausgasemissionen	
	CO ₂ -Emissionen insgesamt und je Einwohner
	CO ₂ -Emissionen je Verbrauchssektor
	Vermiedene CO ₂ -Emissionen durch Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

10.4. Maßnahmen-Controlling

Das Maßnahmen-Controlling dient dazu, die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des integrierten Klimaschutzkonzepts zu überprüfen. Dabei wird jährlich analysiert, welche Maßnahmen bereits umgesetzt wurden oder sich in der Umsetzung befinden und wie erfolgreich diese waren beziehungsweise sind.

Um diesen Prozess möglichst einfach zu halten, wurde ein Musterbogen entworfen, mit dessen Hilfe die einzelnen Maßnahmen bewertet werden können (siehe Abbildung 29). Zur Bewertung einzelner Maßnahmen gibt es „harte“ Indikatoren, wie zum Beispiel die eingesparte Energiemenge oder die Anzahl von durchgeführten Informationsveranstaltungen sowie weiche Indikatoren, wie beispielsweise die Resonanz der Teilnehmer oder der Gesamteindruck aus Sicht des Veranstalters. Es ist zu beachten, dass nicht alle Indikatoren bei jeder Maßnahme angewandt werden können. So ist es zum Beispiel nicht möglich,

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

einer Informationsveranstaltung eine direkte Auswirkung in Bezug auf die CO₂-Emissionen zuzusprechen.

Bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen ist frühzeitig darauf zu achten, dass der Bewertungsbogen von einem Verantwortlichen auszufüllen ist. Nur wenn diese Dokumentation mit Engagement umgesetzt wird, ist ein Controlling der Maßnahmen möglich. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse können Maßnahmen verbessert und ergänzt werden. Zudem wird bei einer Gesamtschau der umgesetzten Maßnahmen ersichtlich, in welchen Bereichen die Gemeinde besonders stark ist und wo möglicherweise verstärkter Handlungsbedarf besteht.

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

Nummer:	Titel:		
Kurzbeschreibung der / des durchgeführten Maßnahme / Projekts:			
1	Wurde die Maßnahme bereits umgesetzt?	<input type="text" value="JA"/>	<input type="text" value="NEIN"/>
2	Falls Ja: Umsetzungszeitraum...		
2a	...bei eintägigen Veranstaltungen	am <input type="text" value="DATUM"/>	(bei Wiederholung letzter Termin)
2b	...bei längerem Umsetzungszeitraum	von <input type="text" value="DATUM"/>	bis <input type="text" value="DATUM"/>
Harte Bewertungsfaktoren (soweit zuordenbar, siehe gesonderte Zuordnungsliste)			
3	Energieeinsparung Wärme / Brennstoff	<input type="text" value="ZAHL"/>	kWh/a
3a	Welcher Brennstoff wird eingespart? <input type="text" value="BEZEICHNUNG DES BRENNSTOFFS"/>		
4	Substitution eines Brennstoffs (z.B. Solar statt Öl)	<input type="text" value="ZAHL"/>	kWh/a
4a	Welcher Brennstoff wird substituiert? <input type="text" value="BEZEICHNUNG DES BRENNSTOFFS"/>		
5	Energieeinsparung Strom	<input type="text" value="ZAHL"/>	kWh/a
6	(berechnete) CO2-Einsparung	<input type="text" value="ZAHL"/>	tCO2/a
7	Häufigkeit der Umsetzung	<input type="text" value="ZAHL"/>	
z.B. Anzahl Informationsveranstaltungen - bitte kurz erläutern:			
8	Anzahl Teilnehmer (bei mehreren Veranstaltungen, letzte Durchführung):	<input type="text" value="ZAHL"/>	
8a	bei mehreren Veranst.: Teilnehmer insgesamt über alle Veranstaltungen:	<input type="text" value="ZAHL"/>	
z.B. Teilnehmer Beratungsgespräche; Teilnehmer bei Infoveranstaltungen - bitte kurz erläutern:			
Weiche Bewertungsfaktoren			
9	Gesamteindruck aus Sicht des Veranstalters / Umsetzenden:		
10	Resonanz aus der Zielgruppe:		
Weitere Angaben			
11	Positiv hervorzuheben, für weitere Veranstaltungen / Maßnahmen merken:		
12	Verbesserungsvorschläge für nächste Durchführung / ähnliche Maßnahmen:		

