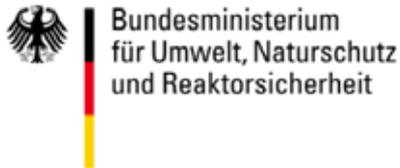




BINGEN AM RHEIN
... einfach sympathisch

**Integriertes
Klimaschutzkonzept
Klimaschutzteilkonzept
Integrierte Wärmenutzung
Klimaschutzteilkonzept
Erneuerbare Energien**
der Stadt Bingen am Rhein

**Endbericht, Bingen und Birkenfeld,
im August 2012**



Förderung:

Das diesem Bericht zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Förderbereich der nationalen Klimaschutzinitiative unter den Förderkennzeichen 03KS1182 sowie 03KS1182-1 und 03KS1182-2 gefördert.

Konzepterstellung:



Fachhochschule Trier
Umwelt - Campus Birkenfeld
Postfach 1380
55761 Birkenfeld

Projektleitung:

Prof. Dr. Peter Heck

Projektmanagement:

Tobias Gruben, Jens Frank

Projektteam:

Jochen Meisberger, Eleni Savvidou, Manuel Schaubt, Sara Schierz, Karsten Wilhelm



Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen in der ITB gGmbH

Berlinstr. 107a
55411 Bingen
06721 / 98 424 0
tsb@tsb-energie.de

Projektleitung:

Michael Münch, Kerstin Kriebs

Projektteam:

Markus Bastek, William Clauß, Joachim Comtesse, Sebastian Guse, Karin Höfer, Birte Leibrecht, Marc Meurer, Jochen Schied, Corvin Veith, Ursula Vierhuis, Joachim Walter

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Einführung und Ziele des Klimaschutzkonzeptes	1
2 Projektrahmen und Ausgangssituation	3
2.1 Aufgabenstellung.....	3
2.2 Arbeitsmethodik.....	3
2.3 Kurzbeschreibung der Region.....	7
2.4 Bisherige Entwicklungen im Bereich Klimaschutz.....	8
3 Energie- und CO₂e-Bilanzierung.....	11
3.1 Methodik Bilanzierung	11
3.2 Ermittlung Stromverbrauch und Definition lokaler Strommix 2010.....	13
3.2.1 Stromverbrauch in Bingen am Rhein.....	13
3.2.2 Lokaler Strom-Mix und Emissionskennwert für elektrischen Strom 2010.....	14
3.3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanzierung 2010	15
3.3.1 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte 2010.....	15
3.3.2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Öffentliche Einrichtungen 2010	19
3.3.3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz städtische Einrichtungen 2010	19
3.3.4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz aller öffentlichen Einrichtungen 2010	22
3.3.5 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz GHD und Industrie 2010.....	27
3.3.6 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Verkehr	33
3.3.7 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Städtischer Fuhrpark 2010	36
3.3.8 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Verkehr, Bingen gesamt 2010.....	37
3.4 Zusammenfassung Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz 2010.....	41
3.5 Energie- und CO ₂ e-Bilanz 1990	47
3.5.1 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Private Haushalte 1990	47
3.5.2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Öffentliche Einrichtungen 1990	49
3.5.3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz GHD und Industrie 1990.....	52
3.5.4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Verkehr 1990.....	53
3.5.5 Zusammenfassung Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz 1990	56
3.6 Vergleich der Gesamtenergie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz 1990 und 2010.....	59
4 Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung – Energie und CO₂e-Bilanzierung.....	62
4.1 Energie und CO ₂ e-Emissionsbilanz (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	62
4.1.1 Energie- und CO ₂ e-Bilanz für private Haushalte (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	63
4.1.1.1 Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung Privathaushalte (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)	63
4.1.2 CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	67
4.2 Energie- und CO ₂ e-Bilanz öffentliche Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	70
4.2.1 Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung in öffentlichen Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)	70
4.2.2 Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung, städtische Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)	71

4.2.3	Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung, öffentliche Einrichtungen gesamt (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)	72
4.2.4	CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	73
4.2.5	CO ₂ e-Emissionsbilanz, städtische Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	73
4.2.6	CO ₂ e-Emissionsbilanz, öffentliche Einrichtungen gesamt (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	75
4.3	Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	78
4.3.1	Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	79
4.3.2	CO ₂ e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	82
4.4	Räumliche Darstellung des Energiebedarfs (2010).....	85
4.5	Gesamtendenergie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Wärmeversorgung (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	91
4.6	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Wärmeversorgung – Stand 1990 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	98
4.6.1	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Wärmeversorgung private Haushalte 1990 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	98
4.6.2	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen 1990 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	100
4.6.3	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie 1990 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	101
4.7	Vergleich der Gesamtenergie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz der Jahre 1990 und 2010 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	104
4.8	Zusammenfassung Energie- und CO ₂ e-Bilanz (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	108
5	Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz	110
5.1	Einsparpotenziale Strom	110
5.1.1	Private Haushalte	110
5.1.1.1	Szenarien	111
5.1.2	Städtische Liegenschaften.....	113
5.1.2.1	Szenarien	117
5.1.2.2	Straßenbeleuchtung.....	120
5.1.3	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHD+I).....	130
5.1.3.1	Szenarien	132
5.2	Einsparpotenziale Wärme	135
5.2.1	Private Haushalte	135
5.2.1.1	Szenarien	136
5.2.2	Städtische Liegenschaften.....	137
5.2.2.1	Szenarien	141
5.2.3	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHD+I).....	146
5.2.3.1	Szenarien	146

5.2.3.2	Ausblick zu Hemmnissen	148
5.3	Abwärme	150
5.4	Verkehr	151
5.4.1	Handlungsfeld „Raumstruktur“	151
5.4.2	Handlungsfeld „Umweltfreundliche Verkehrsmittel“	152
5.4.3	Handlungsfeld „Fahrzeuge“	153
5.4.3.1	Kommunaler Fuhrpark	153
5.4.4	Handlungsfeld „Verkehrsablauf und Verkehrsorganisation Fahrverhalten“	154
5.4.5	Handlungsfeld „Ordnungspolitische Maßnahmen“	155
5.4.6	Szenarien Personenverkehr	155
5.5	Zusammenfassung der Potenziale zu Energieeinsparung und –effizienz.....	157
6	Klimaschutzteilkonzept: Potenziale zur Erschließung Erneuerbarer-Energien	161
6.1	Biomassepotenziale	161
6.1.1	Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft	161
6.1.2	Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft	169
6.1.3	Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe	171
6.1.4	Gesamtüberblick Biomassepotenziale.....	175
6.2	Windkraftpotenzial.....	178
6.2.1	Hinweise zu der Methodik bei der Herleitung der Potenziale	178
6.2.2	Windpotenzialflächenermittlung	181
6.3	Solarpotenzial.....	187
6.3.1	Photovoltaik auf Freiflächen	187
6.3.2	Photovoltaik auf Dachflächen	189
6.3.3	Solarthermie auf Dachflächen	192
6.4	Wasserkraftpotenziale	194
6.4.1	Gewässer im Stadtgebiet Bingen	195
6.4.2	Bestehende Anlagen	196
6.4.3	Stillgelegte Anlagen	197
6.4.4	Potenziale der Wasserkraft.....	198
6.4.5	Fazit / Zusammenfassung	202
6.4.6	Vorstellung neuer Techniken bei Kleinwasserkraftanlagen	203
6.5	Geothermiepotenziale	208
6.5.1	Tiefengeothermie	209
6.5.2	Potenziale der Tiefengeothermie.....	216
6.5.3	Oberflächennahe Geothermie	224
6.5.4	Potenziale der oberflächennahen Geothermie	233
6.5.5	Zusammenfassung	235
7	Klimaschutzteilkonzept Wärmenutzung - Potenzialanalyse (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung)	237
7.1	Potenziale zur Nutzenenergieeinsparung (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung)	237
7.1.1	Private Haushalte	237
7.1.2	Öffentliche Einrichtungen.....	245
7.1.3	Gewerbe-, Handel-, Dienstleistungs- und Industriesektor	252

7.2	Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung)	254
7.2.1	Kraft-Wärme-Kopplung in Form von BHKWs	254
7.2.2	Beispiel BHKW im Mehrfamilienhaus	255
7.2.3	Beispiel BHKW im Altenheim.....	257
7.2.4	Beispiel BHKW im Hotel	258
7.2.5	Abwärmepotenzial gewerbliche Anlagen	260
7.2.6	Abwärme Abwasser.....	265
7.3	Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien	267
7.4	Potenziale zu Aus- und Zubau von Wärmenetzen	267
7.5	Maßnahmen Wärmenutzung (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	274
7.6	Zusammenfassung (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung).....	274
8	Akteursbeteiligung.....	277
8.1	Akteursanalyse	277
8.2	Akteursmanagement	277
9	Maßnahmenkatalog.....	282
9.1	Maßnahmenbeschreibung: Aufbau, Inhalte und Bewertung	283
9.2	Auswertung Maßnahmenkatalog.....	289
9.3	Zentrale Maßnahmenvorschläge.....	290
9.3.1	Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Bewertung	294
10	Identifikation von klimarelevanten Handlungsfeldern.....	299
10.1	Soll-Bilanz	299
10.2	Regionale Wertschöpfung	301
10.2.1	Wirtschaftliche Auswirkungen aktuell	301
10.2.2	Gesamtbetrachtung 2010	301
10.2.3	Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2010.....	304
10.3	Wirtschaftliche Auswirkungen 2030 und 2050	306
10.3.1	Gesamtbetrachtung 2030	306
10.3.2	Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2030.....	308
10.3.3	Gesamtbetrachtung 2050	310
10.3.4	Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2050.....	313
10.3.5	Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung	315
11	Konzept Controlling.....	316
11.1	Allgemeines.....	316
11.2	Elemente	316
11.3	Übersicht Controlling System	317
12	Konzept Öffentlichkeitsarbeit	318
12.1	Situationsanalyse	318
12.2	Rahmenbedingungen der Konzepterstellung	319
12.3	Zielgruppendefinition	320

12.3.1	Privathaushalte/ regionale Bevölkerung	320
12.3.2	Unternehmen	322
12.3.3	Öffentliche Verwaltung.....	325
12.3.4	Multiplikatoren.....	326
12.3.5	Konfliktparteien	326
12.3.6	Untersuchung der kommunikativen Struktur.....	327
12.4	SWOT-Analyse.....	332
12.5	Kommunikationsziele	348
12.5.1	Popularisierungsziel.....	349
12.5.2	Partizipationsziel.....	349
12.5.3	Informationsziel.....	350
12.5.4	Aktivierungsziel.....	350
12.6	Maßnahmenkatalog.....	352
13	Zusammenfassung und Schlussbetrachtung	357
14	Abbildungsverzeichnis.....	368
15	Tabellenverzeichnis	376
16	Abkürzungsverzeichnis.....	380
18	Quellenverzeichnis	384

1 Einführung und Ziele des Klimaschutzkonzeptes

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den bundesweiten Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen bis zum Jahr 2020 um 40%, bis zum Jahr 2030 um 55%, bis zum Jahr 2040 um 70% und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95% unter das Niveau von 1990 zu senken (BMU; BMWI, 2010). Die nachstehende Abbildung 1-1 zeigt die Entwicklung der Energiedaten bis zum Jahr 2050 im Vergleich.

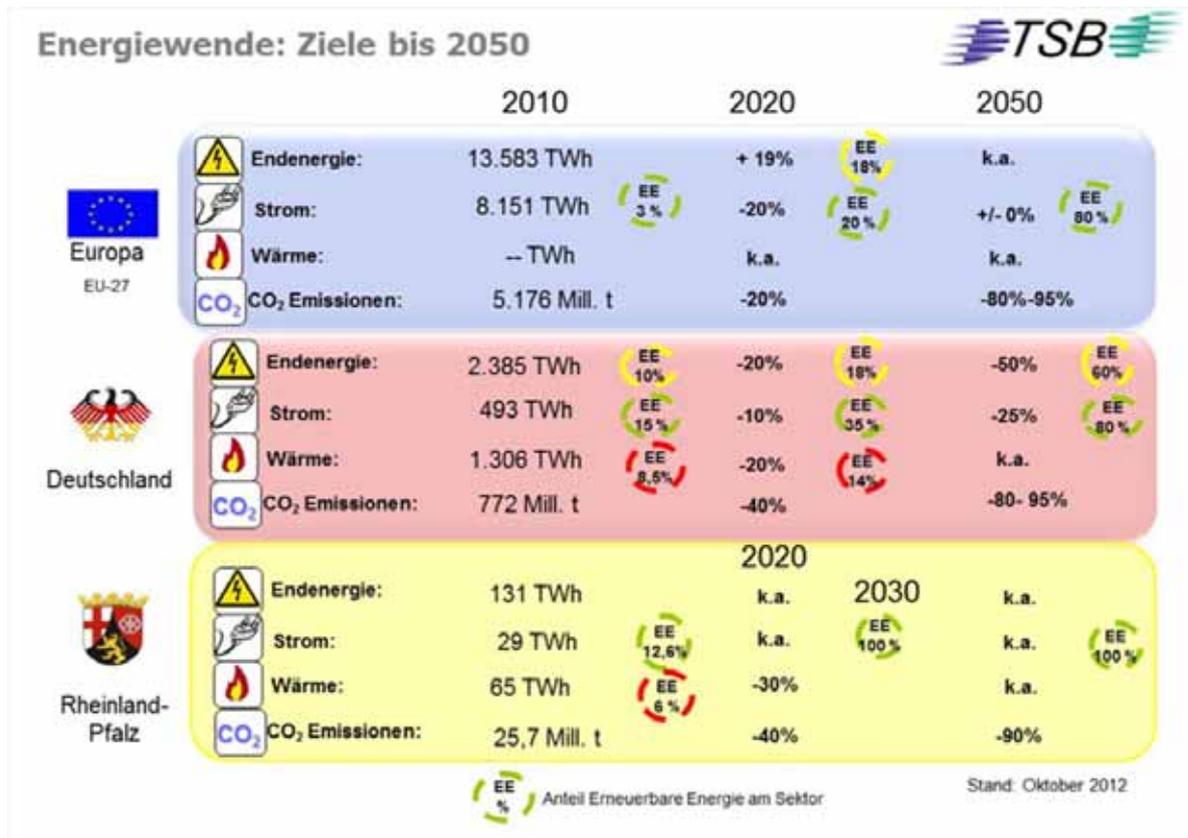


Abbildung 1-1 Entwicklung der Energiedaten bis 2050

Auch aus dieser Motivation heraus wird seit 2008 im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Erstellung von kommunalen Klimaschutzkonzepten gefördert.

Die Stadt Bingen hat sich bereits frühzeitig und umfassend den Themen „Energieverbrauchsreduzierung“, „Energieeffizienzsteigerung“ und „Einsatz Erneuerbarer Energien“ gestellt. Bereits im Jahr 1994 wurde als eines der ersten kommunalen Energiekonzepte die „Modellstudie Energiekonzept“ (Schaumann, Heinrich, Schuch, Braune, Hopp, & Pohl, 1994) exemplarisch für die Stadt Bingen erarbeitet und veröffentlicht. Ziele waren die Erstellung einer Energiebilanz und eines Energiekonzeptes für die Stadt Bingen sowie die Entwicklung einer Methodik für Kommunale Energiekonzepte als Leitfaden.

Engagement und Interesse für die Umwelt und Klimaproblematik zeigen sich in Projekten, wie z. B. der Prozess der Lokale Agenda 21 und im aktuellen Binger Stadtleitbild.

Als Ziel der Stadt Bingen steht neben der Verringerung der CO₂-Emissionen durch den Einsatz erneuerbarer Energien der effiziente Einsatz von Energie im Vordergrund. Gleichzeitig möchte die Stadt Bingen mit der Verfolgung des Ziels „Null-Emission“ effiziente Managementprozesse und -strukturen aufbauen, welche dazu beitragen, das Leitbild der Nachhaltigkeit vor Ort zu konkretisieren und umzusetzen. Hierzu sollen insbesondere folgende Handlungsschwerpunkte umgesetzt werden:

- Ausschöpfung vorhandener Potenziale zur Energieeinsparung
- Nutzung vorhandener Potenziale zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz
- Verstärkte Nutzung von Erneuerbaren Energien, insbesondere aus regionalen Quellen
- Einsatz innovativer (Energie-)Technologien, insbesondere zur Betonung der Stadt Bingen als Standort einer technisch orientierten Fachhochschule
- Schließung von regionalen Stoffkreisläufen
- Generierung regionaler Wertschöpfungseffekte

Die Etablierung eines dauerhaften, kontinuierlichen Wissenstransfers zwischen den Akteuren der Stadt Bingen durch ein gemeinsames Energienetzwerk soll die Umsetzung des Konzeptes begleiten. Durch die Etablierung entsprechender Akteurs- und Netzwerkstrukturen soll die Mobilisierung lokaler und regionaler Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenziale sowie erneuerbare Energien-Potenziale gewährleistet werden, um den Herausforderungen der Energieversorgung und des Klimawandels im lokalen Kontext offensiv zu begegnen. Damit soll einerseits die Abhängigkeit von externen Energielieferanten verringert und andererseits mit Hilfe der eigenen Energieerzeugung lokale Wertschöpfung generiert werden. Letztere ist dadurch geprägt, dass finanzielle Mittel und Kaufkraft in der Region verbleiben, Investitionen ausgelöst und Arbeitsplätze gesichert beziehungsweise geschaffen werden. Weiterhin sollen klimaschädliche Emissionen vermindert werden. Diese Ziele können nur dann erreicht werden, wenn alle Beteiligten, also nicht nur die derzeit mit der Energiethematik befassten Akteure sondern auch die Bürger der Stadt und Region, bei der Identifizierung von Handlungsoptionen und Maßnahmen eingebunden werden.

Mit dem vorliegenden Klimaschutzkonzept für die Stadt Bingen wird eine Grundlage für die nachhaltige Reduzierung der CO₂e-Emissionen in der Region geschaffen. Die derzeitige Bestandsaufnahme wird transparent dargestellt und konkrete Klimaschutzziele für die Stadt Bingen formuliert. Die Ergebnisse dieses Klimaschutzkonzeptes dienen als Entscheidungsgrundlage und Mittel zur Investitionsplanung und damit langfristig als Fahrplan zum Klimaschutz für die Stadt Bingen.

2 Projektrahmen und Ausgangssituation

2.1 Aufgabenstellung

Die Motivation und das Ziel der Stadt Bingen ist es, die CO₂e-Gesamtemissionen im Stadtgebiet maßgeblich zu senken. Damit einhergehend soll die Abhängigkeit von Energieimporten durch die verstärkte Nutzung regionaler Ressourcen reduziert werden. Unter dem Leitbild der CO₂-Neutralität sollen insbesondere Klimaschutzpotenziale erschlossen werden, welche die individuellen Stärken der Stadt betonen und langfristig zu Kostensenkungen und regionaler Wertschöpfung führen.

Ziel ist es, im Sinne eines lokalen nachhaltigen Handelns, Projekte mit dem Anspruch der CO₂-Einsparung über ein Gesamtkonzept, sowie ein regionales Energienetzwerk einfacher realisieren zu können und so Barrieren gemeinsam zu überwinden.

Das Fundament für die Entwicklung von Projekten im Rahmen der Konzepterstellung bildet eine Potenzialanalyse, welche die Stärke der Region in diesem Bereich zum Ausdruck bringt. Sie ist ein wichtiger Teil innerhalb des Gesamtkonzeptes und dient der Quantifizierung und Qualifizierung verfügbarer Potenziale.

Darüber hinaus werden konkrete und aktuelle Handlungsempfehlung, welche die Verbesserung und die Optimierung bestehender Systeme, sowie die nachhaltige Versorgung der öffentlichen Liegenschaften mit Energie berücksichtigt, entwickelt.

Schließlich soll das zentrale energiepolitische Leitbild der Stadt einer breiten Öffentlichkeit kommuniziert werden. Hierzu wird innerhalb der Konzepterstellung ein eigenes Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit entworfen, welches auf den bestehenden Strukturen aufbaut.

Insgesamt dienen die Ergebnisse als Umsetzungsvorbereitung und damit langfristig als Entscheidungsunterstützung und Fahrplan zur Entwicklung der Stadt unter dem Leitbild einer CO₂-neutralen Strom- und Wärmeversorgung auf Basis regionaler Ressourcen. Weiterhin werden Potenziale bzgl. Windkraft, Geothermie, PV, Biomasse, Wasserkraft und KWK analysiert und diese auf Nutzbarkeit hin bewertet.

2.2 Arbeitsmethodik

Mit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wird ein effizientes „Stoffstrommanagement (SSM)“ in der Stadt Bingen vorbereitet. Dabei können im Rahmen des vorliegenden Konzeptes nur Teilaspekte eines ganzheitlichen Stoffstrommanagements betrachtet werden. Der Fokus liegt auf einer Analyse der Energie- und Schadstoffströme in der Stadt, um darauf aufbauend strategische Handlungsempfehlungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen sowie zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz abgeben zu können.

Unter SSM wird das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen (unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Zielvor-

gaben) verstanden. Es dient als zentrales Werkzeug zur Umsetzung von Null-Emissions-Ansätzen.¹

Im Rahmen des regionalen Stoffstrommanagements wird die Stadt als Gesamtsystem betrachtet. Wie in nachfolgender Abbildung schematisch dargestellt, werden in diesem System verschiedene Akteure und Sektoren sowie deren anhaftenden Stoffströme im Projektverlauf identifiziert und eine synergetische Zusammenarbeit zur Verfolgung des Gesamtzieles „Null-Emission“ entwickelt. Teilsysteme werden nicht getrennt voneinander, sondern möglichst in Wechselwirkung und aufeinander abgestimmt optimiert. Neben der Verfolgung des ambitionierten Zieles „Null-Emission“ stehen hierbei auch Fragen zur Verträglichkeit („Welche ökonomischen und ökologischen Auswirkungen hat das Ziel?“) und zu den kommunalen Handlungsmöglichkeiten („Welchen Beitrag kann die Stadt Bingen leisten?“) im Vordergrund.

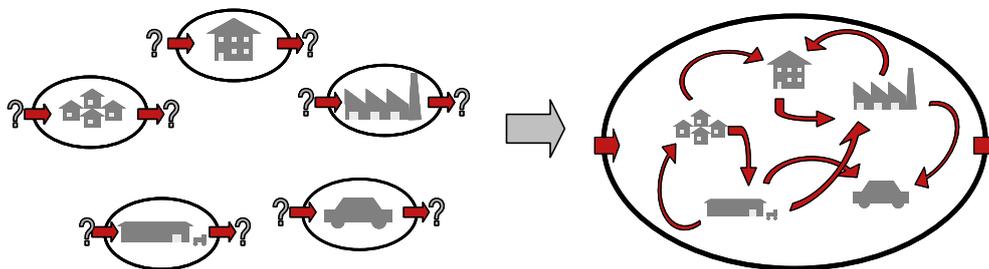


Abbildung 2-1: Ganzheitliche und systemische Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements

Das vorliegende Klimaschutzkonzept umfasst alle wesentlichen Schritte von der Analyse und Bewertung bis hin zur strategischen und operativen Maßnahmenplanung zur Optimierung vorhandener Stoffströme mit dem Ziel des Klimaschutzes sowie der lokalen / regionalen Wirtschaftsförderung und Wertschöpfung. Weitere Anforderungen, die sich insbesondere aus der Richtlinie „zur Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen im Rahmen der Klimaschutzinitiative“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 01. September 2009 ergeben, werden ebenfalls berücksichtigt. Die einzelnen Betrachtungsintervalle (2020, 2030, 2050) lehnen sich der Zielvorgabe der Bundesregierung an. Somit können Aussagen darüber getroffen werden, inwieweit die Stadt Bingen beispielsweise einen Beitrag zu den formulierten Zielen der Bundesregierung bis zum Jahr 2050 leisten kann. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass Berechnungen und Prognosen mit zunehmendem Fortschreiten der Rechnungsintervalle (insbesondere für die Betrachtung 2030 und 2050) an Detailschärfe verlieren.

Die einzelnen Arbeitspakete zur Konzepterarbeitung werden im Folgenden kurz erklärt. Die entsprechenden Methodiken werden in den einzelnen Kapiteln erläutert.

o **Energie- und CO₂e-Bilanzierung**

Auf Basis der erhobenen Datengrundlage wird der Endenergiebedarf gegliedert nach Sektoren (Private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie, Öffentliche und Städtische Einrichtungen, Verkehr) und Handlungsfeldern (Wärme, Strom) ermittelt. Des Weiteren

¹ Vgl. Heck / Bemmann (Hrsg.), Praxishandbuch Stoffstrommanagement, 2002, S. 16.

ren werden Versorgungsstrukturen (mit besonderem Augenmerk auf die bisherige Energieerzeugung aus regenerativen Energiequellen) ermittelt sowie daraus resultierende Finanzströme. Die durch die Energieversorgung verursachten CO₂-Emissionen werden als CO₂-Äquivalente (CO₂e) bilanziert. CO₂-Äquivalente (CO₂e) drücken die Summe aller klimarelevanten Schadgase (Treibhausgase) aus. Sie werden über Kennwerte pro Einheit verbrauchter Energie in Abhängigkeit des genutzten Energieträgers auf den tatsächlichen Energieverbrauch in der Stadt Bingen umgerechnet. CO₂e-Emissionen werden über den Lebenszyklus des Energieträgers betrachtet. So werden zum Beispiel für die Bereitstellung des Energieträgers Erdgas Methanemissionen bei der Förderung des Erdgases (Methan ist ungefähr 40-mal klimaschädlicher als CO₂, daher geht es pro Einheit als etwa 40 CO₂-Äquivalente in die Berechnung ein) eingerechnet. Weiter werden Verluste bei der Energieverteilung von der Förderung bis zum Endverbraucher berücksichtigt. So sind eine vollständige Bilanzierung der Klimaeffekte und ein objektiver Vergleich verschiedener Energieträger möglich. (Vergleiche Kapitel 3).

- **Potenzialanalyse**

Durchführung einer qualitativen und quantitativen Bewertung signifikanter lokaler Ressourcen (neben Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenzialen, insbesondere Erneuerbare Energien aus Biomasse, Solarenergie, Wind-, Wasserkraft und Erdwärme, Treibhausgas-minderungspotenziale, Finanzströme) und ihrer möglichen Nutzung bzw. sonstige Optimierungsmöglichkeiten (vergleiche Kapitel 5, 6, 7)

- **Szenarien**

In einem Referenz- und Klimaschutzszenario werden unterschiedliche mögliche Entwicklungen der Stadt Bingen hinsichtlich des Energieverbrauchs und CO₂e-Emissionen sowie Ausbaupotenzial im Bereich der erneuerbaren Energien und wirtschaftlicher Aspekte wie Investitionen und regionale Wertschöpfung für alle betrachteten Sektoren aufgezeigt. Diese helfen der Verwaltung und den politischen Gremien, ein für die Umsetzung des Konzeptes notwendiges quantifiziertes Klimaschutzziel zu formulieren und zu beschließen (vergleiche (Kapitel 5, 6).

- **Akteursbeteiligung:**

Relevante Schlüsselpersonen bzw. -einrichtungen werden identifiziert und frühzeitig in den Prozess der Konzepterstellung eingebunden, um so eine Grundlage für ein umfassendes und interdisziplinäres Klimaschutznetzwerk zu schaffen. Hierzu finden sowohl Workshops als auch intensive Gespräche mit lokalen Akteuren in Bingen statt. (vgl. Kapitel 8).

- **Maßnahmenkatalog**

Aus Erkenntnissen aus Workshops, Einzelgesprächen und Grundlagenermittlung aus Bilanzen und Potenzialanalysen erfolgt die Entwicklung konkreter Handlungsempfehlungen und individueller Projektansätze des kommunalen SSM zur Mobilisierung und Nutzung dieser Potenziale in Form eines „Maßnahmenkataloges“. Darin werden die nächsten Schritte und Maßnahmen, in Form eines Bündels an Maßnahmensteckbriefen beschrieben, die für den Klimaschutz in Bingen sinnvoll sind. Diese sind individuell auf die Stadt Bingen angepasst, wodurch eine größtmögliche Wirkung erzielt wird. Die Maßnahmen werden gegeneinander bewertet und zeitlich eingeordnet, sodass im Ergebnis ein Umsetzungsfahrplan (Prioritätenliste) vorliegt (vgl. Kapitel 9).

- **Identifikation von klimarelevanten Handlungsfeldern**

Klimarelevante Handlungsfelder werden identifiziert. Die Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO₂e-Emissionen werden dargestellt sowie die regionale Wertschöpfung in der Stadt Bingen, bei Umsetzung entsprechender Klimaschutzmaßnahmen (vgl. Kapitel 10).

- **Konzept Controlling**

Die Entwicklung eines Controlling-Konzeptes soll die Stadtverwaltung in der zielgerichteten Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes unterstützen. Dies bezieht sich insbesondere auf die Zielerreichung der in den Klimaschutzkonzepten und Klimaschutzteilkonzepten entwickelten Maßnahmen, sodass Erfolge der Umsetzungen evaluiert werden können (vgl. Kapitel 11.).

- **Konzept Öffentlichkeitsarbeit**

In der Umsetzungsphase des Klimaschutzkonzeptes ist es wichtig, die Bürger zu beteiligen. Wesentliche Klimaschutzeffekte können nur durch Mitarbeit, Akzeptanz sowie Investitionen Dritter erreicht werden. Insbesondere die Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen an Wohngebäuden ist notwendig. Hierfür müssen Bürger informiert und zur Umsetzung wirtschaftlich rentabler Maßnahmen überzeugt werden. Die Umsetzung größerer Energieerzeugungsprojekte (zum Beispiel Windparks, Photovoltaik-Freiflächenanlagen) erfordert die Akzeptanz der Bevölkerung. Dies geht nur durch umfangreiche und transparente Information der Bürger (vergleiche Kapitel 12).

Die Entwicklung eines Konzeptes für die Öffentlichkeitsarbeit dient dazu, die Bürger bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen mitzunehmen.

Das Klimaschutzkonzept bildet das zentrale Planungsinstrument des regionalen Stoffstrommanagements und Umsetzungswerkzeug (Maßnahmenkatalog), die Energie- und Klimaarbeit sowie die zukünftige Klimaschutzstrategie konzeptionell, vorbildlich und nachhaltig zu gestalten. Entsprechend der Komplexität der Aufgaben- sowie Zielstellung ist die Erstellung und Umsetzung des Konzeptes kein einmaliger Prozess, sondern bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und damit einhergehend eines effizienten Managements. Mit dem Konzept ist der wesentliche Einstieg in diesen Managementprozess geleistet. Eine fortschreibbare Energie- und Treibhausgasbilanzierung, welche einhergehend mit der Konzepterstellung entwickelt wird, ermöglicht ein regelmäßiges Monitoring und ist damit Basis zielgerichteter Maßnahmenumsetzung.



Abbildung 2-2: Struktureller Aufbau des Klimaschutzkonzeptes

2.3 Kurzbeschreibung der Region

Die Stadt Bingen liegt an der Mündung der Nahe in den Rhein. Sie ist bekannt als Tor zum Mittelrhein und südlicher Einstieg ins UNESCO-Weltkulturerbe „Oberes Mittelrheintal“.

Mit der Verwaltungsreform in Rheinland-Pfalz im Jahre 1969 wurde die ehemalige Kreisstadt Bingen in den neu geschaffenen Landkreis Mainz-Bingen integriert und erhielt den Status einer großen kreisangehörigen Stadt. Das Stadtzentrum Bingen und die Stadtteile Bingerbrück, Kempfen, Gaulsheim, Büdesheim, Sponsheim, Dietersheim und Dromersheim umfassen eine Fläche von 3.773 ha. Die Einwohnerzahl beträgt rund 26.000 Menschen. Seit Jahrhunderten wird in Bingen Weinbau und Weinhandel betrieben. Hier treffen drei große Weinbaugebiete zusammen: Mittelrhein, Nahe und Rheinhessen. Bekannte Weinlagen, wie Scharlachberg, Schwätzerchen, Bubenstück und Sankt Rochuskapelle haben im In- und Ausland einen Qualitätsbegriff geschaffen. Die in Bingen ansässigen Weinhandelsunternehmen stellen einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor dar.

Eine große Tradition hat die Stadt Bingen auch auf dem Sektor des Fremdenverkehrs aufzuweisen. Als Ausflugs- und Urlaubsort ist die Stadt international anerkannt. Wichtige Anziehungspunkte sind die Burg Klopp als Wahrzeichen der Stadt und Sitz der Verwaltung, der Binger Mäuseturm und das Rheinufer mit dem Museum und seiner Promenade.

Im Jahr 2008 war die Stadt Bingen Ausrichter der dritten rheinland-pfälzischen Landesgartenschau, die sich entlang des Rheinufers erstreckte. Der nahe gelegene Binger Stadtwald mit einer Fläche von rund 2.000 ha und einem umfassenden Wanderwegenetz ist ein weiteres Ausflugsziel für Erholungsurlaub und aktive Freizeitgestaltung. Neben den traditionellen

wirtschaftlichen Standbeinen Weinerzeugung und Tourismus hat die Region einen steigenden Dienstleistungsanteil insbesondere im Bereich Logistik zu verzeichnen.

Die Stadt Bingen ist über den Großraum Mainz auf die Region Frankfurt Rhein-Main hin ausgerichtet. Die ausgewogene Infrastruktur der Stadt erfüllt neue Standortanforderungen in einem sich abzeichnenden wirtschaftlichen Strukturwandel. Eine direkte Anbindung besteht an die A 60 (Bingen-Frankfurt-Saarbrücken) und die A 61 (Rotterdam-Köln-Basel). Bingen ist durch IC- und EC-Haltepunkte mit den überregionalen Zentren verbunden. Die Flughäfen Frankfurt/Main und Hahn/Hunsrück sind jeweils ca. 60 km entfernt.

Aufgrund dieser überregional günstigen Verkehrsinfrastruktur avancierte Bingen in jüngster Zeit zu einem gefragten Logistikstandort. Im Gewerbepark Bingen-Ost hat die Globus Handelshof GmbH auf einem 20 ha großen Grundstück ein Logistikzentrum errichtet. Der Gewerbe- und Industriepark Bingen am Rhein und Grolsheim ist ebenfalls Standort weiterer Unternehmen der Logistikbranche wie G.L. Kayser, Schenker, MGL Metro Group und Rhenus.

In Bingen sind des Weiteren einige High-Tech-Unternehmen ansässig. Einen Schwerpunkt bilden hier Firmen im Informations- und Kommunikationsbereich. Die technisch-naturwissenschaftlich ausgerichtete Fachhochschule Bingen ist eine gute Adresse für ein praxisnahes und zukunftsorientiertes Studium und Technologiepartner für Unternehmen. In Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Bingen unterstützt das Institut für Innovation, Transfer und Beratung (ITB) gGmbH insbesondere den Wissenstransfer von der Hochschule in die Anwendung.

2.4 Bisherige Entwicklungen im Bereich Klimaschutz

Bestehende Netzwerke im Energiebereich

Lokale Agenda 21, Arbeitskreis Energie und Nachhaltigkeit

Ein Forum zum Thema nachhaltige Energienutzung ist die Lokale Agenda 21 Gruppe. Die Projektgruppe ist in Bingen aktiv und organisiert unter anderem Informationsveranstaltungen zum Thema Energiesparen in Gebäuden.

Genossenschaft Energie Nahe am Rhein eG

Auf der Gründerversammlung am 30. August 2012 wurde die Bürgerenergiegenossenschaft gegründet. Die Bürgerenergiegenossenschaft steht für Projekte im Rahmen der Energieeinsparung, Energieeffizienz und Erneuerbare Energien. Als näheres Projekt soll insbesondere die Bürgerbeteiligung am Windpark Kandrich (Gemeinschaftswindpark GWP Kandrich mit Rhein Hessische/Thüga und GEDEA) umgesetzt werden.

Stadt Bingen ist Gesellschafter der EDG mbH

Die Energie-Dienstleistungs-Gesellschaft Rheinhessen Nahe mbH ist im Bereich Energiemanagement von Gebäuden im Landkreis Mainz-Bingen und weiterer Liegenschaften der Kommunen tätig, insbesondere Contracting-Leistungen. Die Stadt Bingen ist Gesellschafter der EDG mbH.

Modellstudie Energiekonzept

Die Transferstelle Bingen erstellte gemeinsam mit weiteren Partnern im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Verkehr Rheinland-Pfalz ein kommunales Energiekonzept, welches im Jahr 1994 veröffentlicht wurde. Ziele der Modellstudie waren, die Erstellung einer Energiebilanz und eines Energiekonzeptes für die Stadt Bingen sowie einer Anleitung zur Energiekonzepterstellung für andere Kommunen. Die Modellstudie war eines der ersten umfassenden und sektorübergreifenden kommunalen Energiekonzepte in Deutschland.

Nahwärmeverbund

Die Wärmeversorgung des Neubaugebietes „Bubenstück“ sowie der Fachhochschule Bingen und der Stadtgärtnerei wird über ein Nahwärmesystem sichergestellt, welches mit einer Holzhackschnitzelanlage und einem BHKW gespeist wird. Im Vergleich zur Versorgung aller 170 geplanter Einfamilienhäuser mit Erdgas-Brennwert-Heizungen ergibt sich eine 80% CO₂-Emissions-Einsparung, von 10.000 Tonnen pro Jahr. Der Betreiber der Anlage ist die in öffentlicher Trägerschaft stehende Energiedienstleistungs-Gesellschaft Rheinhessen-Nahe mbH.

Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden

Auf zwei Schulen und dem Dach der Bauhof-Lagerhalle wurden Photovoltaik-Anlagen installiert. Weitere einzelne Dachflächen öffentlicher Gebäude wurden von den Stadtwerken auf ihre Eignung zur Photovoltaik-Nutzung untersucht.

Sanierung städtischer Liegenschaften

Die energetische Sanierung einiger städtischer Liegenschaften erfolgte mit der Unterstützung des Konjunkturpaketes II. Folgende Maßnahmen wurden umgesetzt:

- Dachsanierung der Burg Klopp (Verwaltungsgebäude)
- Komplettsanierung der Schule in Bingen-Dromersheim
- Kompletterneuerung des Umkleidegebäudes am Sportplatz

Energetische Nutzung von Klärgas

Auf der städtischen Kläranlage wird vom verantwortlichen Zweckverband ein BHKW mit Klärgas betrieben.

Elektromobilität

Derzeit erfolgt die Erstellung einer Studie „Elektromobilität – ein Leitbild für die Stadt Bingen?“ durch die Transferstelle Bingen (TSB) mit freundlicher Unterstützung durch die Fachhochschule Bingen. Im Rahmen dieser Studie wird der Einsatz von Elektrofahrzeugen in der Stadt Bingen in verschiedenen Bereichen analysiert, unter anderem hinsichtlich ihrer Ökonomie. Elektrofahräder bieten insbesondere im touristischen Bereich Vorzüge, wodurch dem Tourismus neue Möglichkeiten eröffnet werden. Touristische Attraktionen bei denen größere Höhenunterschiede überwunden werden müssen, stellen nicht länger ein Problem dar. Einheitliche Ladesysteme ermöglichen einen schnellen Akkuaustausch und somit eine größere Reichweite. Des Weiteren ist der Einsatz von Elektrofahrzeugen in allen Fahrzeugklassen im kommunalen Fuhrpark, unter anderem bedingt durch die lokale Lärm- und Emissionsfreiheit und nicht zuletzt durch die Vorbildfunktion der Stadt Bingen empfehlenswert. Die Auswahl an Fahrzeugen nimmt zu und somit auch die Vielseitigkeit der Anwendungsgebiete. Im Rahmen der Studie wird darüber hinaus der Einsatz eines rein elektrisch betriebenen Linienbusses in der Stadt Bingen geprüft. Im Betrieb verhalten sich die Elektrobusse sehr wartungsfreundlich. Die Reichweite gestaltet sich durch die geringe Akkukapazität der Elektrobusse etwas schwierig, sodass für längere Fahrstrecken Zwischenladungen eingeplant werden müssen. Für die Zwischenladungen gibt es mit der Induktionsladung bereits intelligente Lösungsansätze. Forschungen werden zudem verstärkt im Bereich der Beheizung der Fahrgastzelle betrieben. Ziel der Studie ist unter anderem die Einführung eines rein elektrisch betriebenen Linienbusses.

3 Energie- und CO₂e-Bilanzierung

3.1 Methodik Bilanzierung

Die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz der Stadt Bingen wird im vorliegenden Konzept für das Jahr 2010 (Basisjahr) erstellt.

Die Verbrauchsdaten werden nach folgenden Sektoren aufgeteilt:

- private Haushalte
- öffentliche Einrichtungen (teils auch in städtische und nicht städtische öffentliche Einrichtung separiert)
- Gewerbe/Handel/Dienstleistung & Industrie (GHD + I)
- Verkehr (Nutzverkehr und motorisierter Individualverkehr, ÖPNV (Stadtwerke))

Aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlage und Erfassungsmethodik werden in den einzelnen Sektoren verschiedene Bilanzierungsansätze gewählt.

Im vorliegenden Klimaschutzkonzept wurde eine Kombination aus Territorial- und Verursacherbilanz gewählt. In der nachstehenden Tabelle 3-1 sind die Bilanzierungsprinzipien für die Erstellung der kommunalen CO₂e-Emissionsbilanzierung erläutert (Difu, 2011).

Tabelle 3-1 Bilanzierungsprinzipien

Territorialbilanz

Bei der **Territorialbilanz** werden der gesamte innerhalb eines Territoriums anfallende Energieverbrauch sowie die dadurch entstehenden CO₂e-Emissionen berücksichtigt. Hierbei werden alle Emissionen lokaler Kraftwerke und des Verkehrs, der in oder durch ein zu bilanzierendes Gebiet führt, einbezogen und dem Bilanzgebiet zugeschlagen. Emissionen, die bei der Erzeugung oder Aufbereitung eines Energieträgers (z. B. Strom) außerhalb des betrachteten Territoriums entstehen, fließen nicht in die Emissionsbilanz mit ein.

Verursacherbilanz

Die **Verursacherbilanz** berücksichtigt alle Emissionen, die durch die im betrachteten Gebiet lebende Bevölkerung entstehen, aber nicht zwingend auch innerhalb dieses Gebietes anfallen. Bilanziert werden alle Emissionen, die auf das Konto der verursachenden Bevölkerung gehen; also z. B. auch Emissionen und Energieverbräuche die durch Pendeln, Hotelaufenthalte u.ä. außerhalb des Territoriums entstehen.

Des Weiteren werden aus diesen grundlegenden Bilanzierungsprinzipien verschiedene Kombinationen abgeleitet.

Der gesamte Endenergieverbrauch in der Stadt Bingen am Rhein sowie die hierdurch verursachten Emissionen werden bilanziert (endenergiebasierte Territorialbilanz). Die von Einwohnern der Stadt Bingen außerhalb der Gemarkungsgrenze verursachten Energieverbräuche und Emissionen werden jedoch nicht in die Betrachtung einbezogen, mit Ausnahme der Emissionen für die Bereitstellung von Endenergieträgern (Erdgas, Strom, etc.).

Nicht bilanziert wird z. B. der Durchgangsverkehr, welcher bei einer reinen Territorialbilanz zu berücksichtigen wäre. Für den Sektor Verkehr wird die Annahme getroffen, dass sich die Anzahl der Fahrzeuge die in das Stadtgebiet Bingen fahren, mit jenen deckt, die das Stadtgebiet verlassen. Somit erfolgt ein bilanzieller Ausgleich, der durch den motorisierten Verkehr bedingten Emissionen.

Es werden ausschließlich anthropogene Emissionen durch Energie und Verkehr in der Bilanzierung berücksichtigt. Natürliche Emissionen und Senken werden nicht berücksichtigt. Das heißt, die Fixierung von CO₂-Emissionen durch den Binger Stadtwald wird nicht betrachtet, da der Wald Bestandteil des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes ist.

Für den Bereich Stromverbrauch /-erzeugung wird im folgenden Unterkapitel ein spezifischer Emissionskennwert für den „Binger Strommix“ definiert. Strom ist je nach Herkunft und Anteil der Energieträger mit deutlich unterschiedlichen Emissionen belastet. Um dem Engagement für die regenerative Stromerzeugung in Bingen Rechnung zu tragen, weicht die Bilanzierung für den Bereich Strom von der oben beschriebenen Verursacherbilanz ab. Im Sinne einer Territorialbilanz wird vorrangig der in Bingen erzeugte Strom zur Deckung des Verbrauchs verwendet, der Rest als bundesdeutscher Durchschnittsstrom aus dem lokalen Netz betrachtet. Diese Vereinfachung hat den Effekt, dass ein Zubau von in Bingen erzeugtem Regenerativstrom die CO₂e-Bilanz verbessert, was im Fall der Verursacherbilanz nicht in voller Schärfe abgebildet wird.

Die Abschätzung des spezifischen Emissionskennwertes des „Binger Strommixes“ erfolgt somit mit folgenden Annahmen:

1. Zur Deckung des jährlichen Stromverbrauchs im Stadtgebiet Bingen wird vorrangig der gesamte im Stadtgebiet Bingen erzeugte Strom verwendet (bilanzielle Betrachtung). Hier wird der jeweils der Erzeugungstechnik zugehörige spezifische Emissionswert für die erzeugte Arbeit des jeweiligen Energieträgers anteilig berücksichtigt.
2. Die verbleibende „Stromlücke“ wird über Netzstrom gedeckt. Netzstrom bekommt den durchschnittlichen spezifischen Emissionskennwert für elektrische Energie in lokalen Netzen zugeschrieben (Öko-Institut, 2011)
3. Der anteilig ermittelte spez. Emissionskennwert für den „Binger Strommix“ wird fortan für alle weiteren Stromverbrauchswerte genutzt.

Für die Aufstellung der CO₂e-Emissionsbilanz werden für Wärme- und Stromverbrauch Emissionskennwerte nach GEMIS (Öko-Institut, 2011) herangezogen.

3.2 Ermittlung Stromverbrauch und Definition lokaler Strommix 2010

3.2.1 Stromverbrauch in Bingen am Rhein

Der Stromverbrauch in der Stadt Bingen mit Bezugsjahr 2010 wird als Mittelwert aus den Konzessionsabgabebescheiden der vorausgegangenen drei abgerechneten Jahre (2007 bis 2009) und der Aufteilung der Strommengen auf die Sektoren private Haushalte, öffentliche Infrastruktur und GHD+I der beiden Stromnetzbetreiber für das Jahr 2010 bestimmt. Demnach beläuft sich der Stromverbrauch in Bingen am Rhein auf durchschnittlich rund 126.200 MWh_{el}/a.

Die Aufteilung des Stromverbrauchs in Bingen bezogen auf die einzelnen Sektoren ist in Abbildung 3-1 dargestellt.

Stromverbrauch nach Konzessionsabgaben und Sektoren 2010

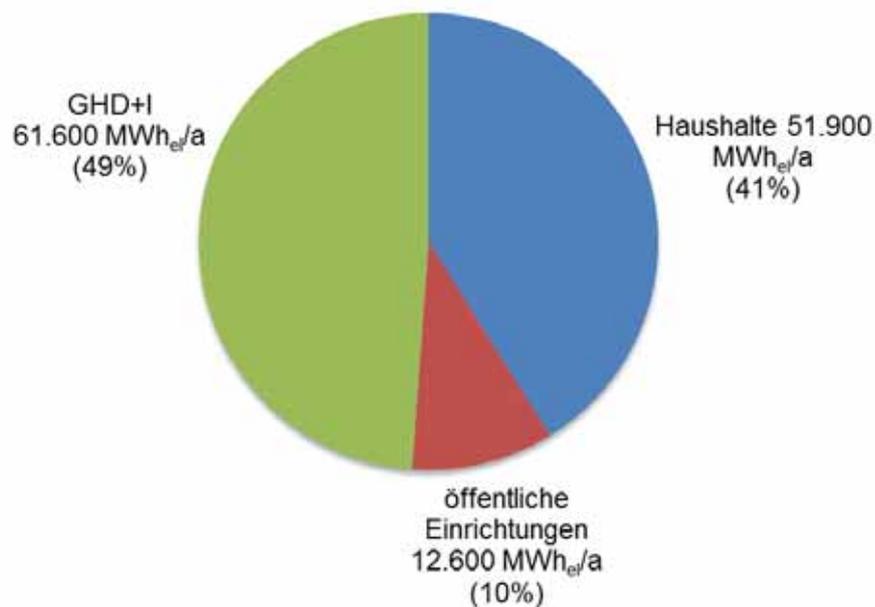


Abbildung 3-1 Aufteilung Stromverbrauch nach Sektoren 2010

Mit rund 49 % (61.600 MWh_{el}/a) entfällt auf den Sektor GHD+I der größte Anteil des Gesamtstromverbrauchs, gefolgt von dem Sektor Haushalte mit 41 % (51.900 MWh_{el}/a). Die öffentlichen Einrichtungen sind für rund 10 % des Stromverbrauchs (12.600 MWh_{el}/a) in der Stadt Bingen verantwortlich.

3.2.2 Lokaler Strom-Mix und Emissionskennwert für elektrischen Strom 2010

Regenerativ erzeugter Strom hat einen geringeren CO₂e-Emissionswert als Strom, der mit fossilen Energieträgern erzeugt wird. Je nach Stromerzeuger unterscheidet sich auch der CO₂e-Kennwert für regenerativen Strom (siehe Anhang IV und V Emissionskennzahlen). Im GEMIS-Kennwert „Stromnetz lokal“ für elektrischen Strom, der aus dem Stromnetz bezogen wird, gilt der Strom-Mix in Deutschland als Berechnungsgrundlage. In diesem Kennwert ist der Anteil des in Deutschland regenerativ erzeugten Stroms berücksichtigt.

Im vorliegenden Konzept soll dem in Bingen regenerativ erzeugten und ins Stromnetz eingespeisten regenerativen Strom Rechnung getragen werden, da dieser bilanziell einen Teil des fossil erzeugten Stroms verdrängt und somit den lokalen CO₂e-Kennwert für Strom im Bilanzraum Bingen verringert. Für den Standort Bingen wird daher im Konzept ein eigener CO₂e-Kennwert für elektrischen Strom ermittelt, welcher die vorhandene regenerative Stromerzeugung innerhalb der Bilanzgrenze Stadt Bingen berücksichtigt.

Die Anlagenleistung der regenerativen Stromerzeuger beträgt insgesamt rund 5.250 kW_{el}. Photovoltaikanlagen machen dabei mit 4.850 kW_{el} installierter Leistung den größten Anteil der regenerativen Stromerzeugung in Bingen aus. An zwei Standorten wird in Bingen Wasserkraft zur Energieerzeugung genutzt; zum einen besteht bei der Sponsheimer-Mühle eine Wasserkraftanlage mit einer elektrischen Leistung von 136 kW_{el}, zum anderen wird im Trinkwassernetz der Stadt Bingen eine kleine 35 kW_{el}-Turbine betrieben, welche zur Druckminderung einer Fernwasserleitung am Einlauf eines Hochbehälters installiert ist. Weitere regenerative Stromerzeuger sind ein am Kinderheim betriebenes Pflanzenöl-BHKW (50 kW_{el}) und ein Klärgas-BHKW (180 kW_{el}) der Stadtwerke auf dem Gelände der Kläranlage in Büdesheim (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., 2010).

Zur Ermittlung der in Bingen regenerativ erzeugten und ins Stromnetz eingespeisten Strommenge wurden Daten der Jahre 2009 und 2010 von der RWE Rhein-Ruhr Versorgungsnetz GmbH (RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH) und EWR Netz GmbH (EWR Netz GmbH, 2011) einbezogen.

Bei einem Jahresstromverbrauch aller Sektoren von 126.200 MWh_{el}/a werden bereits 4 % des Jahresstromverbrauchs in der Stadt Bingen bilanziell mit vor Ort regenerativ erzeugtem Strom abgedeckt.

Den größten Anteil hat dabei Strom aus Solarenergie (3.450 MWh_{el}/a), gefolgt von Wasserkraft (970 MWh_{el}/a) und Energie aus Biomasse (280 MWh_{el}/a). Der Strom aus dem Klärgas-BHKW macht mit 10 MWh_{el}/a nur einen sehr geringen Anteil aus.

Der Anteil elektrischen Stroms aus erneuerbaren Energien beträgt im Stromnetz in Deutschland bereits 15 %. Bei der Bildung des Kennwertes für die je verbrauchte Kilowattstunde elektrischen Stroms entstehenden CO₂e-Emissionen wird darüber hinaus die in Bingen regenerativ erzeugte Strommenge berücksichtigt. Der spezifische Emissionskennwert für elektrischen Strom beläuft sich demnach auf **643,6 g CO₂e je kWh_{el}** (statt im bundesdeutschen Durchschnitt 664 g CO₂e je kWh_{el} im lokalen Stromnetz). Dieser Kennwert wird im vorliegenden Konzept in den Berechnungen der Emissionsbilanzierung verwendet.

Die der Berechnung hinter liegende Verteilung des „Binger Strommix“ stellt die nachstehende Abbildung 3-2 dar.

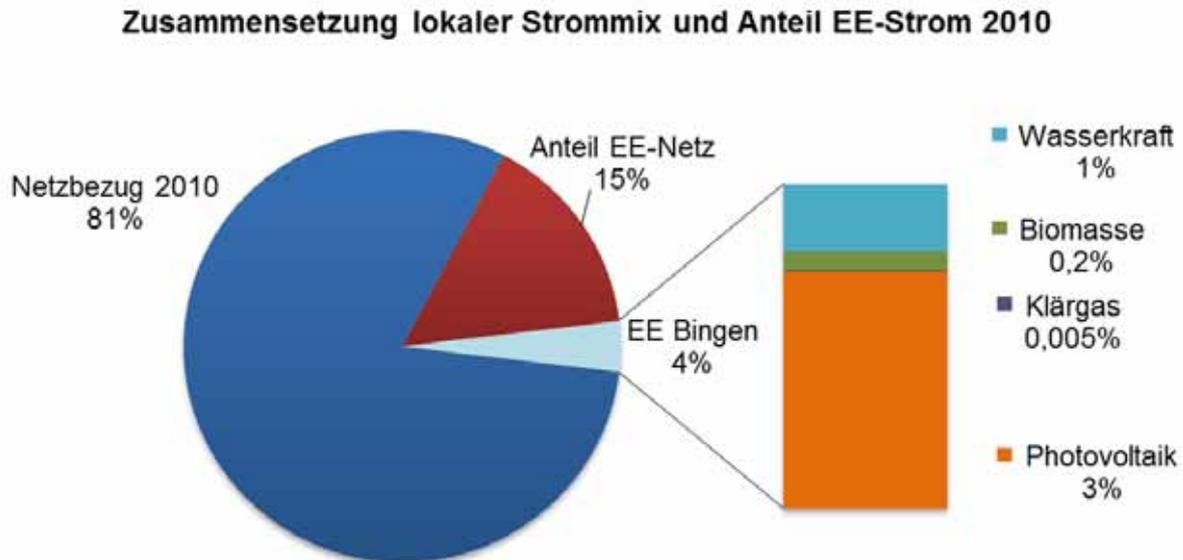


Abbildung 3-2 Lokaler Strommix Stadt Bingen 2010

3.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanzierung 2010

Im Kapitel Energie und CO₂e-Emissionsbilanzierung 2010 wird für die Sektoren

- private Haushalte
- öffentliche Einrichtungen
- Gewerbe/Handel/Dienstleistung & Industrie (GHD + I)
- Verkehr

die Bilanz des Endenergieverbrauchs aufgestellt und die durch den Energieverbrauch verursachten CO₂-Äquivalent-Emissionen (CO₂e-Emissionen) ermittelt.

3.3.1 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte 2010

Für die Stadt Bingen am Rhein wurde eine separate ausführliche Analyse der Wärmenutzung durchgeführt. Diese ist im Kapitel **Teilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“** dokumentiert (siehe Kapitel 4 Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung). Die Ergebnisse aus diesem Konzept werden für die Wärmebilanz im vorliegenden Klimaschutzkonzept in verkürzter Form (ergebnisorientiert) übernommen.

Im Teilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ wurde zunächst über eine Siedlungszellenanalyse und gebäudetypologisch übliche Kennwerte zu flächenspezifischen Jahres(heiz-)wärmebedarfen sowie Anlagenkennwerte der Endenergiebedarf bestimmt. Die Bedarfswerte liegen

i. d. R. um einiges höher als die Verbrauchswerte, eignen sich aber dennoch zur Plausibilisierung des Verbrauchswertes. Aus den Erdgas-Konzessionsabgabebescheiden der Energieversorger und Daten von Schornsteinfegern wurde der tatsächliche Endenergieverbrauch hochgerechnet und prozentual auf die Energieträger aufgeteilt.

Eine räumliche Darstellung des Jahreswärmeverbrauchs für die Stadt Bingen und Stadtteile ist dem Kapitel Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung zu entnehmen.

Zum Endenergieverbrauch für Raumheizung und Warmwasserverbrauch, dieser wurde kennwertbasiert in Abhängigkeit der Anzahl von den Wohneinheiten und Einwohner ermittelt, kommt noch der allgemeine Stromverbrauch hinzu. Insgesamt beläuft sich der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte auf 244.300 MWh_t/a. Durch den Energieverbrauch werden rund 93.600 t/a CO₂e-Emissionen verursacht.

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern sowie die zugehörigen CO₂e-Emissionen sind nachfolgend in Tabelle 3-2 aufgelistet. Die jeweiligen spezifischen Emissionskennwerte der Energieträger sind dem Anhang IV zu entnehmen.

Tabelle 3-2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte 2010 nach Energieträger

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _t /a	t/a
Erdgas	134.800	39.100
Heizöl	53.500	20.100
Steinkohle	700	300
Scheitholz	710	20
Holzpellets	1.100	30
Solar	500	20
Strom (Wärmeversorgung)	8.190	5.270
Strom (allgemein)	44.800	28.800
Summe	244.300	93.640

Mit rund 55 % weist Erdgas den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch der Haushalte in der Stadt Bingen auf. Etwa 22 % des Endenergieverbrauchs sind der Nutzung von Heizöl zuzuschreiben. Auf den allgemeinen Stromverbrauch entfallen 18 %, weitere 4 % auf den Stromverbrauch zur Wärmeversorgung, so dass Strom als Energieträger insgesamt einen Anteil von 22 % am Endenergieverbrauch hat (siehe Abbildung 3-3). Nur 2 % des Endenergieverbrauchs zur Wärmeerzeugung werden durch regenerative Energieträger wie Solarenergie (1 %) und holzartige Brennstoffe (gut 1 %) abgedeckt.

Endenergieverbrauch nach Energieträger private Haushalte 2010

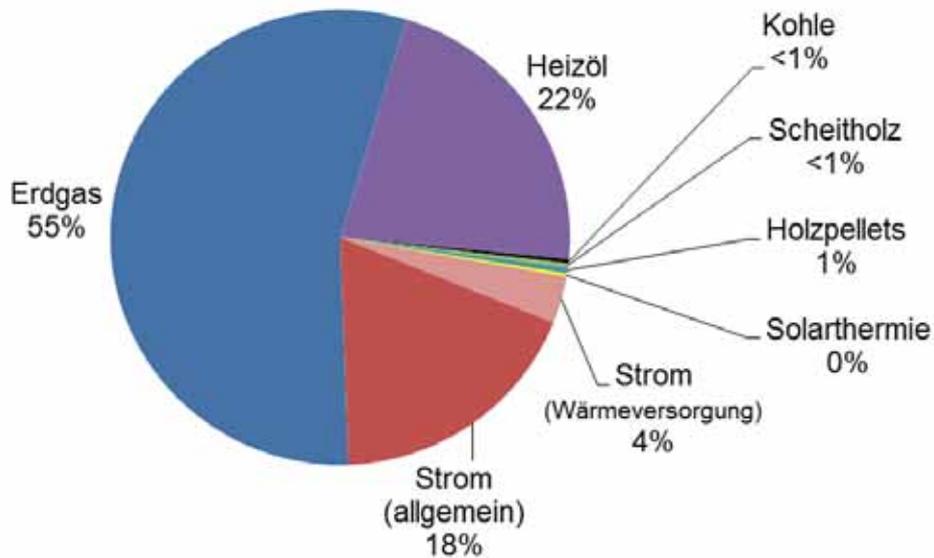


Abbildung 3-3 Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte 2010

Analog zum Endenergieverbrauch ist Erdgas im Sektor private Haushalte der größte CO₂e-Emitter. Auf Erdgas entfallen 46 % der CO₂e-Emissionen, gefolgt von Strom (37 %) und Heizöl (21 %).

CO₂e-Emissionen nach Energieträger private Haushalte 2010

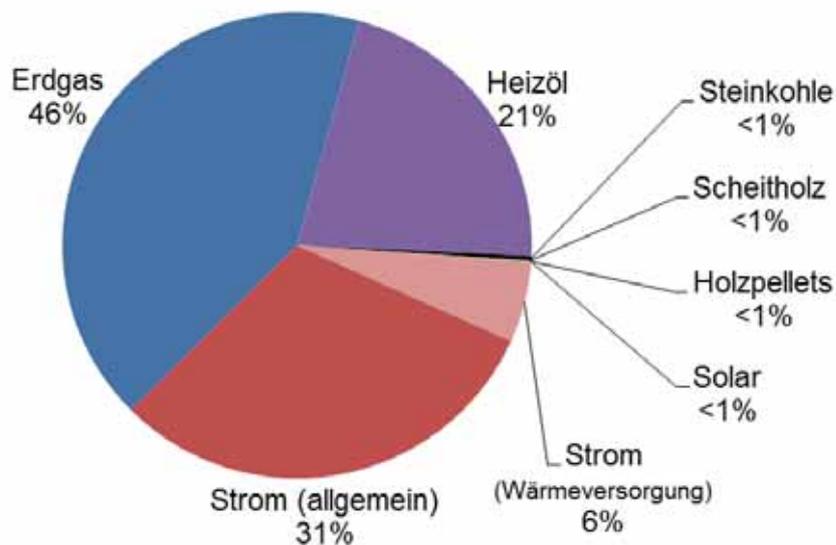


Abbildung 3-4 Aufteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte 2010

Der Zusammenhang zwischen dem Endenergieverbrauch nach Energieträgern und den jeweiligen CO₂e-Emissionen wird nachfolgend in Abbildung 3-5 deutlich.

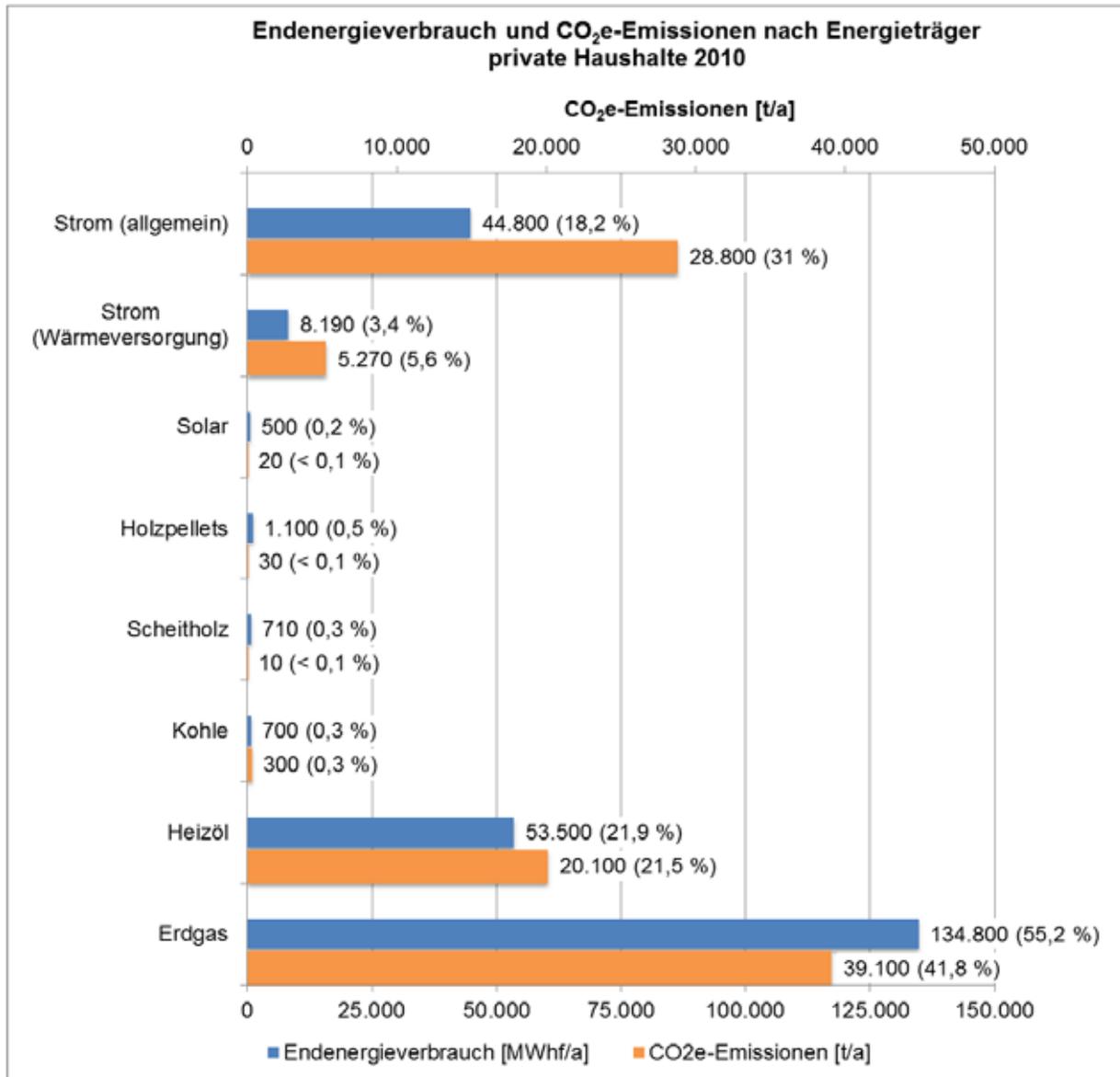


Abbildung 3-5 Vergleich Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen private Haushalte 2010

In Tabelle 3-3 sind der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte und die dadurch verursachten CO₂e-Emissionen nach Anwendungsbereich aufgeteilt dargestellt.

Tabelle 3-3 Aufteilung CO₂e-Emissionen nach Anwendungsbereich; private Haushalte 2010 (gerundete Werte)

Bereich	Endenergieverbrauch MWh _t /a	CO ₂ e -Emissionen t/a
Heizung	176.900	57.900
Trinkwarmwasser	22.600	7.000
Strom (allgemein)	44.800	28.800
Summe	244.300	93.700

Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs entfällt auf die Nutzung zur Raumheizung mit einem Anteil von 72 %. Der Anteil der Raumheizung an den verursachten CO₂e-Emissionen beträgt 62 %.

Daraus lässt sich ableiten, dass dort gezielt nach Einsparpotenzialen zu suchen ist.

3.3.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Öffentliche Einrichtungen 2010

Bei der Bilanzierung der öffentlichen Einrichtungen wird zwischen städtischen und nicht-städtischen öffentlichen Einrichtungen unterschieden. Zu den nicht-städtischen öffentlichen Einrichtungen zählen Liegenschaften in Trägerschaft der Verbandsgemeinde Rhein-Nahe, des Landkreises, Land und Bund sowie der Kirchen, Vereine und Verbände. Sparkassen und Volksbanken sind vereinfacht dem Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung (hier keine gebäudescharfe Verbrauchsauswertung) zugeordnet.

Auch im Kapitel „Öffentliche Einrichtungen“ werden die Ergebnisse zur Wärmenutzung aus dem vorab erstellten Klimaschutzteilkonzept „Integrierte Wärmenutzung in der Stadt Bingen am Rhein“ übernommen.

3.3.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz städtische Einrichtungen 2010

Zunächst werden der Endenergieverbrauch und die CO₂e-Emissionen der städtischen Liegenschaften ohne die übrigen öffentlichen Liegenschaften in der Stadt Bingen bilanziert.

Die Angaben zum Endenergieverbrauch für Raumheizung und Trinkwassererwärmung der Liegenschaften in Trägerschaft der Stadt Bingen basieren auf den Abrechnungen der Energie- und Brennstoffbezüge der letzten drei Abrechnungsjahre.

In Tabelle 3-4 sind der Endenergieverbrauch für Raumheizung und Trinkwarmwasserbereitung nach Energieträger und der allgemeine Stromverbrauch sowie die jeweils anfallenden CO₂e-Emissionen dargestellt.

Tabelle 3-4 Energie- und CO₂e-Bilanz städtische Einrichtungen 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh _f /a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas	5.700	1.700
Flüssiggas	310	100
Holzpellets	530	10
Strom (Wärmeversorgung)	40	30
Strom (allgemein)	3.900	2.500
Strom (Straßenbeleuchtung)	1.800	1.200
Summe	12.300	5.500

Der Endenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften in der Stadt Bingen inklusive des Stromverbrauchs für die Straßenbeleuchtung beträgt rund 12.000 MWh_f/a, die durch den Energieverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf 5.500 t/a.

Als dominierender Energieträger im Bereich der Wärmeerzeugung hat Erdgas mit 48 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch, gefolgt von Strom mit rund 45 %, davon 33 % für allgemeine Anwendungen und 12 % für Straßenbeleuchtung. Holzpellets tragen mit 4 % zur Energieversorgung bei, Flüssiggas mit 3 %. Strom zur Wärmeversorgung macht einen Anteil von weniger als 1 % aus (siehe Abbildung 3-6).

Endenergieverbrauch städtische Einrichtungen inkl. Straßenbeleuchtung 2010

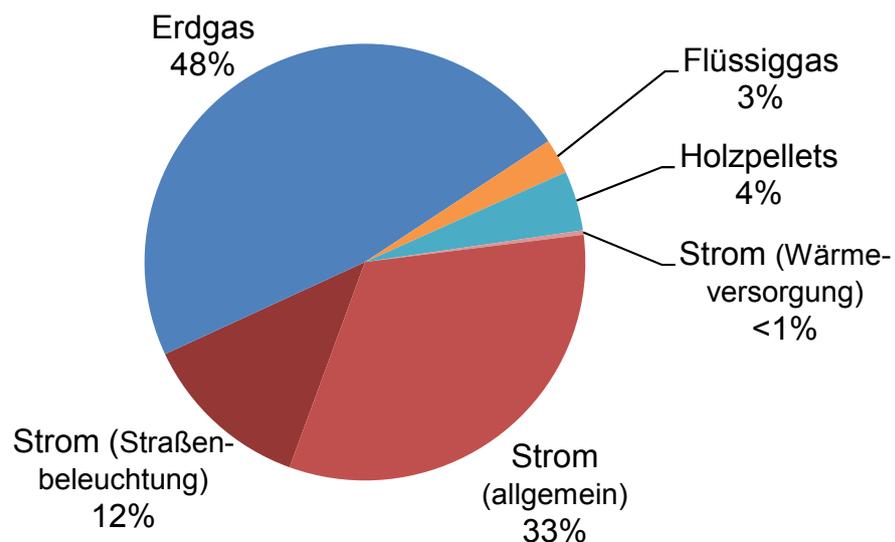


Abbildung 3-6 Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, städtische Liegenschaften 2010

Bei den städtischen Einrichtungen entfallen auf den Stromverbrauch insgesamt 64 % der CO₂e-Emissionen, gefolgt von Erdgas mit 31 %. Der Anteil von Flüssiggas an den verursachten CO₂e-Emissionen beträgt 2 %. Durch die Verwendung von Holzpellets werden weniger als 1 % der CO₂e-Emissionen hervorgerufen (siehe Abbildung 3-7).

CO₂e-Emissionen städtische Einrichtungen inkl. Straßenbeleuchtung 2010

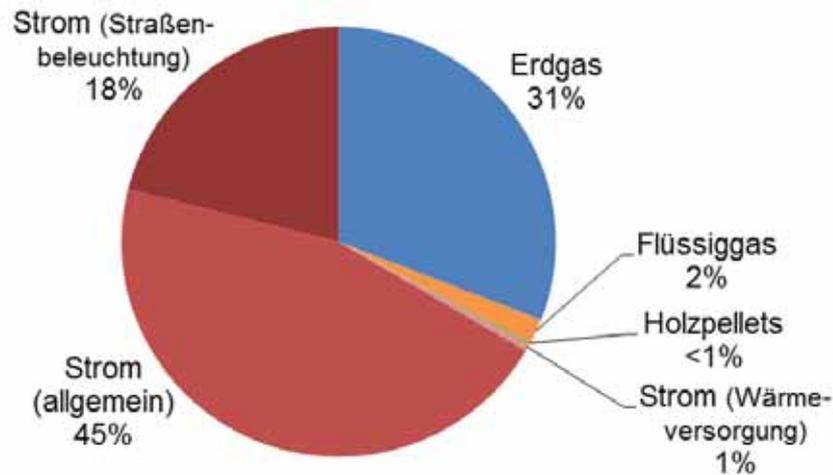


Abbildung 3-7 Aufteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, städtische Liegenschaften 2010

Aufgrund der höheren spezifischen Emissionen von Strom im Vergleich zu Erdgas verschiebt sich das Verhältnis zwischen Erdgas und Strom. Während Strom nur einen Anteil von rund 45 % am Endenergieverbrauch hat, beträgt der Anteil an den CO₂e-Emissionen bereits 64 %. Dagegen haben Holzpellets zwar einen Anteil von 3 % am Endenergieverbrauch, aber weniger als 1 % an den CO₂e-Emissionen.

Das Verhältnis zwischen Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen der einzelnen Energieträger wird in nachfolgender Abbildung 3-8 deutlich.

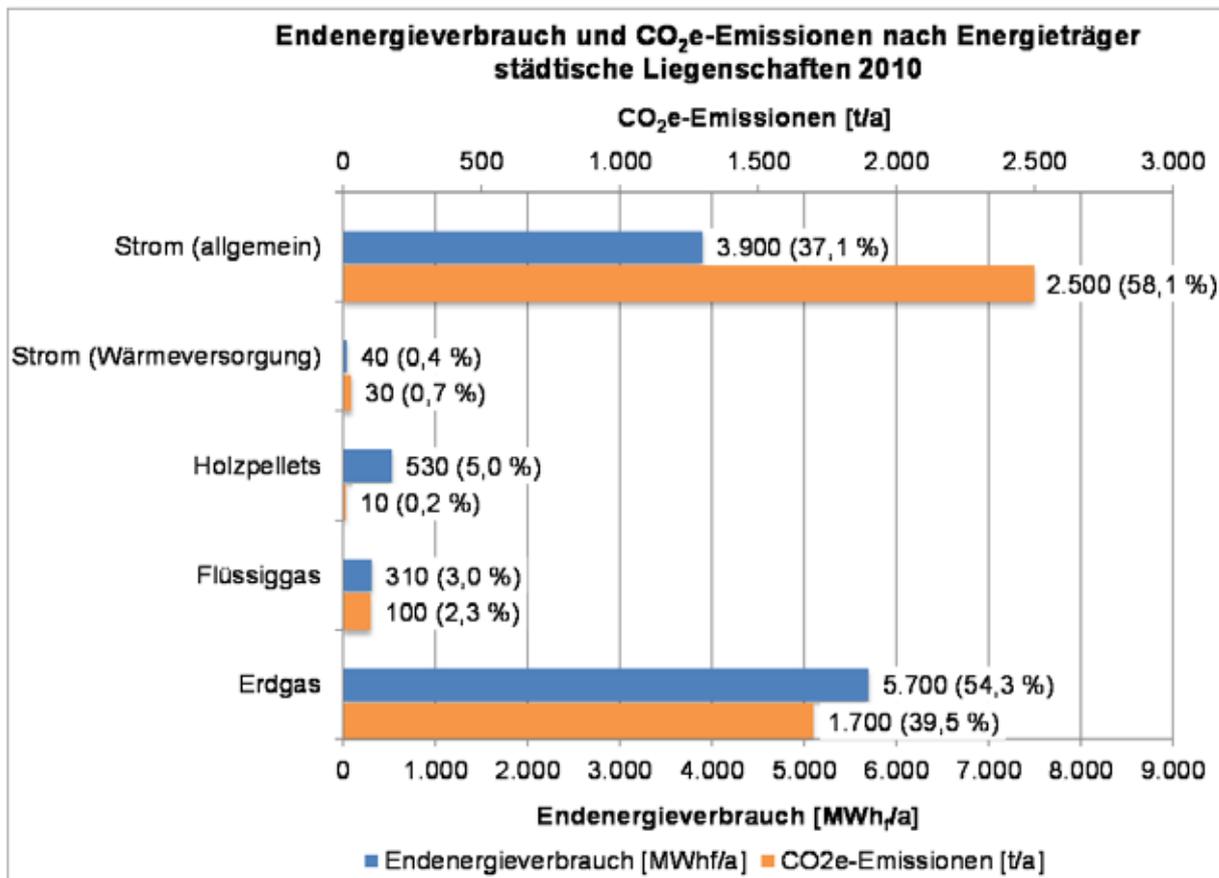


Abbildung 3-8 Vergleich Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen städtische Liegenschaften 2010

3.3.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz aller öffentlichen Einrichtungen 2010

Die Daten zu den nichtstädtischen öffentlichen Liegenschaften im Gebiet der Stadt Bingen wurden von den jeweiligen Trägern zur Verfügung gestellt.

In Tabelle 3-5 sind der Endenergieverbrauch und die durch ihn bedingten CO₂e-Emissionen aller städtischen und nicht-städtischen öffentlichen Einrichtungen nach Energieträger unterteilt aufgeführt.

Emissionen, die der Fuhrpark der Stadt oder von Institutionen wie Feuerwehr und Rettungsdienst verursachen, sind in dieser Bilanz nicht enthalten. Dieser Punkt ist im Sektor Verkehr in Kapitel 3.3.7 genauer erläutert.

Tabelle 3-5 Energie- und CO₂e-Bilanz öffentliche Einrichtungen 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	13.100	3.800
Heizöl	1.200	500
Flüssiggas	300	100
Pflanzenöl	700	200
Holzpellets	500	10
Holzhackschnitzel	900	20
Strom (Wärmeversorgung)	40	30
Strom (allgemein)	6.500	4.300
Strom (Straßenbeleuchtung)	1.800	1.000
Summe	25.000	10.100

Der Endenergieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften beträgt insgesamt 25.000 MWh_f/a, die CO₂e-Emissionen belaufen sich auf 10.100 t/a.

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch hat Erdgas mit 53 % gefolgt von Strom mit 32 %. Regenerative Brennstoffe wie Holzhackschnitzel, Holzpellets und Pflanzenöl haben einen Anteil von insgesamt ca. 9 %. Heizöl spielt mit einem Anteil von 5 % nur eine geringe Rolle, auf den Energieträger Flüssiggas entfällt ca. 1 % der Endenergieproduktion (siehe Abbildung 3-9).

Endenergieverbrauch öffentliche Einrichtungen 2010

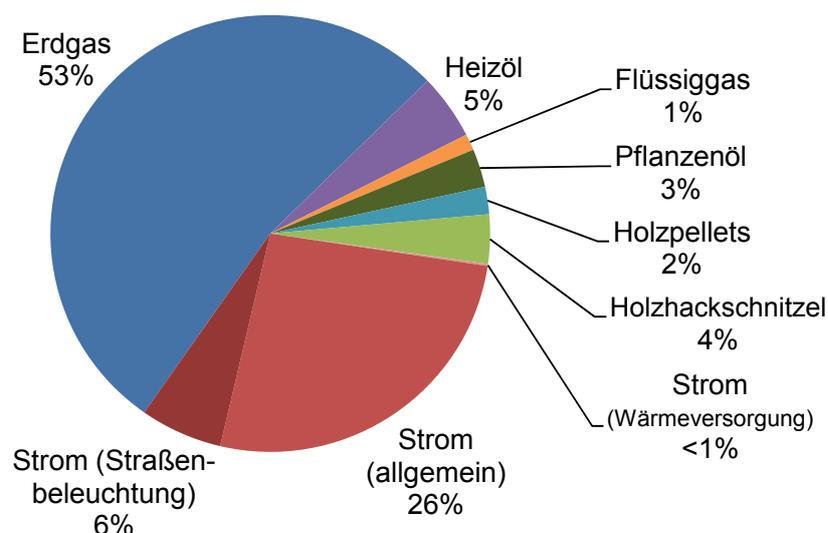


Abbildung 3-9 Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen 2010

Analog zum Wärmeverbrauch basiert der bilanzierte Stromverbrauch auf Belegen der bezogenen Energieträger der Stadt Bingen am Rhein, weiterer öffentlicher Institutionen sowie auf Angaben der Stromnetzbetreiber.

Am Stromverbrauch der städtischen und nicht-städtischen öffentlichen Einrichtungen in Bingen von insgesamt rund 8.300 MWh_{el}/a haben die städtischen Einrichtungen einen Anteil von ca. 47 % (ohne Straßenbeleuchtung). Auf den Bereich Straßenbeleuchtung entfallen ca. 22 %, die verbleibenden 31 % des Stromverbrauchs sind den nicht-städtischen öffentlichen Einrichtungen zuzuschreiben (siehe Tabelle 3-6).

Tabelle 3-6 Stromverbrauch öffentliche Einrichtungen 2010

Zuordnung Stromverbrauch	Stromverbrauch MWh _{el} /a
städtische Einrichtungen	3.900
Straßenbeleuchtung	1.800
nicht-städtische öffentliche Einrichtungen	2.600
Summe	8.300

Der Bereich „nicht städtische öffentliche Einrichtungen“ umfasst den Stromverbrauch der nicht-städtischen Liegenschaften und jenen Stromverbrauch aus Abrechnungen, der keinem Gebäude direkt zugeordnet werden kann. Hierunter fallen zum Beispiel Objektbeleuchtungen, die nicht in den Bereich der Straßenbeleuchtung fallen.

Stromverbrauch öffentliche Einrichtungen 2010

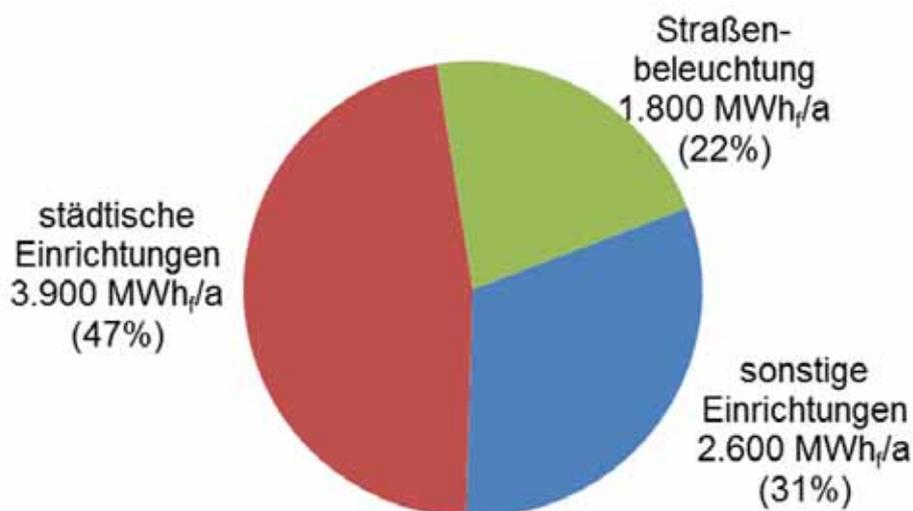


Abbildung 3-10 Aufteilung Stromverbrauch öffentliche Einrichtungen 2010

Zwar hat der Stromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen mit 34 % des Endenergieverbrauchs nach Erdgas (53 %) nur den zweithöchsten Anteil am Endenergieverbrauch der Summe aller Energieträger (siehe Tabelle 3-5), in der Emissionsbilanz ist der Stromverbrauch jedoch für mehr als die Hälfte der CO₂e-Emissionen verantwortlich.

Mit 53 % der CO₂e-Emissionen liegen die durch den Stromverbrauch verursachten Emissionen weit vor den durch den Erdgasverbrauch verursachten Emissionen, welche einen Anteil von 38 % ausmachen (siehe Abbildung 3-11). An dritter Stelle folgen die durch den Heizölverbrauch verursachten Emissionen mit 5 %. Auf die biogenen Brennstoffe Pflanzenöl, Holzpellets und Holz hackschnitzel entfällt insgesamt ein Anteil von ca. 2 % der CO₂e-Emissionen, auf den Flüssiggasverbrauch 1 %.

CO₂e-Emissionen öffentliche Einrichtungen 2010

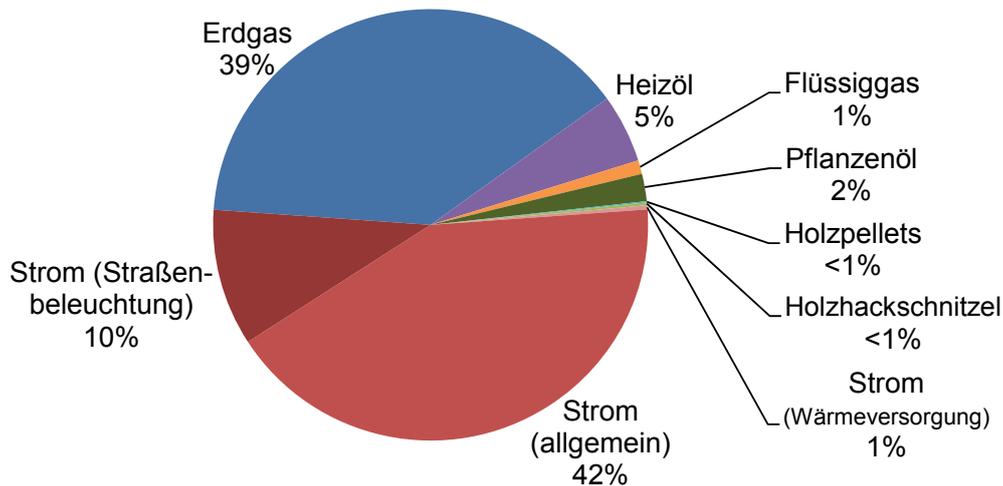


Abbildung 3-11 Aufteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen 2010

Das Verhältnis zwischen dem Endenergieverbrauch und den CO₂e-Emissionen der einzelnen Energieträger wird in nachfolgender Abbildung 3-12 deutlich.

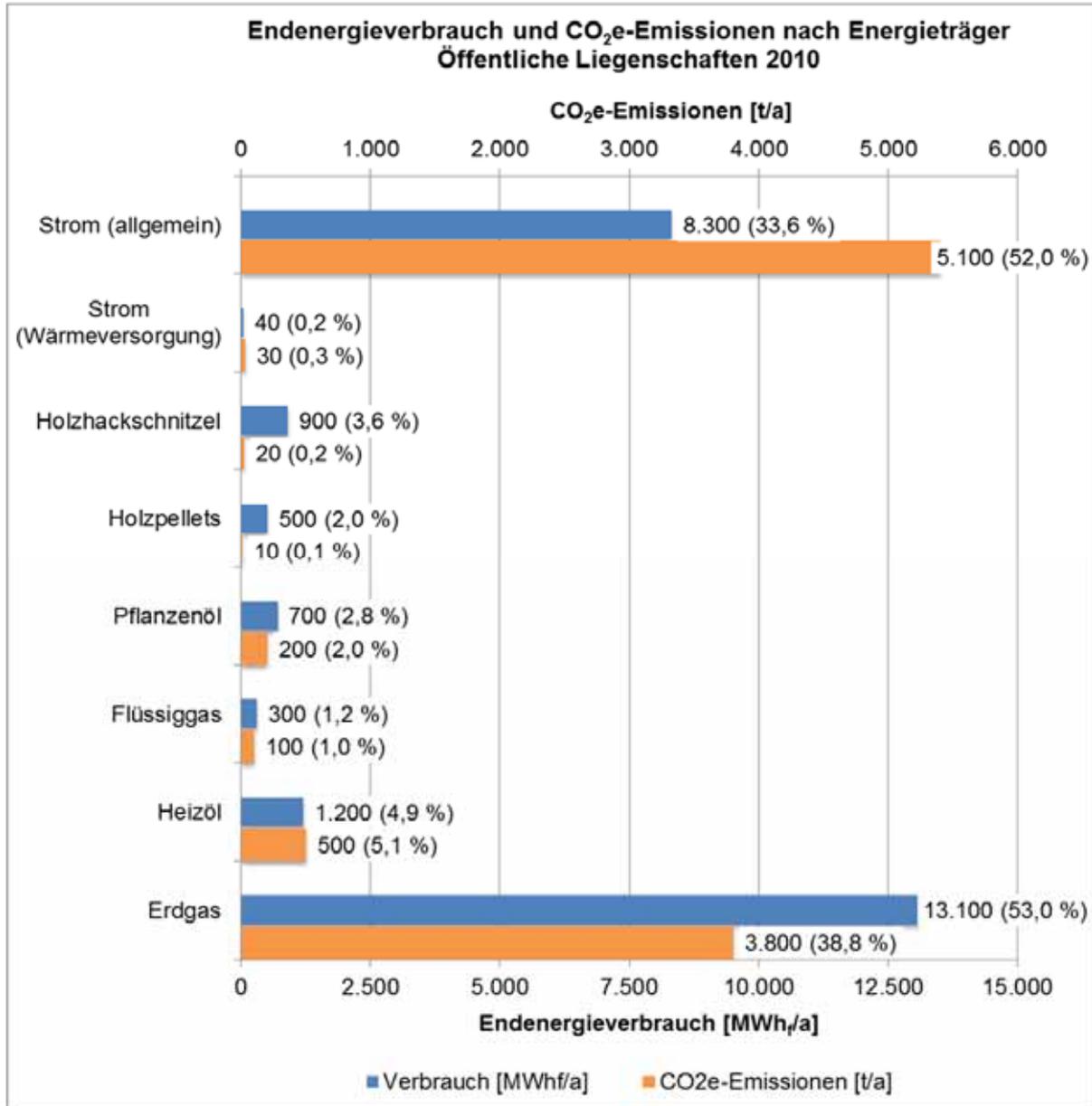


Abbildung 3-12 Vergleich Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen öffentliche Liegenschaften 2010

3.3.5 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz GHD und Industrie 2010

Die Bilanzen zum Endenergieverbrauch für Raumklimatisierung und Prozesswärme und der zugehörigen CO₂e-Emissionen im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie sind aus dem Klimaschutzteilkonzept „Integrierte Wärmenutzung der Stadt Bingen am Rhein“ übernommen. Sie wurden im vorliegenden Konzept um den allgemeinen Stromverbrauch (über die Wärme- und Kälteversorgung hinaus) ergänzt.

Die Ermittlung des Brennstoff- und Stromverbrauches erfolgte über die Daten der Erdgaskonzessionsabgabemengen aus dem Jahre 2007 und der Stromkonzessionsabgabemengen der Jahre 2007 bis 2009, der Verbrauchsaufteilung der Grundversorger auf die verschiedenen Sektoren (private Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Gewerbe) sowie mithilfe von Branchenkennwerten zur Aufschlüsselung auf die Brennstoff- und Stromanwendungen in den Wirtschaftszweigen (Schlomann, et al., 2009). Die Bilanzierung der privaten Haushalte zeigt, dass Erdgas ein Großteil am Energieverbrauch ausmacht. Für den Gewerbesektor wird vereinfachend angenommen, dass neben den Energieträger Erdgas nur noch Heizöl und Strom zur Wärmeversorgung eingesetzt werden. Andere Energieträger werden nicht berücksichtigt. Das Verhältnis von Heizöl zu Erdgas im Sektor private Haushalte wird auf den Sektor GHD+I übertragen und der Endenergieverbrauch abgeschätzt.

Die Methoden sind im Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung beschrieben und für die Ermittlung des Brennstoffs- und Stromverbrauchs analog angewendet.

Demnach ergibt sich der Brennstoff- und Stromverbrauch auf die Anwendungen in den Wirtschaftszweigen wie folgt (siehe Tabelle 3-7).