Abbildung 29: Musterblatt für das Maßnahmen-Controlling

Quellenverzeichnis

AGEB 2013	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Hrsg.: „Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012“, Berlin, November 2013
AGEB 2015	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Hrsg.: „Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2014“, Berlin, August 2015
BDH 2011	Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V (BDH): „Energetische Gebäudesanierung mit System“; http://bdh-koeln.de/fileadmin/user_upload/borschueren/energetische_gebaeu_desanierung_mit_system_2011_cd.pdf
BDH 2011b	Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V (BDH): „Solare Heizungsunterstützung“, Informationsblatt Nr. 27, März 2011
BMU 2012	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Hrsg.: „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“, Berlin, 2012
BMWi 2015	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.: „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2014“, Berlin, 2015
dena 2012	Deutsche Energie-Agentur (dena): „Stand-by“, Webseite der dena zum Thema Stand-By-Verluste, http://www.thema-energie.de/strom/stand-by/stand-by.html , aufgerufen im Oktober 2012
dena 2013	Deutsche Energieagentur (dena): „Initiative Energieeffizienz“, Internetseite http://www.initiative-energieeffizienz.de , aufgerufen im Mai 2013
EA NRW 2010	EnergieAgentur Nordrhein-Westfalen (EA NRW): „Beleuchtung – Potenziale zur Energieeinsparung“, Broschüre der EA NRW, 2010, zu beziehen unter http://www.energieagentur.nrw.de
EnergyMap 2015	Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS), Hrsg.: „EnergyMap.info - Die Karte der Erneuerbaren Energien“, Internetseite http://www.energymap.info/ , aufgerufen im August 2015
HMUELV 2010	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV), Hrsg.: „Biomassepotenzialstudie Hessen – Stand und Perspektiven der energetischen Biomassennutzung in Hessen – Materialband“, Wiesbaden, 2010

Ergebnisbericht: Stand 23. August 2016

HStL 2010	Hessisches Statistisches Landesamt (HStL), Hrsg.: „Ausgewählte Regionaldaten der Landwirtschaftszählung 2010“, Wiesbaden
HSL 2014	Hessisches Statistisches Landesamt (HSL): „Hessische Gemeindestatistik 2013 - Ausgewählte Strukturdaten aus Bevölkerung und Wirtschaft 2012“
ifeu 2014	ifeu - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH: „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“, Heidelberg, April 2014
IWU 2003	Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze, Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2003
IWU 2007	Institut Wohnen und Umwelt: „Potentiale zur Reduzierung der CO ₂ -Emissionen bei der Wärmeversorgung von Gebäuden in Hessen bis 2012“, Darmstadt, 2007
KBA 2013	Kraftfahrtbundesamt (KBA): „Fahrzeugklassen und Aufbauarten – Deutschland und seine Länder am 1. Januar 2013 gegenüber 1. Januar 2012“, Webseite des Kraftfahrtbundesamtes: http://www.kba.de/cln_031/nn_191172/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/FahrzeugklassenAufbauarten/2013__b__pkw__bundeslaender__diagramm.html , zuletzt aufgerufen im Oktober 2013
Morcillo 2011	Morcillo, M.: „CO ₂ -Bilanzierung im Klimabündnis“, Frankfurt, November 2011
ÖEA 2012	Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency (ÖEA); „Topprodukte“, http://www.topprodukte.at/ ; aufgerufen im Oktober 2012
Quaschnig 2000	Volker Quaschnig: „Systemtechnik einer klimaverträglichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland für das 21. Jahrhundert“, Fortschritts-Berichte VDI, Reihe 6, Nr. 437, VDI-Verlag Düsseldorf, 2000
SolarZentrum Hamburg	SolarZentrum Hamburg: Vorstellung des Projekts SolarZentrum Hamburg und des SolarChecks, Vortrag des SolarZentrum Hamburg
UBA 2010	Umweltbundesamt (UBA): „CO ₂ -Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland: Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale“, http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3773.pdf
UBA 2012	Umweltbundesamt (UBA): „Bruttostromerzeugung“, Webseite des UBA: http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeident=3437 , aufgerufen im Oktober 2012



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Julius-Reiber-Straße 17
D-64293 Darmstadt
Telefon +49 (0) 61 51/81 30-0
Telefax +49 (0) 61 51/81 30-20

Niederlassung Potsdam

Gregor-Mendel-Straße 9
D-14469 Potsdam
Telefon +49 (0) 3 31/5 05 81-0
Telefax +49 (0) 3 31/5 05 81-20

E-Mail: mail@iu-info.de
Internet: www.iu-info.de