Tabelle 3-7 Endenergieverbrauch nach Wirtschaftszweigen

Wirtschaftszweige nach Klassifikation	Endenergieverbrauch Brennstoff			Endenergieverbrauch Strom			
	Raum- heizung	Prozess- wärme	Summe	Wärmeversor- gung (Raumhei- zung + Pro- zesswärme)	Kälteversor- gung (Klimakäl- te + Prozesskäl- te)	Beleuchtung, Kraft und Kommunikation	Summe
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	1.200	400	1.600	100	100	300	500
C Verarbeitendes Gewerbe	10.400	2.700	13.100	3.300	300	14.700	18.300
F Baugewerbe	2.100	200	2.300	400	0	1.300	1.700
G Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahr- zeugen	20.100	800	20.900	4.500	5.100	22.400	32.000
H Verkehr und Lagerei	2.600	500	3.100	200	0	2.300	2.500
I Gastgewerbe	2.500	1.100	3.600	800	700	2.600	4.100
J Information und Kommunikation							
L Grundstücks- und Wohnungswesen							
M Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	11.900	400	12.300	600	300	7.500	8.400
N Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstlei- stungen							
K Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstlei- stungen	1.500	0	1.500	100	0	1.400	1.500
R Kunst, Unterhaltung und Erholung	1.200	0	1.200	200	0	1.800	2.000
S Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	1.400	0	1.400	200	0	2.100	2.300
Summe	54.900	6.100	61.000	10.400	6.500	56.400	73.300

Endenergieverbrauch Wärme-, Kälte- und Stromversorgung in MWh/a

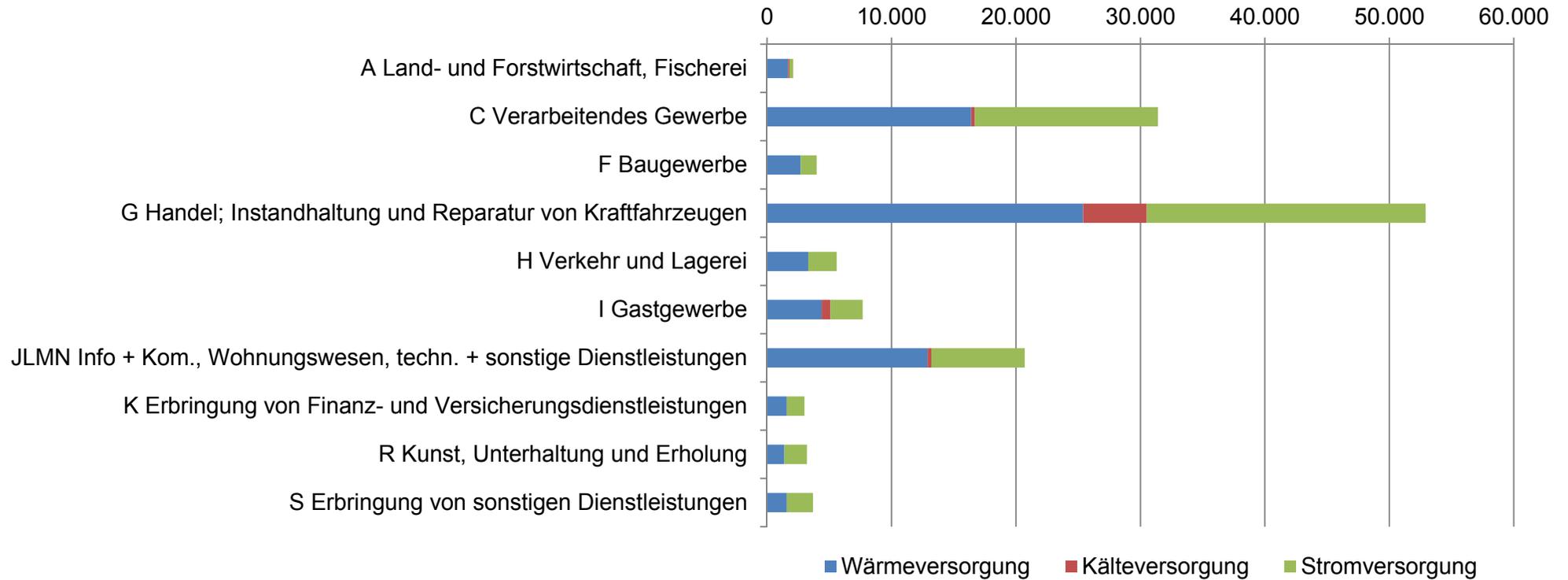


Abbildung 3-13 Endenergieverbrauch Wärme-, Kälte- und Stromversorgung, GHD + I 2010

Die Angaben zum Endenergieverbrauch für Wärme- und Kälteversorgung sind dem Klimaschutzteilkonzept „Integrierte Wärmenutzung der Stadt Bingen am Rhein“ entnommen und durch den Endenergieverbrauch zur allgemeinen Stromversorgung über Wärme- und Kälteversorgung hinaus ergänzt.

Der Endenergieverbrauch für die Wärmeversorgung (Raumheizung und Prozesswärme) im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung + Industrie beträgt 71.400 MWh/a. Für die Kälteversorgung mittels elektrischen Stroms werden 6.500 MWh/a benötigt. Auf die allgemeine Stromversorgung entfallen 56.400 MWh/a. Insgesamt beträgt der Endenergieverbrauch 134.300 MWh/a. Die Unterteilung des Endenergieverbrauchs nach Nutzung und Energieträgern ist in Tabelle 3-8 aufgelistet.

Tabelle 3-8 Endenergieverbrauch GHD+I nach Anwendung und Energieträger

Energieträger	Endenergie- verbrauch	Endenergie- verbrauch	Endenergie- verbrauch	Endenergie- verbrauch
	Wärmeversorgung (inkl. Prozesswärme)	Kälte- versorgung	Stromversorgung (Beleuchtung, Kraft und Kommunikation)	Summe
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Erdgas	44.700	-	-	44.700
Heizöl	16.300	-	-	16.300
Strom	10.400	6.500	56.400	73.300
Summe	71.400	6.500	56.400	134.300

Die prozentuale Verteilung des Endenergieverbrauchs bezogen auf die Energieträger wird in Abbildung 3-14 deutlich. Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs entfällt auf Strom (55 %), gefolgt von Erdgas (33 %) und Heizöl (12 %) (siehe Abbildung 3-14).

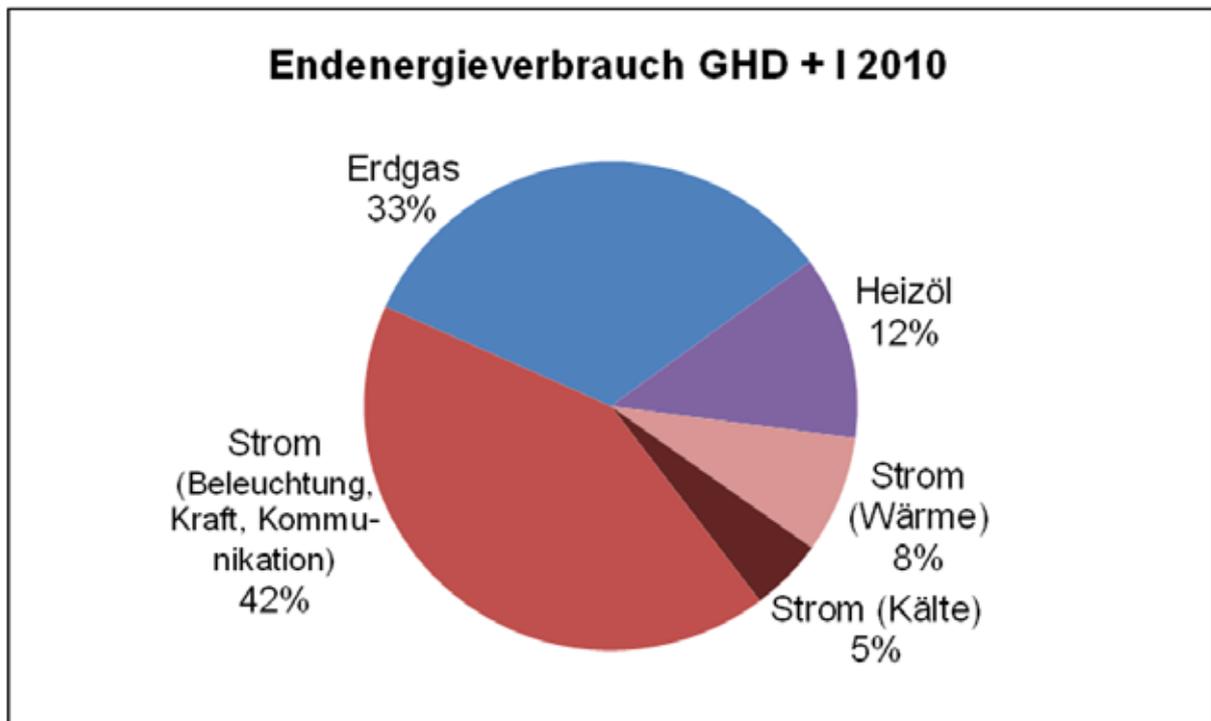


Abbildung 3-14 Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD+I 2010

In Tabelle 3-9 ist die CO₂e-Emissionsbilanz des Sektors Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie aufgeführt. Die CO₂e-Emissionen des Endenergieverbrauchs der einzelnen Energieträger werden auf Basis der spezifischen Emissionsfaktoren von GEMIS (Öko-Institut, 2011) ermittelt.

Tabelle 3-9 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz GHD-/ Industriesektor

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh _f /a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas	44.700	12.900
Heizöl	16.300	6.200
Strom	73.300	47.200
Summe	134.300	66.300

Insgesamt belaufen sich die CO₂e-Emissionen des Sektors GHD+I auf 66.300 t/a. Den mit Abstand größten Anteil daran trägt der Stromverbrauch mit 71 %. Auf den Erdgasverbrauch entfallen 20 % der CO₂e-Emissionen, auf Heizöl 9 %.

CO₂e-Emissionen GHD + I 2010

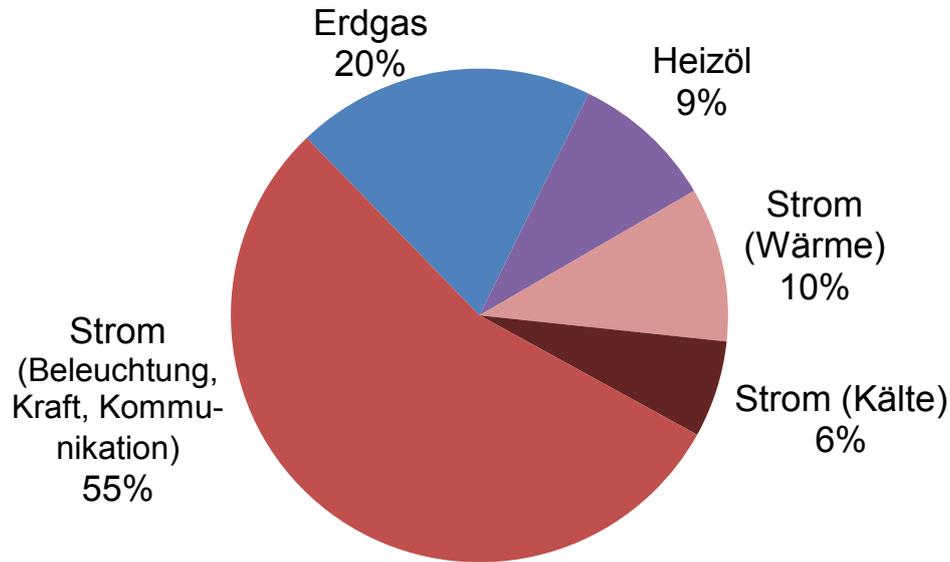


Abbildung 3-15 Aufteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, GHD+I 2010

Der Zusammenhang zwischen dem Endenergieverbrauch der einzelnen Energieträger und den verursachten CO₂e-Emissionen wird in Abbildung 3-16 deutlich.

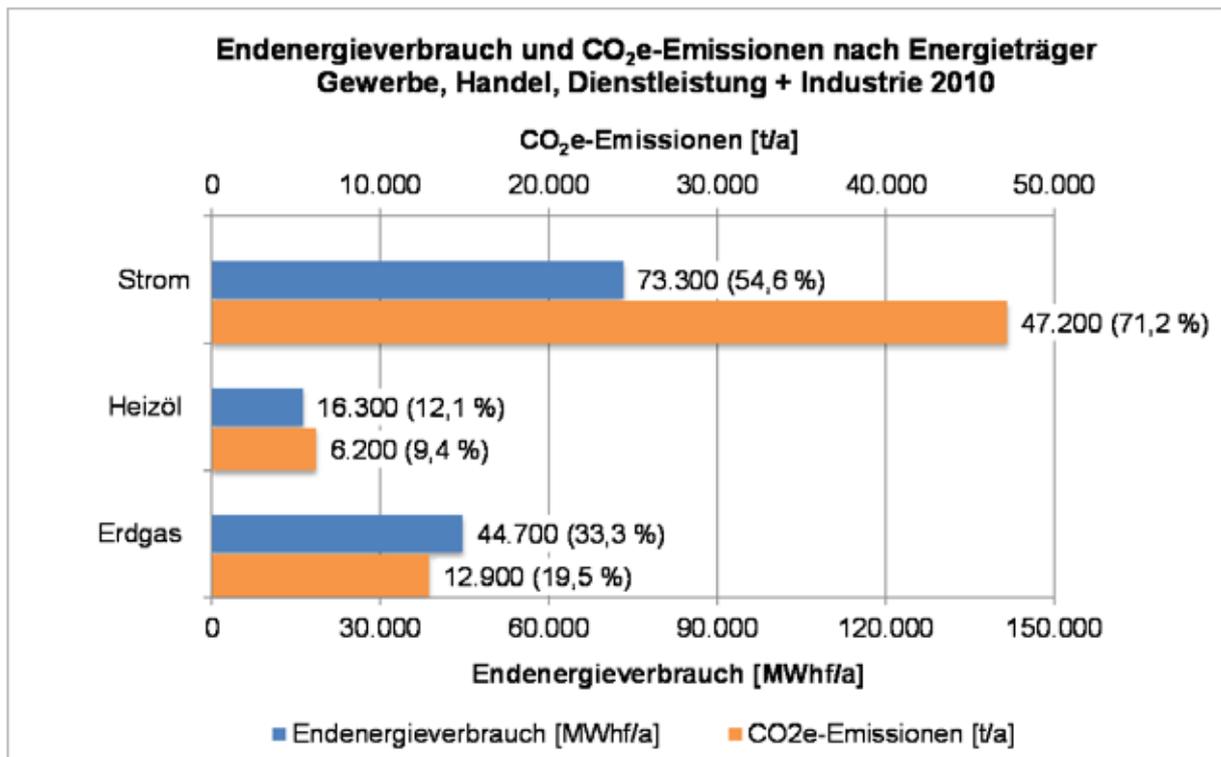


Abbildung 3-16 Vergleich Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen GHD + I 2010

3.3.6 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr

Für den Sektor Verkehr wird im vorliegenden Konzept das Verursacherprinzip angewendet. Das bedeutet, dass Pendel- und Durchgangsverkehr nicht in die Bilanz eingehen. Es wird die Annahme getroffen, dass sich die Anzahl der Fahrzeuge, die in das Stadtgebiet fahren, mit jenen deckt, die das Stadtgebiet verlassen. Somit werden nur die in der Stadt Bingen zugelassenen Fahrzeuge berücksichtigt. Die gesamte Fahrleistung der bilanzierten Fahrzeuge wird dem Gebiet der Stadt Bingen zugerechnet.

Dies gilt auch für den Güterverkehr, bei dem ebenfalls nur die in der Stadt Bingen zugelassenen LKW in die Bilanz einfließen. Schiffs-, Bahn- und Flugverkehr werden nicht in der Bilanz erfasst.

Die Verkehrsbilanzierung basiert auf der Zulassungsstatistik der Zulassungsstelle des Kreises Mainz-Bingen (Kreisverwaltung Alzey-Worms, 2011). Darin sind die in Bingen zugelassenen Fahrzeuge sowohl nach Fahrzeugtyp (z. B. PKW, LKW, Bus) als auch nach Antrieb (z. B. Diesel, Benzin) sortiert erfasst.

Die Verbrauchsangaben und Jahresfahrleistungen des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) werden direkt von den Stadtwerken Bingen als Betreiber des Fuhrparks zur Verfügung gestellt. Fahrzeuge des ÖPNV, die überregional im Einsatz sind, werden in der Bilanz nicht berücksichtigt.

Ebenso werden Fahrzeuge der Rettungsdienste, der Müllabfuhr und anderer öffentlicher Dienstleistungen nicht mitbilanziert, da ihr Aufgabenbereich und damit die Fahrleistung sich nicht auf das Stadtgebiet beschränken. Diese Fahrzeuge werden deshalb der Kreis- bzw. Allgemeinversorgung zugeordnet.

Die Jahresfahrleistungen beim motorisierten Individualverkehr basieren auf den Datenangaben aus der Datenbank GEMIS (Version 4.6). Die dort nach Fahrzeugtyp und Antriebsvariante aufgeteilten Kennwerte zur Jahresfahrleistung sowie Emissionskennwerte werden mit den Daten der Zulassungsstelle des Kreises Mainz zu Anzahl nach Art des Fahrzeugs und Kraftstoffs, aufgeteilt verrechnet.

Die Emissionen aus dem Straßenverkehr errechnen sich über Emissionskennwerte pro gefahrenen Kilometer aus der Datenbank GEMIS (Version 4.6). Die dort nach Fahrzeugart und Antriebsvariante aufgeteilten Emissionskennwerte in kg CO₂e/km werden mit der Fahrleistung zu einer Gesamtemission verrechnet.

Alle Kennwerte werden als sogenannte „Well-to-Wheel“ Werte eingesetzt. Well-to-Wheel Kennwerte berücksichtigen neben dem Verbrennungsprozess im Motor auch Emissionen der Vorketten, wie der Förderung des Rohöls, die Herstellung und den Transport des Kraftstoffes.

Die verwendeten Kennwerte sind im Anhang V „Emissionskennzahlen Verkehr“ zusammengefasst dargestellt.

Der CO₂e Ausstoß bei der PKW-Klasse richtet sich vor allem nach der Größenklasse des Fahrzeuges. Zusätzlich zu den Fahrzeugtypen muss daher bei den PKW eine Aufteilung auf Größenklassen erfolgen, um die unterschiedlichen Emissionsverhalten der Fahrzeugklassen (Klein-, Mittel- und Großwagen) abzubilden. Hierzu wird eine Verteilung der Fahrzeugklassen

in Deutschland des Ökoinstitutes (Gensch, Gießhammer, Götz, & Birzle-Harder, 2004) herangezogen.

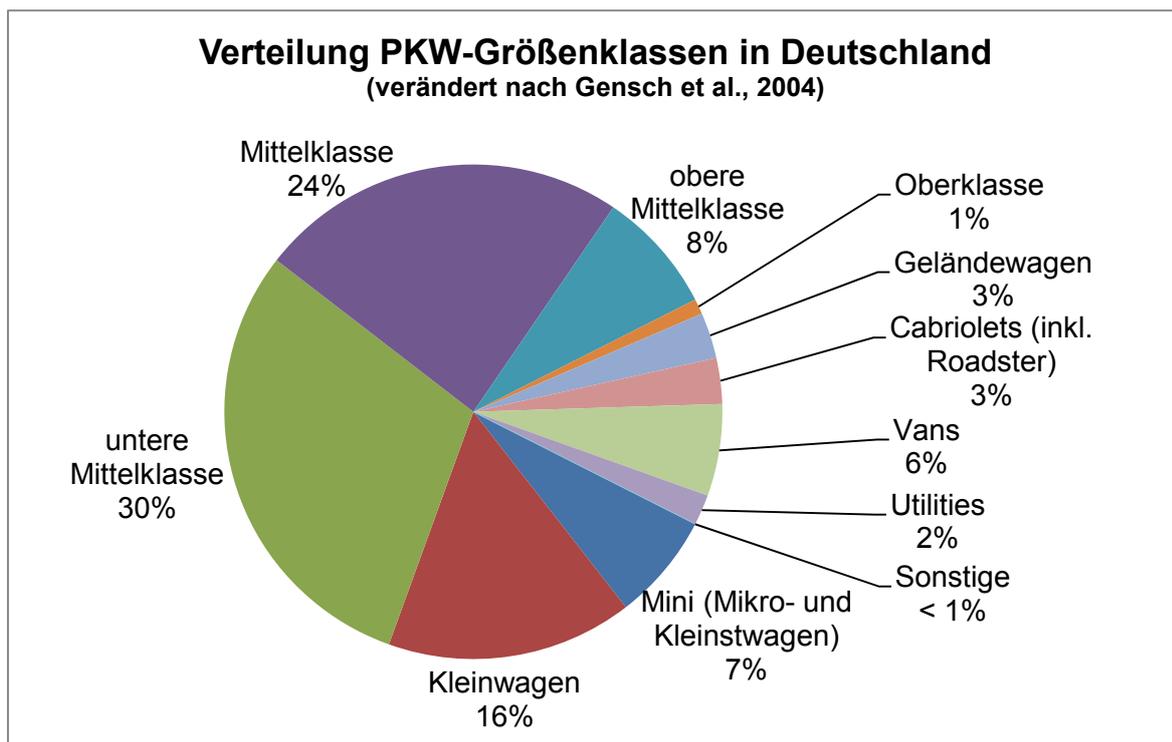


Abbildung 3-17 Verteilung PKW auf Größenklassen in Deutschland
eigene Darstellung nach (Gensch, Gießhammer, Götz, & Birzle-Harder, 2004)

Entsprechend der Verteilung hat die Klein- und Kleinstwagenklasse einen Anteil von 23 %, 62 % Mittelklassewagen und 15 % Wagen der Großklasse.

Bei den Nutzfahrzeugen (LKW und Sattelzugmaschinen) werden die CO₂e-Emissionen aus der Datenbank GEMIS auf die transportierte Ladung bezogen. Die Kennwerte haben die Einheit g CO₂e/(t*km). Nach einer Studie des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) über den Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge fahren in Deutschland LKW mit einem mittleren Auslastungsgrad von 58 % (KBA, 2011). Über das maximal zugelassene Fahrzeuggewicht der einzelnen Fahrzeugtypen kann mit dem Auslastungsgrad die transportierte Masse berechnet werden. Aus dieser Transportleistung ergeben sich die Kennwerte in g CO₂e/km für die Nutzfahrzeugklassen. Für die beiden Fahrzeugtypen „landwirtschaftliche Zugmaschinen“ und „Linienbusse“ wird von einer solchen Berechnung abgesehen. Bei landwirtschaftlichen Zugmaschinen sind die Emissionen abhängig von der Leistung, die die Maschinen bei der Feldarbeit verrichten. Ein Durchschnittswert für die deutsche Flotte ist nicht ermittelbar, da die Anforderungen an die Maschinen sehr unterschiedlich sind. Bei den Linienbussen hängt die beförderte Masse von der Anzahl an Passagieren ab, über die es ebenfalls keine durchschnittlichen Werte gibt. Die Emissionskennwerte für die Fahrzeugtypen „landw. Zugmaschinen“ und „Linienbusse“ liegen aus der Datenbank GEMIS nur ohne Vorketten vor, weshalb für diese Fahrzeugtypen nur die direkten Emissionen des Verbrennungsprozesses im Motor betrachtet werden.

Für Fahrzeuge die Erdgas bzw. LPG und Benzin verwenden, wird angenommen dass sie zu 80 % mit dem Gasantrieb fahren. Fahrzeuge mit dieser Technik stellen erst bei warmgelaufenem Motor auf Gas um. Diese Fahrzeuge werden v.a. von Vielfahrern genutzt. Aus dieser

Annahme heraus ergibt sich ein Verhältnis von 80 % (Gas bzw. LPG) zu 20 % (Benzin). Beim Hybridantrieb wird pauschal eine Effizienzsteigerung von 18 % bezogen auf den Verbrauch eines vergleichbaren Fahrzeuges mit Benzinmotor angenommen.

3.3.7 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Städtischer Fuhrpark 2010

Der Fuhrpark der Stadt Bingen am Rhein ist mehreren Abteilungen bzw. Ämtern zugeordnet, bei denen jeweils Informationen zu Anzahl, Fahrzeugart, Antriebstyp und Fahrleistung der Fahrzeuge abgefragt wurden. Von den Fahrzeugen der Stadtverwaltung, Stadtwerke und des Bauhofs wurden Daten zur Bilanzierung bereitgestellt, vom Garten- und Friedhofsamt waren keine Daten verfügbar.

Die Zulassungsstatistik für Bingen am Rhein beinhaltet die städtischen Fahrzeuge bereits. Um eventuelle Einsparpotenziale sowie die durch den Betrieb der städtischen Fahrzeuge bedingten CO₂e-Emissionen aufzuzeigen, werden diese Fahrzeuge in Tabelle 3-10 separat dargestellt.

Sofern Angaben zu Verbrauch und Fahrleistung der Fahrzeuge vorlagen, wurden diese in die Bilanzierung einbezogen. Für die Fahrzeuge, zu denen keine Daten verfügbar waren, wurden Verbrauchskennwerte entsprechend des Fahrzeugtyps aus der Umweltdatenbank GEMIS zur Bilanzierung herangezogen sowie statistische Durchschnittswerte für die jährliche Fahrleistung zugeordnet.

Tabelle 3-10 Energie- und Emissionsbilanz Fuhrpark der Stadt Bingen am Rhein

Antriebsvariante	Anzahl	Fahrleistung km/a	Kraftstoffverbrauch l/a	Energieverbrauch MWh/a	Emissionen
	Stück				t CO ₂ e/a
PKW	14	236.000	14.000	140	50
LKW bis 3,5 t	16	208.000	20.000	200	120
LKW bis 12 t	6	115.000	16.000	160	80
landw. Zugmaschinen	3	33.000	10.000	100	40
Linienbus	10	638.000	205.000	2.080	550
Summe	49	1.231.000	266.000	2.700	800

3.3.8 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr, Bingen gesamt 2010

PKW machen mit 87 % den größten Anteil der zugelassenen Kfz (bezogen auf die Anzahl) in Bingen aus. Mit einigem Abstand folgen Krafträder mit einem Anteil von 7 %, LKW bis 12 t mit einem Anteil von 4 % und Zugmaschinen mit 2 % der zugelassenen Kfz. Der Anteil der landwirtschaftlichen Zugmaschinen, LKW bis 3,5 t und Linienbusse ist mit einem Gesamtanteil von 1 % aller zugelassenen Fahrzeuge verschwindend gering.

Die Verteilung nach Typ der in Bingen zugelassenen Kfz ist in nachfolgender Abbildung 3-18 grafisch dargestellt.

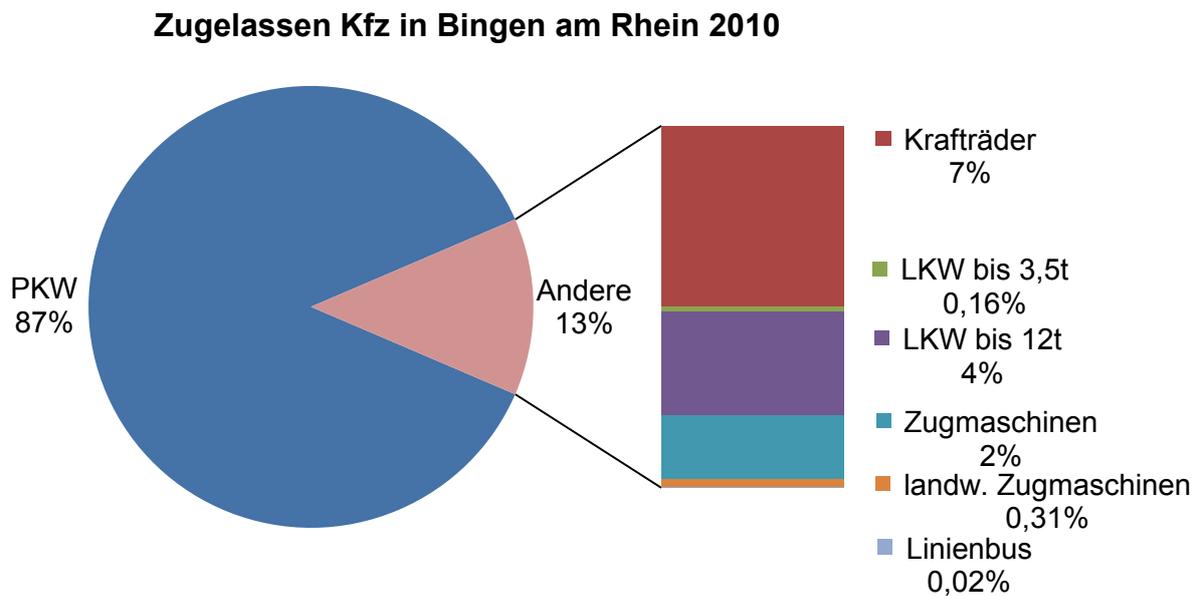


Abbildung 3-18 Verteilung Fahrzeuge in Bingen entsprechend der Zulassungsstatistik 2010

Nach Antriebsart gegliedert ergibt sich folgende Verteilung (siehe Abbildung 3-19):

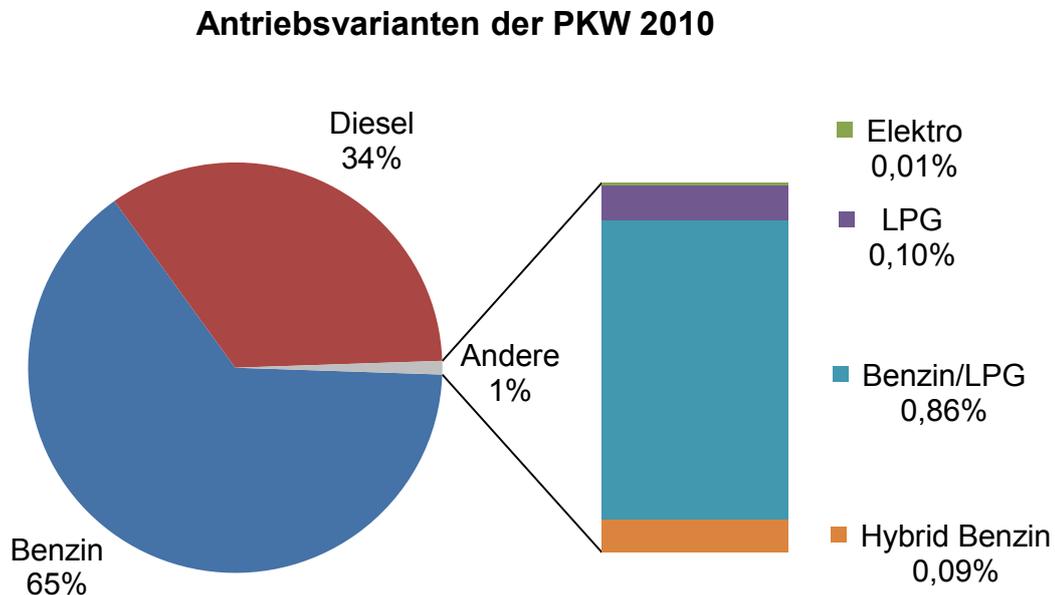


Abbildung 3-19 Antriebsart der Fahrzeuge in Bingen

Benzin und Diesel sind die dominierenden Energieträger im Bereich Verkehr. Bei rund 65 % der Fahrzeuge in Bingen am Rhein ist Benzin und bei 34 % Diesel der eingesetzte Kraftstoff. Alternative Energieträger bzw. Antriebskonzepte haben nur einen Anteil von unter 1 % und spielen somit noch eine untergeordnete Rolle.

Auf Basis der vorhandenen Datengrundlage wurde die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz für den Bereich Verkehr in der Stadt Bingen am Rhein aufgestellt (siehe Tabelle 3-11). Die gesamte jährliche Fahrleistung aller Fahrzeuge in Bingen von ca. 300 Mio. km/a hat einen Endenergieverbrauch von 351.400 MWh_f/a zur Folge. Durch den Energieverbrauch werden jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von rund 132.000 t/a freigesetzt.

Tabelle 3-11 Energie-/Emissionsbilanz Sektor Verkehr Bingen am Rhein

Antriebsvariante	Anzahl Stück	Fahrleistung Mio.km/a	Kraftstoff- verbrauch l/a	Energie- verbrauch MWh/a	Emissionen tCO ₂ e/a
PKW	14.831	200	11.847.000	117.000	42.000
Krafträder	1.105	4	215.000	2.000	1.000
LKW bis 3,5t	27	1	96.000	1.000	1.000
LKW bis 12t	636	40	6.301.000	63.000	29.000
Zugmaschinen	385	50	14.844.000	148.000	52.000
landw. Zugmaschinen	53	10	2.044.000	20.000	7.000
Linienbus	3	0	39.000	400	100
Summe	17.040	300	35.386.000	351.400	132.100

Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs entfällt auf Zugmaschinen (42 %), d.h. LKW über 12 t, gefolgt von PKW (33 %) und LKW bis 12 t (18 %). Landwirtschaftliche Zugmaschinen haben einen Anteil von 6 % am Endenergieverbrauch. Auf Krafträder entfällt ein Anteil von 1 %, kleinere LKW bis 3,5 t machen einen Anteil von weniger als 1 % aus (siehe Abbildung 3-20).

Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugart 2010

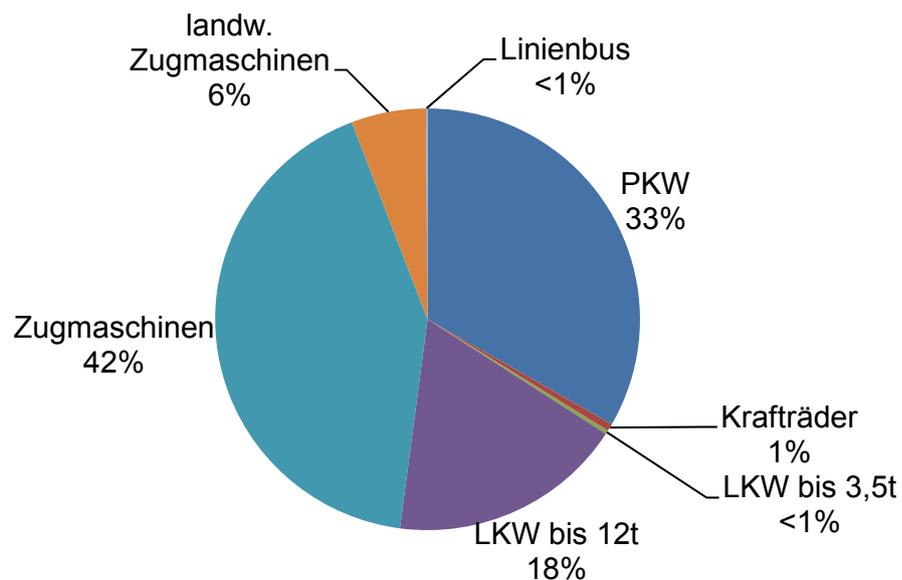


Abbildung 3-20 Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugart 2010

Auch an den CO₂e-Emissionen haben Zugmaschinen mit 43 % den größten Anteil vor PKW (29 %) und LKW bis 12 t (20 %), wie in Abbildung 3-21 dargestellt.

Die Emissionen durch die Nutzung von Dieselkraftstoffen sind pro Einheit Energieinhalt höher als bei Benzin. Die vergleichsweise geringere Emission von Dieselmotoren kommt durch den geringeren Verbrauch pro Strecke zustande.

CO₂e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugart 2010

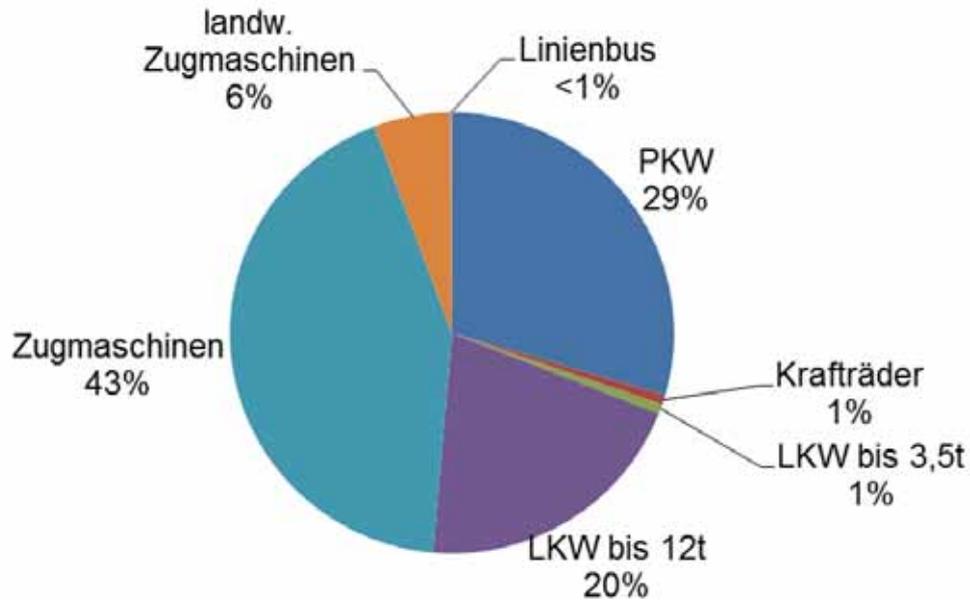


Abbildung 3-21 CO₂e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugart 2010

In Abbildung 3-21 wird ersichtlich, dass der Großteil der Emissionen durch LKW und landwirtschaftliche Maschinen entsteht. Dies ist dadurch zu erklären, dass Bingen am Rhein durch seine gute Verkehrsanbindung und Lage ein attraktiver Standort für Logistikunternehmen ist. Auch der Anteil der landwirtschaftlichen Maschinen ist vor allem auf den Weinbau zurückzuführen.

3.4 Zusammenfassung Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz 2010

Aus dem Endenergieverbrauch der betrachteten Sektoren wird die Gesamtbilanz der Stadt Bingen am Rhein für das Jahr 2010 ermittelt. Hierfür werden der Energieverbrauch und die CO₂e-Emissionen der einzelnen Energieträger und Sektoren addiert. Die Bilanz nach Energieträger unterteilt ist in Tabelle 3-12 aufgeführt.

Tabelle 3-12 Gesamtenergie- und Gesamtemissionsbilanz 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh _f /a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas	192.600	55.800
Heizöl	71.000	26.800
Flüssiggas	300	100
Pflanzenöl	700	200
Kohle	700	300
Scheitholz	710	20
Holzpellets	1.600	40
Holzhackschnitzel	900	20
Solar	500	20
Strom (Wärmeversorgung)	18.600	12.000
Strom (Kälteversorgung)	6.500	4.200
Strom (allgemein)	109.500	70.500
Benzin	65.100	23.900
Diesel	293.700	108.700
LPG	1.200	400
Summe	763.600	303.000

Insgesamt haben die Sektoren Private Haushalte, Öffentliche Liegenschaften, Gewerbe/Handel/Dienstleistung + Industrie sowie Verkehr einen Endenergieverbrauch von 763.600 MWh_f/a (ohne Nutzverkehr: 522.200 MWh_f/a). Die durch den Energieverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf 303.000 t/a. (ohne Nutzverkehr: 213.000 t/a).

Ohne Betrachtung des Nutzverkehrs nimmt die Wärmeversorgung mit Erdgas (36 %), Heizöl (14 %) und Strom zur Wärmeversorgung (4 %) etwas mehr als die Hälfte des Endenergieverbrauches ein. 21 % des Endenergieverbrauches sind dem allgemeinen Stromverbrauch zuzuschreiben, 1 % entfällt auf Strom zur Kälteversorgung im GHD+I Sektor, die verbleibenden Energieträger Flüssiggas, Pflanzenöl, Kohle Scheitholz, Holzpellets, Holzhackschnitzel und Solarenergie haben einen Anteil von jeweils weniger als 1 %. In der nachstehenden Abbildung sind die Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch inklusive Berücksichtigung des Nutzverkehrs dargestellt.

Endenergieverbrauch nach Energieträger 2010

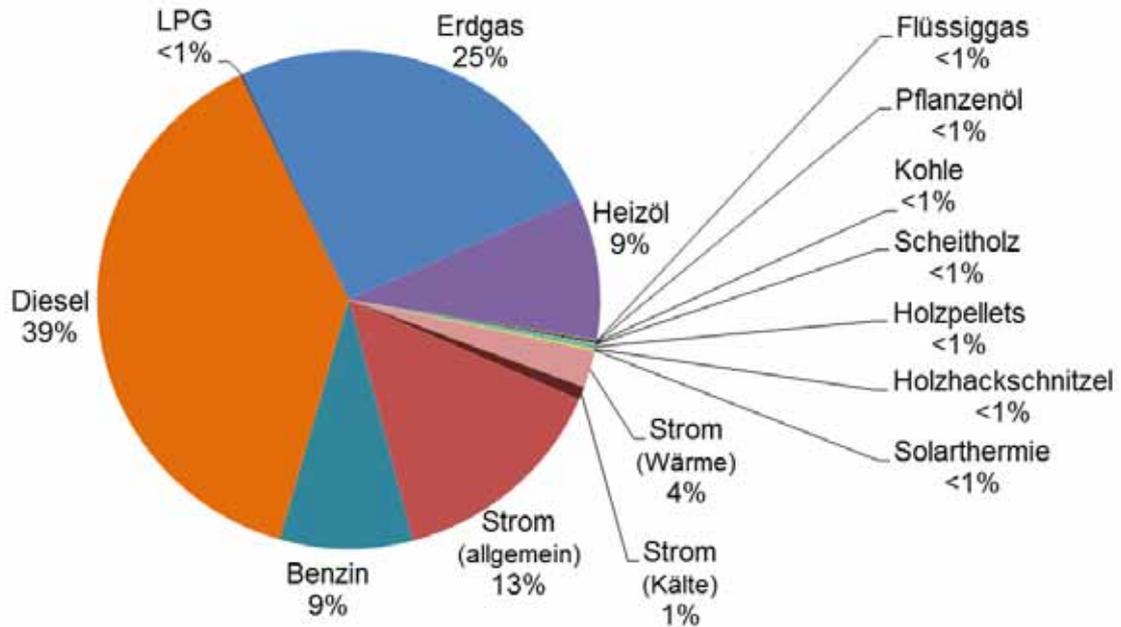


Abbildung 3-22 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger (inklusive Nutzverkehr), Gesamtbilanz

Ohne Betrachtung des Nutzverkehrs hat Dieselkraftstoff (Personenfahrzeuge und Motorräder) einen Anteil von 8 % an den CO₂e-Emissionen. Benzin hat einen Anteil von 11 % an den jährlich insgesamt in Bingen anfallenden CO₂e-Emissionen. Die Energieträger zur Wärmeversorgung nehmen zusammen den größten Anteil an den CO₂e-Emissionen ein: Erdgas (26 %), Heizöl (13 %) und Strom zur Wärmeversorgung (6 %). Der allgemeine Stromverbrauch macht einen Anteil von 33 % der CO₂e-Emissionen aus. Auf Strom zur Kälteversorgung entfallen rund 2 %. Die übrigen Endenergieträger haben analog zum Endenergieverbrauch einen Anteil von jeweils weniger als 1 % an den CO₂e-Emissionen.

CO₂e-Emissionen nach Energieträger 2010

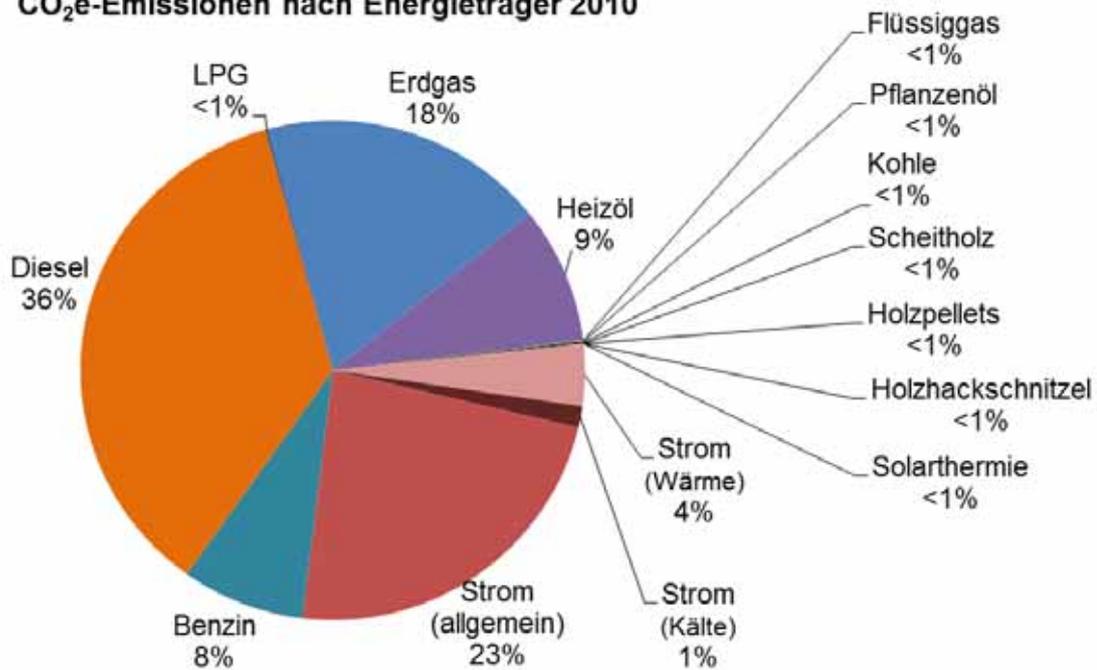


Abbildung 3-23 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger (inklusive Nutzverkehr), Gesamtbilanz

Aus Tabelle 3-12 geht hervor, dass die Stadt Bingen im Jahr 2010 einen Endenergieverbrauch von rund 763.600 MWh_f/a (ohne Berücksichtigung des Nutzverkehrs: 522.200 MWh_f/a) aufweist. Um Aufzeigen zu können wer im Vergleich den höchsten Endenergieverbrauch zur Gesamtbilanz beiträgt, ist der Gesamtendenergieverbrauch in Abbildung 3-24 dargestellt.

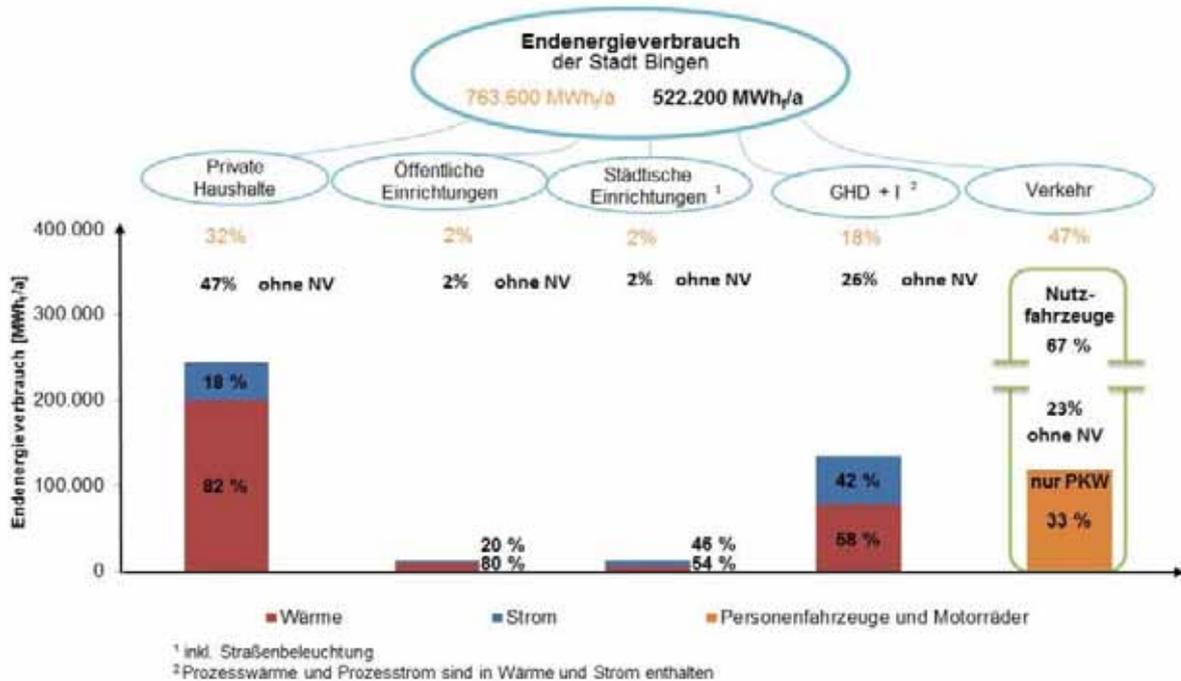


Abbildung 3-24 Endenergiebilanz nach Sektoren und Nutzung (Prozentangaben gerundet) 2010

Aus der vorangegangenen Abbildung 3-24 und der nachstehenden Tabelle 3-13 ist zu erkennen, dass der Sektor Verkehr den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch in der Stadt Bingen am Rhein aufweist. Dieser beläuft sich auf rund 360.000 MWh/a und besitzt damit einen Anteil von rund 47 %. Insbesondere der Anteil der Nutzfahrzeuge sticht hervor. Der Endenergieverbrauch durch den Nutzverkehr wurde bewusst in dem Diagramm nur umrundet und damit etwas weniger betont, da der Einfluss der Stadt Bingen in diesem Sektor am geringsten sein dürfte. Demnach wurden für jeden Sektor ergänzend die Anteilswerte am Endenergieverbrauch sowie der Endenergieverbrauch ohne den Nutzverkehr (Schriftfarbe Schwarz) dargestellt. Ohne Betrachtung des Nutzverkehrs beträgt der Anteil des Verkehrs (Personenfahrzeuge und Krafträder) 23 % am Endenergieverbrauch. Die privaten Haushalte weisen den größten Anteil mit 47 % auf, gefolgt vom Sektor GHD+I (26 %) und den öffentlichen Einrichtungen und städtischen Einrichtungen mit jeweils 2 %.

Tabelle 3-13 Gesamtenergiebilanz Stadt Bingen 2010

Sektor	Haushalte	Öffentliche Einrichtungen	Städtische Einrichtungen	GHD+I	Verkehr
	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Wärme	199.500	10.220	6.580	77.900	
Strom	44.800	2.600	5.700	56.400	
Personenfahrzeuge und Motorräder					118.500
Nutzfahrzeuge					241.500
Summe	244.300	12.800	12.280	134.300	360.000

Aus Abbildung 3-25 geht hervor, dass alle untersuchten Sektoren zusammen rund 303.000 t/a (ohne Berücksichtigung des Nutzverkehrs: 213.000 t/a) an CO₂ im Jahr 2010 emittierten.

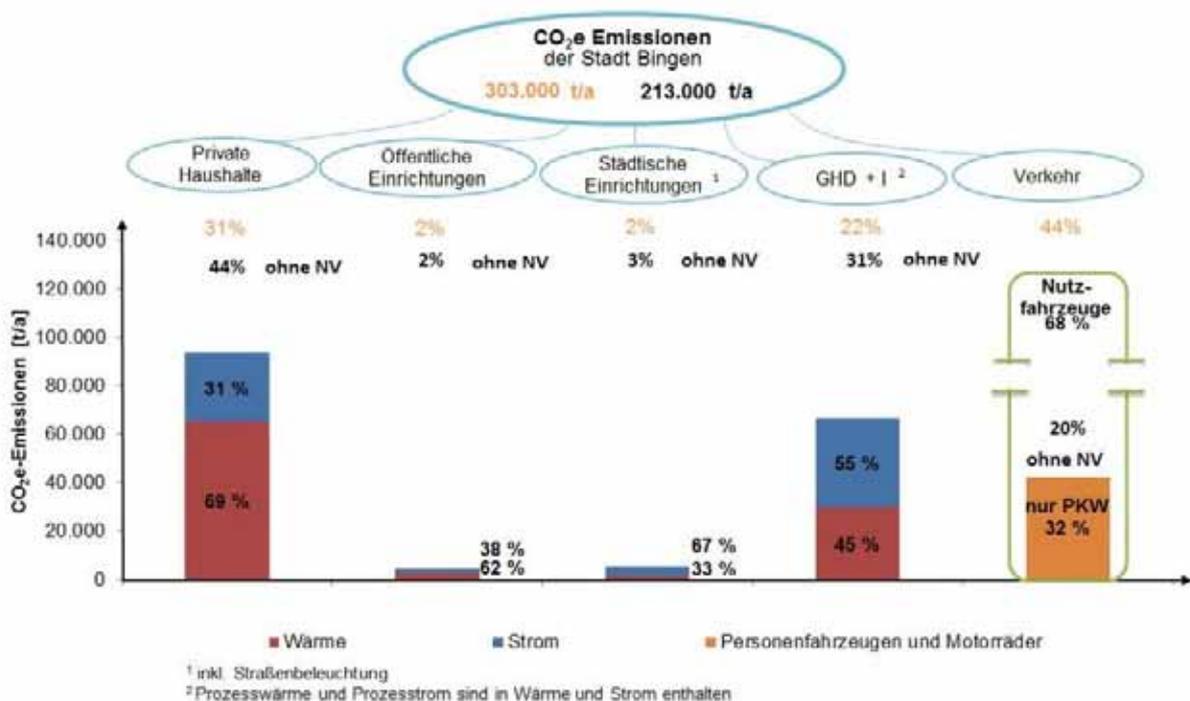


Abbildung 3-25 CO₂e-Bilanz nach Sektoren und Nutzung 2010

In der vorangegangenen Abbildung 3-25 sowie der nachstehenden Tabelle 3-14 ist gut zu erkennen, dass der Sektor Verkehr in Bingen am Rhein der größte Emittent an CO₂-Emissionen ist. Er ist für rund 44 % der Gesamtemissionen verantwortlich.

In der Abbildung 3-25 wurden ergänzend die Anteile der Sektoren an den Gesamtemissionen sowie die Gesamtemissionen ohne Nutzverkehr (Schriftfarbe Schwarz) dargestellt, da

der Einfluss der Stadt Bingen in diesem Sektor am geringsten sein dürfte. Ohne Betrachtung des Nutzverkehrs beträgt der Anteil des Verkehrs (Personenfahrzeuge und Krafträder) an den CO₂e-Emissionen 20 %. Der Sektor der privaten Haushalte hat analog zum Endenergieverbrauch mit 44 % den größten Anteil an den CO₂e-Emissionen, gefolgt vom Sektor GHD+I (31 %), städtischen Einrichtungen (3 %) und öffentlichen Einrichtungen (2 %).

Tabelle 3-14 Gesamtemissionsbilanz Bingen 2010

Sektor	Haushalte	Öffentliche Einrichtungen	Städtische Einrichtungen	GHD+I	Verkehr
	t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Wärme	64.900	2.830	1.800	30.000	
Strom	28.800	1.740	3.660	36.300	
Personenfahrzeuge und Motorräder					43.000
Nutzfahrzeuge					90.100
Summe	93.700	4.570	5.460	66.300	133.100

3.5 Energie- und CO₂e-Bilanz 1990

Bereits im Jahre 1994 wurde für das damalige rheinland-pfälzische Ministerium für Wirtschaft und Verkehr eine Modellstudie Energiekonzept von der Transferstelle Bingen (Transferstelle Bingen, 1994) erarbeitet und veröffentlicht.

Die damals erhobenen Daten stammen aus dem Zeitraum von 1987 bis 1993, vereinfacht wird im Weiteren von 1990 als Bezugsjahr gesprochen. Die Daten des Endenergieverbrauchs wurden übernommen. Lediglich die Emissionsbilanz musste dahingehend angepasst werden, dass nun die Bewertung der CO₂-Äquivalent-Emissionen (CO₂e-Emissionen) mit Kennwerten aus der Datenbank GEMIS (Öko-Institut, 2011) anstelle der damals verwendeten Kennwerte erfolgt, um einen Vergleich mit der heutigen Bilanz zu ermöglichen. Die spezifischen Emissionen elektrischer Energie wurden mit einem jahrestypischen (in diesem Fall mangels passenderem Wert von 1994) Emissionskennwert berechnet. Beim Strom unterscheidet sich der Kennwert maßgeblich vom heutigen, da damals nur marginale Anteile erneuerbarem Strom im Netz waren.

Die hier dargestellten Ergebnisse des Endenergieverbrauchs und der CO₂e-Emissionen zur Wärmenutzung des Bilanzjahres 1990 sind dem Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung entnommen.

Diese Wärme-Bilanzen wurden um den Stromverbrauch und den Sektor Verkehr ergänzt.

3.5.1 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Private Haushalte 1990

Wie im Kapitel Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung bereits erwähnt, basieren die Daten zum Endenergieverbrauch auf der Modellstudie Energiekonzept aus dem Jahr 1994 (kurz: Modellstudie) (Schaumann, Heinrich, Schuch, Braune, Hopp, & Pohl, 1994).

Der Sektor private Haushalte 1990 hatte einen Endenergieverbrauch von rund 256.000 MWh_f/a. Die dadurch bedingten CO₂e-Emissionen beliefen sich auf rund 110.000 t/a.

In der Modellstudie wurde der Stromverbrauch der Haushalte anhand von Angaben der beiden Versorgungsunternehmen Elektrizitätswerk Rheinhessen AG Worms (EWR) und der RWE Energie AG Regionalversorgung (RNK) ermittelt.

Der gesamte Stromverbrauch des Sektors private Haushalte der Stadt Bingen am Rhein belief sich auf rund 58.000 MWh_e/a.

Tabelle 3-15 Energie- und CO₂e-Bilanz private Haushalte 1990

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas RH	76.500	22.200
Erdgas Kochen	6.700	1.900
Strom (Speicherheizung)	13.900	10.300
Heizöl	98.900	37.200
Holz/Kohle	16.100	5.500
Strom (allgemein)	44.100	32.600
Summe	256.200	109.700

Mit rund 39 % war Heizöl der Energieträger mit dem größten Verbrauch. Erdgas folgte vor Strom mit einem Anteil von 33 %.

Endenergieverbrauch private Haushalte 1990

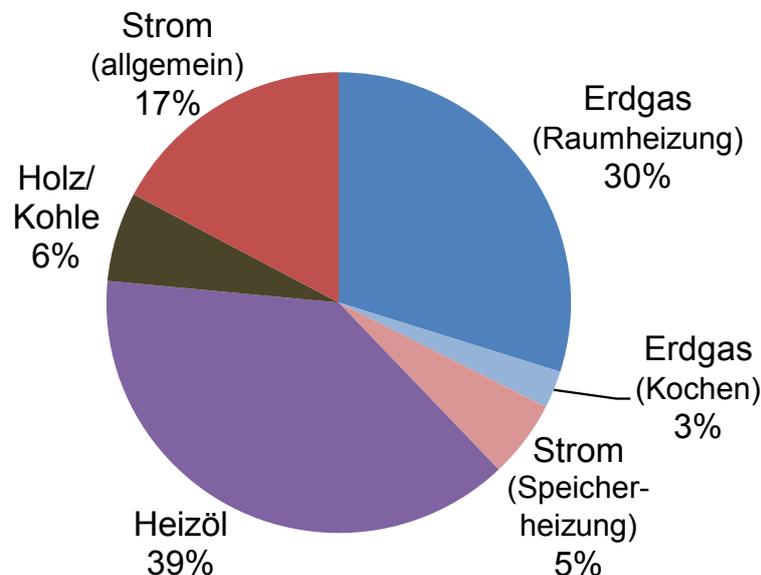


Abbildung 3-26 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern, Private Haushalte 1990

Rund 24 % des Stromverbrauches dieses Sektors wurde zur Raumwärmeerzeugung verwendet. Die verbleibenden 76 % verteilen sich auf andere Anwendungen.

Aus dem ermittelten Endenergieverbrauch der privaten Haushalte der Stadt Bingen am Rhein wird die CO₂e-Emissionsbilanz gebildet. In folgender Abbildung sind diese Emissionen auf die verschiedenen in Bingen verwendeten Energieträger aufgeteilt dargestellt. Die Kennwerte der CO₂e-Emissionen stammen alle, bis auf den Kennwert für elektrischen Strom, aus

der aktuellen Datenbank GEMIS (Öko-Institut, 2011). Für die CO₂e-Emissionen für den Kraftwerksmix der Bundesrepublik Deutschland 1994, war in der Ausgabe GEMIS 2.1 ein Emissionskennwert zu finden, der hier zur Bilanzierung eingesetzt wurde. Für die restlichen Energieträger waren die Kennwerte nicht in der benötigten Schärfe vorhanden und es musste auf die neueren Kennwerte zurückgegriffen werden. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass sich die Kennwerte in dieser Zeit nicht zu stark geändert haben.

Aus der Berechnung der CO₂e-Emissionen ergibt sich, dass der Sektor private Haushalte in Bingen am Rhein 107.900 t/a in 1990 emittierte.

Der größte Emittent von CO₂e-Emissionen war mit rund 36 % im Jahr 1990 Heizöl mit 37.200 t/a.

3.5.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Öffentliche Einrichtungen 1990

Bei der Datenlage aus der Modellstudie ist es leider nicht möglich, zwischen Einrichtungen der Stadt Bingen am Rhein und weiterer öffentlicher Träger, wie bei der Energie und CO₂e-Emissionsbilanz 2010, zu unterscheiden. Aus diesem Grund wurden sie gemeinsam betrachtet.

Die Ergebnisse des Endenergieverbrauchs zur Raumheizung sind der Modellstudie Energiekonzept entnommen. Die Stromverbrauchswerte wurden ebenfalls im Rahmen der Erstellung der Modellstudie Energiekonzept direkt bei den Einrichtungen angefragt.

Tabelle 3-16 Energie- und CO₂e-Bilanz öffentliche Liegenschaften 1990

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh/a	t/a
Erdgas	19.300	5.600
Heizöl	12.900	4.900
Strom	9.200	6.800
Summe	41.400	17.300

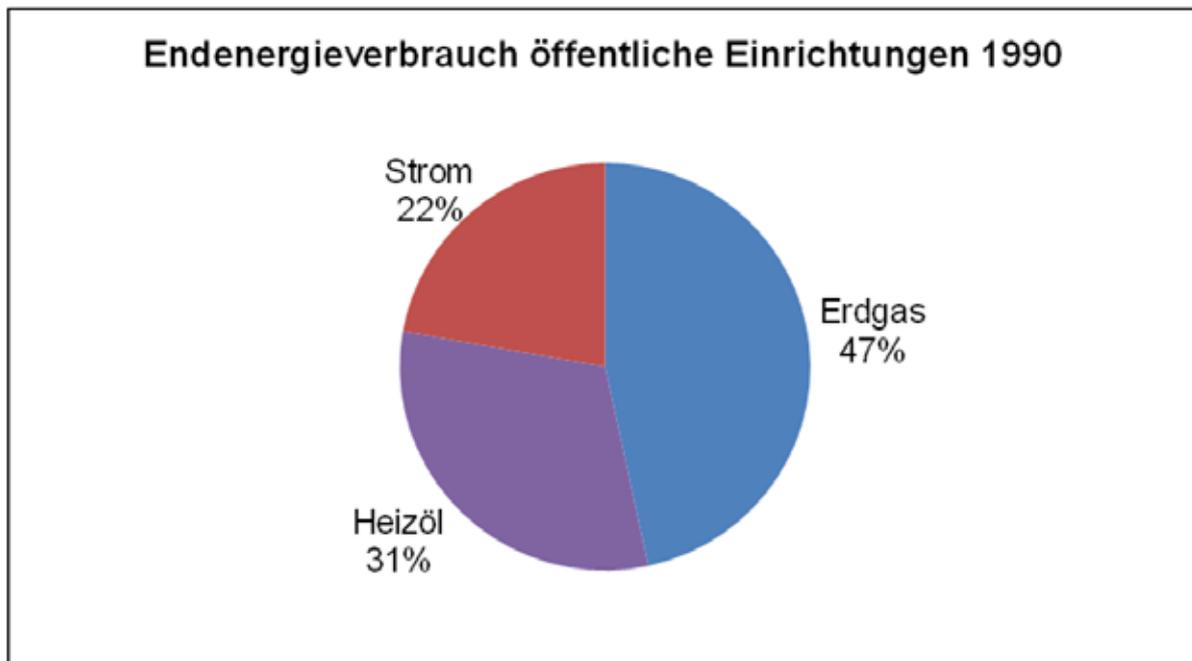


Abbildung 3-27 Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen nach Energieträger 1990

CO₂e-Emissionen öffentliche Einrichtungen 1990

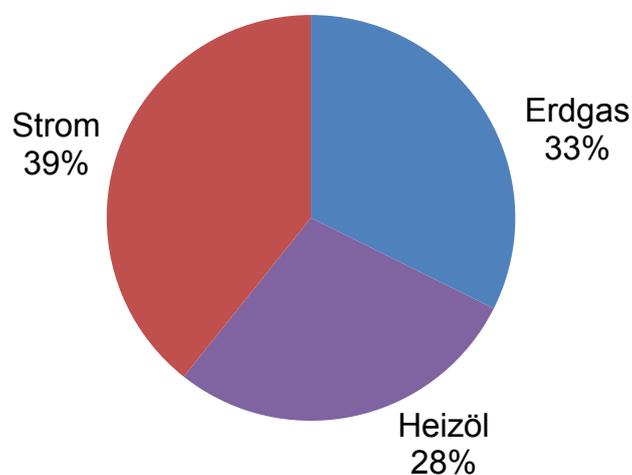


Abbildung 3-28 Aufteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger öffentliche Einrichtungen 1990

In der Modellstudie Energiekonzept wurde keine Erfassung des Stromverbrauchs der Straßenbeleuchtung durchgeführt. Um hier eine Abschätzung treffen zu können, wurde anhand typischer Straßenleuchten und Brenndauer ein Verbrauch abgeschätzt und in der Bilanzierung berücksichtigt.

Im Bereich der öffentlichen Einrichtungen nahm im Jahr 1990 der Endenergieträger Erdgas den größten Anteil ein.

Im Bereich des Stromverbrauches der öffentlichen Einrichtungen ist anzumerken, dass keine Angaben über den Verbrauch der Straßenbeleuchtung für das Stadtgebiet in der Modellstudie Energiekonzept zu finden sind. Aus diesem Grund muss eine Abschätzung des Verbrauchs von 1990 stattfinden.

Dazu wird mit Erfahrungswerten zur Anzahl der Lichtpunkte je Einwohner die Gesamtzahl für die Straßenbeleuchtung ermittelt. Es wird angenommen, dass 1990 überwiegend Quecksilberdampflampen in der Straßenbeleuchtung vorhanden waren und sie elf Stunden Brenndauer pro Nacht aufwiesen. Daraus resultieren rund 2.400 MWh_{el}/a als Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung.

Tabelle 3-17 Stromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen 1990

Zuordnung Stromverbrauch	Endenergieverbrauch MWh _{el} /a
Strom (allgemein)	6.800
Strom (Straßenbeleuchtung)	2.400
Summe	9.200

Somit hat allein der Stromverbrauch für den Betrieb der Straßenbeleuchtung einen Anteil von 26 % am Gesamtstromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen.

3.5.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz GHD und Industrie 1990

Wie in den vorangegangenen Kapiteln wurde hier der Endenergieverbrauch zur Raumwärme- und Prozesswärmeerzeugung aus der Modellstudie Klimaschutzkonzept sowie aus dem Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung entnommen.

Tabelle 3-18 Energie- und CO₂e-Bilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistung+ Industrie 1990

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh/a	t/a
Erdgas	20.000	5.800
Heizöl	64.000	24.100
Strom	56.100	41.400
Summe	140.100	71.300

Endenergieverbrauch GHD + I 1990

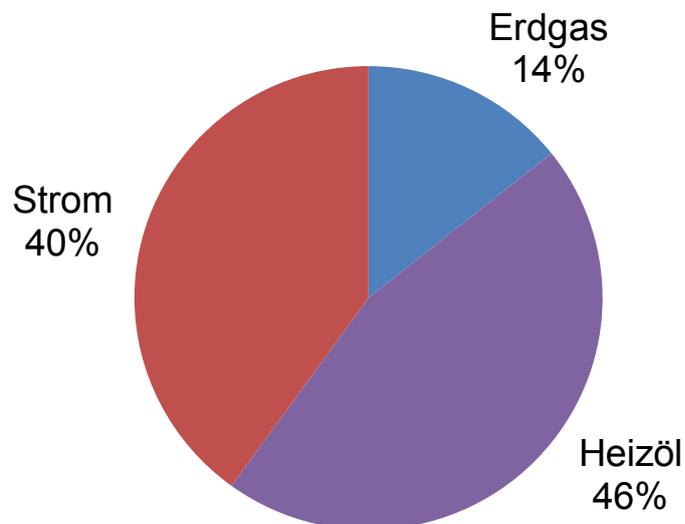


Abbildung 3-29 Endenergieverbrauch GHD+I 1990

Im Sektor GHD mit Industrie war im Jahr 1990 ebenfalls wie in den privaten Haushalten Heizöl der meistgenutzte Energieträger. Erdgas spielte im Vergleich zu heute (Bilanz 2010) eine geringere Rolle.

CO₂e-Emissionen GHD + I 1990

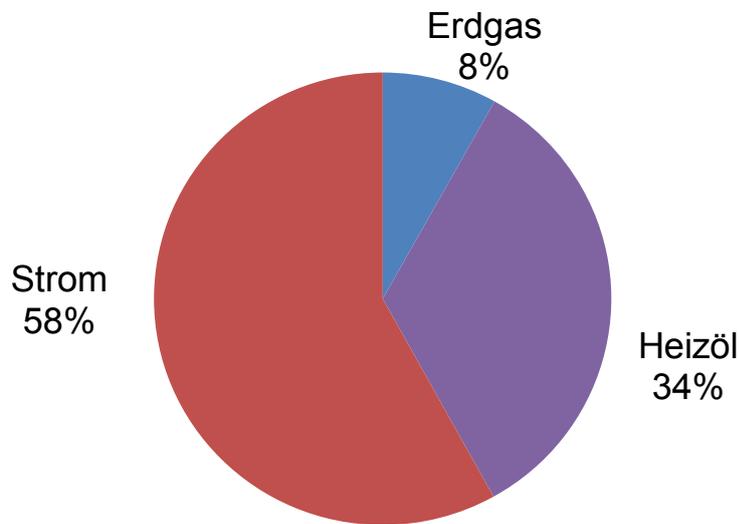


Abbildung 3-30 Aufteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger GHD+I 1990

3.5.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr 1990

Die Grundlagendaten zur Bilanzierung der verkehrsbedingten Emissionen im Jahr 1990 für Bingen am Rhein stammen vom Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz. Die dortige Fahrzeugstatistik enthält alle in der Kommune gemeldeten Fahrzeuge im Jahr 1990 aufgeteilt in die Fahrzeugart (PKW, Motorrad, LKW, etc.). Im Gegensatz zur Statistik der Zulassungsstelle für 2010 sind 3,5-Tonner nicht erfasst. Fahrzeuge der Landwirtschaft sind damals der Klasse der Zugmaschinen zugeordnet gewesen. Eine Aufteilung nach den Antriebsvarianten (Benzin, Diesel, Hybrid, etc.) liegt für 1990 nicht vor. Aus diesem Grund wurde die vereinfachende Annahme getroffen, dass es sich bei allen Lastkraftwagen sowie bei allen Linienbussen um Dieselfahrzeuge und bei den Krafträdern ausschließlich um Benziner handelt. Die Aufteilung nach den Antriebsvarianten Diesel und Benzin wurde für Personenkraftwagen auf Basis einer Statistik über den Anteil an Dieselfahrzeugen am Gesamtbestand der erfassten PKWs 1990 des Deutschen Institutes für Luft- und Raumfahrt (DLR) vorgenommen, wobei alle anderen Antriebsvarianten vernachlässigt wurden. Es ergibt sich somit bei PKW eine Verteilung von 88 % Benziner und 12 % Diesel-Fahrzeuge (Pehnt, 2001).

Über durchschnittliche Fahrleistungen der verschiedenen Fahrzeugarten ergeben sich die dem Bilanzierungsgebiet zuzurechnenden Gesamtfahrleistungen. Hier wurde aufgrund mangelnder Daten aus dem Jahre 1990 die Annahme getroffen, die Fahrleistungen seien dieselben, wie im Jahr 2011. Damit wird der Fokus der Betrachtung mehr auf die Effizienz der Fahrzeugtechnik gelegt. Die Änderungen des Fahrverhaltens aus sozialen oder ökonomischen Gründen lassen sich zudem nur wenig beeinflussen. Die Fahrleistungen und Emissionskennwerte stammen aus der Umweltdatenbank GEMIS (Öko-Institut, 2011). Die verwendeten Werte können der Verkehrsbilanzierung aus dem Anhang entnommen werden.

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch des PKW-Bestandes pro 100 km sank seit 1991 um durchschnittlich 0,1 Liter pro Jahr. Im gesamten Zeitraum 1991-2008 konnte der Durchschnittsverbrauch um 1,7 Liter pro 100 km gesenkt werden.

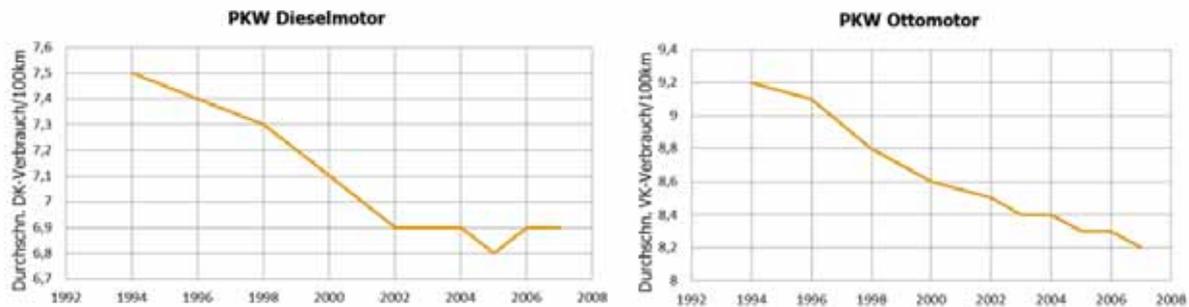


Abbildung 3-31 Entwicklung des Verbrauch von Diesel- und Ottomotoren.
nach Daten des (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, 2008)

Das Bilanzierungsverfahren wird methodisch in Anlehnung an die Bilanzierung des Verkehrs für 2010 durchgeführt.

Im Jahr 1990 waren in Bingen am Rhein insgesamt 13.547 Fahrzeuge zugelassen. Tabelle 3-19 zeigt die Verteilung der Fahrzeuge auf die unterschiedlichen Klassen.

Tabelle 3-19 Energie-/Emissionsbilanz Sektor Verkehr 1990

Antriebsvariante	Anzahl	Fahrleistung	Gesamtverbrauch	Energieverbrauch	Emissionen
	Stück	Mio.km/a	Mio.l/a	MWh/a	tCO ₂ e/a
PKW	11.914	100	13	83.600	30.400
Krafträder	475	2	< 1	900	300
LKW bis 3,5t	-	-	-	-	-
LKW bis 12t	536	40	5	52.900	24.700
Zugmaschinen	609	70	25	233.400	82.400
landw. Zugmaschinen	-	-	-	-	-
Linienbus	13	1	< 1	1.700	500
Summe	13.547	200	43	372.500	138.300

Im Jahr 1990 betrug der Endenergieverbrauch aller Fahrzeugklassen ca. 372.500 MWh/a. Die CO₂e-Emissionen im Sektor Verkehr betragen rund 138.000 t/a.

Gegenüber dem Jahr 1990 stieg die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge um knapp 3.400 Stück an, was vor allem auf eine Zunahme in den Klassen PKW und Motorrad zurückzuführen ist.

Die prozentualen Anteile des Endenergieverbrauchs der jeweiligen Fahrzeugklassen im Jahr 1990 ist nachfolgend in Abbildung 3-32 dargestellt. Der Großteil des Energieverbrauchs entfällt auf Zugmaschinen (63 %), gefolgt von PKW (22 %) und LKW bis 12 t (14 %).

Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugart 1990

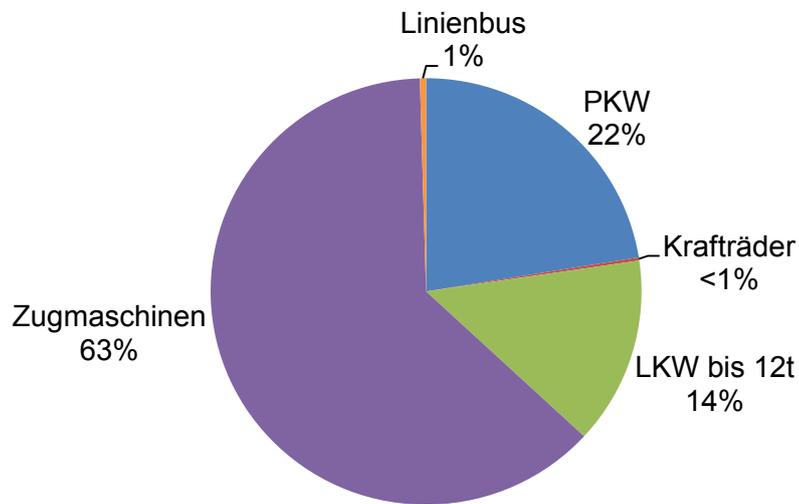


Abbildung 3-32 Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugart 1990

CO₂e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugart 1990

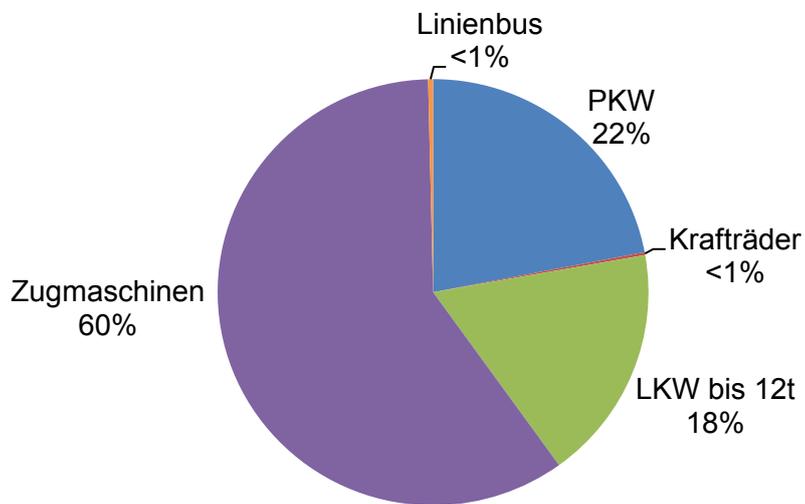


Abbildung 3-33 CO₂e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugart 1990

3.5.5 Zusammenfassung Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz 1990

Aus den Energiebilanzen der einzelnen Sektoren, wird die Gesamtenergiebilanz der Stadt Bingen am Rhein für das Jahr 1990 gebildet.

Hierfür wird der ermittelte Verbrauch der einzelnen Energieträger über alle Sektoren addiert und in Tabelle 3-20 als Summe dargestellt.

Tabelle 3-20 Gesamtenergie- und -emissionsbilanz 1990

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh/a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas	122.500	35.600
Heizöl	175.800	66.100
Holz/Kohle	16.100	5.500
Strom	125.700	92.900
Benzin	69.800	25.600
Diesel	302.600	112.700
Gesamt	812.500	338.400

Gesamtverteilung Energieträger 1990

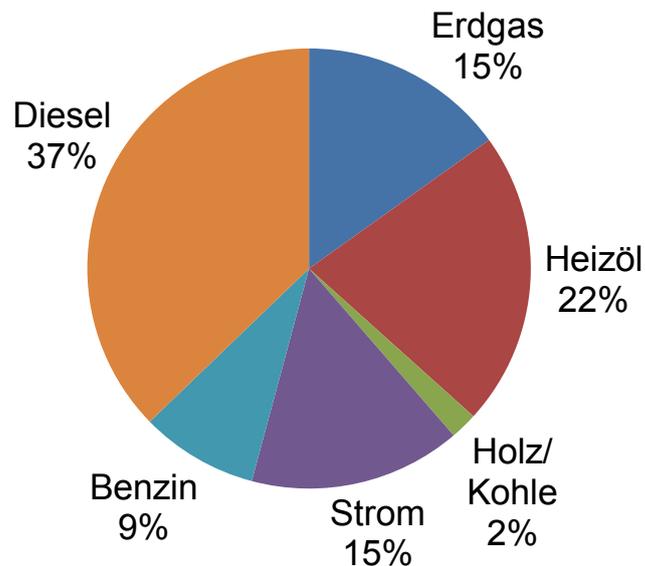


Abbildung 3-34 Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz 1990

CO₂e-Emissionen, Gesamtbilanz 1990

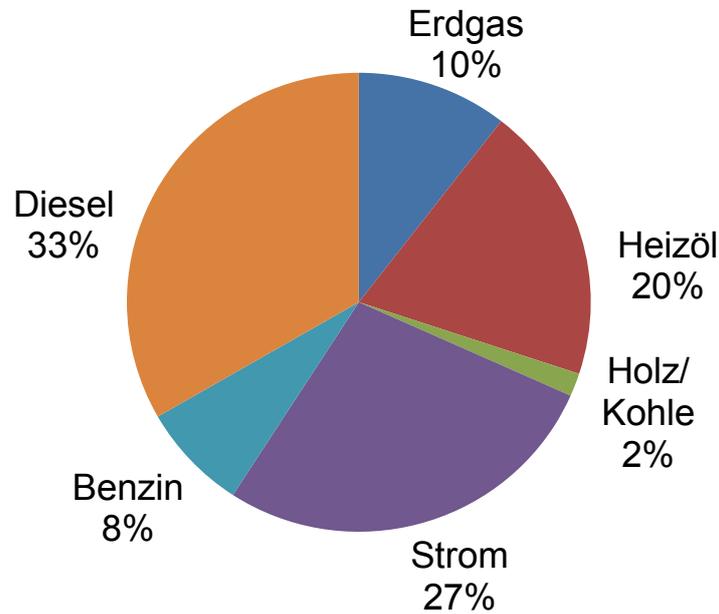


Abbildung 3-35 CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz 1990

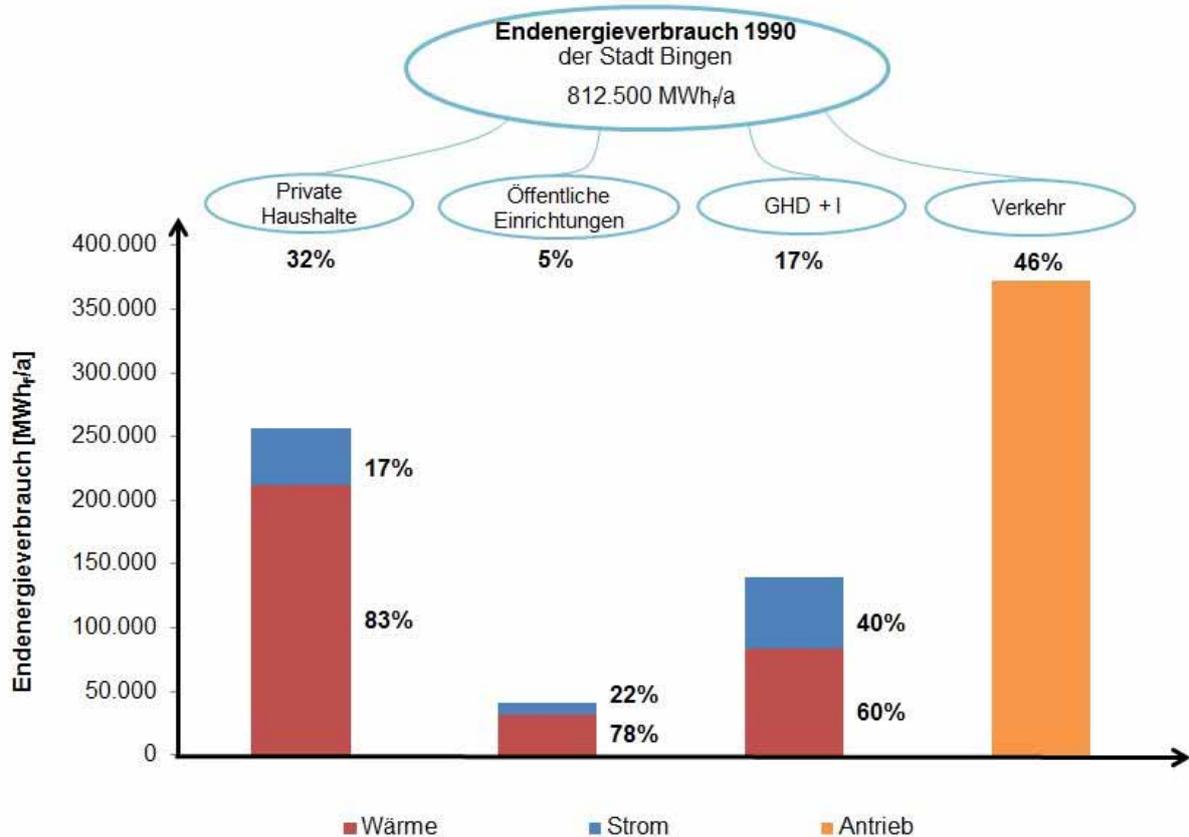


Abbildung 3-36 Vergleich Endenergieverbrauch nach Sektoren und Nutzung – Referenzjahr 1990

Erfahrungsgemäß stellen die privaten Haushalte den größten Endenergieverbraucher dar, wenn der Verkehr ausgeklammert wird. Da in Bingen am Rhein kaum Industrie vertreten ist,

liegt ein vergleichsweise niedriger produktionsbedingter Endenergieverbrauch vor. Die öffentlichen Einrichtungen stellen zwar den Sektor mit dem geringsten Anteil dar, jedoch handelt es sich bei den Liegenschaften wie z. B. Schulen und Verwaltungsgebäude um Großverbraucher.

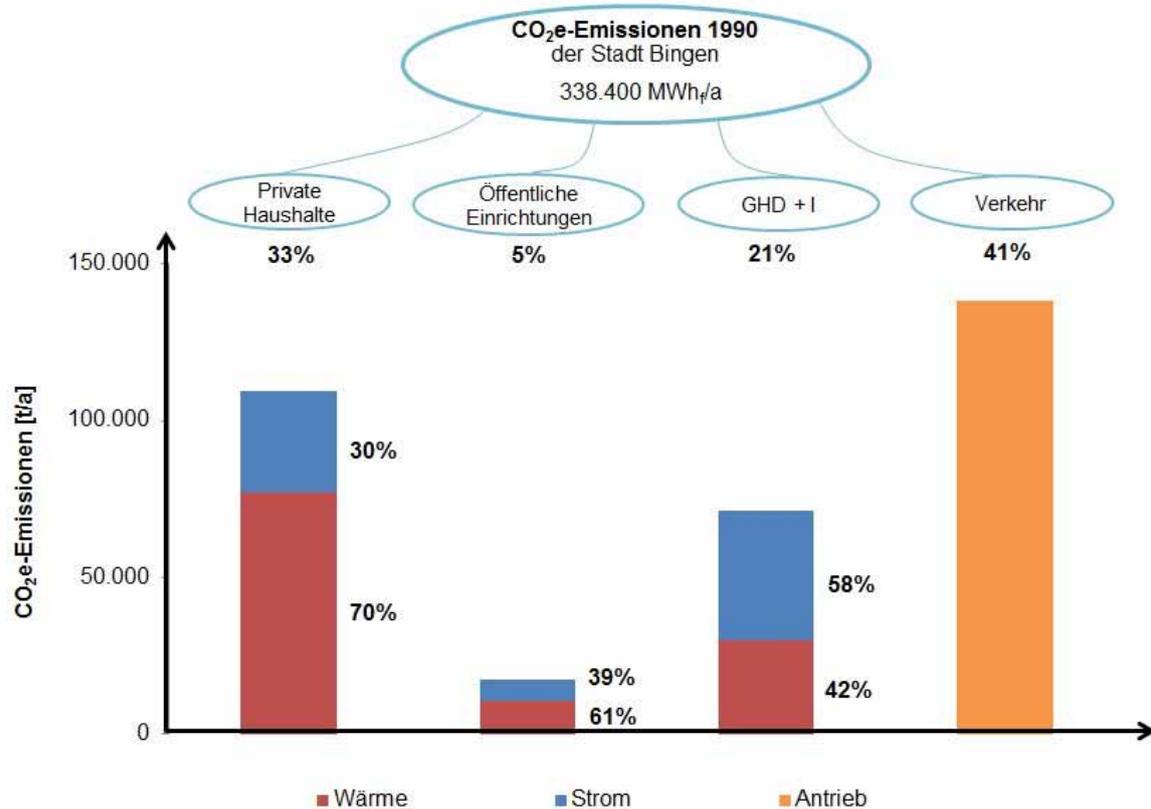


Abbildung 3-37 CO₂e-Emissionen nach Sektoren und Nutzung – Referenzjahr 1990

Erwartungsgemäß zeigt sich ein ähnliches Bild wie im Diagramm des Endenergieverbrauchs, weil überwiegend fossile Energieträger mit entsprechend hohen CO₂e-Faktoren zum Einsatz kommen.

3.6 Vergleich der Gesamtenergie- und CO₂e-Emissionsbilanz 1990 und 2010

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Bilanzen der Jahre 1990 und 2010 gegenüber gestellt, um eine Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der dadurch entstehenden CO₂e-Emissionen der letzten Jahre aufzuzeigen.

Zu beachten ist, dass durch eine Änderung des Gebäudebestandes (Zubau und Abriss von Gebäuden), Änderung der Einwohnerentwicklung (Zuwachs um 1,7 % Einwohner gegenüber 1990²), Änderungen im Sektor Gewerbe (unter anderem Ansiedlung von Logistikunternehmen) sowie Änderungen im Bereich Verkehr (Bingen als überregionaler Logistikstandort) nicht exakt dieselbe Ausgangssituation zur Bilanzierung gegeben ist.

Tabelle 3-21 Vergleich Endenergie- und CO₂e-Emissionsbilanz 1990 und 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch		CO ₂ e-Emissionen	
	MWh/a		t/a	
	1990	2010	1990	2010
Erdgas	122.500	192.600	35.600	55.800
Heizöl	175.800	71.000	66.100	26.800
Flüssiggas	-	300	-	100
Pflanzenöl	-	700	-	200
Kohle	8.100	700	5.400	300
Scheitholz	8.100	710	200	20
Holzpellets	-	1.600	-	40
Holzhackschnitzel	-	900	-	20
Solarthermie	-	500	-	20
Strom (Wärmeversorgung)	13.900	18.600	10.300	12.000
Strom (Kälteversorgung)	-	6.500	-	4.200
Strom (allgemein)	111.800	109.500	82.600	70.500
Benzin	69.800	65.100	25.600	23.900
Diesel	302.600	293.700	112.700	108.700
LPG	-	1.200	-	400
Summe	812.500	763.600	338.400	303.000

² Quelle: Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Bevölkerungsentwicklung 1963 bis 2011; abrufbar unter: <http://www.infothek.statistik.rlp.de/neu/MeineHeimat/zeitreihe.aspx?l=3&id=3537&key=0733900005&kmaid=2405&zmaid=939&opic=2&subject=21> (abgerufen am 26.12.2012).

Sowohl der Endenergieverbrauch als auch die CO₂e-Emissionen sind im Jahr 2010 im Vergleich zum Jahr 1990 zurückgegangen.

Der Endenergieverbrauch ging von 812.500 auf 763.600 MWh/a zurück, was einem Rückgang von 6 % entspricht. Die CO₂e-Emissionen sanken um rund 10 % von 338.400 t/a im Jahr 1990 auf 303.000 t/a im Jahr 2010. Im energetischen Bereich ist der Rückgang der CO₂e-Emissionen um 10 % in den vergangenen 20 Jahren vor allem durch die Verbesserung der Anlagenwirkungsgrade, Dämmung der Gebäude sowie den Einsatz von Energieträgern mit geringeren spezifischen CO₂e-Emissionen zu erklären. Der größere Rückgang der CO₂e-Emissionen (im Vergleich zum Endenergieverbrauch) ist im Wesentlichen auf den höheren Anteil von Erneuerbaren Energien im lokalen Stromnetz (Bundeswerte!) zurück zu führen.

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs der jeweiligen Energieträger zwischen 1990 und 2010 geht aus Abbildung 3-38 hervor.

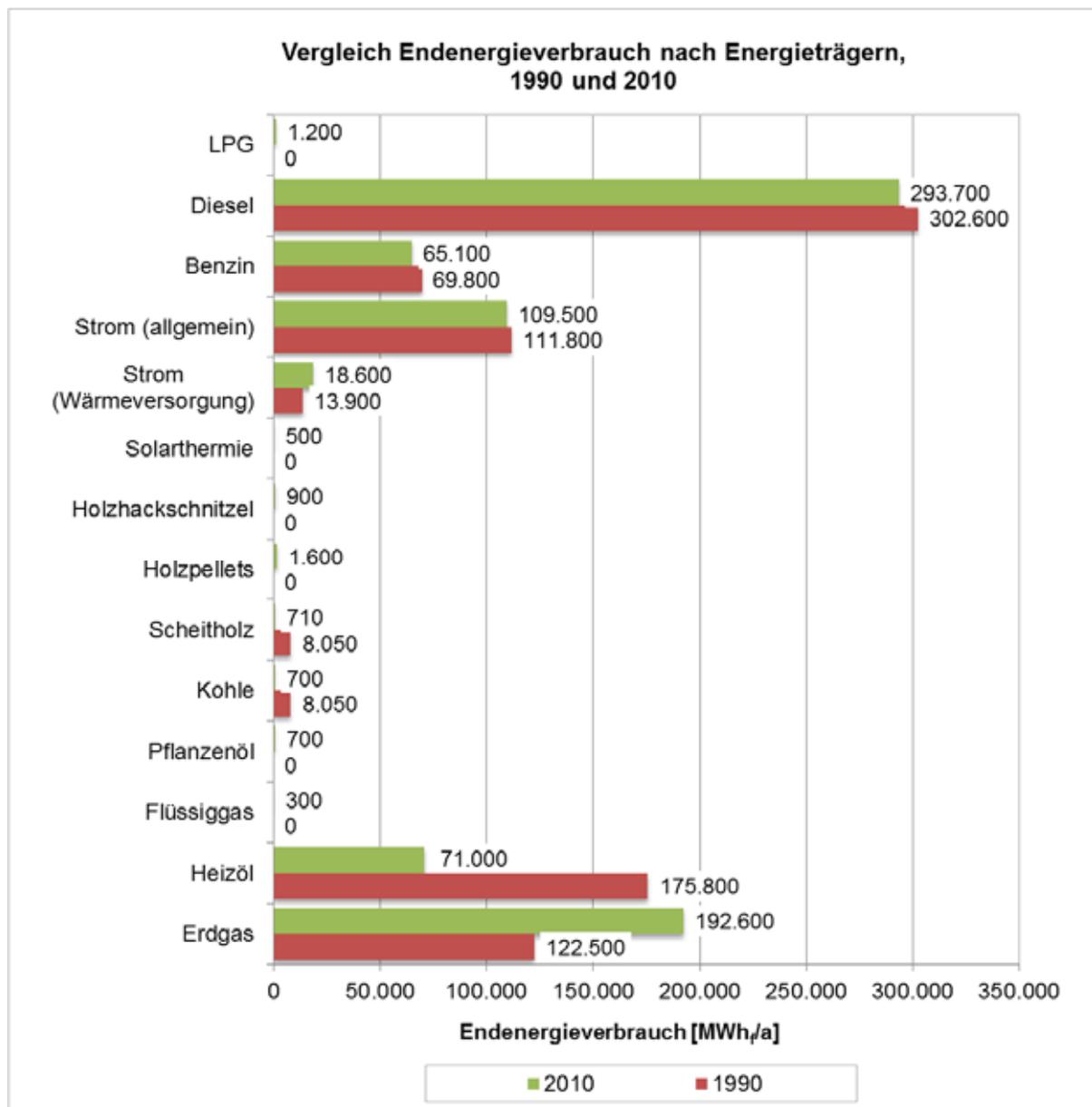


Abbildung 3-38 Vergleich Endenergieverbrauch nach Energieträgern, 1990 und 2010

Auffällig ist vor allem der deutliche Rückgang des Heizölverbrauchs zugunsten von Erdgas als mittlerweile dominierender Energieträger, bedingt durch den vollständigen Erdgasnetzausbau in Bingen.

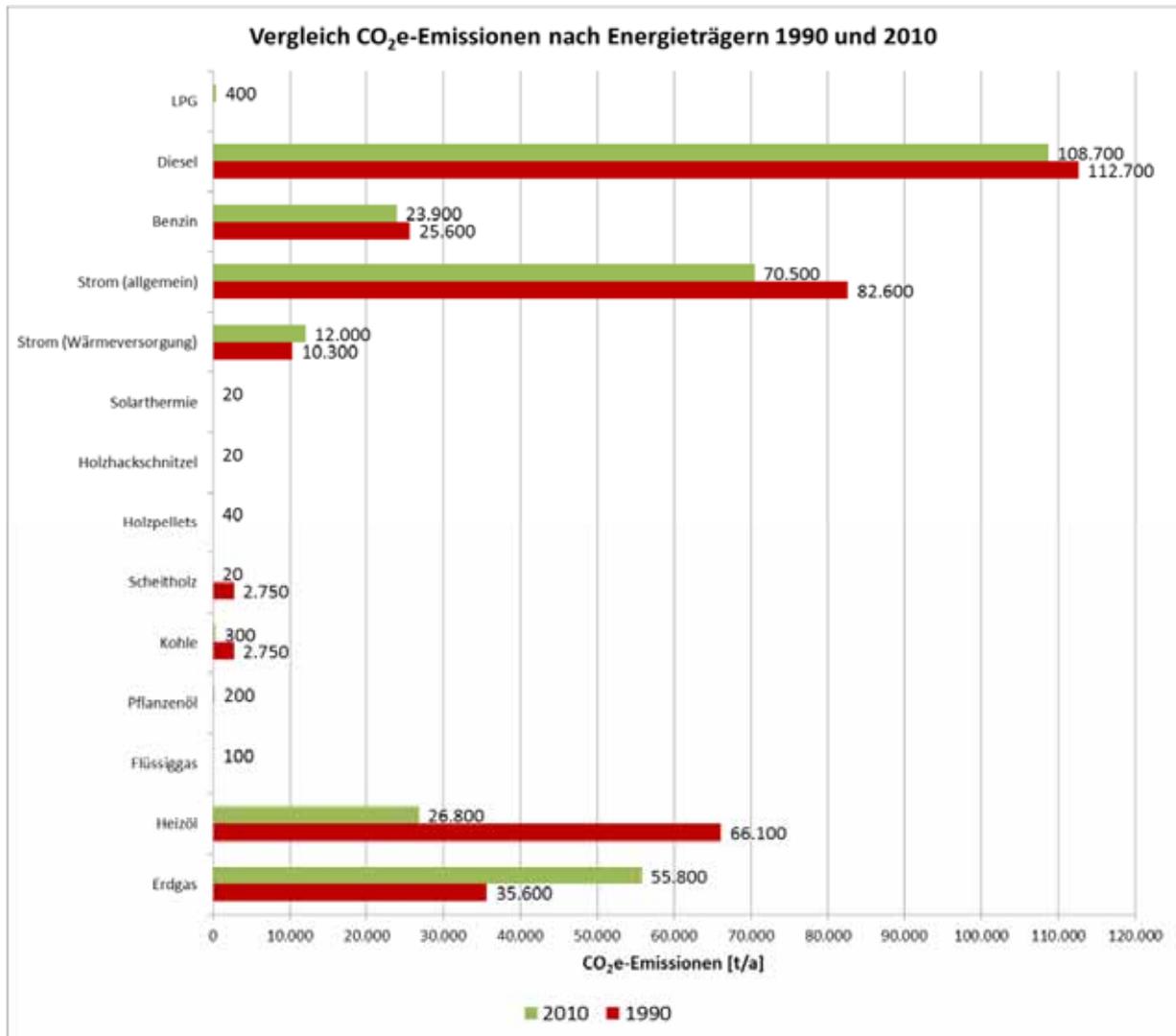


Abbildung 3-39 Vergleich CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, 1990 und 2010

Die Entwicklung der CO₂e-Emissionen nach Energieträgern zwischen 1990 und 2010 geht aus der Abbildung 3-39 hervor.

Neben dem Rückgang von CO₂-Emissionen bedingt durch die Substitution von Heizöl durch den Energieträger Erdgas, ist weiterhin auffällig, dass durch den vermehrten Einsatz energieeffizienterer und energiesparender Elektrogeräte sowie verändertes Nutzerverhalten die CO₂-Emissionen beim allgemeinen Stromverbrauch zurückgegangen sind.

4 Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung – Energie und CO₂e-Bilanzierung

4.1 Energie und CO₂e-Emissionsbilanz (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Als Grundlage werden für die Energie und CO₂e-Emissionsbilanz im Untersuchungsgebiet Stadt Bingen zunächst die Art und Menge der eingesetzten Energieträger ermittelt. Die Ermittlung der Daten wird jeweils für die Sektoren private Haushalte, öffentliche Liegenschaften sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie vorgenommen. Sofern konkrete Verbrauchsdaten verfügbar waren, wurden diese zur Bilanzierung herangezogen, wo die Datelage keine Aussage zuließ wurde mit typischen Verbrauchskennwerten gearbeitet.

Weiterhin wird eine Analyse der vorhandenen Wärmeinfrastruktur zur Ermittlung der eingesetzten Energieträger vorgenommen.

Die Ermittlung des Gesamtwärmebedarfs einer Stadt stellt sich schwierig dar, da neben konkreten Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger wie Erdgas und Strom auch ein komplexer Mix aus nicht leitungsgebundenen Energieträgern zur Beheizung zum Einsatz kommt.

Alle Stadtteile der Stadt Bingen am Rhein sind an das Erdgasnetz angeschlossen. Des Weiteren existiert seit 2008 ein Nahwärmenetz im Stadtteil Budesheim, welches das Neubaugebiet Bubenstück, den Campus der Fachhochschule Bingen in Budesheim sowie das Garten- und Friedhofsamt mit Wärme aus einem Erdgas-BHKW, einem Holzhackschnitzelkessel und einem Heizölkessel in der Spitzenlast versorgt.



Abbildung 4-1 Schematische Darstellung des Nahwärmenetzes im Neubaugebiet Bubenstück – Bingen/Budesheim

Anhand des aus den Konzessionsabgabebescheiden der Jahre 2006 bis 2008 ermittelten Erdgasverbrauchs und deren Aufschlüsselung nach Nutzergruppen für das Jahr 2007, die die RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH (Stadtwerke Bingen, 2011) als alleiniger Erdgasnetzbetreiber der Stadtverwaltung zur Verfügung stellt, kann der Anteil dieses Energieträgers für die einzelnen Sektoren ermittelt werden.

Ähnlich verhält es sich mit dem Stromverbrauch der Stadt Bingen, der zur Beheizung eingesetzt wird. Auch hier stellen die beiden Stromnetzbetreiber, EWR Netz GmbH (EWR Netz GmbH, 2011) und die RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH (Stadtwerke Bingen am Rhein, 2011), die Konzessionsabgabebescheide sowie eine eigene Aufteilung des Stromverbrauchs nach Nutzergruppen der Stadtverwaltung zur Verfügung.

Für die Aufstellung der CO₂e-Emissionsbilanz werden Emissionskennwerte nach GEMIS (Öko-Institut, 2011) herangezogen. Die Tabelle mit den jeweiligen Energieträgern zugeordneten Kennwerten ist im Anhang IV „Emissionskennzahlen“ aufgeführt.

4.1.1 Energie- und CO₂e-Bilanz für private Haushalte (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Der Sektor der privaten Haushalte ist erfahrungsgemäß der größte Endenergieverbraucher im Bereich Wärme und dadurch bedingt auch der größte Emittent an CO₂e-Emissionen.

Wie sich der Energieverbrauch und die CO₂e-Emissionen bei dem Sektor private Haushalte aufteilen und welche Rolle hierbei die fossilen Energieträger spielen, wird nachfolgend analysiert.

4.1.1.1 Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung Privathaushalte (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Der Nutzenergiebedarf der privaten Haushalte kann nur näherungsweise bestimmt werden, da hier keine detaillierten Verbrauchsdaten vorliegen.

Die Aufteilung der Energieträger wird unter Verwendung der Feuerstättenstatistik der Bezirksschornsteinfeger, Konzessionsabgabebescheide (2007-2010), sowie eine Aufteilung des Erdgas und Stromverbrauches auf Sektoren der Netzbetreiber für das Strom- und Erdgasnetz vorgenommen.

Anhand der Feuerstättenstatistik der zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister der vier Kehrbezirke (Pongratz, Fritsch, Sturm, & Mehlem, 2011) in der Stadt Bingen kann die Heizungsstruktur eingeschätzt werden. Hierfür stellten die Bezirksschornsteinfegermeister Daten über Energieträger, Anlagenanzahl, Leistung und Alter der Anlagen zur Verfügung. Des Weiteren gaben sie eine Einschätzung über den Anteil der zentralen Trinkwassererwärmung und der Einzelraumfeuerungsstätten im Stadtgebiet.

Daten über Anzahl und Art sowie Leistung jener Anlagen, die erneuerbare Energien nutzen und über das Marktanreizprogramm bezuschusst wurden, stellt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2011) zur Verfügung. Hierbei handelt es sich um folgende Erneuerbare-Energien-Anlagen: Solarthermie, mechanisch beschickte Bioenergieanlagen und Wärmepumpenanlagen.

Der Anteil der Heizungsanlagen, die mit Strom betrieben werden, ist in Bingen nicht unbedeutend. Um diesen Verbrauch einschätzen zu können, stellten die beiden Versorgungsbetreiber EWR Netz GmbH (EWR Netz GmbH, 2011) und RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH (Stadtwerke Bingen am Rhein, 2011), die Stromverbrauchsdaten für Speicherheizungen und Wärmepumpen zur Verfügung.

Aus all diesen Daten lassen sich schließlich die anteilige Verteilung der Energieträger und der Endenergieverbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung näherungsweise bestimmen.

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs auf die einzelnen Energieträger ist Tabelle 4-1 zu entnehmen.

Tabelle 4-1 Aufteilung Endenergieverbrauch zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung private Haushalte 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch Heizung	Endenergieverbrauch Warmwasser	Endenergieverbrauch Summe
	MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a
Erdgas	118.800	16.000	134.800
Heizöl	47.300	6.200	53.500
Kohle	700	0	740
Scheitholz	700	10	710
Holzpellets	1.000	100	1.100
Strom (Speicherheizung)	7.800	-	7.800
Elektr. Trinkwassererwärmung (WW-Boiler)	-	50	50
Solarthermie	300	200	500
Strom (Wärmepumpe)	300	40	340
Summe	176.900	22.600	199.500

Der Gesamtendenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung (Haushalte) für alle Stadtteile der Stadt Bingen beträgt 199.500 MWh_f/a. Den größten Anteil daran hat Erdgas, gefolgt von Heizöl und Strom.

Die prozentuale Verteilung der eingesetzten Energieträger wird in Abbildung 4-2 verdeutlicht.

Verteilung Endenergieverbrauch private Haushalte 2010

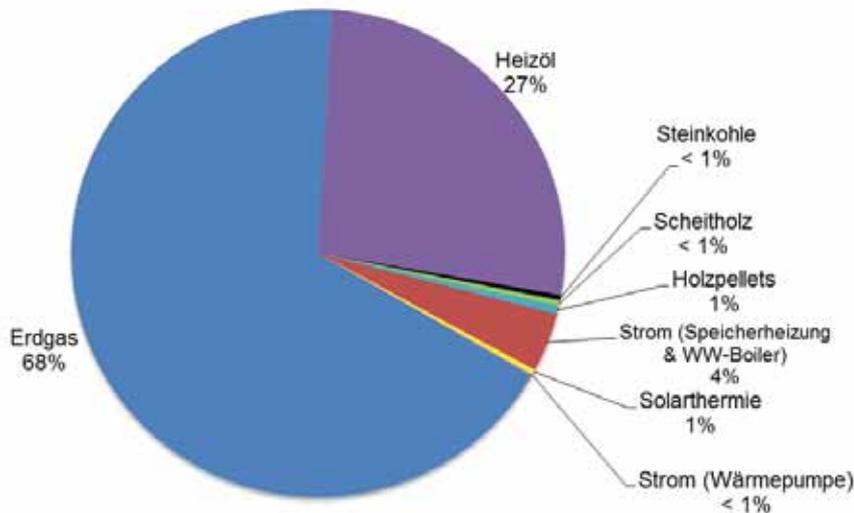


Abbildung 4-2 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch, Raumheizung und Trinkwassererwärmung in privaten Haushalten (Teilkonzept Wärme)

Der im Sektor private Haushalte am häufigsten eingesetzte Energieträger Erdgas hat einen Anteil von 68 % am Gesamtenergieverbrauch, auf Heizöl entfallen 27 %. Die verbleibenden Energieträger haben lediglich einen Anteil von 1 % oder weniger. Regenerative Energieträger wie Biomasse oder Solarenergie haben daher nur einen verschwindend geringen Anteil an der Wärmeerzeugung.

Um den Endenergieverbrauch auf die Stadtteile aufteilen und in einem späteren Schritt die Einsparpotenziale ermitteln zu können, wird eine Siedlungszellenstrukturanalyse durchgeführt. Sie wird repräsentativ für den Stadtteil Büdesheim erstellt und auf die übrigen Stadtteile übertragen. Bei der Siedlungszellenstrukturanalyse werden Gebäudetyp, Bebauungsdichte und Baualtersklassen erfasst und Straßenzüge oder Gebiete mit ähnlicher Bebauung zu Clustern zusammengefasst. Anhand von nutzflächenbezogenen Energiebedarfskennwerten kann dann der Nutzenergiebedarf zur Raumheizung abgeschätzt werden.

Im Anhang VIII „Karten Siedlungszellenanalyse“ ist die Einteilung der Siedlungszellen in den jeweiligen Stadtteilen der Stadt Bingen grafisch dargestellt.

Mit Hilfe des von der Stadtverwaltung Bingen (Stadtverwaltung Bingen, 2011) zur Nutzung im Rahmen des vorliegenden Konzeptes überlassenen digitalisierten Liegenschaftskatasters wird die Bruttogrundfläche der jeweiligen Siedlungszelle ermittelt. Im nächsten Schritt muss hieraus die Nutzfläche abgeschätzt werden, um schließlich den Energiebedarf bestimmen zu können.

Zunächst werden im Rahmen einer Ortsbegehung Fotografien von Gebäuden erstellt, die Fotos ausgewertet und daraus eine durchschnittliche Geschoszahl abgeleitet. Unter Verwendung von Umrechnungsfaktoren aus der Energieeinsparverordnung 2009 (Ornth,

Wolfgang, 2009) kann so die Nutzfläche der Siedlungszellen näherungsweise bestimmt werden.

Der Nutzenergiebedarf zur Raumheizung wird schließlich anhand der zuvor ermittelten Nutzfläche sowie mit Hilfe von Energiebedarfskennwerten aus der Gebäudetypologie Dortmund (ebök, 2005) abgeschätzt, wobei ein der Siedlungszelle entsprechender energetischer Modernisierungsstand zu berücksichtigen ist. Diese Methode wird auf alle Siedlungszellen angewandt und auf diese Weise der Nutzenergiebedarf zur Raumheizung der gesamten Stadt Bingen näherungsweise bestimmt.

Der Nutzenergiebedarf ist nicht gleichzusetzen mit dem Endenergiebedarf. Wegen Umwandlungs- und Wärmeverlusten liegt der Nutzenergiebedarf unter dem Endenergiebedarf. Die Differenz ist z. B. abhängig von Art und Alter des Heizkessels. In den Regeln der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 zur Datenaufnahme und Datenverwendung des Wohngebäudebestandes (Ornth, Wolfgang, 2009) wird für verschiedene Heizkessel eine Anlagenaufwandszahl definiert, welche die Wärmeverluste der Heizungsanlage von der Erzeugung bis zur Übergabe an den Raum berücksichtigt und als Berechnungsfaktor dient. Da in Bingen Erdgaskessel die dominierenden Wärmeerzeuger sind, wird vereinfachend die durchschnittliche Anlagenaufwandszahl von Erdgaskesseln zur Bestimmung des gesamten Endenergiebedarfs für Raumheizung verwendet.

Die Regeln der EnEV 2009 zur Datenaufnahme und Datenverwendung des Wohngebäudebestandes (Ornth, Wolfgang, 2009) nennen $12,5 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{a}$ je m^2 Nutzfläche als Kennwert für den Nutzenergiebedarf zur Trinkwarmwasserbereitung. Dieser Kennwert wird auch im vorliegenden Konzept zur Bilanzierung herangezogen, wodurch sich für den Sektor private Haushalte in Bingen ein Nutzenergiebedarf zur Trinkwassererwärmung von rund $19.800 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$ ergibt. Auch hier wird zum Bestimmen des Endenergiebedarfs auf Basis des berechneten Nutzenergiebedarfs eine Anlagenaufwandszahl nach (Ornth, Wolfgang, 2009) angesetzt, so dass Verluste der zentralen Warmwasserbereitung und Speicherverluste berücksichtigt sind.

Die Summe des Nutzenergiebedarfs zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung in den privaten Haushalten der Stadt Bingen am Rhein beträgt entsprechend der beschriebenen Methode rund $179.100 \text{ MWh}_{\text{th}}/\text{a}$.

Ausgehend vom gesamten Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung der privaten Haushalte werden über das Verhältnis des über die Siedlungszellenstrukturanalyse ermittelten Endenergiebedarfs die Verbrauchszahlen für jeden Stadtteil (Abbildung 4-3) bestimmt.

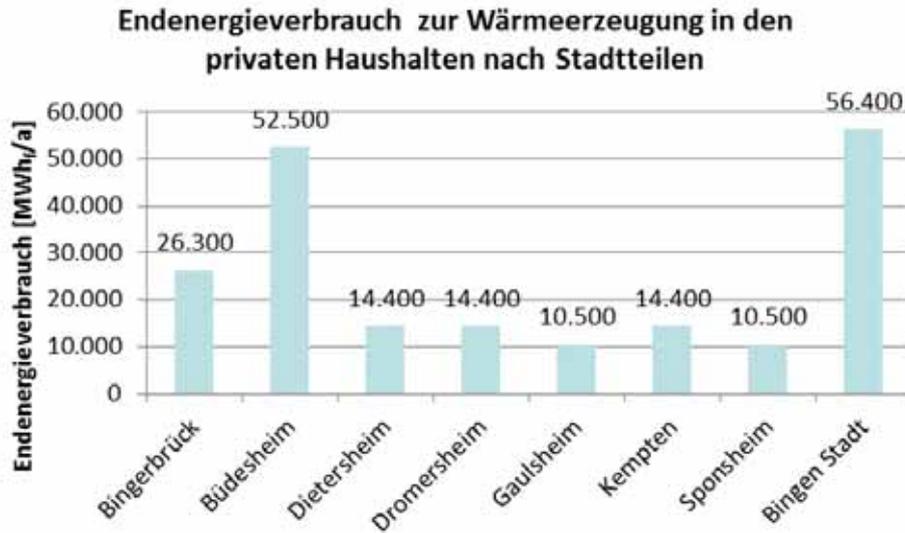


Abbildung 4-3 Endenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung in den privaten Haushalten nach Stadtteilen (Teilkonzept Wärme)

4.1.2 CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Die nachfolgend aufgestellte CO₂e-Emissionsbilanz der privaten Haushalte in Bingen basiert auf dem zuvor ermittelten Endenergieverbrauch der jeweils eingesetzten Energieträger und den entsprechenden Emissionskennwerten nach GEMIS (Öko-Institut, 2011).

In Tabelle 4-2 ist die Verteilung der CO₂e-Emissionen entsprechend der verwendeten Energieträger dargestellt.

Tabelle 4-2 CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh _t /a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas	134.800	39.100
Heizöl	53.500	20.100
Kohle	700	300
Scheitholz	710	20
Holzpellets	1.100	30
Strom (Speicherheizung)	7.800	5.020
Strom (WW-Boiler u.ä.)	50	32
Solarthermie	500	20
Strom (Wärmepumpe)	300	220
Summe	199.500	64.840

Jährlich werden in Bingen bedingt durch die Wärmeversorgung im Sektor Haushalte rund 64.800 t/a CO₂e-Emissionen freigesetzt. 99 % der CO₂e-Emissionen entfallen auf Erdgas, Heizöl und Strom für Nachtspeicherheizungen.

Die prozentuale Verteilung der CO₂e-Emissionen stellt Abbildung 4-4 grafisch dar.

Verteilung CO₂e-Emissionen private Haushalte 2010

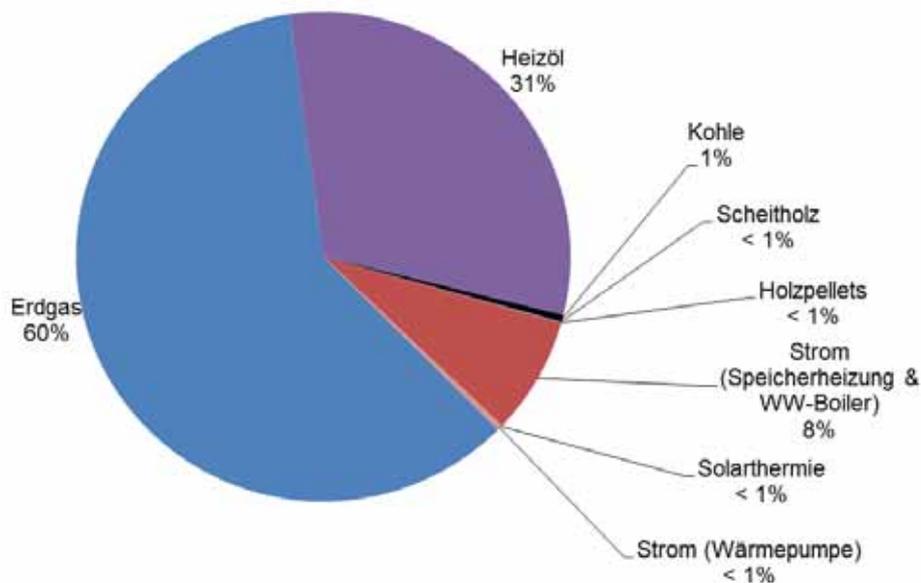


Abbildung 4-4 Anteile der Energieträger an CO₂e-Emissionen, private Haushalte Wärmeversorgung

Aus der nachfolgenden Übersicht (siehe Abbildung 4-5) wird deutlich, dass Erdgas zwar für 68 % des Endenergieverbrauchs verantwortlich ist, aber nur für 60 % der CO₂e-Emissionen. Dagegen beträgt der Endenergieverbrauch von Heizöl 27 %, die dadurch verursachten CO₂e-Emissionen jedoch 31 %. Ähnliche Differenz liegt beim Stromverbrauch für Speicherheizungen vor, welche einen Anteil von 4 % des Endenergieverbrauchs einnimmt und 8 % der CO₂e-Emissionen verursacht.

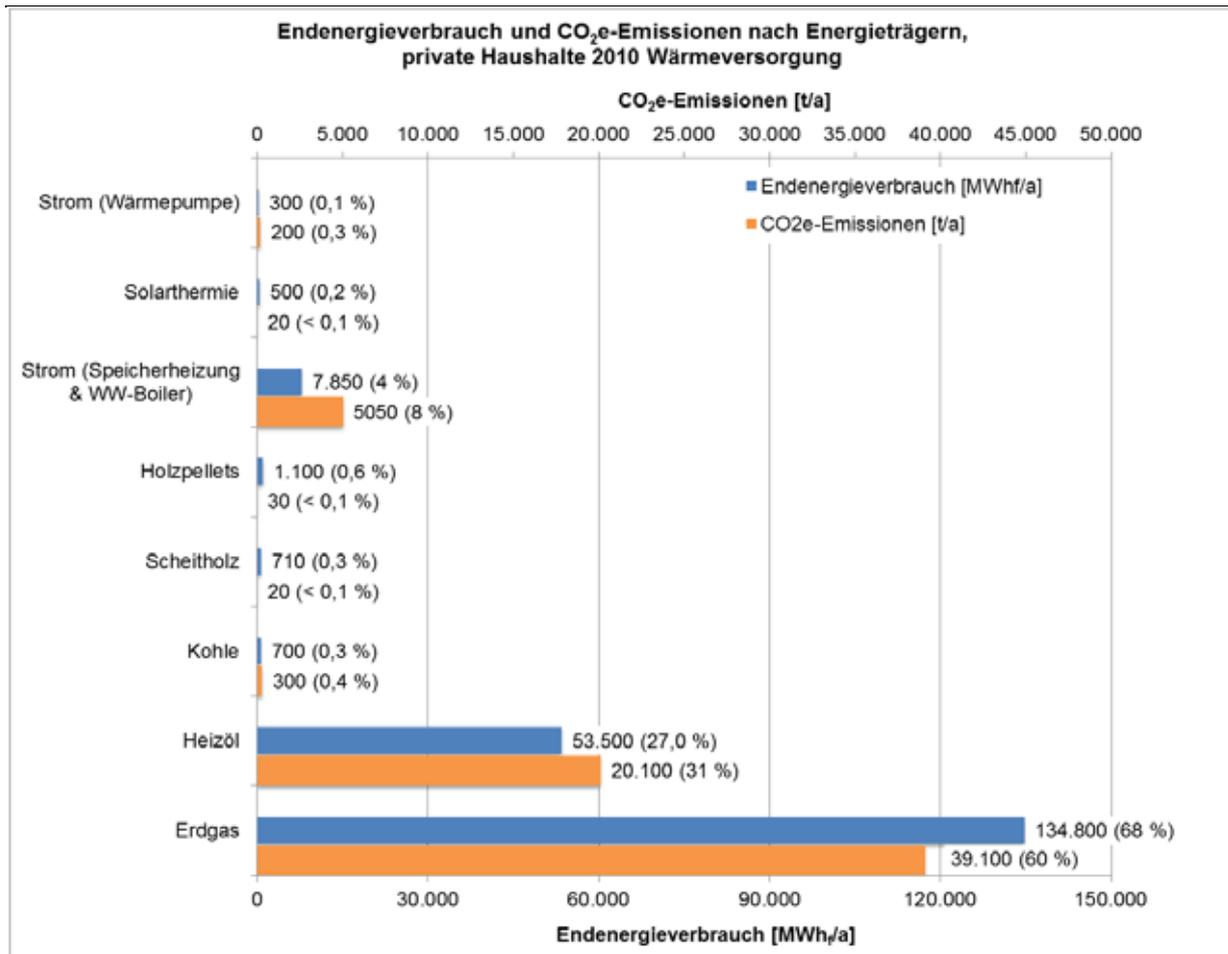


Abbildung 4-5 Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte 2010 Wärmeversorgung

4.2 Energie- und CO₂e-Bilanz öffentliche Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Im Sektor öffentliche Einrichtungen sind Liegenschaften berücksichtigt, die sich in Trägerschaft der Stadt Bingen, der Verbandsgemeinde Rhein-Nahe, des Landkreises Mainz-Bingen, des Landes Rheinland-Pfalz und der Kirchen befinden.

Innerhalb des Sektors öffentliche Einrichtungen werden die städtischen Liegenschaften separat ausgewiesen. Stadteigene Wohngebäude sind im Sektor private Haushalte beinhaltet.

4.2.1 Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung in öffentlichen Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Für die öffentlichen Einrichtungen in Trägerschaft der Stadt Bingen wird der Endenergieverbrauch anhand von abgerechneten Energie- und Brennstoffbezügen der letzten drei Abrechnungsjahre ermittelt. Die Abrechnungen wurden von der Stadt Bingen (Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Liste der Liegenschaften und Energieverbrauch der Stadt Bingen am Rhein, 2011) zur Verfügung gestellt. Weitere Liegenschaften, die in den Zuständigkeitsbereich von Land, Kreis oder kirchlichen Institutionen fallen, wurden ebenfalls bei den zuständigen Stellen angefragt.

Um der Stadt Bingen einen Eindruck über den Endenergieverbrauch ihrer Liegenschaften zu vermitteln, werden die Liegenschaften der Stadt zunächst separat bilanziert.

Im Anschluss daran werden zur Bewertung des gesamten Sektors öffentliche Einrichtungen sowohl nicht-städtische als auch städtische Liegenschaften aufsummiert.

Die eingegangenen Rohdaten wurden ausgewertet und der Anteil Raumheizung einer Witterungsbereinigung (Ornth, Wolfgang, 2009) unter Verwendung von Gradtagzahlen (Deutscher Wetterdienst, 2011) unterzogen. Die Gradtagszahl gibt die Abweichung der klimatischen Bedingungen während eines bestimmten Zeitraums (z. B. Kalenderjahr) vom langjährigen Mittel an. Durch Multiplikation der tatsächlichen Verbrauchsdaten mit dieser Kennzahl relativieren sich die Verbrauchsangaben (etwa bei ungewöhnlich kalten/warmen Wintern und einem dadurch bedingten ungewöhnlich hohen/geringen Energieverbrauch).

Der Endenergieverbrauch zur Trinkwarmwasserbereitung wird keiner Witterungsbereinigung unterzogen, da hier die Witterung keinen Einfluss auf den Verbrauch hat.

4.2.2 Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung, städtische Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

In der nachstehenden

Tabelle 4-3 ist der Endenergieverbrauch der städtischen Liegenschaften nach Energieträger dargestellt.

Tabelle 4-3 Aufteilung Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung, Liegenschaften der Stadt Bingen

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh _f /a
Erdgas	5.700
Flüssiggas	300
Holzpellets	500
Strom (Wärmeversorgung)	40
Summe	6.600

In Abbildung 4-6 sind die prozentualen Anteile der in den städtischen Liegenschaften verwendeten Energieträger inklusive des Anteils zur Trinkwarmwasserbereitung dargestellt.

Verteilung Endenergieverbrauch städtische Einrichtungen 2010

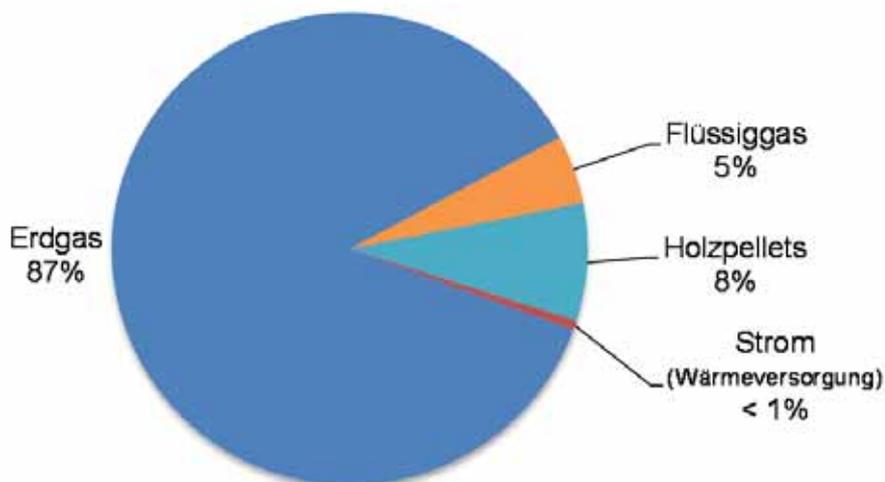


Abbildung 4-6 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch für Raumheizung und Trinkwassererwärmung, städtische Liegenschaften

Dominierender Energieträger im Bereich der Wärmeerzeugung ist Erdgas mit einem Anteil von rund 87 %. Auf Holzpellets entfallen 8 %, auf Flüssiggas 5 %. Weniger als 1 % des End-

energieverbrauchs der städtischen Liegenschaften ist dem Stromverbrauch zur Wärmeversorgung zuzuschreiben.

4.2.3 Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung, öffentliche Einrichtungen gesamt (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Für Liegenschaften, die nicht im Zuständigkeitsbereich der Stadt Bingen liegen, wurden die Daten bei den jeweiligen Trägern angefragt. Gemeinsam mit dem Verbrauch der städtischen Liegenschaften liegt für alle öffentlichen Liegenschaften in Bingen folgende Verteilung des Endenergieverbrauchs vor:

Tabelle 4-4 Aufteilung Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung, öffentliche Liegenschaften gesamt 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh _f /a
Erdgas	13.100
Heizöl	1.200
Flüssiggas	300
Pflanzenöl	700
Holzpellets	500
Holzhackschnitzel	900
Strom (Wärmeversorgung)	40
Summe	16.700

Der Gesamtendenergieverbrauch zur Wärmeerzeugung beläuft sich auf 16.700 MWh_f/a. Die städtischen Liegenschaften nehmen davon mit 6.600 MWh_f/a einen Anteil von knapp 40 % ein (siehe Tabelle 4-5).

Insgesamt beträgt der Anteil regenerativer Energieträger am Endenergieverbrauch im Sektor öffentliche Liegenschaften ca. 13 %. Der Großteil der Liegenschaften wird durch fossile Energieträger mit Wärme versorgt.

Die Anteile der jeweiligen Energieträger am Endenergieverbrauch sind in Abbildung 4-7 dargestellt. Bei den öffentlichen Liegenschaften entfallen rund 78 % der Wärmeerzeugung auf Erdgas. Mit großem Abstand folgen Heizöl und Holzhackschnitzel mit einem Anteil von 7 % bzw. 6 %. Die Energieträger Flüssiggas, Holzpellets und Pflanzenöl kommen nur auf Anteile zwischen 2 und 4 %. Den geringsten Anteil an der Wärmeversorgung hat Strom mit rund 0,2 %.

Verteilung Endenergieverbrauch öffentliche Einrichtungen 2010

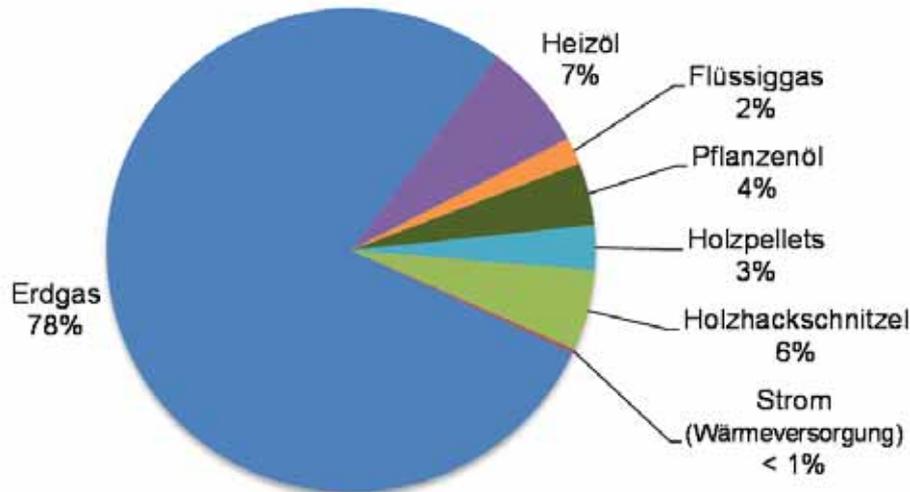


Abbildung 4-7 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch für Raumheizung und Trinkwassererwärmung, öffentliche Liegenschaften

4.2.4 CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Die Berechnung der CO₂e-Emissionsbilanz für die öffentlichen Einrichtungen basiert auf dem in Kapitel 4.2.1 ermittelten Endenergieverbrauch der jeweils verwendeten Energieträger und den zugehörigen Emissionskennwerten aus der Datenbank GEMIS (Öko-Institut, 2011).

Auch hier wird zunächst die Bilanz für die städtischen Einrichtungen aufgestellt und anschließend die Bilanz für alle öffentlichen Liegenschaften inklusive der in städtischer Trägerschaft befindlichen.

4.2.5 CO₂e-Emissionsbilanz, städtische Einrichtungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Für die städtischen Liegenschaften stellt sich die CO₂e-Emissionsbilanz entsprechend des Endenergieverbrauchs an Erdgas, Flüssiggas, Holzpellets und Strom zur Wärmeerzeugung wie folgt dar:

Tabelle 4-5 CO₂e-Emissionsbilanz Raumheizung und Trinkwassererwärmung, Liegenschaften der Stadt Bingen

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh/a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas	5.700	1.700
Flüssiggas	300	100
Holzpellets	500	10
Strom (Wärmeversorgung)	40	30

Summe	6.600	1.800
-------	-------	-------

Analog zum mit Abstand größten Anteil am Endenergieverbrauch hat Erdgas auch den höchsten Anteil an den erzeugten CO₂e-Emissionen. Obwohl der Endenergieverbrauch bei Holzpellets höher liegt als bei Flüssiggas, betragen die Emissionen durch den Einsatz von Holzpellets nur ca. ein Zehntel der Emissionen von Flüssiggas, da die spezifischen Emissionskennwerte des nachwachsenden Rohstoffes Holz wesentlich geringer sind (siehe Anhang IV „Emissionskennzahlen“).

Die prozentuale Verteilung der CO₂e-Emissionen der Wärmeerzeugung in den städtischen Liegenschaften, entsprechend des eingesetzten Energieträgers, ist in Abbildung 4-8 dargestellt.

Verteilung CO₂e-Emissionen städtische Einrichtungen 2010

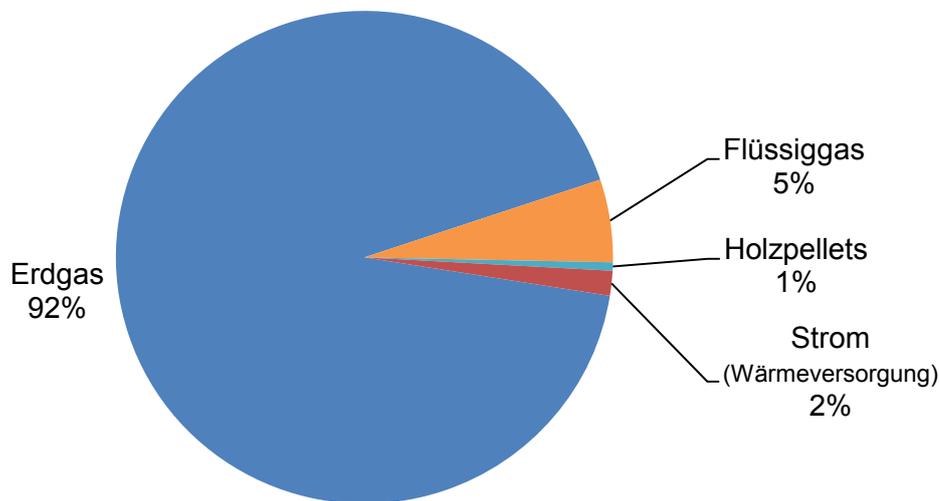


Abbildung 4-8 Anteile der Energieträger an den CO₂e-Emissionen, städtische Liegenschaften

Auf den Erdgasverbrauch entfällt ein Anteil von 92 % an den verursachten CO₂e-Emissionen, während der Anteil an den Energieträgern nur 87 % am Endenergieverbrauch ausmacht. Der Einsatz von Holzpellets hingegen verursacht nur einen Anteil von knapp 1 % der CO₂e-Emissionen, während die Pellets immerhin rund 8 % des Endenergieverbrauchs abdecken.

Die Zusammenhänge zwischen dem Endenergieverbrauch der jeweiligen Energieträger und den dadurch verursachten CO₂e-Emissionen werden in nachfolgender Abbildung 4-9 deutlich.

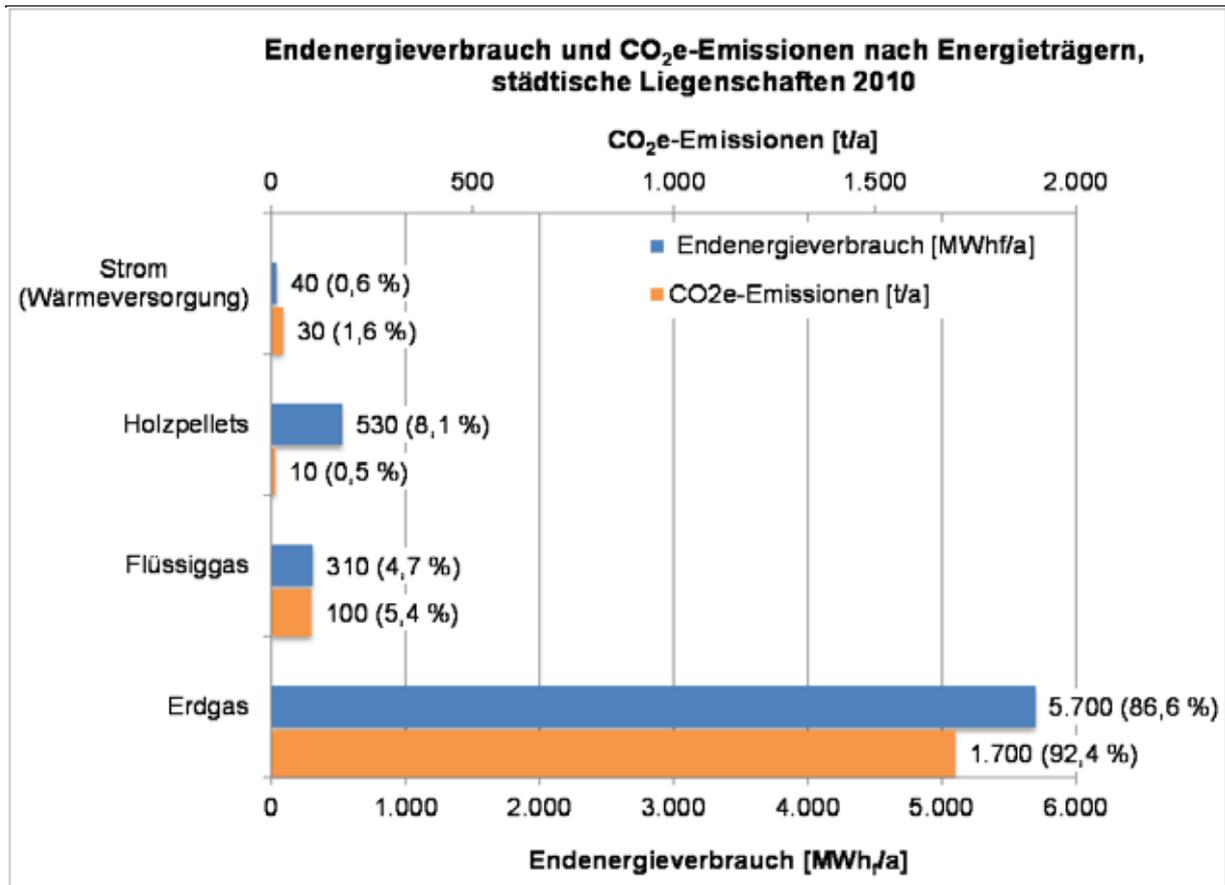


Abbildung 4-9 Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen nach Energieträger, städtische Liegenschaften 2010

4.2.6 CO₂e-Emissionsbilanz, öffentliche Einrichtungen gesamt (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Die Wärmeversorgung der städtischen und nicht-städtischen Liegenschaften verursacht jährlich CO₂e-Emissionen von ca. 4.700 t/a. Bezogen auf alle öffentlichen Liegenschaften sind die städtischen Liegenschaften für 38 % der verursachten CO₂e-Emissionen verantwortlich.

Die CO₂e-Emissionsbilanz ist, entsprechend des Endenergieverbrauchs der jeweiligen Energieträger, in Tabelle 4-6 dargestellt.

Tabelle 4-6 CO₂e-Emissionsbilanz Raumheizung und Trinkwassererwärmung, öffentliche Liegenschaften gesamt 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _t /a	t/a
Erdgas	13.100	3.800
Heizöl	1.200	500
Flüssiggas	300	100
Pflanzenöl	700	200
Holzpellets	500	10
Holzhackschnitzel	900	20
Strom (Wärmeversorgung)	40	30
Summe	16.700	4.700

Erdgas ist bei der Wärmeversorgung aller öffentlichen Gebäude für 82 % der CO₂e-Emissionen verantwortlich. Anders als bei den zuvor separat betrachteten städtischen Gebäuden kommt bei den nicht-städtischen Gebäuden auch Heizöl zum Einsatz (7 % des Endenergieverbrauchs), welches aufgrund des schlechteren spezifischen CO₂e-Kennwertes einen Anteil von knapp 11 % der CO₂e-Emissionen ausmacht.

Die CO₂e-Emissionen von Holzpellets und Holzhackschnitzeln sind mit einem Anteil von jeweils weniger als 1 % der CO₂e-Emissionen verschwindend gering, obwohl ihr Betrag an der Energieversorgung jeweils 3 % bzw. rund 5 % ausmacht.

Verteilung CO₂e-Emissionen öffentliche Einrichtungen 2010

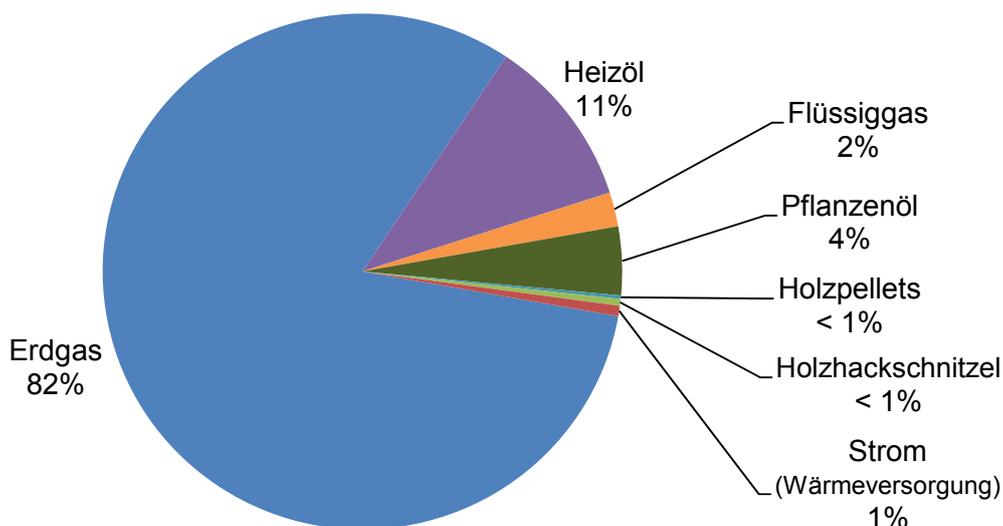


Abbildung 4-10 Anteile der Energieträger an den CO₂e-Emissionen, öffentliche Liegenschaften

Die Zusammenhänge zwischen dem Endenergieverbrauch der jeweiligen Energieträger und den dadurch verursachten CO₂e-Emissionen werden in nachfolgender Abbildung 4-11 deutlich.

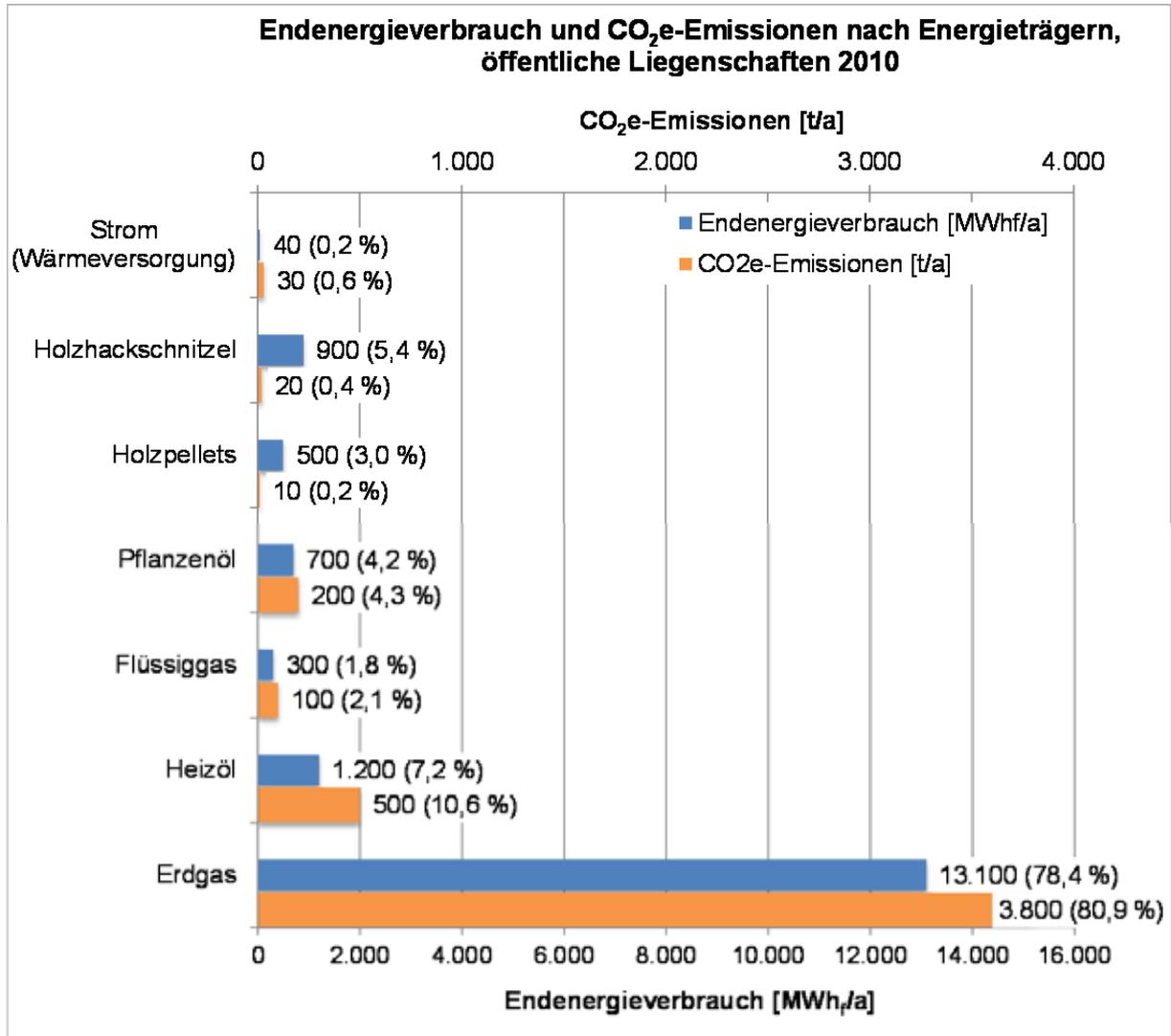


Abbildung 4-11 Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, öffentliche Liegenschaften 2010

4.3 Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Der Bereich Industrie hat in der Stadt Bingen einen eher untergeordneten Stellenwert, da es nur wenige Industriebetriebe gibt. Aus diesem Grund wird in der Bilanzierung der Sektor Industrie in den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung integriert und so zu „Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie“ (GHD + I) zusammengefasst.

Die Gewerbestruktur spiegelt sich in der Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SvB) in den in Bingen vertretenen Wirtschaftszweigen wider. Zu beachten ist, dass die SvB nur einen Teil der gesamten Erwerbstätigen nach Definition des Statistischen Bundesamts darstellen.

„Zu den Erwerbstätigen in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen zählen alle Personen, die als Arbeitnehmer (Arbeiter, Angestellte, Beamte, geringfügig Beschäftigte, Soldaten) oder als Selbstständige beziehungsweise als mithelfende Familienangehörige eine auf wirtschaftlichen Erwerb gerichtete Tätigkeit ausüben, unabhängig vom Umfang dieser Tätigkeit. Personen mit mehreren gleichzeitigen Beschäftigungsverhältnissen werden nur einmal mit ihrer Haupterwerbstätigkeit erfasst (...).“ (Statistisches Bundesamt Deutschland, 2011).

Tabelle 4-7 Verteilung Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf Branchen

Quelle: verändert nach (Arge, 2011)

Wirtschaftszweige nach Klassifikation	Anzahl SvB in Bingen am Rhein 2008
A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	26
B Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	-
C Verarbeitendes Gewerbe	1.499
D Energieversorgung	*
E Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	*
F Baugewerbe	414
G Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	2.383
H Verkehr und Lagerei	1.216
I Gastgewerbe	254
J Information und Kommunikation	122
K Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	238
L Grundstücks- und Wohnungswesen	41
M Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	468
N Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen	919

O Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung	625
P Erziehung und Unterricht	394
Q Gesundheits- und Sozialwesen	834
R Kunst, Unterhaltung und Erholung	134
S Erbringung von sonstigen Dienstleistungen	150
T Private Haushalte mit Hauspersonal; Herstellung von Waren und Erbringung von Dienstleistungen durch private Haushalte für den Eigenbedarf ohne ausgeprägten Schwerpunkt	31
Summe	9.914

* Aus Datenschutzgründen und Gründen der statistischen Geheimhaltung werden Zahlenwerte <3 und Daten aus denen sich rechnerisch eine Differenz ermitteln lässt anonymisiert.

Demnach sind Handel, verarbeitendes Gewerbe, Verkehr und Lagerei sowie Dienstleistung die am stärksten vertretenen Branchen in Bingen. Gerade durch die verkehrsgünstige Lage an einem Autobahndreieck haben sich viele Logistikzentren angesiedelt.

4.3.1 Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Zum Energieverbrauch im Sektor GHD+I ist die Datenlage sehr vage. Hier ist zu berücksichtigen, dass nicht nur Wärme zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung sondern auch für Prozesse benötigt wird. Außerdem steht der Energieverbrauch im direkten Zusammenhang mit der Wirtschaftslage.

Die Abschätzung des Endenergieverbrauchs erfolgt auf Basis der bekannten Erdgaskonzessionsabgabemengen aus 2007 und der Stromkonzessionsabgabemengen aus 2007 bis 2009 in Verbindung mit einer Verbrauchsaufteilung der Grundversorger auf die verschiedenen Sektoren (private Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Gewerbe). Die Bilanzierung der privaten Haushalte zeigt, dass Erdgas einen Großteil des Energieverbrauchs ausmacht. Aus diesem Grund wird vereinfachend für den Gewerbesektor angenommen, dass außer Erdgas nur noch Heizöl und Strom zur Wärmeversorgung zum Einsatz kommt. Sonstige Energieträger konnten nicht identifiziert werden. Das Verhältnis von Heizöl zu Erdgas im Sektor private Haushalte wird auf den Sektor GHD+I übertragen und so der Endenergieverbrauch abgeschätzt. Eine Witterungsbereinigung für den Anteil zur Raumheizung wird durchgeführt, indem zunächst über Branchenkenwerte der Endenergieverbrauch auf die Wirtschaftszweige aufgeteilt und danach auf den Anteil Raumheizung und Prozesswärme aufgeschlüsselt wird. (Schloman, et al., 2009). Nach der Methode wird auch der Stromverbrauch mittels Kennwerte auf die verschiedenen Anwendungen (Raumheizung, Prozesswärme, Klimakälte und Prozesskälte) gesplittet.

Die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten aus den Kategorien O, P, Q und T gehen nicht in die Berechnung mit ein, da es sich hierbei in erster Linie um Beschäftigte handelt, die den öffentlichen Einrichtungen zuzuschreiben sind. Um den Verbrauch nicht doppelt zu erfassen, sind im Gewerbesektor die öffentlichen Liegenschaften ausgeklammert.

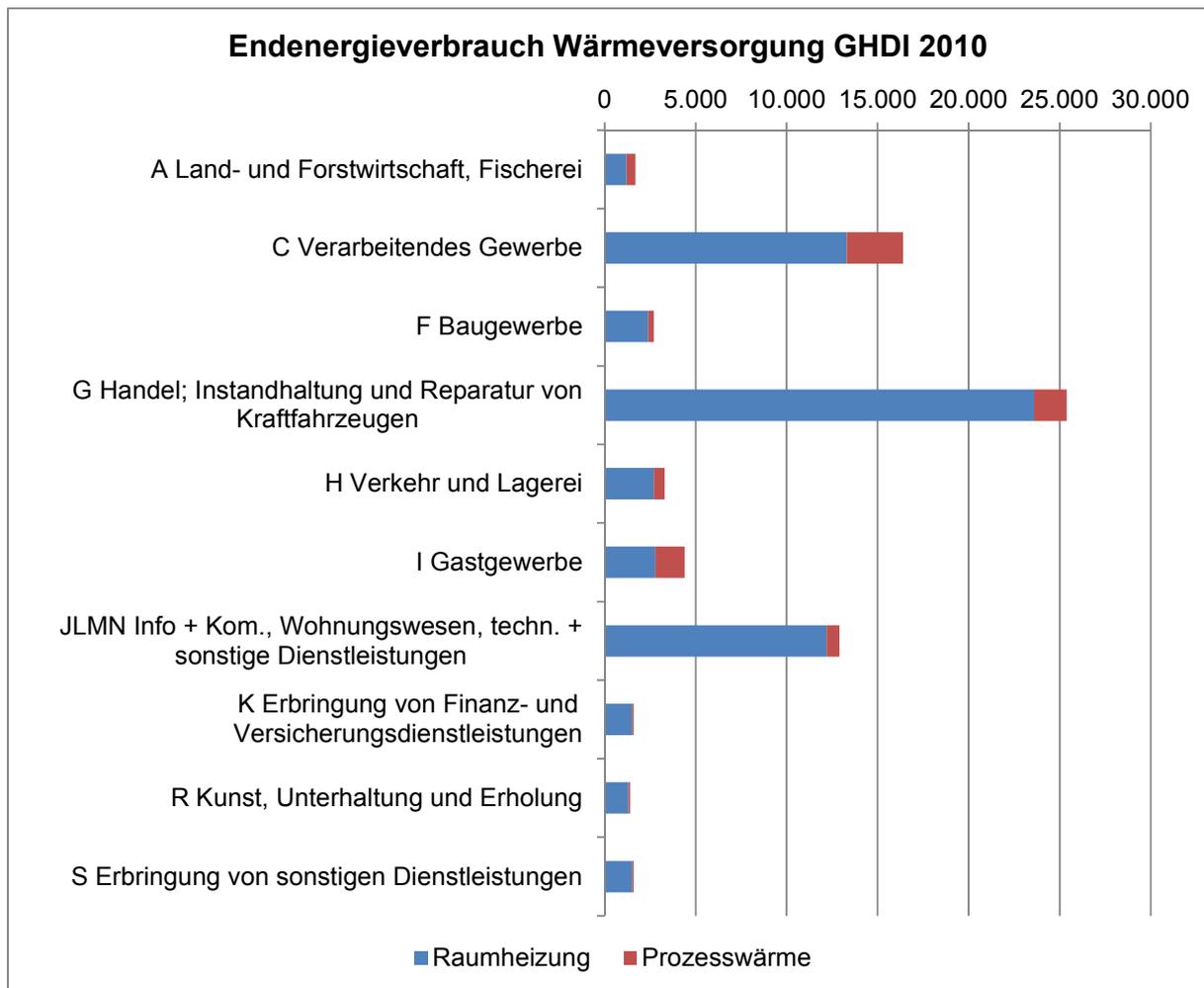


Abbildung 4-12 Endenergieverbrauch Wärmeversorgung nach Wirtschaftszweigen

Im Unterschied zu den Beschäftigtenzahlen dominieren die Wirtschaftszweige Verarbeitendes Gewerbe, Handel und Dienstleistung in Summe den Endenergieverbrauch in der Wärmeversorgung. Die Darstellung untermauert die Vereinfachung, ein Sektor aus Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie zu bilden, denn Prozesswärme erfordert, lediglich rund 12 %.

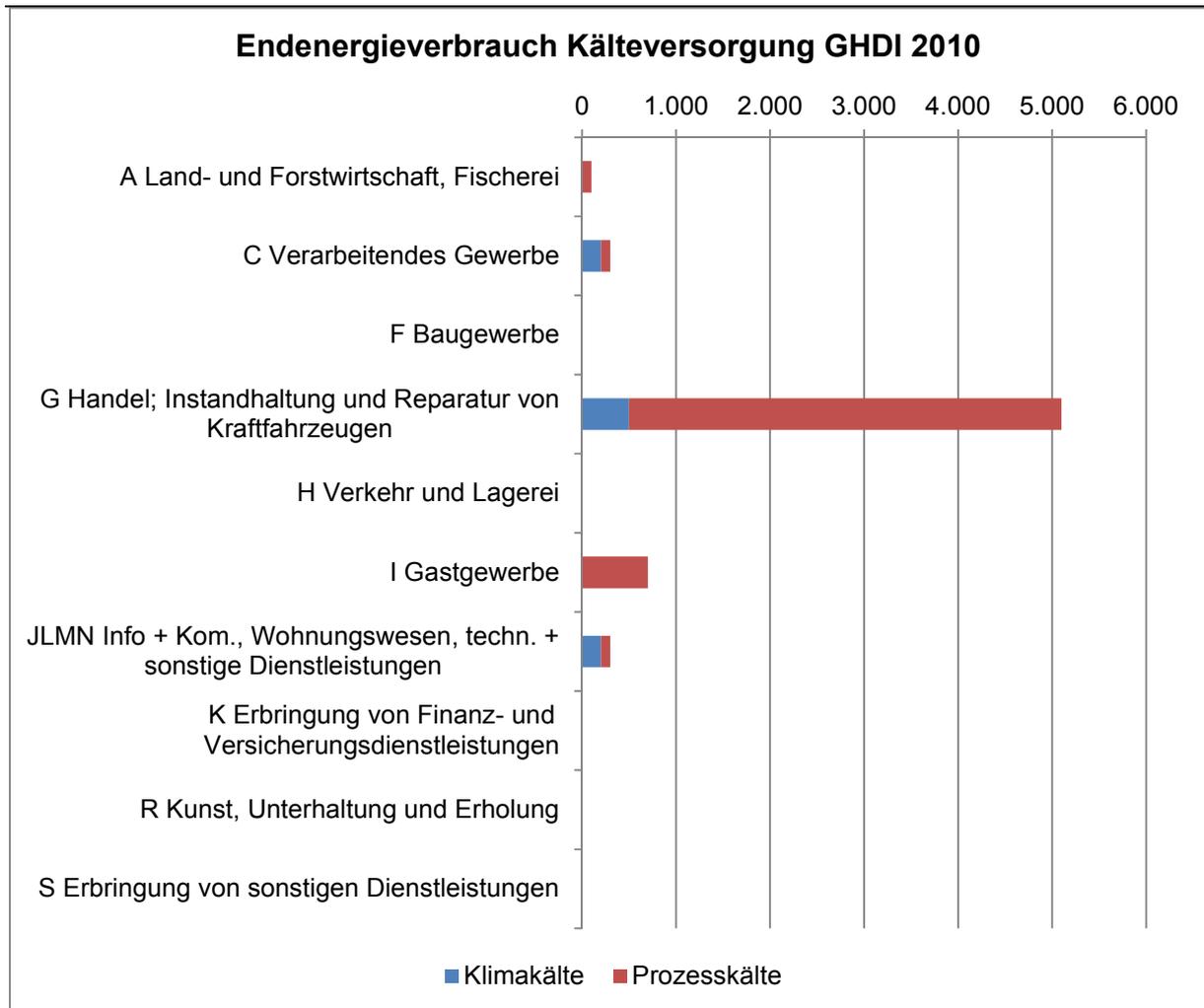


Abbildung 4-13 Endenergieverbrauch Kälteversorgung nach Wirtschaftszweigen

Der Energieverbrauch zur Kälteversorgung ist im Vergleich zur Wärmeversorgung wesentlich geringer. Eine Gebäudeklimatisierung ist heute noch nicht weit verbreitet. Es werden hauptsächlich Serverräume/Rechenzentren und einzelne Räume oder Gebäudeabschnitte gekühlt, indem überwiegend sogenannte dezentrale Split-Klimageräte eingesetzt werden. Im Allgemeinen wird eine Zunahme der Gebäudeklimatisierung durch die Klimaänderung erwartet. Handel und Gastgewerbe erfordern den größten Anteil an Prozesskälte, die zur Getränke- und Lebensmittelkühlung benötigt wird.

Der Energieverbrauch der leitungsgebundenen Energieträger (Erdgas und Strom) wird mit Kennwerten zum Anteil der Energieanwendungen in den Wirtschaftszweigen aufgeschlüsselt. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass nur Erdgas, Heizöl und Strom zur Wärme- und Kälteversorgung im Gewerbesektor zum Einsatz kommt. Um den Heizölanteil bestimmen zu können, wird der Heizölanteil im Sektor private Haushalte übertragen.

Tabelle 4-8 Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung GHD+I nach Energieträger

Energie-träger	Endenergieverbrauch				Endenergie-verbrauch Summe MWh _f /a
	Raumheizung	Prozesswärme	Klimakälte	Prozesskälte	
	MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a	
Erdgas	40.100	4.600	-	-	44.700
Heizöl	14.800	1.500	-	-	16.300
Strom	7.600	2.800	900	5.600	16.900
Summe	62.500	8.900	900	5.600	77.900

Verteilung Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung GHD + I 2010

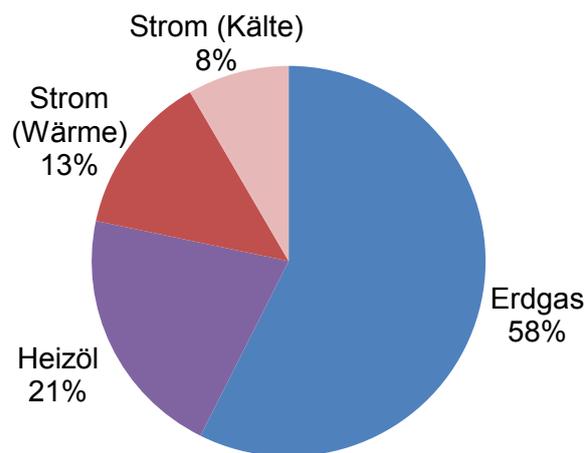


Abbildung 4-14 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung in GHD+I

4.3.2 CO₂e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Die CO₂e-Emissionsbilanz im Sektor GHD + I basiert auf dem Endenergieverbrauch für die Wärme- und Kälteversorgung von insgesamt 77.900 MWh_f/a und den spezifischen Emissionsfaktoren nach GEMIS (Öko-Institut, 2011).

In

Tabelle 4-9 ist die CO₂e-Emissionsbilanz aufgestellt. Insgesamt werden durch den Verbrauch von Erdgas, Heizöl und Strom für Raumwärme, Klimakälte und Prozessenergie 30.000 t/a CO₂e-Emissionen verursacht.

Tabelle 4-9 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz GHD-/ Industriesektor

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _t /a	t/a
Erdgas	44.700	12.900
Heizöl	16.300	6.200
Strom (Wärme)	10.400	6.700
Strom (Kälte)	6.500	4.200
Summe	77.900	30.000

Die prozentuale Aufteilung der CO₂e-Emissionen geht aus Abbildung 4-15 hervor.

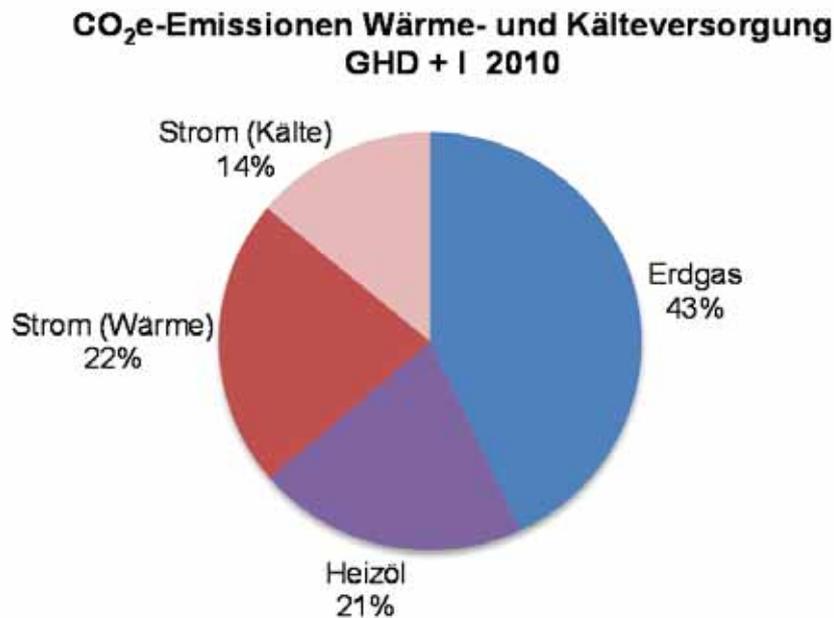


Abbildung 4-15 CO₂e-Emissionen nach Energieträger GHD + I 2010

Rund 86 % der CO₂e-Emissionen fallen auf die Energieträger zur Wärmeversorgung zurück, die verbleibenden 14 % sind der Kälteversorgung zuzuordnen. Bedingt durch die unterschiedlich hohen spezifischen CO₂e-Emissionsfaktoren der Energieträger nimmt der Strom in der Emissionsbilanz ein größeres Gewicht ein als in der Energiebilanz. Der Zusammenhang zwischen dem jeweiligen Endenergieverbrauch und den entstehenden CO₂e-Emissionen wird aus der Abbildung 4-16 deutlich.

**Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen nach Energieträgern,
GHD + I 2010**

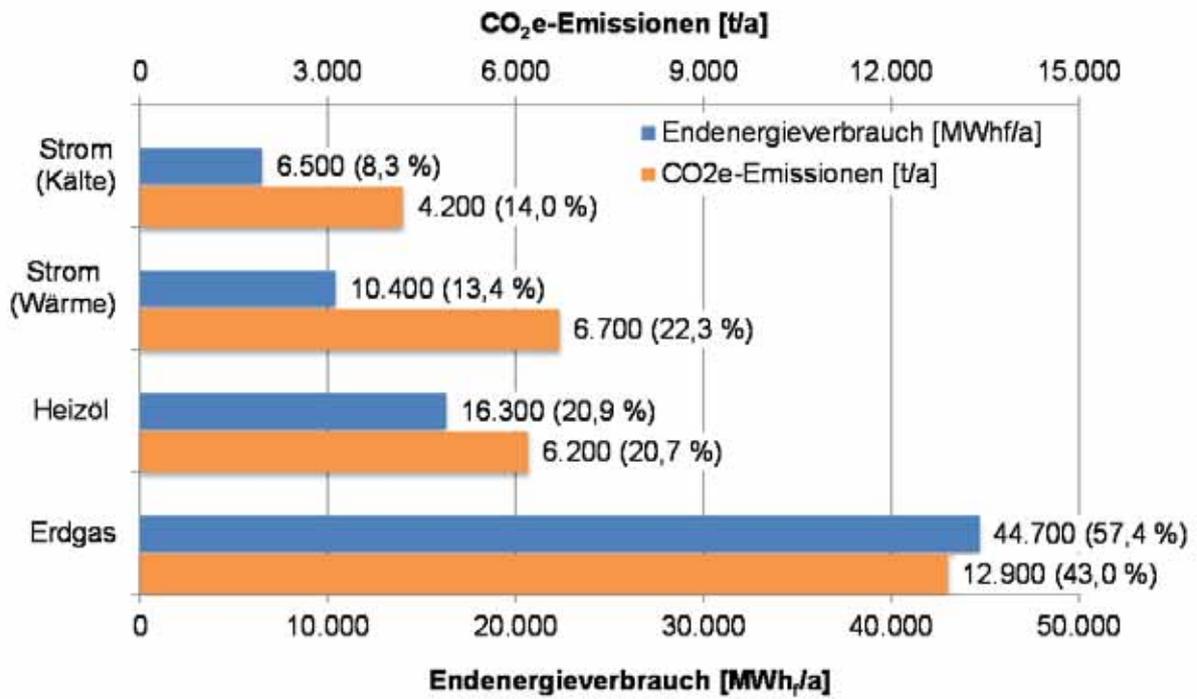


Abbildung 4-16 Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, GHD + I 2010

4.4 Räumliche Darstellung des Energiebedarfs (2010)

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgt wie oben beschrieben mit der Methode der gebäudetypologischen Siedlungszellenstrukturanalyse, welche repräsentativ für den Stadtteil Büdesheim durchgeführt und auf die übrigen Stadtteile in Bingen übertragen wurde.

In den nachstehenden Abbildungen sind die absoluten Jahreswärmeverbräuche in den Siedlungszellen der einzelnen Stadtteile für den heutigen Stand (Jahr 2010) angegeben. Die farbliche Differenzierung stellt die Wärmedichte dar, die über den fiktiven spezifischen Wärmeabsatz, der die Jahreswärmemenge pro m Straße bis Hausanschluss modellhaft für einen Trassenverlauf eines Wärmenetzes darstellt, beschrieben. Sie ist wesentlich für die weitere Betrachtung von potenziellen Wärmenetzen.

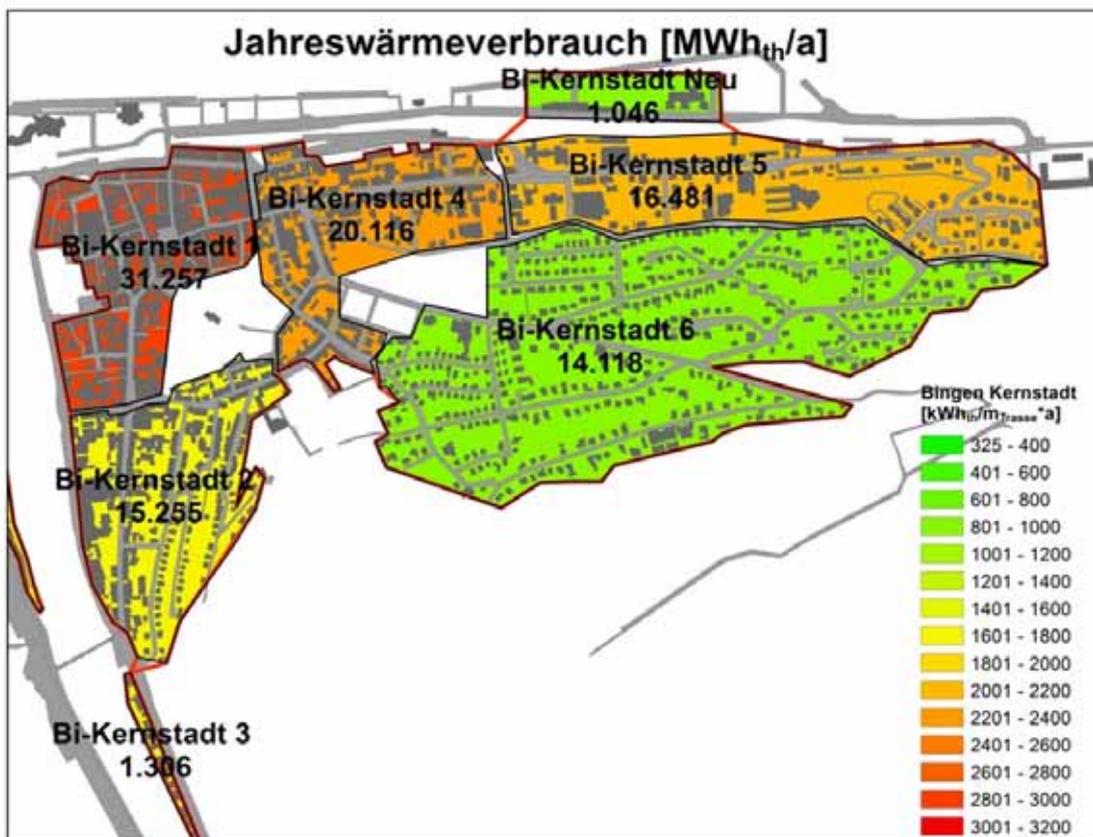


Abbildung 4-17 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen Stadt 2010

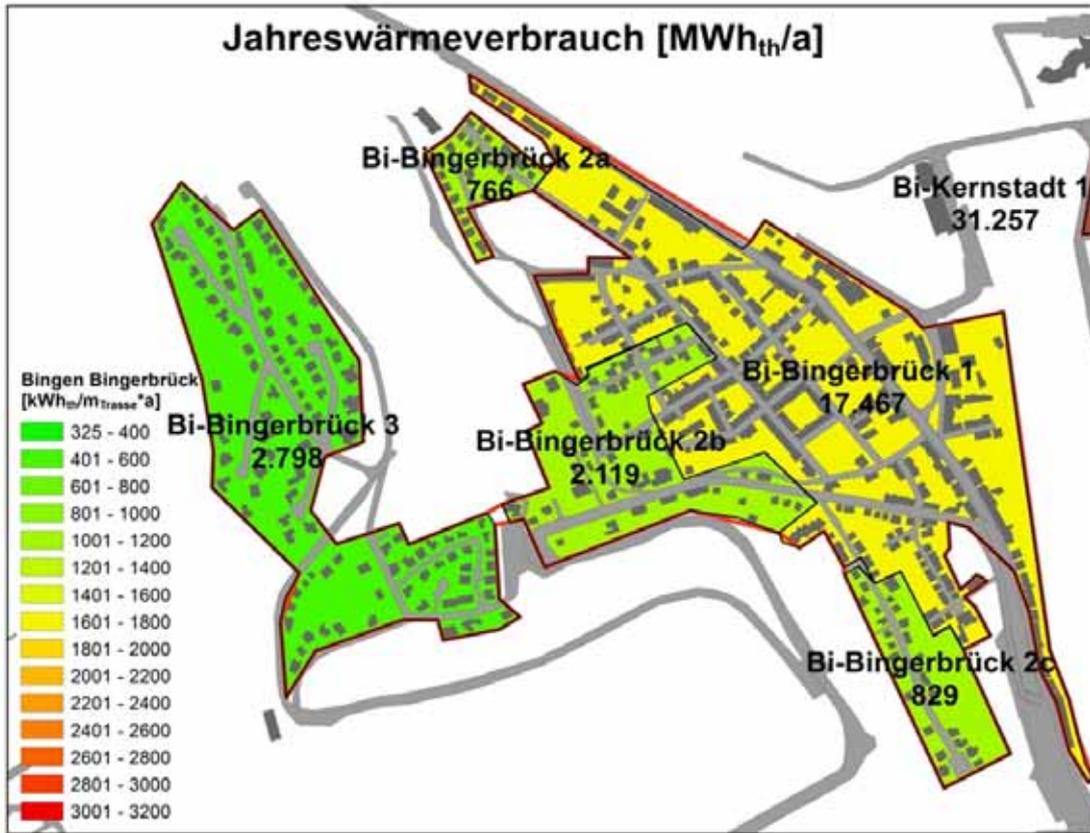


Abbildung 4-18 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Bingerbrück 2010

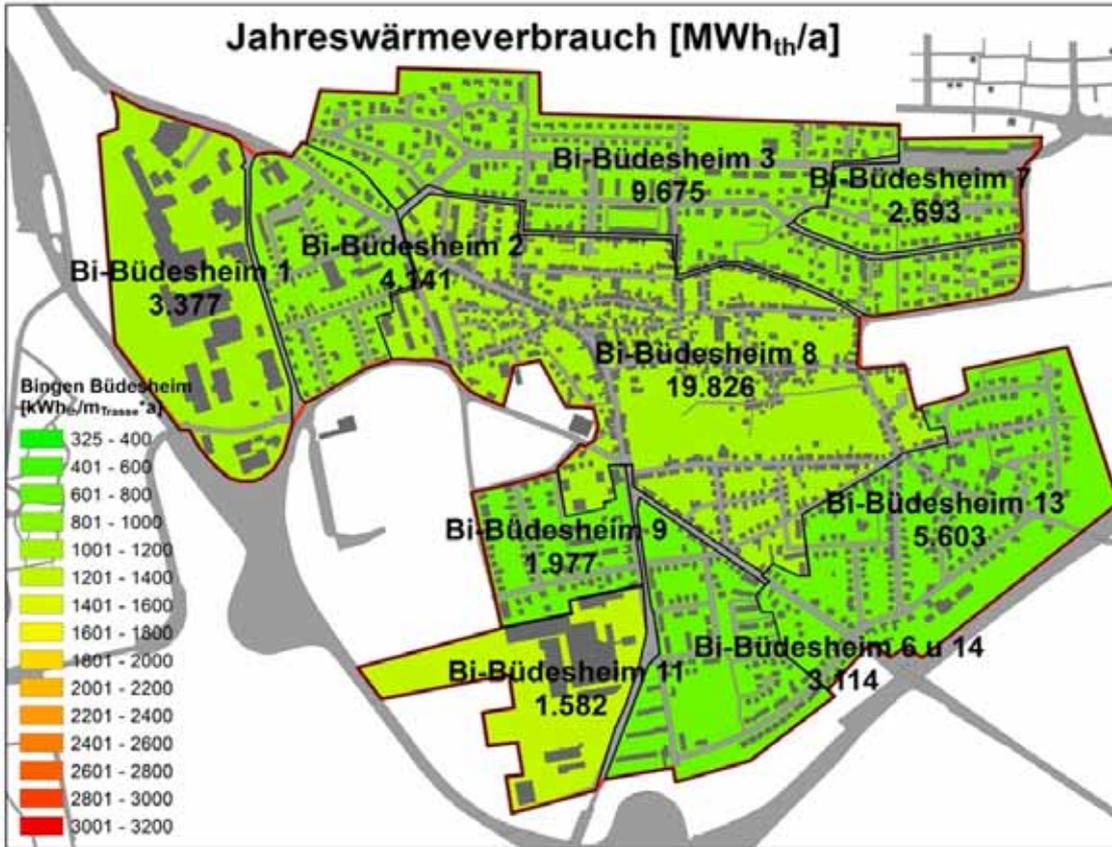


Abbildung 4-19 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Büdesheim 2010

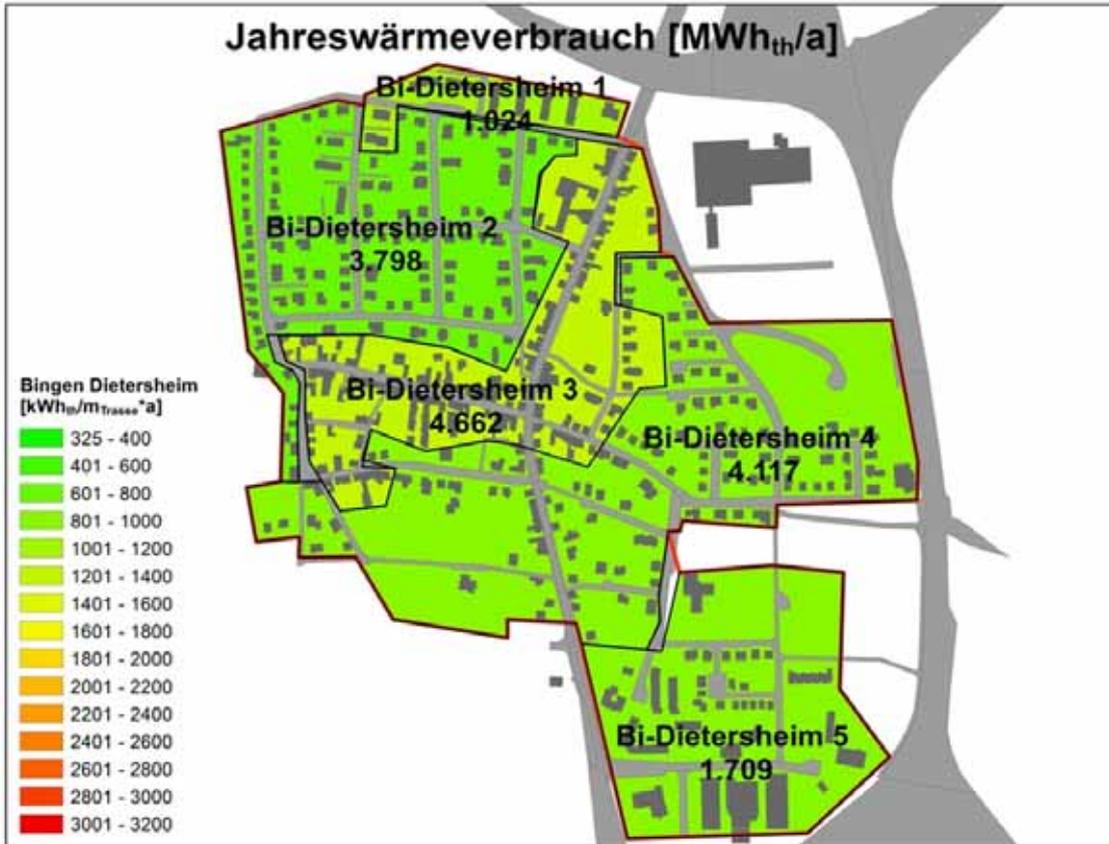


Abbildung 4-20 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Dietersheim 2010

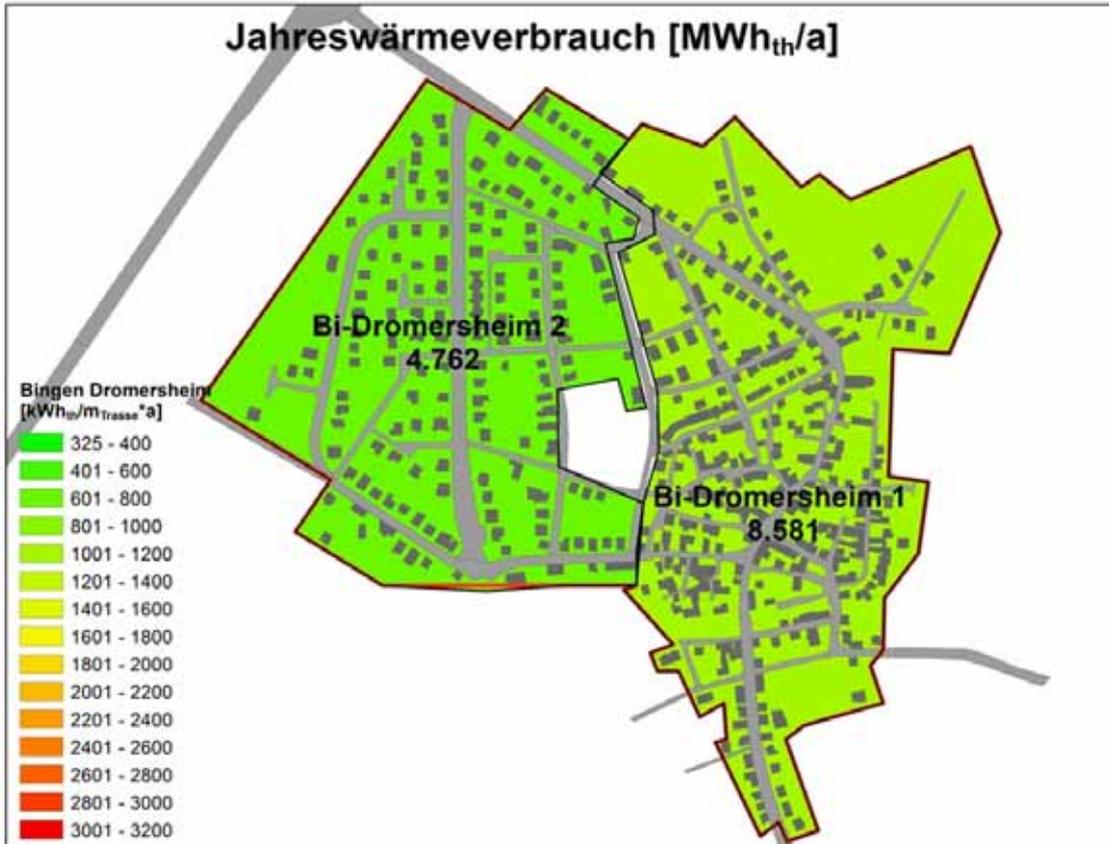


Abbildung 4-21 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Dromersheim 2010

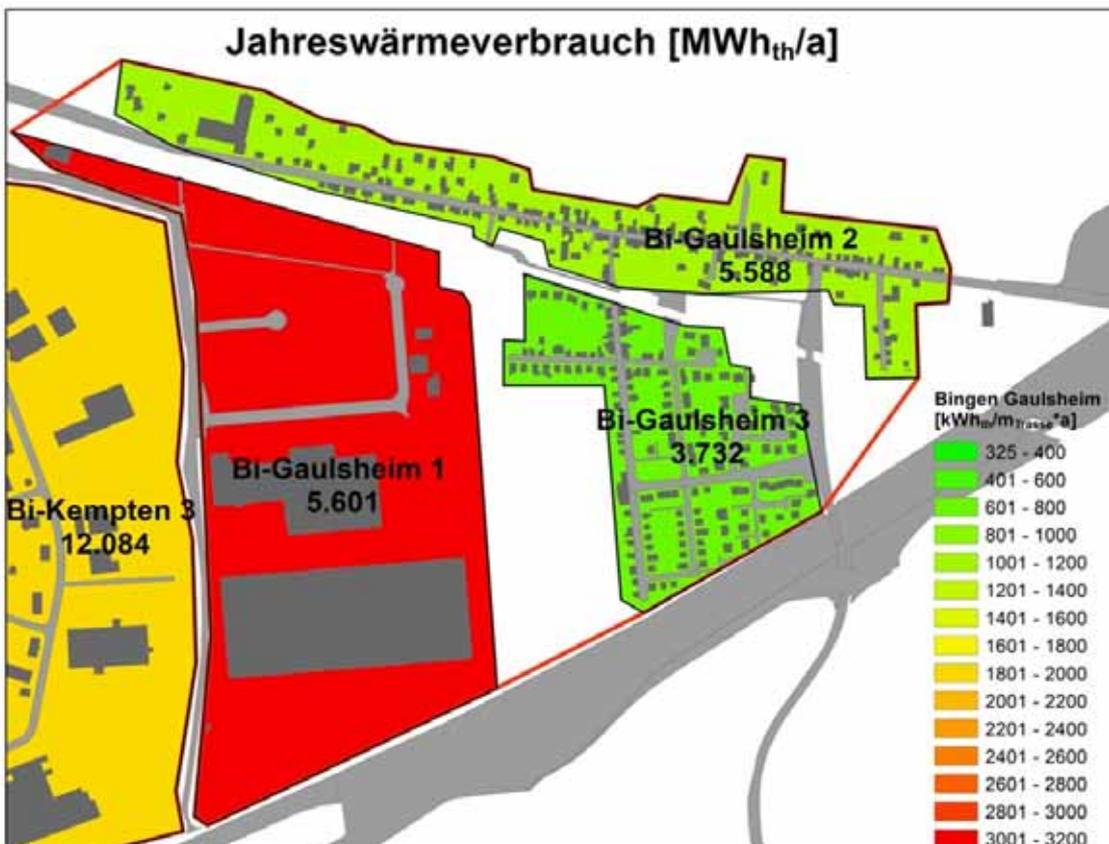


Abbildung 4-22 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Gaulsheim 2010

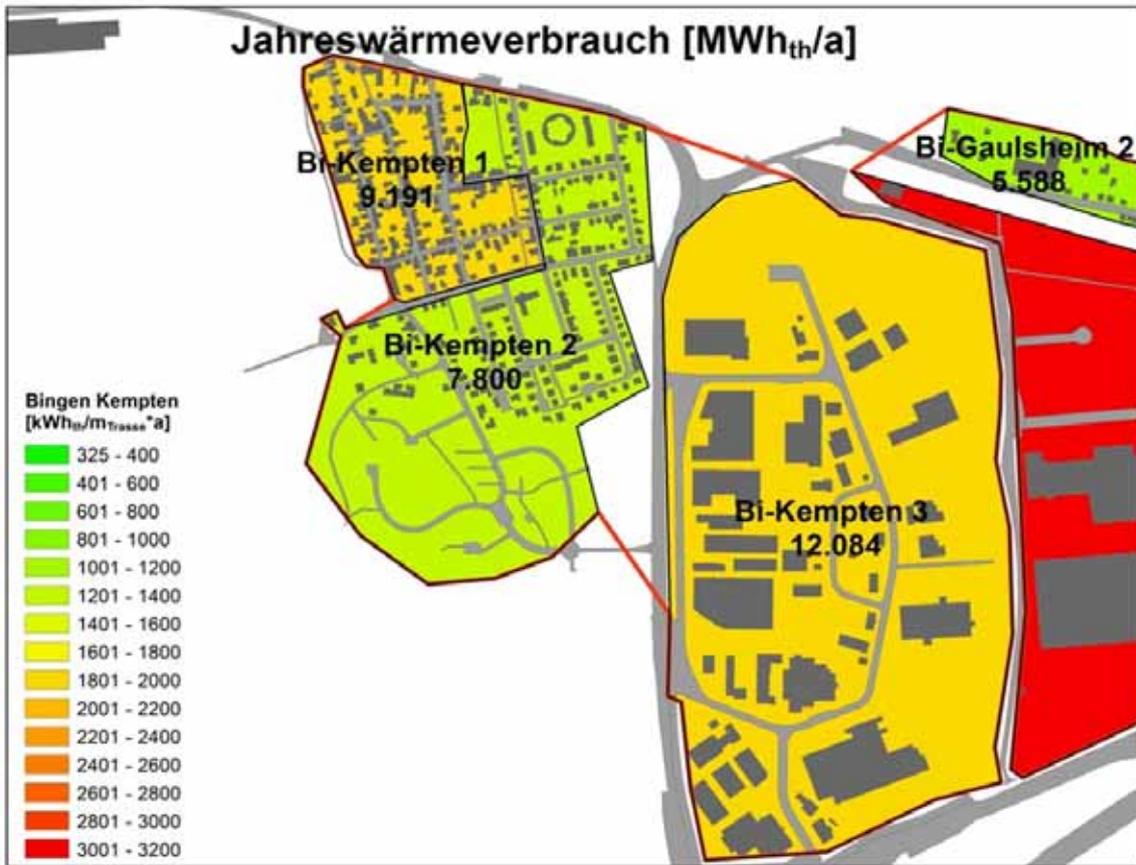


Abbildung 4-23 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Kempton 2010

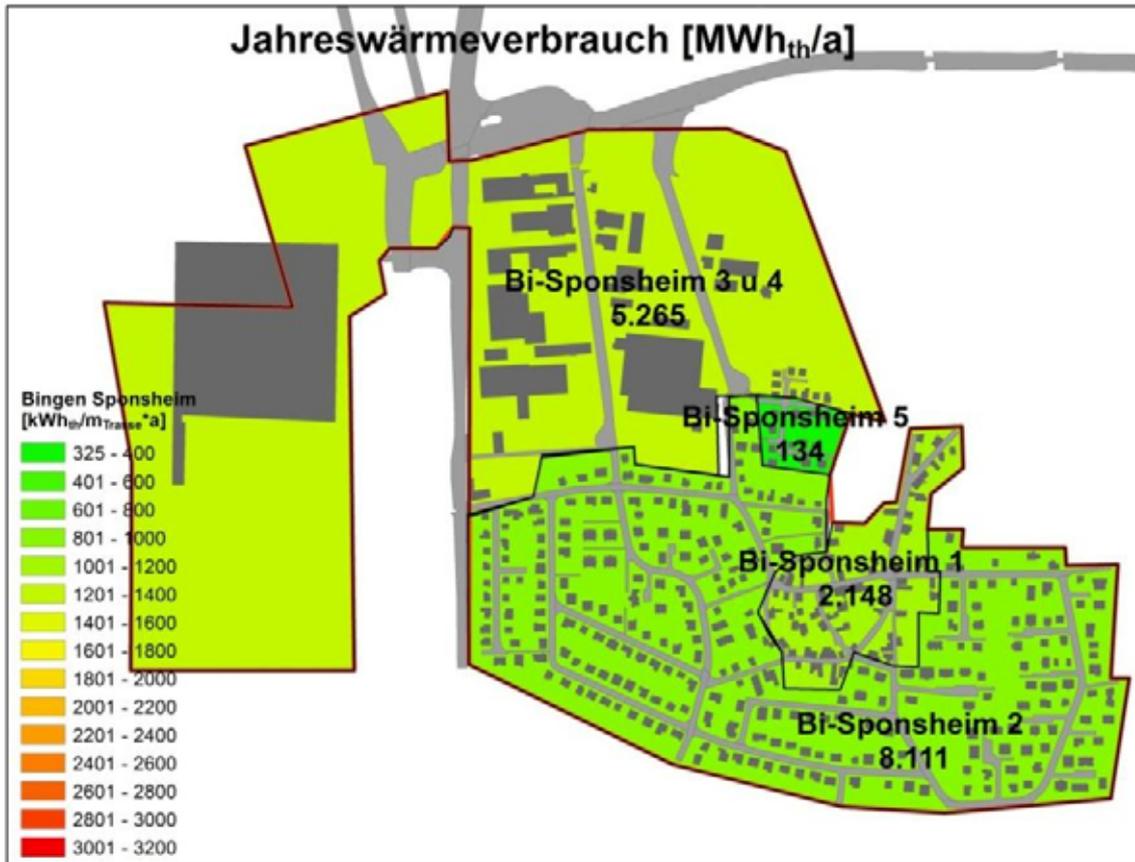


Abbildung 4-24 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Sponsheim 2010

4.5 Gesamtenergie- und CO₂e-Emissionsbilanz Wärmeversorgung (Teil-konzept Integrierte Wärmenutzung)

Aus den einzelnen Bilanzen der Sektoren, aus den Kapiteln 4.1.1 bis 4.3, ergibt sich die Gesamtbilanz der Stadt Bingen am Rhein für das Jahr 2010, welche nachfolgend in Tabelle 4-10 aufgeführt ist.

Der Endenergieverbrauch für Raumwärme und Trinkwarmwasserbereitung, Prozesswärme sowie Prozesskälte/Klimakälte (Sektor GHD + I) in der Stadt Bingen am Rhein beträgt rund 294.000 MWh_f/a. Dadurch bedingt werden jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von 99.500 t/a verursacht.

Tabelle 4-10 Gesamtenergie- und CO₂e-Emissionsbilanz 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	192.600	55.900
Heizöl	71.000	26.700
Flüssiggas	300	100

Pflanzenöl	700	200
Steinkohle	700	300
Scheitholz	710	20
Holzpellets	1.600	40
Holzhackschnitzel	900	20
Solarthermie	500	20
Strom (Wärmeversorgung)	18.600	12.000
Strom (Kälteversorgung)	6.500	4.200
Summe	294.100	99.500

Die prozentuale Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern wird in Abbildung 4-25 deutlich. Die Energiebereitstellung erfolgt in erster Linie mit Erdgas (66 %), gefolgt von Heizöl (24 %) und elektrischem Strom (10 %). Insgesamt entfällt auf regenerative Energieerzeugung mittels Biomasse oder Solarenergie nur ein Anteil von 1,9 %.

Endenergieverbrauch nach Energieträger 2010

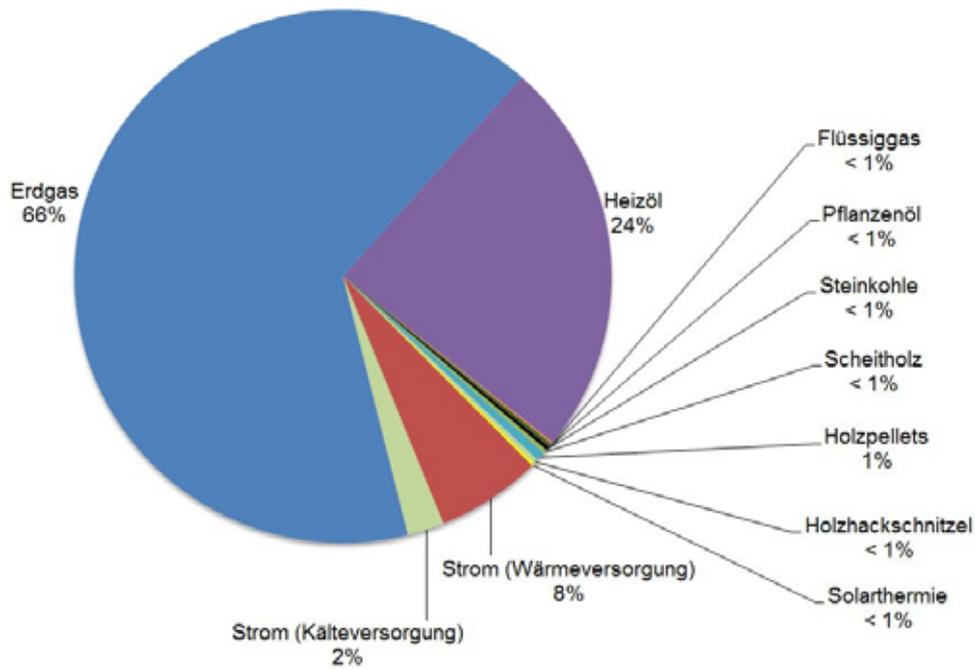


Abbildung 4-25 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch, Gesamtbilanz 2010

In Abbildung 4-26 sind die durch die jeweiligen Energieträger verursachten CO₂e-Emissionen entsprechend ihres prozentualen Anteils an den CO₂e-Emissionen insgesamt dargestellt.

CO₂e-Emissionen nach Energieträger 2010

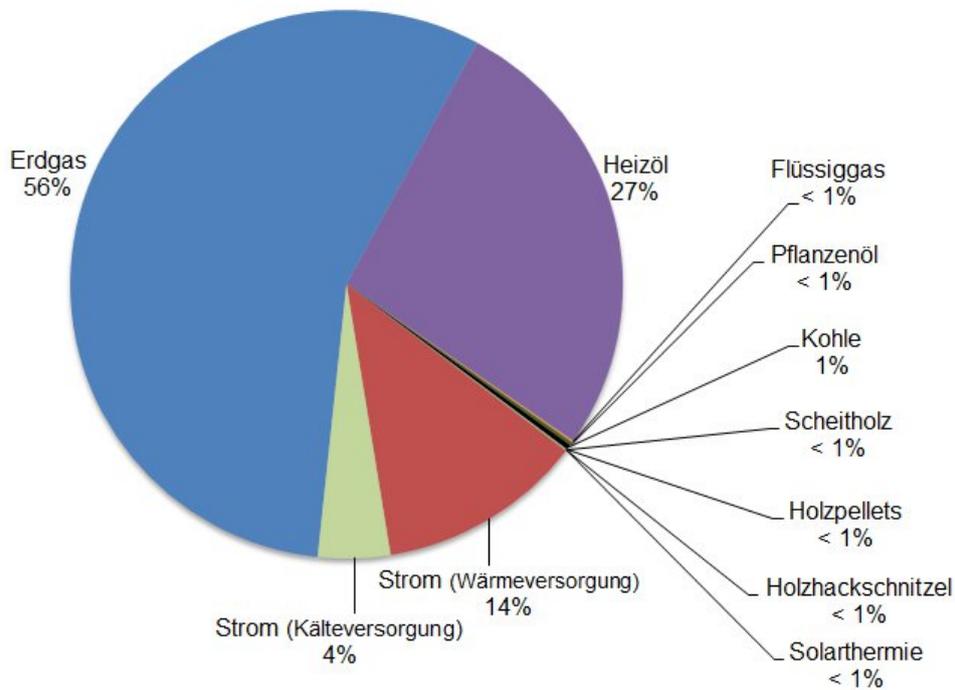


Abbildung 4-26 Anteile der Energieträger an den CO₂e-Emissionen, Gesamtbilanz 2010

Die Rangfolge der CO₂e-Emittenten ist analog zu der Rangfolge der Energieträger zur Energieerzeugung. Auch hier werden die meisten Emissionen durch Erdgas verursacht (56 %), gefolgt von Heizöl (27 %) und elektrischem Strom (18 %). Das prozentuale Verhältnis verschiebt sich jedoch aufgrund der unterschiedlichen spezifischen CO₂e-Emissionen der jeweiligen Energieträger.

Je Megawattstunde Endenergieverbrauch werden durch Strom mehr CO₂e-Emissionen freigesetzt als durch Heizöl und durch Heizöl wiederum mehr als durch Erdgas. Die Zusammenhänge zwischen dem Endenergieverbrauch der Gesamtbilanz und den freigesetzten CO₂e-Emissionen wird in Abbildung 4-27 nochmals grafisch verdeutlicht.

**Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen nach Energieträgern,
Gesamtbilanz 2010**

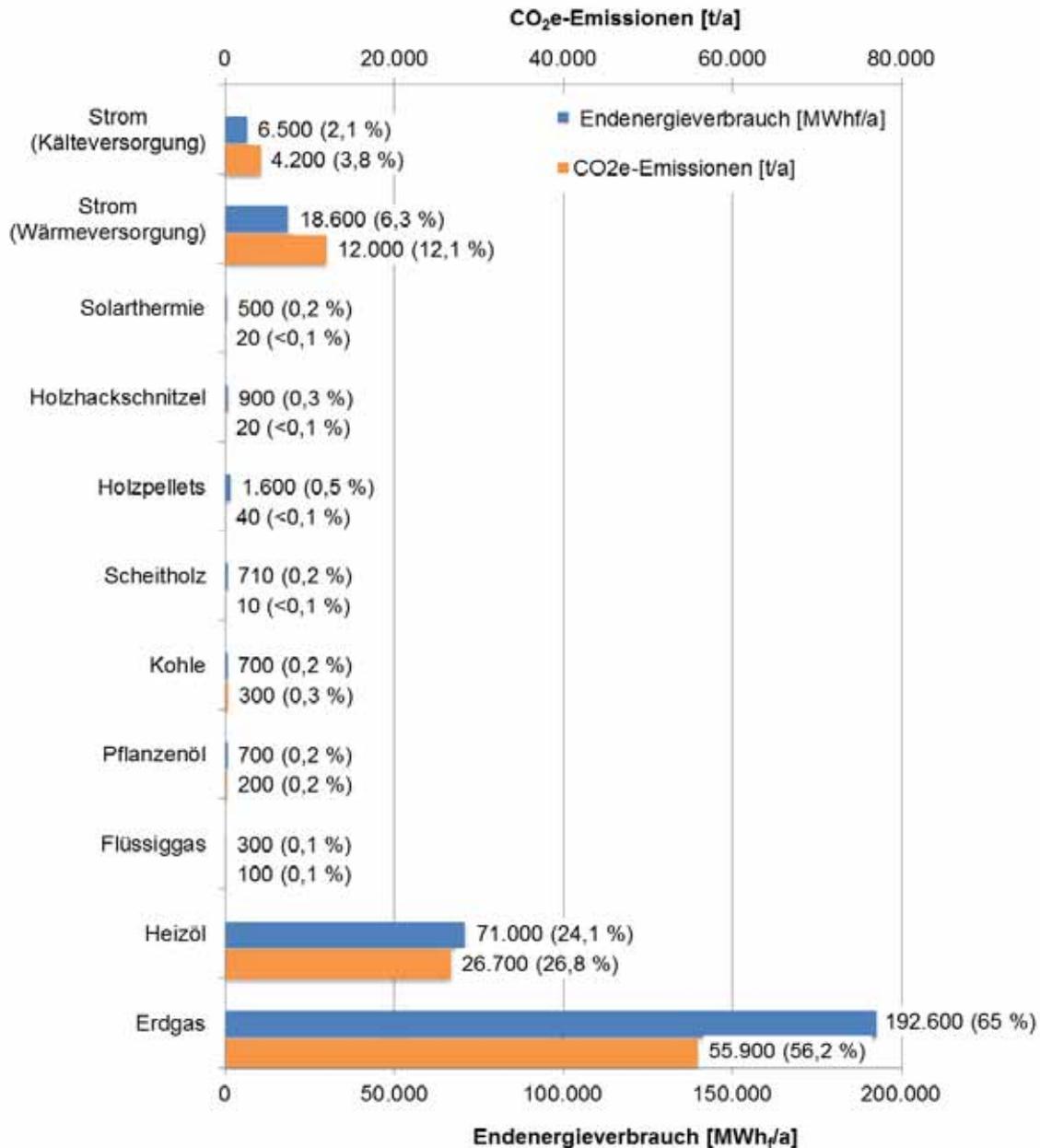


Abbildung 4-27 Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, Gesamtbilanz 2010

Wesentlich für die Ableitung weiterer Schritte ist die Verteilung des Endenergieverbrauchs und der CO₂e-Emissionen auf die einzelnen Sektoren, welche nachfolgend in Abbildung 4-29 dargestellt ist.

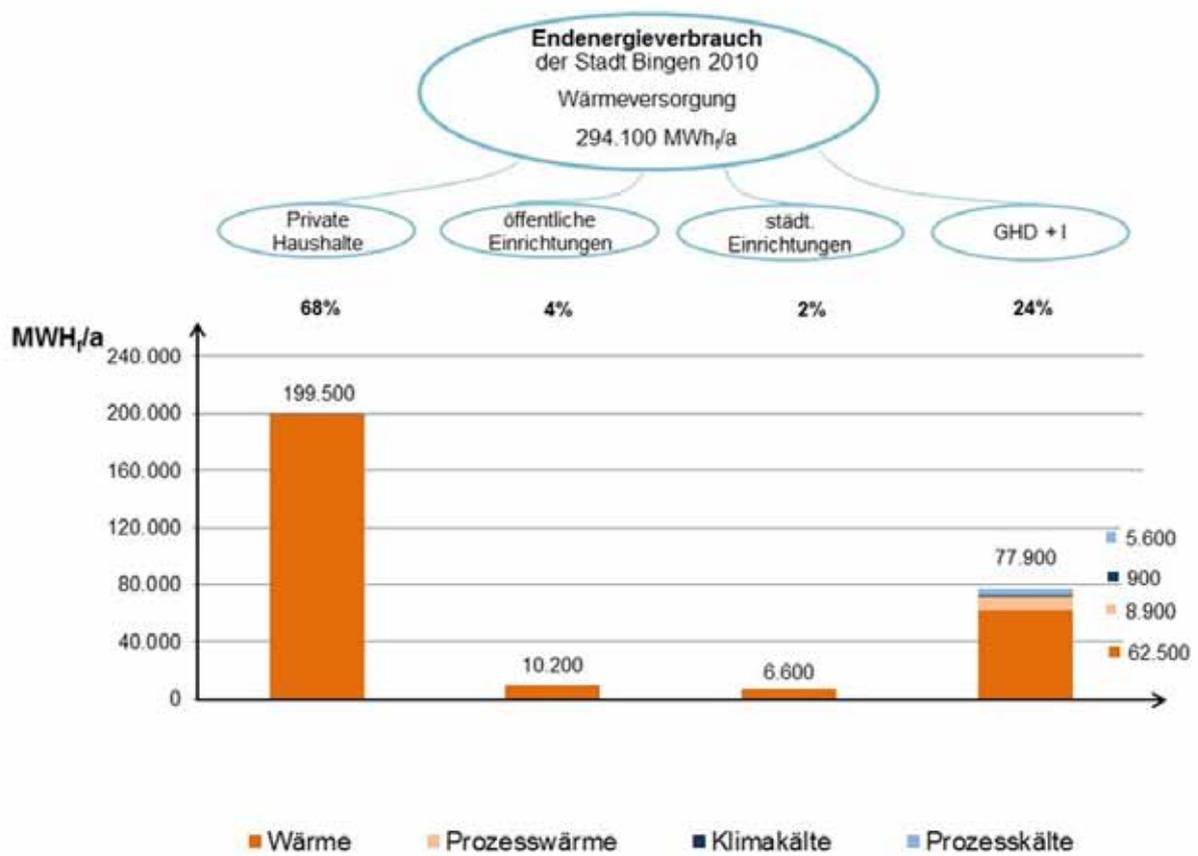


Abbildung 4-28 Verteilung Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung nach Sektoren

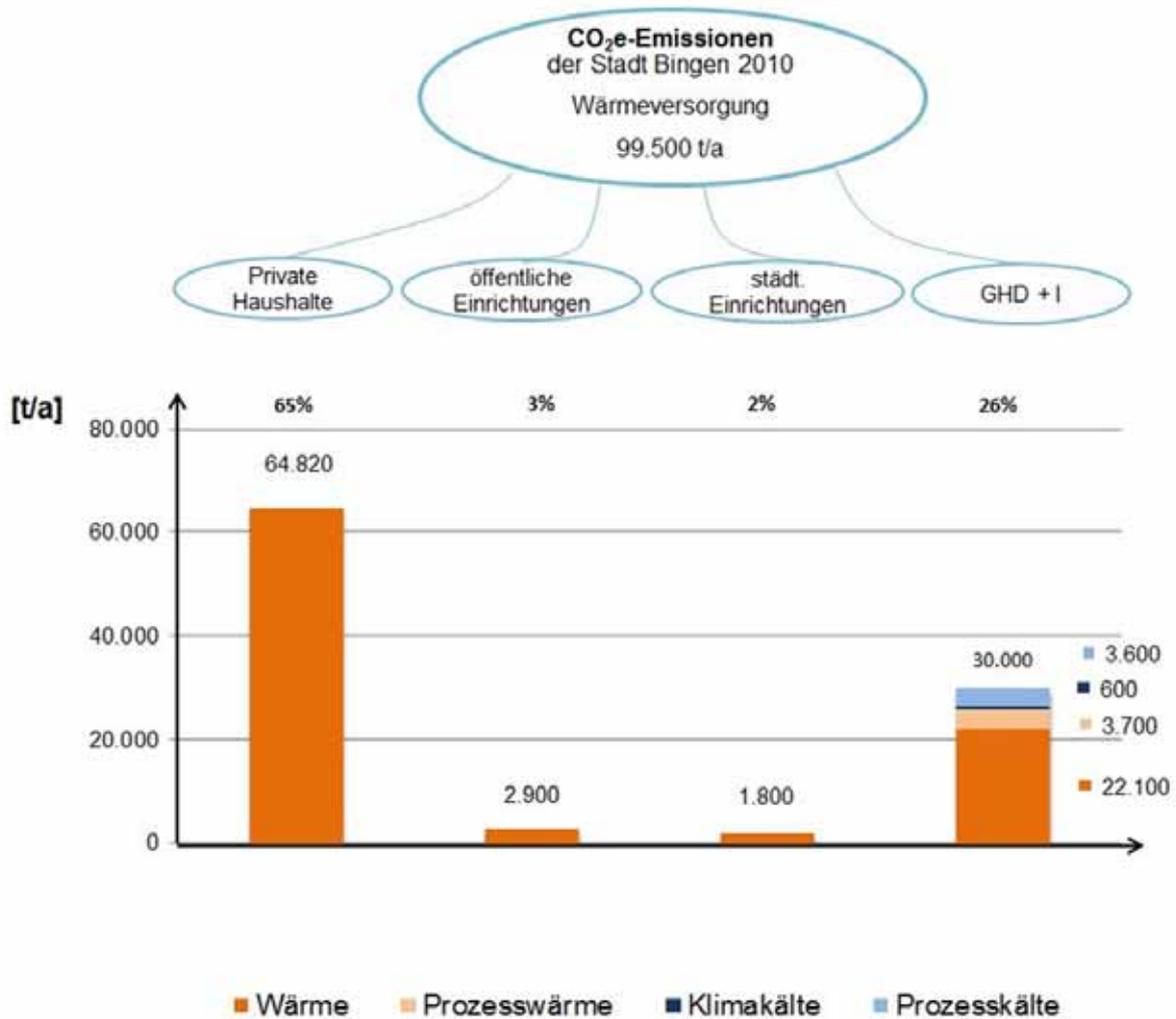


Abbildung 4-29 Verteilung CO₂e-Emissionen zur Wärmeversorgung nach Sektoren 2010

Der Sektor private Haushalte hat mit 65 % den größten Anteil an den verursachten Gesamtemissionen, gefolgt vom Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung + Industrie mit 26 %. Auf die öffentlichen Einrichtungen (städtische und nicht-städtische) entfällt insgesamt ein Anteil von 5 % der CO₂e-Emissionen der Stadt Bingen. Die städtischen Liegenschaften allein verursachen 2 % der CO₂e-Emissionen in Bingen.

4.6 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Wärmeversorgung – Stand 1990 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Bereits im Jahr 1994 wurde im Auftrag des damaligen rheinland-pfälzischen Ministeriums für Wirtschaft und Verkehr exemplarisch für den Standort Bingen eine „Modellstudie Energiekonzept“ (Schaumann, Heinrich, Schuch, Braune, Hopp, & Pohl, 1994) von der Transferstelle Bingen erarbeitet und veröffentlicht.

Die damals erhobenen Daten stammen aus dem Zeitraum von 1987 bis 1993, sodass im Weiteren von 1990 als Bezugsjahr gesprochen wird.

Die Daten des Endenergieverbrauchs wurden aus der 1994er Modellstudie für das vorliegende Konzept übernommen. Lediglich die Emissionsbilanz wurde angepasst und die Bewertung mit CO₂-Äquivalent-Emissionen der GEMIS-Datenbank (Öko-Institut, 2011) anstelle der damals üblichen CO₂-Emissionen durchgeführt, um einen Vergleich mit der heutigen Bilanz zu ermöglichen.

4.6.1 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Wärmeversorgung private Haushalte 1990 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Zur Abschätzung des Nutzenergieverbrauchs für Raumheizung und Trinkwassererwärmung in privaten Haushalten wurde zum einen die zuvor beschriebene Siedlungszellenmethode angewendet und zum anderen der leitungsgebundene Energieverbrauch ausgewertet. Im Abgleich wurde für die privaten Haushalte ein Endenergieverbrauch von 212.000 MWh_f/a ermittelt.

In Tabelle 4-11 sind der Endenergieverbrauch der jeweiligen Energieträger und die dadurch entstehenden CO₂e-Emissionen aufgeführt.

Tabelle 4-11 Endenergie- und CO₂e-Bilanz private Haushalte 1990

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh _f /a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas Raumheizung	76.500	22.200
Erdgas Kochen	6.700	1.900
Strom (Speicherheizung)	13.900	10.300
Heizöl	98.900	37.200
Holz	8.100	200
Kohle	8.100	5.300
Summe	212.200	77.100

1990 hatte der Heizölverbrauch mit 47 % den größten Anteil am Gesamtendenergieverbrauch, gefolgt vom Erdgasverbrauch für Raumheizung und Kochen mit insgesamt 39 %.

Speicherheizungen deckten 6 % des Endenergieverbrauchs ab. Der Endenergieverbrauch von Holz und Kohle wurde nur als Summe mit 16.100 MWh/a angegeben. In der Bilanz wurde davon ausgegangen, dass der Verbrauch jeweils zur Hälfte Holz bzw. Kohle zuzuschreiben ist und die CO₂e-Emissionen entsprechend ermittelt.

Die CO₂e-Emissionsbilanz basiert auf spezifischen Emissionskennwerten nach GEMIS (Öko-Institut, 2011).

Die prozentuale Verteilung des Endenergieverbrauchs und der CO₂e-Emissionen ist nachfolgend in Abbildung 4-30 und Abbildung 4-31 dargestellt.

Endenergieverbrauch Private Haushalte 1990

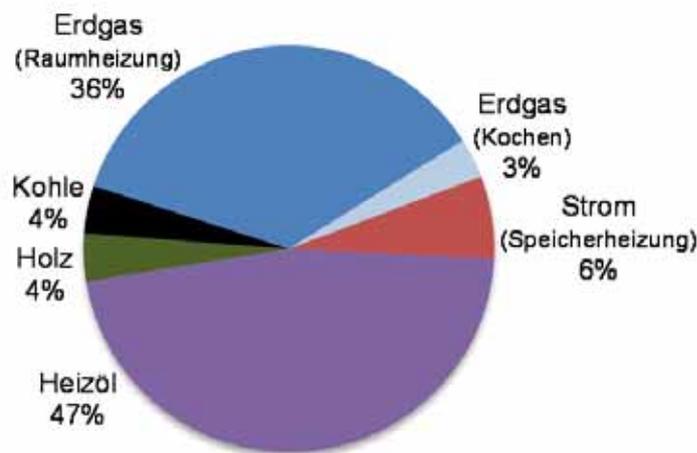


Abbildung 4-30 Endenergieverbrauch nach Energieträger private Haushalte 1990

Während der Endenergieverbrauch von Heizöl 47 % am Endenergieverbrauch ausmacht, beträgt der Anteil an den CO₂e-Emissionen 48 %. Bei Erdgas beläuft sich der Anteil am Endenergieverbrauch für Raumheizung und Kochen auf insgesamt 39 %, der Anteil an den CO₂e-Emissionen auf 32 %. Auf Holz und Kohle entfallen insgesamt 8 % des Endenergieverbrauchs, davon jeweils zur Hälfte auf Holz bzw. Kohle.

Die CO₂e-Emissionen von Holz betragen wegen seines Charakters als nachwachsender Rohstoff und der sehr geringen spezifischen CO₂e-Emissionen weniger als 1 %, wohingegen durch den Verbrauch von Kohle 7 % der insgesamt für Raumheizung und Warmwasserbereitung freigesetzten CO₂e-Emissionen entfallen.

Strom für Speicherheizungen hat einen Anteil von 6 % am Gesamtendenergieverbrauch, der Anteil an den CO₂e-Emissionen ist aufgrund der hohen spezifischen CO₂e-Emissionen von Strom mit 13 % mehr als doppelt so hoch.

CO₂e-Emissionen Private Haushalte 1990

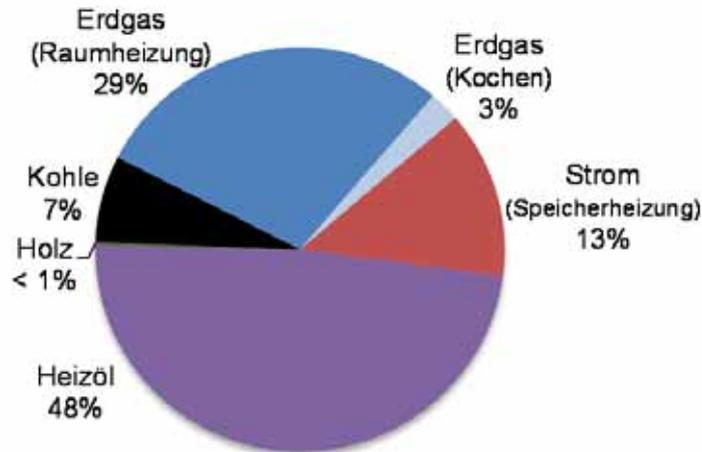


Abbildung 4-31 CO₂e-Emissionen nach Energieträger private Haushalte 1990

4.6.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen 1990 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Auch in der „Modellstudie Energiekonzept“ aus dem Jahr 1994 wurden die Energieverbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften angefragt und ausgewertet. Dabei handelte es sich sowohl um städtische Liegenschaften als auch um Liegenschaften, die sich in Trägerschaft anderer Gebietskörperschaften und Institutionen befinden.

Der Gesamtenergieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften beträgt 32.200 MWh/a, die CO₂e-Emissionen belaufen sich auf 10.500 t/a (Tabelle 4-12).

Tabelle 4-12 Endenergie- und CO₂e-Bilanz öffentliche Einrichtungen 1990

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh/a	CO ₂ e-Emissionen t/a
Erdgas	19.300	5.600
Heizöl	12.900	4.900
Summe	32.200	10.500

60% des Endenergieverbrauchs entfallen auf Erdgas als Energieträger, 40 % auf Heizöl (siehe Abbildung 4-32).

Verteilung Energieträger öffentliche Einrichtungen 1990

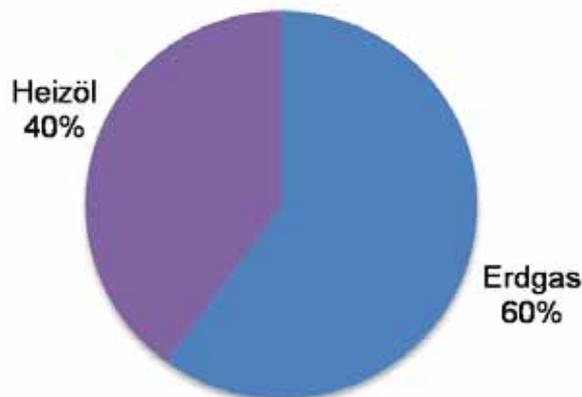


Abbildung 4-32 Endenergieverbrauch nach Energieträger öffentliche Einrichtungen 1990

Bei den CO₂e-Emissionen verschiebt sich das Verhältnis von Erdgas zu Heizöl aufgrund der höheren spezifischen Emissionen von Heizöl. Erdgas hat einen Anteil von 53 % an den CO₂e-Emissionen, während der Einsatz von Heizöl 47 % der durch Raumheizung und Trinkwassererwärmung verursachten CO₂e-Emissionen zu verantworten hat.

Verteilung CO₂e-Emissionen öffentliche Einrichtungen 1990

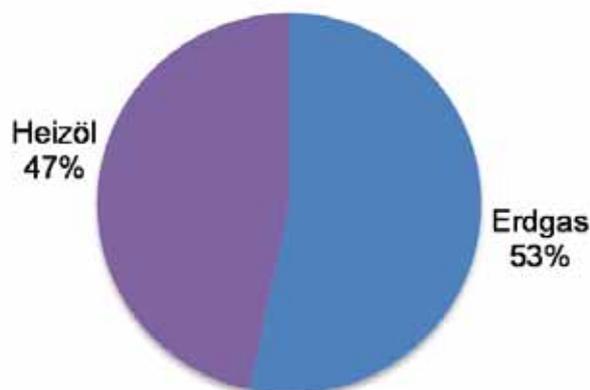


Abbildung 4-33 CO₂e-Emissionen nach Energieträger öffentliche Einrichtungen 1990

4.6.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie 1990 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Um den Endenergieverbrauch in Unternehmen zu ermitteln, wurden in der „Modellstudie Energiekonzept“ aus dem Jahr 1994 Fragebögen entwickelt, verteilt und ausgewertet (Rücklauf etwa ein Drittel) und durch Schätzung nach statistischen Werten ergänzt. Wegen des

damals nicht einzuschätzenden Prozesswärmeanteils erfolgte keine Außentemperaturbereinigung des Endenergieverbrauchs.

Um eine Abschätzung über den Anteil des Endenergieverbrauchs zur Raumwärmeerzeugung treffen zu können, wird auf die Bilanz von 1990 die gleiche Methode wie für die Bilanz 2010 angewandt. Somit ergibt sich im Sektor GHD + I für Raumheizung ein Anteil von 85,8% am Gesamtendenergieverbrauch.

Im Jahr 1990 betrug der Gesamtendenergieverbrauch des Sektors Gewerbe/Handel/Dienstleistung + Industrie 84.000 MWh_f/a, die dadurch bedingten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf 29.900 t/a. Auf die Wärmeerzeugung zur Raumheizung entfallen dabei 72.100 MWh_f/a und CO₂e-Emissionen in Höhe von 25.700 t/a.

Tabelle 4-13 Endenergie- und CO₂e-Bilanz für GHD und Industrie 1990

Energie-träger	Raumheizung		Prozesswärme		Prozesswärme + Raumheizung	
	Endenergie- verbrauch	CO ₂ e- Emissionen	Endenergie- verbrauch	CO ₂ e- Emissionen	Endenergie- verbrauch	CO ₂ e- Emissionen
	MWh _f /a	t/a	MWh _f /a	t/a	MWh _f /a	t/a
Erdgas	17.200	5.000	2.800	800	20.000	5.800
Heizöl	54.900	20.700	9.100	3.400	64.000	24.100
Summe	72.100	25.700	11.900	4.200	84.000	29.900

Die prozentuale Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern und der daraus resultierenden CO₂e-Emissionen ist nachfolgend in Abbildung 4-34 und Abbildung 4-35 grafisch dargestellt.



Abbildung 4-34 Verteilung Endenergieverbrauch auf Energieträger GHD + I 1990

Heizöl hatte im Sektor GHD + I im Jahr 1990 einen Anteil von 76 % am Endenergieverbrauch und 80 % an den entstandenen CO₂e-Emissionen. Bei Erdgas betrug der Anteil am Endenergieverbrauch 24 % und an den CO₂e-Emissionen 20%.

**Verteilung CO₂e-Emissionen
GHD + I für Raumheizung 1990**

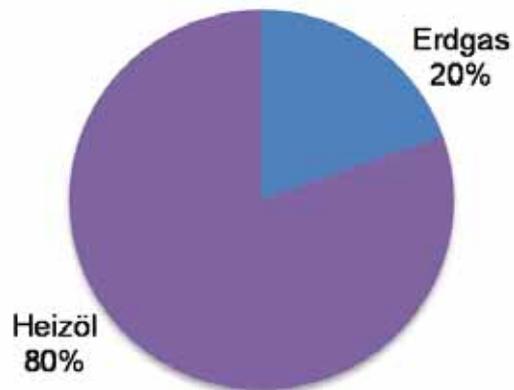


Abbildung 4-35 Verteilung CO₂e-Emissionen auf Energieträger

4.7 Vergleich der Gesamtenergie- und CO₂e-Emissionsbilanz der Jahre 1990 und 2010 (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Bilanzen der Jahre 1990 und 2010 gegenüber gestellt, um eine Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der dadurch entstehenden CO₂e-Emissionen der letzten Jahre aufzuzeigen.

Zu beachten ist, dass durch Zubau und Abriss von Gebäuden nicht exakt dieselbe Ausgangssituation zur Bilanzierung gegeben ist. Dies trifft weiterhin auf den Stromverbrauch zur Wärme- und Kälteversorgung zu. Denn 1990 sind im Stromverbrauch zur Wärmeversorgung nur die elektrischen Speicherheizungen in Wohngebäuden berücksichtigt, während der Stromverbrauch der dezentralen elektrischen Trinkwassererwärmung und zur Kälteversorgung im Gesamtstromverbrauch enthalten ist. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass der Endenergieverbrauch von Holz und Kohle für 1990 nur als Summe vorliegt und für den unten stehenden Vergleich vereinfacht jeweils zur Hälfte auf die beiden Energieträger aufgeteilt ist.

Tabelle 4-14 Vergleich Endenergie- und CO₂e-Emissionsbilanz 1990 und 2010

Energieträger	Endenergieverbrauch		CO ₂ e-Emissionen	
	MWh/a		t/a	
Kalenderjahr	1990	2010	1990	2010
Erdgas	122.500	192.600	35.600	55.900
Heizöl	175.800	71.000	66.100	26.700
Flüssiggas	-	300	-	100
Pflanzenöl	-	700	-	200
Kohle	8.100	700	5.400	300
Scheitholz	8.100	710	200	20
Holzpellets	-	1.600	-	40
Holzhackschnitzel	-	900	-	20
Solarthermie	-	500	-	20
Strom (Wärmeversorgung)	13.900	18.600	10.300	12.000
Strom (Kälteversorgung)	-	6.500	-	4.200
Summe	328.400	294.100	117.600	99.500

Es wird deutlich, dass sowohl der Endenergieverbrauch als auch die CO₂e-Emissionen im Jahr 2010 im Vergleich zum Jahr 1990 zurückgegangen sind.

Wie auch aus Abbildung 4-36 hervorgeht, ist der Endenergieverbrauch von 328.400 auf 294.100 MWh/a zurück gegangen, was einem Rückgang von rund 10 % entspricht. Die

CO₂e-Emissionen sanken von 117.600 t/a im Jahr 1990 auf 99.500 t/a im Jahr 2010. Der Rückgang der CO₂e-Emissionen um 15 % in den vergangenen 20 Jahren ist vor allem durch die Verbesserung der Anlagenwirkungsgrade, Dämmung der Gebäude und Wärmeleitungen sowie den Einsatz von Energieträgern mit geringeren spezifischen CO₂e-Emissionen zu erklären.

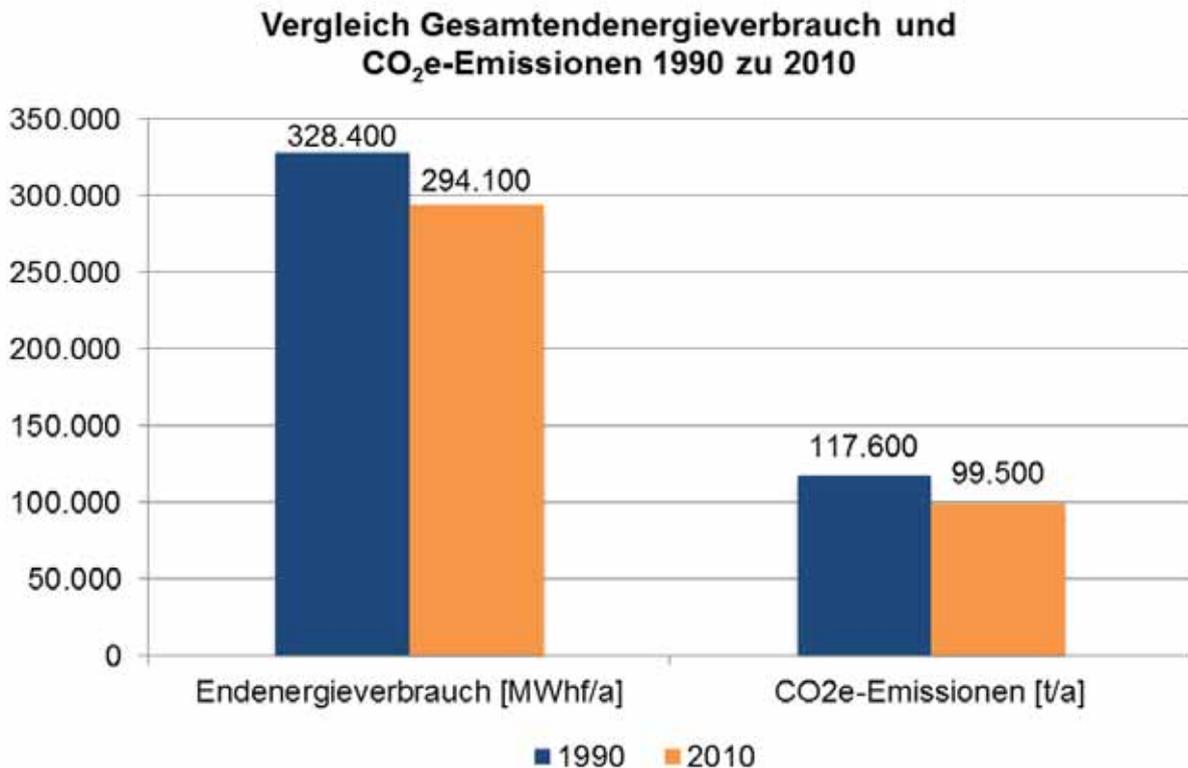


Abbildung 4-36 Vergleich Endenergie- und CO₂e-Emissionsbilanz, 1990 und 2010

Wie sich der Einsatz der verschiedenen Energieträger in den letzten 20 Jahren mengenmäßig verändert hat, und welche Bedeutung die Energieträger 1990 und 2010 bei der Energieversorgung hatten, geht aus Abbildung 3-38 hervor.

Auffällig ist vor allem der deutliche Rückgang des Heizölverbrauchs zugunsten von Erdgas als mittlerweile dominierender Energieträger, bedingt durch den vollständigen Erdgasnetzausbau in Bingen. Kohle wird heute gegenüber dem Jahr 1990 nur noch vergleichsweise selten zu Heizzwecken eingesetzt.

Während im Jahr 1990 Scheitholz der einzige regenerative Energieträger im lokalen Energiemix war, spielt zu Holzpellets und Holzhackschnitzeln weiterverarbeitetes Holz heute ebenso eine Rolle wie auch die Nutzung von Solarthermie.

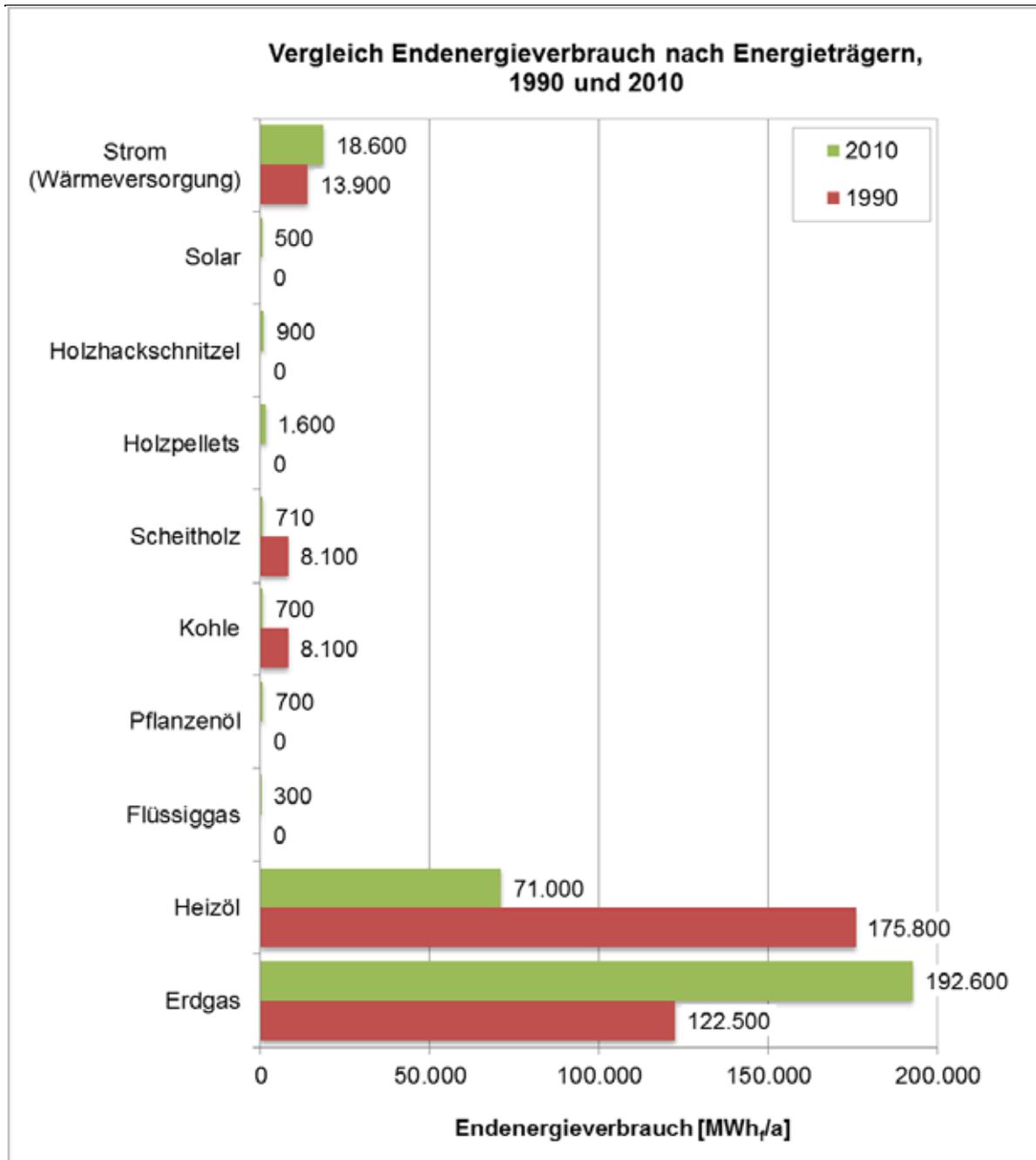


Abbildung 4-37 Vergleich Endenergieverbrauch nach Energieträgern, 1990 und 2010

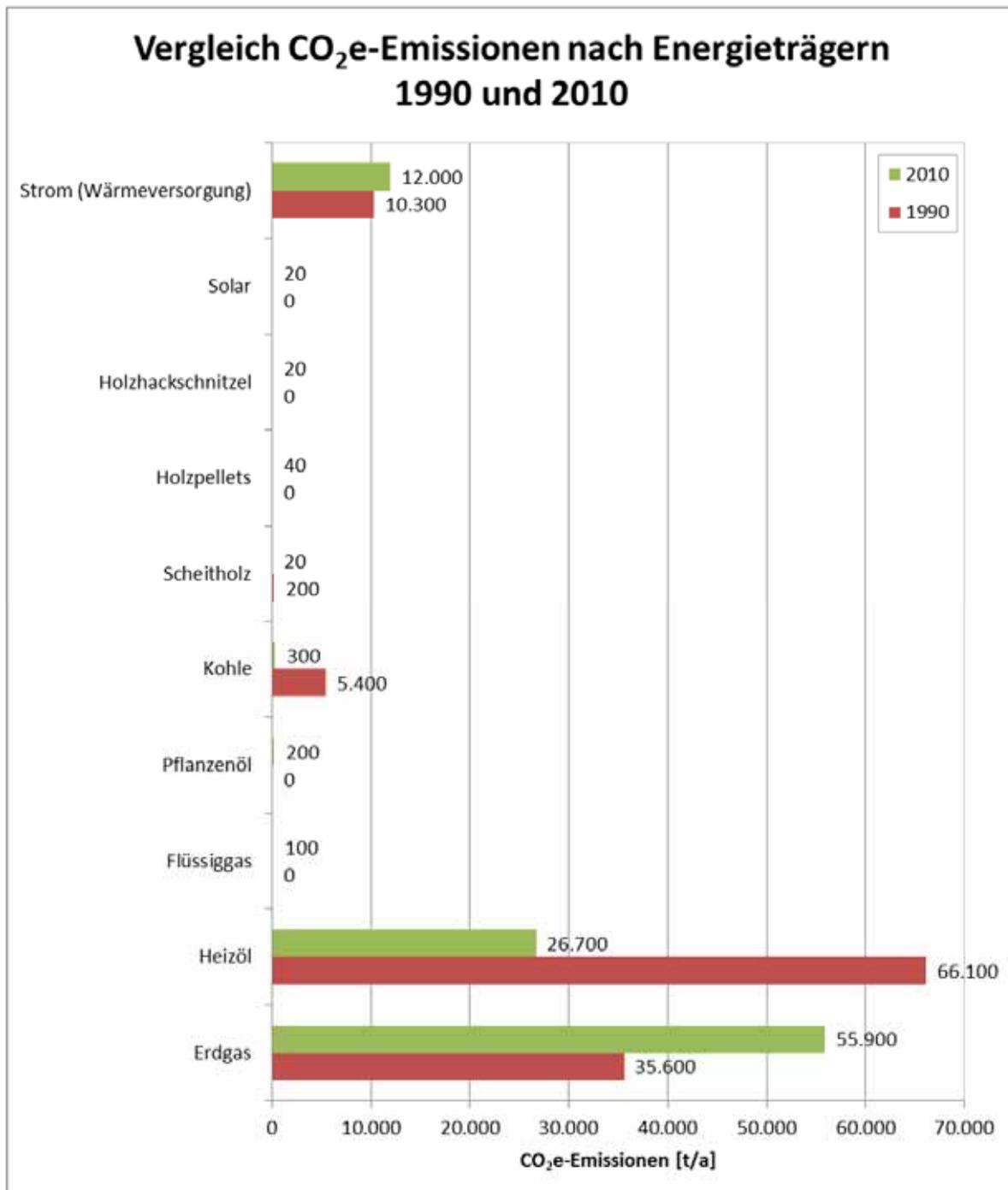


Abbildung 4-38 Vergleich CO₂e-Emissionen nach Energieträgern, 1990 und 2010

Wie sich die CO₂e-Emissionen in den letzten 20 Jahren nach Energieträgern entwickelt haben geht aus obiger Abbildung 4-38 hervor.

4.8 Zusammenfassung Energie- und CO₂e-Bilanz (Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

In einem ersten Schritt wurde eine Bestandsanalyse für den Wärmeverbrauch in der Stadt Bingen durchgeführt. Die Ermittlung stellt sich schwierig dar, da neben Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger ein Mix aus nicht leitungsgebundenen Energieträger zur Beheizung zum Einsatz kommt. Daher ist es nur möglich, eine Annäherung an die tatsächlich im Gebäudebestand auftretenden Verbrauchswerte zu erreichen. Der Bedarf an Wärme wurde für die Sektoren Haushalte, städtische bzw. öffentliche Liegenschaften sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie dargestellt und mit den Energieverbrauchswerten von 1990 verglichen.

In der Stadt Bingen werden derzeit 294.100 MWh/a Endenergie für die Bereitstellung von Wärme (inklusive Prozesswärme, Klima- und Prozesskälte) eingesetzt. Die dadurch bedingten CO₂e-Emissionen betragen 99.500 t/a.

Die Ermittlung des Wärmebedarfs stützt sich überwiegend auf die Auswertung von Verbrauchsdaten der öffentlichen Liegenschaften, den Erdgasverbrauchswerten aus den Konzessionsabgabebescheiden des Erdgasverteilnetzbetreibers sowie Daten von Bezirkschornsteinfegern und Angaben über geförderte Anlagen zur Umwandlung Erneuerbarer Energien in Wärme. Die im Konzept verwendete Methode zur Verteilung des Energiebedarfs räumlich und nach Gebäudetypen ist die gebäudetypologische Siedlungszellenstrukturanalyse, welche für den Stadtteil Büdesheim durchgeführt und mit Hilfe älterer Datensätze aus der Modellstudie auf die übrigen Stadtteile in Bingen übertragen wurde. Bei Ortsbegehungen wurde eine Clusterbildung der Wohngebäude in Gebiete näherungsweise homogener Bebauung (Siedlungszellen) vorgenommen. Jeder Siedlungszelle wurde ein dominierender Gebäudetyp (in Abhängigkeit von Bauart und Baualtersklasse) zugeordnet. Die bebauten Flächen wurden mittels eines digitalen Liegenschaftskatasters für jede Siedlungszelle ermittelt und der Wärmeverbrauch über einen flächen- und gebäudetypspezifischen Kennwert abgeschätzt.

Der größte Endenergieverbrauchsanteil bei der Wärmeversorgung liegt bei den Wohngebäuden, mit rund 68 %. Der Anteil an den verursachten Gesamtemissionen der privaten Haushalte beträgt ca. 65 %. Der Sektor GHD + I hat einen Anteil von etwa 24 % am Endenergieverbrauch und bei den CO₂e-Emissionen 25 %. Auf die öffentlichen Einrichtungen (städtische und nicht-städtische) entfällt insgesamt ein Anteil von 6 % am Endenergieverbrauch Wärme sowie 5 % der CO₂e-Emissionen der Stadt Bingen. Die städtischen Liegenschaften allein verursachen 2 % der CO₂e-Emissionen in Bingen. Gegenüber dem Jahr 1990 ist der Endenergieverbrauch im Bereich Wärme um 10 % gesunken und die CO₂e-Emissionen um rund 15 %. Der Rückgang der CO₂e-Emissionen in den vergangenen 20 Jahren ist vor allem durch die Verbesserung der Anlagenwirkungsgrade, Dämmung der Gebäude und Rohrleitungen, effizienteren Heizungsanlagen sowie den Einsatz von Energieträgern mit geringeren spezifischen CO₂e-Emissionen zu erklären.

Die Analyse der Energieträgerverteilung gibt Aufschluss über die verwendeten Energieträger. In der Stadt Bingen dominiert in der Wärmeherzeugung Erdgas (63 %) als Energieträger, gefolgt von Heizöl (28 %) und Strom (8 %). Die Solarthermie, Scheitholz, Holzpellets, Holzhackschnitzel sowie Pflanzenöl spielen nur eine untergeordnete Rolle (< 1 %).

Für eine zukunftsorientierte Wärmeversorgung ist ein hoher Anteil der erneuerbaren Energien bei der Wärmeversorgung notwendig.

Durch den Einsatz von Scheitholz in Einzelraumfeuerungen, Holzpellets und Hackschnitzel sowie solarthermischen Anlagen und Wärmepumpen kommt die Stadt Bingen auf rund 2 % erneuerbar erzeugter Wärme. Die Informationen über Anzahl und Leistung von solarthermischen Anlagen, Wärmepumpen und geförderten Biomasseanlagen stammen von der Bafa.

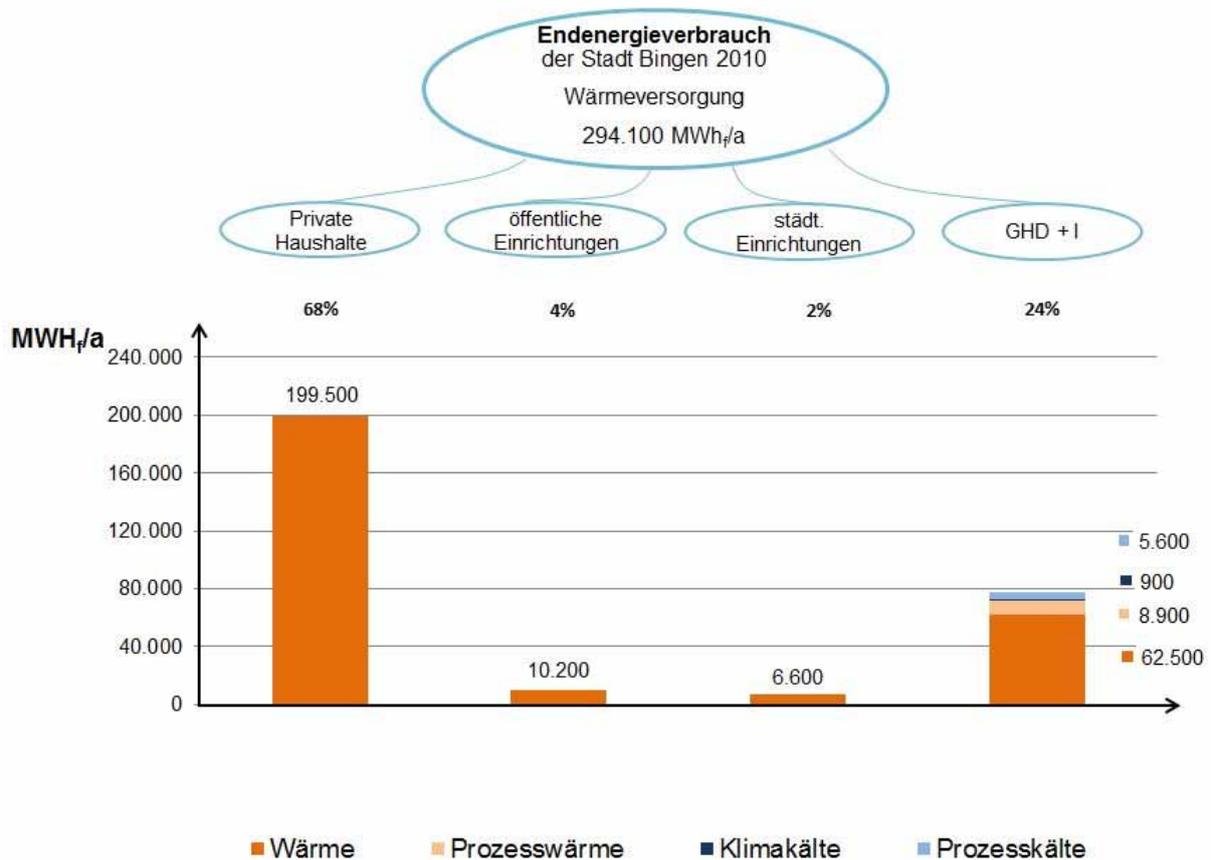


Abbildung 4-39 Endenergieverbrauch Wärme nach Sektoren in der Stadt Bingen 2010

5 Potenziale zur Energieeinsparung und -effizienz

5.1 Einsparpotenziale Strom

5.1.1 Private Haushalte

Die privaten Haushalte in der Stadt Bingen verbrauchen nach Auswertung der Konzessionsabgabebescheide der vorausgehenden Jahre (2007 bis 2009) eine jährliche Strommenge von 52.900 MWh_{el}/a. Der Anteil der Stromverbräuche für die Wärmeversorgung (Stromheizungen, Wärmepumpen, etc.) liegt bei 43 %. Der Anteil für Strom (allgemein), hierunter fallen Verbräuche u.a. für Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnologie, mechanische Energie, beträgt 57 %.

Einsparpotenziale beim Strom in privaten Haushalten ergeben sich insbesondere bei Haushaltsgeräten und bei der Beleuchtung. Das Einsparpotenzial bei Haushaltsgeräten ist im Stadtgebiet nicht zu quantifizieren, da diese insbesondere vom individuellen Nutzerverhalten geprägt sind. Für den Energieträger Strom sind demnach in Haushalten Einsparungen vor allem bereits durch ein Umdenken im Verhalten der Menschen in Verbindung mit gering investiven Maßnahmen (z. B. Aufhebung des Stand-by-Betriebes durch abschaltbare Steckerleisten), durch Effizienzsteigerung bei Haushaltsgeräten, Erneuerung von Heizungs- und Zirkulationspumpen sowie effizientere Beleuchtung möglich.

Den technologischen Effizienzgewinnen stehen entgegen, dass immer mehr Aggregate Strom verbrauchen (u.a. Mobiltelefone, mehrere Heimcomputer, Wärmepumpen, etc.).

Derzeit bestehen insbesondere noch Hemmnisse, die die Ausschöpfung der Potenziale von Effizienzmaßnahmen beim Stromverbrauch, die eigentlich wirtschaftlich sind, verhindern:

- Informationsdefizite beim Kauf, Einsatz und Kennzeichnung energiesparender Geräte
- Reale Stromverbräuche sind Verbrauchern nicht genügend präsent (jährliche Stromabrechnung), Abhilfe durch zeitnahe Verbrauchsabrechnung wäre denkbar aber entsprechend zeitaufwendig.
- Maßnahmen (Stand-by-Verbrauch, Effizienzklassen, etc.) sind i. d. R. bekannt, jedoch Motivation zur Umsetzung gering, Energieeffizienz als Kaufkriterium tritt hinter Preis und Ausstattung zurück.

Um die Hemmnisse abzubauen bedarf es entsprechend umfassende und zielgruppenspezifische Informationen darüber, wie durch das eigene Verhalten der Stromverbrauch gesenkt werden kann.

Darüber hinaus müssen Einzelhandel und Handwerker ihre entscheidende Funktion und Verantwortung als Multiplikator, Berater und Umsetzer von Einsparmaßnahmen erkennen und nutzen. Ihr Fachwissen regelmäßig zu aktualisieren und in Verkaufsgesprächen offensiv zugunsten Energieeinsparungen einzubringen sollte selbstverständlich werden.

Die Abschätzung der Bandbreite der Stromeinsparpotenziale im Bereich Haushalte wurde an eine im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie angefertigte Studie angelehnt. Diese geht von einem durchschnittliche Stromeinsparpotenzial von 15 % bis 20 % aus (Prognos, 2007).

Für das Klimaschutzkonzept wurde eine Annahme von 20 % angenommen. Demnach liegt statistisch das durchschnittliche Einsparpotenzial der Haushalte im Bereich Strom bei rund 6.000 MWh_{el}/a. bis zum Jahr 2020 (Prognos, 2007). Dies entspricht dem heutigen technischen Potenzial in der Abbildung 5-1. Durch weitere technische Verbesserung wird das heutige technische Potenzial in den nächsten Jahren weiter steigen. So wird in der Studie (Prognos, 2007) davon ausgegangen, dass trotz Umsetzung von Energieeffizienz- und Einsparpotenzialen bis zum Jahr 2030 das Einsparpotenzial fortgeschrieben werden kann. Dies bedeutet, dass vom Strombedarf im Jahr 2020 nochmals rund 20 % eingespart werden können. Vor diesem Hintergrund kann bis zum Jahr 2030 mit einer Stromeinsparung von bis zu 10.800 MWh_{el}/a aufgrund von Effizienz gerechnet werden.

Das CO₂e-Minderungspotenzial in der Stadt Bingen könnte durch entsprechende Einspar- und Effizienzmaßnahmen um rund 4.500 t bis zum Jahr 2020 reduziert werden, unter der Annahme des heutigen Energieträgermixes (entspricht dem heutigen statistischen Potenzial in der Abbildung 5-2). Bis zum Jahr 2030 könnte eine Minderung um 7.600 t/a prognostiziert werden.

5.1.1.1 Szenarien

Als Basis für die Szenarientwicklung dienen die Stromverbrauchswerte aus dem Jahr 2010. Die Festlegung der Vergleichskennwerte in der zeitlichen Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die Studie (DLR, 2012). Dort ist der Stromverbrauch für den Sektor Haushalte in einem Szenario bis 2050 aufgezeigt, um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Stromeinsparungen zu erreichen. Für die Darstellung der Szenarien wird die Kategorie „Kraft und Licht“ ausgewählt. Anhand dieser Werte wird die prozentuale Änderung des Stromverbrauchs in den einzelnen Zeitintervallen bis 2050 abgeleitet und für den Sektor Haushalte in der Stadt Bingen angewendet. Demnach ergeben sich folgende Reduzierungen des Stromverbrauches:

- Reduzierung bis 2015 um 2 %
- Reduzierung bis 2020 um weitere 2 %
- Reduzierung bis 2030 um 8 %
- Reduzierung bis 2040 um weitere 10 %
- Reduzierung bis 2050 um 6 %

Die Szenarien für die Einsparpotenziale erfolgen über die Stromverbrauchsreduzierung. Hieraus ergibt sich im Durchschnitt eine Verbrauchsreduzierung um 0,7 % pro Jahr. In der DLR Studie ist ermittelt, dass in den vergangenen Jahren die Entwicklung bei nur etwa einem Drittel der erforderlichen Absenkung liegt (DLR 2012, S. 59). Dem entsprechend wird in dem Trendszenario eine Stromverbrauchsreduzierung von 0,23 % pro Jahr angesetzt.

Die mögliche Entwicklung des Endenergieverbrauchs für Strom im Sektor Haushalte ist in der nachstehenden Abbildung 5-1 als Trend- und als Klimaschutzszenario dargestellt.

Bei Fortschreibung des Trends (entspricht einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,23 % pro Jahr) könnte sich für den Sektor Haushalte der Endenergieverbrauch von Strom bis zum Jahr 2030 von derzeit 44.800 MWh_{el}/a (Bilanzjahr 2010) um rund 2.000 MWh_{el}/a auf 42.800 MWh_{el}/a reduzieren. Bis zum Jahr 2050 wäre eine Reduzierung auf 40.700 MWh_{el}/a möglich.

Bei Annahme des Klimaschutzszenarios (entspricht einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,7 % pro Jahr), welche erforderlich ist, um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Klimaschutzziele zu erreichen, würde sich der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 um 5.400 MWh_{el}/a auf 39.400 MWh_{el}/a reduzieren. Bis zum Jahr 2050 wäre eine Reduzierung auf 32.300 MWh_{el}/a möglich.

Zusätzlich zu den beiden Entwicklungen ist das heutige statistische Potenzial gegenübergestellt.

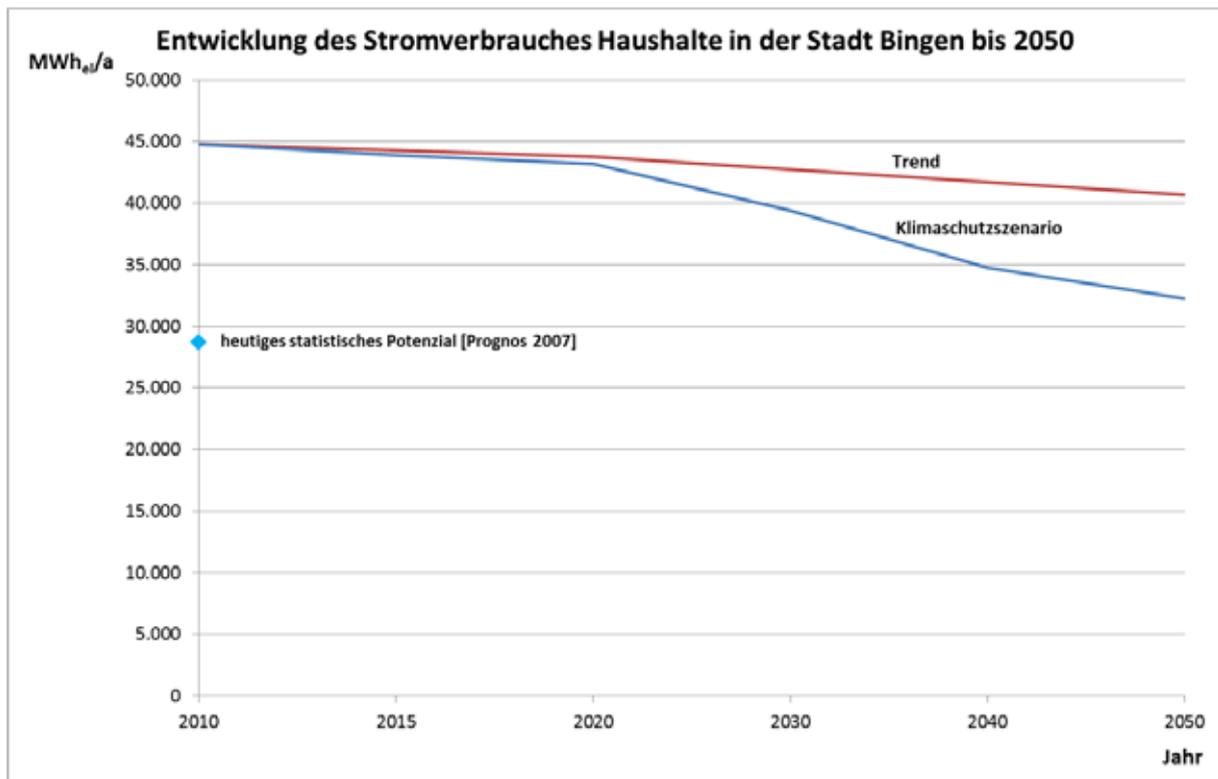


Abbildung 5-1 Entwicklung Endenergieverbrauch Strom im Sektor Haushalte in der Stadt Bingen

In der nachstehenden Abbildung 5-2 ist die Entwicklung der CO₂e-Emissionen dargestellt. Bei Annahme des Klimaschutzszenarios (entspricht einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,7% pro Jahr), welche erforderlich ist, um bis zum Jahr 2050 die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Ziele zu erreichen, kann eine CO₂e-Minderung um 3.500 t/a bis zum Jahr 2030 und rund 8.000 t/a bis zum Jahr 2050 erzielt werden.

Um die Entwicklung der CO₂e-Emissionen durch die Endenergieeinsparung aufzuzeigen, wird der lokale Strommix der Stadt Bingen 2010 zu Grunde gelegt. Deutlich höhere Emissionsminderungen können mit dem Einsatz regenerativer und effizienter Energienutzung erreicht werden.

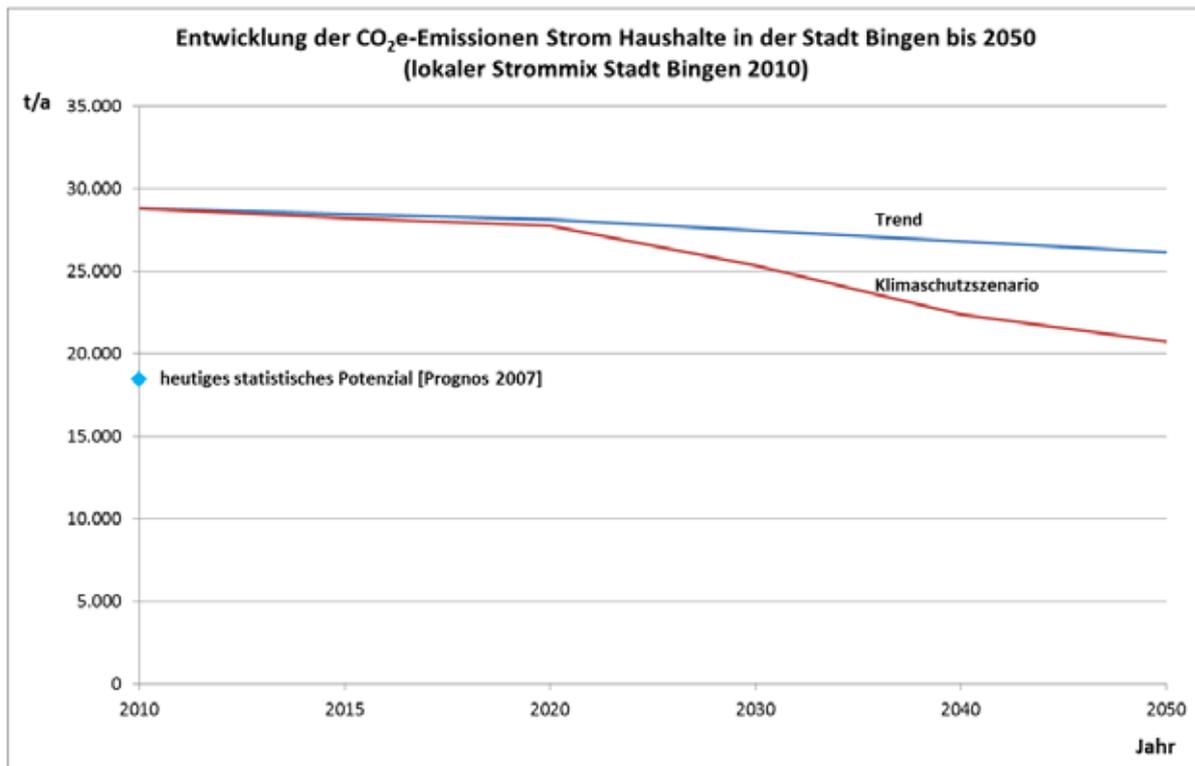


Abbildung 5-2 Entwicklung CO₂e-Emissionen Strom im Sektor Haushalte in der Stadt Bingen

5.1.2 Städtische Liegenschaften

Die Potenzialanalyse zur Energieeinsparung der städtischen Gebäude in Bingen erfolgt auf Basis der Ergebnisse aus der Energie- und CO₂e-Bilanz (siehe Kapitel Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Öffentliche Einrichtungen 2010).

Für die Berechnung des Energieeinsparpotenzials der städtischen Gebäude der Stadt Bingen werden die in der Ist-Analyse identifizierten Gebäudekategorien vor und nach einer energetischen Sanierung betrachtet. Hierfür wurden die Vergleichskennwerte eines Referenzgebäudes nach EnEV 2009 herangezogen und mit dem realen Verbrauch der Gebäude verglichen. Das Referenzgebäude hat eine vergleichbare Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung wie das kommunale Gebäude.

Die grafische Auswertung der Verbrauchskennwerte der einzelnen Liegenschaften im Vergleich mit ihren gebäudetypischen Vergleichskennwerten nach der EnEV 2009 können den Grafiken im Anhang (Anhang IV Jahresenergieverbräuche öffentliche Gebäude nach Nutzung) entnommen werden.

Es gibt viele Faktoren, den Energieverbrauch eines Gebäudes zu senken. Ein maßgeblicher Faktor ist das Nutzerverhalten. Mit wenigen Verhaltenstipps lassen sich durch ein energiesparendes Nutzerverhalten schon deutliche Energieeinsparungen erzielen, ohne dass hierfür Kosten entstehen.

Im Teilkonzept „Klimaschutz in den eigenen Liegenschaften“ (separater Bericht) sind für den Baustein 2 und 3 einzelne kommunale Liegenschaften ausgewählt und für diese energeti-

sche Sanierungsmaßnahmen aufgezeigt (investive und nicht-investive). Für jede Maßnahme ist das Einsparpotenzial (Energie und CO₂e-Emissionen) berechnet und Investitionskosten angegeben.

Vorgehensweise

Ausgehend von den ermittelten Analysedaten aus der Bilanz (Kapitel Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Öffentliche Einrichtungen 2010) können Energieeinsparpotenziale für die einzelnen Liegenschaften ermittelt werden.

Die möglichen Einsparungen werden anhand von Vergleichskennwerten ermittelt. Die EnEV 2009 gibt je nach Gebäudetyp Vergleichskennwerte vor. Diese Vergleichskennwerte sind Mittelwerte für öffentliche Gebäude und variieren je nach Nutzung (Gebäudetyp/Gebäudekategorie). Bei der Erstellung von Energieverbrauchsausweisen wird der Verbrauch der Bestandsgebäude mit diesen Kennwerten der EnEV 2009 verglichen.

Die Einsparungen der einzelnen Liegenschaften werden im Folgenden für zwei Annahmen berechnet:

- **EnEV 100%:** Es wird angenommen, dass alle Gebäude in Zukunft auf den Standard des EnEV-Vergleichskennwertes saniert werden. Die Differenz zwischen dem tatsächlichen Verbrauch und dem errechneten Verbrauch nach Sanierung auf EnEV-Niveau ergibt die Einsparung.
- **EnEV 80%:** Als verbesserten Standard wird wie nach der DENA (Deutsche Energie-Agentur) empfohlen ein um 20 % verbesserter Kennwert (Zielwert) angenommen. Das heißt, gemäß dem Zielwert, werden alle Gebäude auf den EnEV-Standard abzüglich nochmals 20 % saniert. Die Differenz zwischen dem tatsächlichen Verbrauch und dem errechneten Verbrauch nach Sanierung auf 80 % des EnEV-Niveaus ergibt die Einsparung.

Der Endenergieverbrauchskennwert für Strom ergibt sich aus dem Mittelwert der Wärmeverbräuche der letzten drei Jahre (2008-2010) und der Nettogrundfläche der Gebäude.

Bei der Berechnung des Energieeinsparpotenzials wird die Wirtschaftlichkeit von einzelnen Maßnahmen nicht berücksichtigt.

Ergebnisse

Der Stromverbrauch des untersuchten Gebäudebestandes beträgt knapp 1.240 MWh/a. Saniert man die Gebäude gemäß der Annahme EnEV 100% entsprechend, dann verringert sich der Jahresstromverbrauch auf gut 520 MWh/a, was einer Einsparung von rund 58 % entspricht. Mit der Durchführung einer verbesserten Sanierung (Annahme EnEV 80%) könnte sich der Jahresstromverbrauch auf knapp 440 MWh/a verringern, bzw. 65 %.

Die Einsparungen der untersuchten städtischen Gebäude ist in der nachstehenden Tabelle 5-1 zu entnehmen. Die spezifischen Jahresstromverbräuche nach Gebäude bzw. Gebäudeart können den Grafiken im Anhang (Anhang IX „Jahresenergieverbräuche Gebäudearten“) entnommen werden. Gemäß nachstehender Tabelle weisen einige Gebäude hohe Stromverbrauchskennwerte auf. Dies ist teilweise dadurch bedingt, dass elektrische Heizungen in-

stalliert sind. Einsparpotenziale sind hier insbesondere durch die Umstellung der Heizung zu erreichen.

Tabelle 5-1 Einsparung Strom städtische Gebäude

Gebäude	Stromverbrauch kWh _{el} /a	Fläche (NGF) m ²	Stromverbrauchs- kennwert kWh _{el} /(m ² *a)	Vergleichswert EnEV 2009		Abweichung vom Vergleichswert = Anhaltswert Einsparpotenzial		Einsparpotenzial	
				EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
				kWh _{el} /(m ² *a)		%		kWh _{el}	
Schule Büdesheim	61.000	4.182	15	10	8	31%	45%	19.100	27.500
Rundsporthalle Bingen-Stadt	104.400	2.382	44	25	20	43%	54%	44.800	56.700
Feuerwehr Büdesheim	11.800	762	15	20	16			0	0
Kindergarten Büdesheim	18.500	644	29	20	16	30%	44%	5.600	8.200
Friedhofskapelle Büdesheim	48.100	273	176	25	20	86%	89%	41.300	42.700
Schule Bingen-Stadt	111.400	3.934	28	10	8	65%	72%	72.000	79.900
Burg Klopp Bingen-Stadt	30.000	2.490	12	20	16			0	0
Verkehrsamt Bingen-Stadt	14.500	511	28	20	16	30%	44%	4.300	6.300
Stadtbibliothek Bingen-Stadt	19.000	362	52	20	16	62%	69%	11.700	13.200
Feuerwehr Bingen-Stadt	198.400	474	419	20	16	95%	96%	188.900	190.800
Kulturzentrum Bingen-Stadt	54.300	715	76	20	16	74%	79%	40.000	42.800
Friedhof Bingen-Stadt	59.900	573	105	25	20	76%	81%	45.600	48.400
Schule und Turnhalle Dietersheim	39.800	1.477	27	10	8	63%	70%	25.000	27.900
Feuerwehr Dietersheim Nahestr.	5.900	142	42	20	16	52%	62%	3.100	3.600
Friedhofskapelle Dietersheim	15.100	176	86	25	20	71%	77%	10.700	11.600
Schule Bingerbrück	58.100	3.341	17	10	8	42%	54%	24.700	31.400
Friedhofskapelle Bingerbrück	18.800	236	80	25	20	69%	75%	12.900	14.100
Schule Dromersheim	7.100	1.323	5	10	8			0	0
Turnhalle Schule Dromersheim	37.800	855	44	25	20	43%	55%	16.400	20.600
Feuerwehr Dromersheim	11.200	354	31	20	16	36%	49%	4.100	5.500
Friedhofskapelle Dromersheim	3.500	77	45	25	20	44%	55%	1.500	1.900
Schule Sponsheim	4.000	718	6	10	8			0	0
Friedhofskapelle Sponsheim	2.900	86	33	25	20	25%	40%	700	1.100
Schule Gaulsheim	2.100	883	2	10	8			0	0
Turnhalle Schule Gaulsheim	22.700	808	28	25	20	11%	29%	2.500	6.500
Friedhofskapelle Gaulsheim	5.500	166	33	25	20	24%	39%	1.300	2.100
Schule Kempten	6.600	1.980	3	10	8			0	0
Friedhofskapelle Kempten	16.000	299	53	25	20	53%	63%	8.500	10.000
Bürgerbüro	12.100	289	42	35	28	16%	33%	2.000	4.000
Gartenamt Bingen-Büdesheim	23.900	171	140	20	16	86%	89%	20.500	21.200
Altes Rathaus	4.400	548	8	0	0	100%	100%	4.400	4.400
Friedhofshalle Kempten	2.500	299	8	25	20			0	0
Kindergarten Sponsheim	10.400	374	28	20	16	28%	43%	2.900	4.400
Volkshochschule	22.300	1.828	12	10	8	18%	35%	4.100	7.700
Haferkasten (Museum)	21.400	869	25	20	16	19%	35%	4.000	7.500
Bauhof In der Weide	15.700	2.605	6	20	16			0	0
Hist. Museum am Strom	88.800	1.213	73	20	16	73%	78%	64.600	69.400
Friedhofshalle Waldstr. 50	11.800	573	21	25	20		3%	0	300
Feuerwehr Dietersheim Zur Mühle	400	105	4	20	16			0	0
Jugendzentrum Mainzer Str.	26.200	216	121	20	16	84%	87%	21.900	22.800
Jugendzentrum Rheinstr.	12.200	929	13	20	16			0	0
Summe	1.240.500	40.242						709.100	794.500
Einsparpotenzial "Kommunale Gebäude" gesamt:								57%	64%

Ein Großteil der 22 Gebäude ist aufgrund von fehlenden Angaben zum Stromverbrauch und/oder zur Fläche (nötig für die Bildung von Kennwerten) in der Bilanzierung und Berechnung der Einsparungen nicht enthalten.

Die nachstehende Abbildung 5-3 zeigt den Endenergieverbrauch sowie mögliche Einsparungen im Bereich Strom.

Strom: Endenergieverbrauch und Einsparpotenzial 2010 öffentliche Liegenschaften der Stadt Bingen

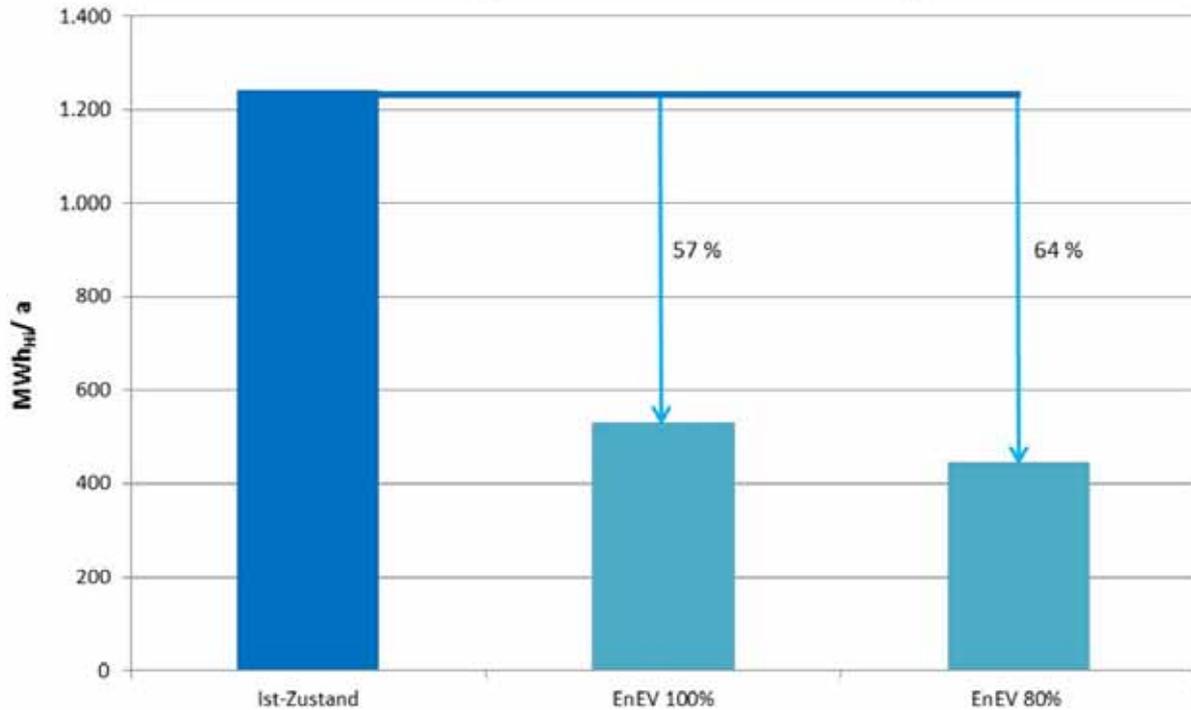


Abbildung 5-3 Jahresstromverbrauch Bestand im Vergleich mit Annahmen zur Einsparung

Je nach Durchführung entsprechender Sanierungsvariante (Annahme EnEV 100% bzw. EnEV 80%) ergibt sich für die untersuchten Gebäude ein CO₂e-Minderungspotenzial von 463 t CO₂e/a bzw. 518 t CO₂e/a unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

5.1.2.1 Szenarien

Einleitung

Mit Hilfe der Potenzialanalyse wird die Energieeinsparung der städtischen Gebäude in Bingen bis zum Jahr 2050 in Szenarien aufgezeigt. In der Ist-Analyse identifizierte Gebäudekategorien werden vor und nach einer energetischen Sanierung betrachtet. Zur Einstufung und Bewertung der Ergebnisse werden Vergleichskennwerte der entsprechenden Referenzgebäude nach EnEV 2009 herangezogen und mit dem realen Verbrauch der Gebäude verglichen.

Die Analyse für den Bereich Strom und für den Bereich Wärme müssen separat betrachtet werden. Sanierungsrate und Sanierungseffizienz sind in dem Sinne nicht für den Stromverbrauch bekannt. Deswegen wird für die Szenariendarstellung die aktuelle DLR-Studie (DLR, 2012) herangezogen.

Die Bundesregierung hat das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 den Stromverbrauch um 25 % zu reduzieren (BMU; BMWI, 2010). In (DLR, 2012) ist die erforderliche Stromverbrauchsentwicklung u. a. für den Sektor Kleinverbraucher auf Bundesebene ermittelt, um die Bundesziele für die Energiewende zu erreichen. Darauf beruht im Wesentlichen die Szenarienbeurteilung.

Auf dieser Basis können zusammen mit Daten zur Stromverbrauchsentwicklung von Kleinverbrauchern aus der Studie (DLR, 2012) Szenarien für den zukünftigen Stromverbrauch der öffentlichen Liegenschaften der Stadt Bingen gebildet werden.

Methodik

Ausgehend vom heutigen durchschnittlichen Stromverbrauchskennwert werden Szenarien aufgezeigt. Als Basis dienen hierfür die Verbrauchswerte aus dem Jahr 2010. Die Festlegung der Vergleichskennwerte in der zeitlichen Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die Studie (DLR, 2012). Dort ist der Stromverbrauch in Deutschland u. a. für den Sektor Kleinverbraucher, zu denen die kommunalen Liegenschaften zuzuordnen sind, in einem Szenario bis zum Jahr 2050 aufgezeigt, um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Stromeinsparungen erreichen zu können. Für die Szenariodarstellung zu den städtischen Liegenschaften wird für den Stromverbrauch die Verbrauchskategorie „Kraft und Licht“ ausgewählt. Anhand dieser Werte wird die prozentuale Änderung des Stromverbrauchs in den einzelnen Intervallen bis 2050 abgeleitet und für die städtischen Liegenschaften in Bingen angewendet. Damit ergibt sich eine

- Reduzierung bis 2015 um 6 %
- Reduzierung bis 2020 um weitere 6 %
- Reduzierung bis 2030 um 7 %
- Reduzierung bis 2040 um weitere 7 %
- Reduzierung bis 2050 um 9 %.

Die Szenarien der Einsparpotenziale erfolgen über die Stromverbrauchsreduzierung. Hieraus ergibt sich im Durchschnitt eine jährliche Stromverbrauchsreduzierung von 0,9 %. In (DLR, 2012) ist ermittelt, dass in den vergangenen Jahren die Entwicklung bei nur etwa einem Drittel der erforderlichen Absenkung liegt. Demnach wird in dem Szenario zum heutigen Trend 0,3 % p.a. als Stromverbrauchsreduzierung angesetzt.

Ergebnisse:

Entwicklung Endenergieverbrauch Strom

Hinsichtlich des Endenergieverbrauchs beim Strom stellen sich folgende Szenarien gemäß der Abbildung 5-4 ein.

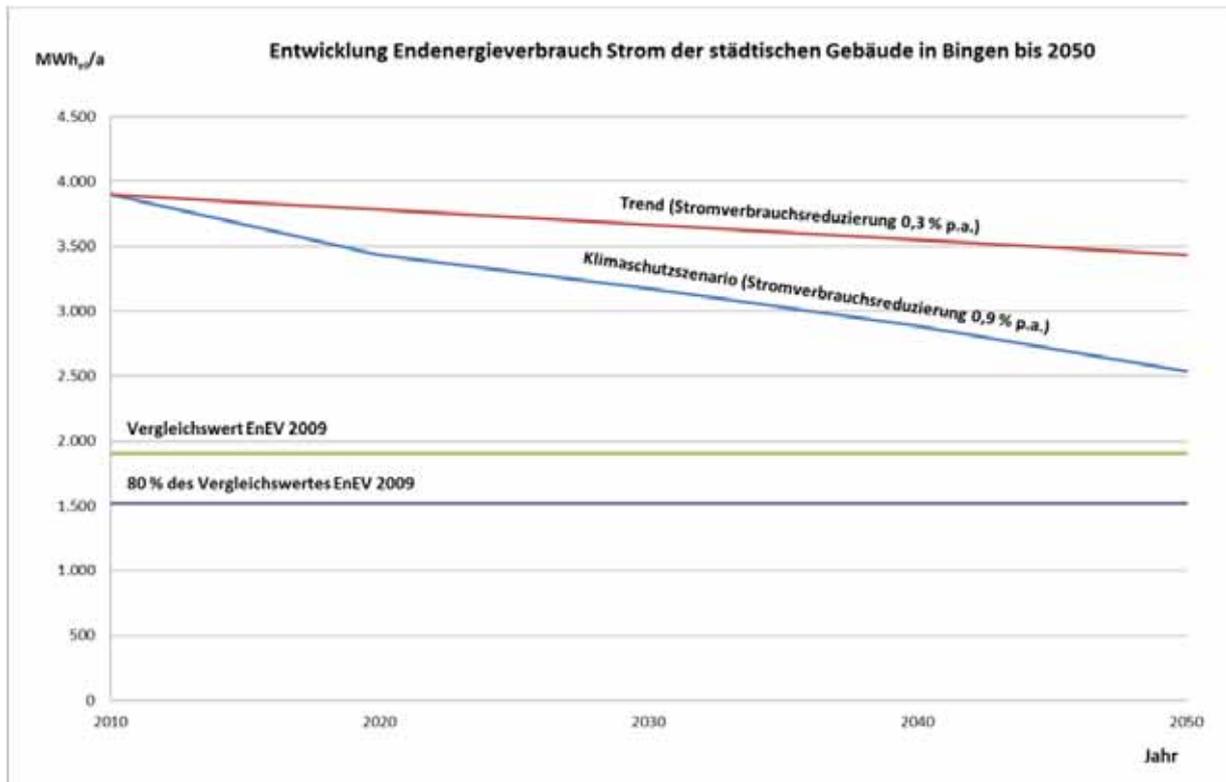


Abbildung 5-4 Entwicklung Endenergieverbrauch Strom Kommunale Gebäude in Bingen

Die Abbildung 5-4 zeigt, dass weder mit einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,3 % p.a., noch mit 0,9 % p.a. der Vergleichswert der EnEV 2009 erzielt wird. Analog zum Stromverbrauchskennwert fehlen etwa 200 MWh/a, um mit einer Reduzierung von 0,9 % p.a. die Ziele zu erreichen. Der Verbrauch in 2050 würde um etwa 36 % den heutigen Verbrauch unterschreiten. Die Fortführung der aktuellen Stromverbrauchsreduzierung erzielt nur eine geringe Einsparung von geschätzten 150 MWh/a, was zu einem um ca. 12 % niedrigeren Verbrauch gegenüber heute führt.

Entwicklung CO₂e-Emissionen

Um die Entwicklung der CO₂e-Emissionen durch die Endenergieeinsparung aufzuzeigen, wird der lokale Strommix der Stadt Bingen 2010 zu Grunde gelegt.

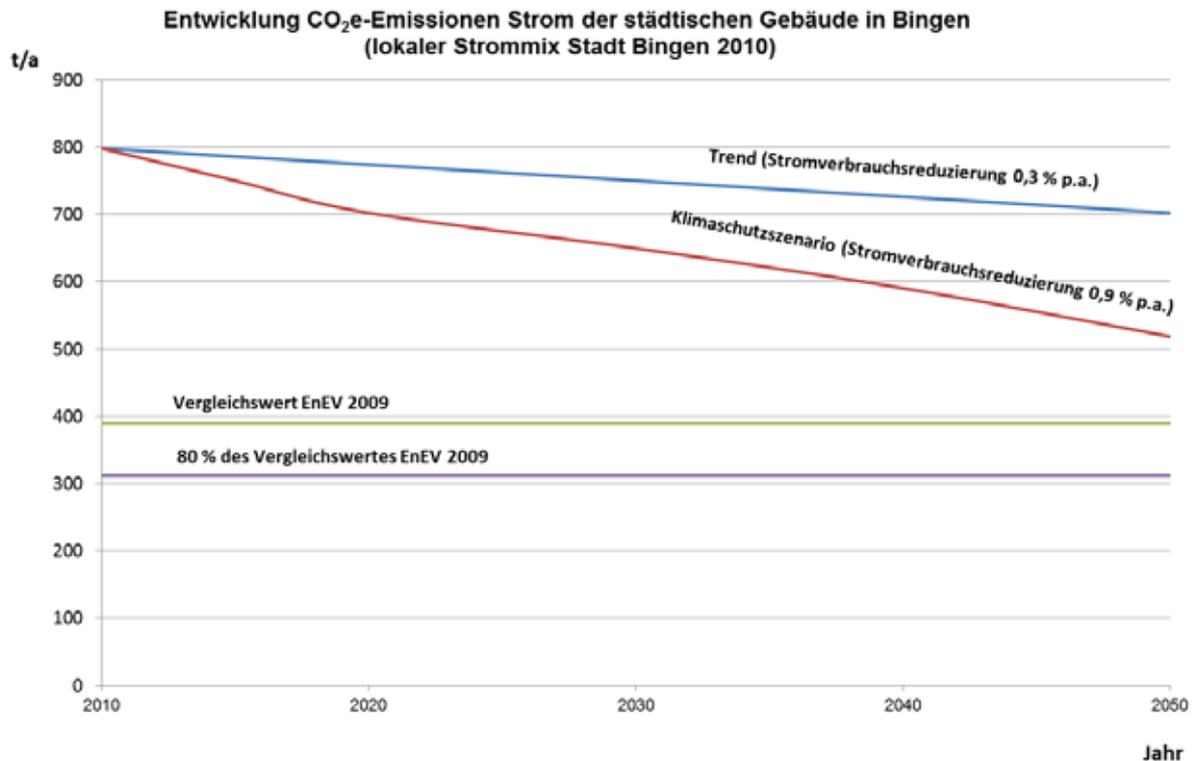


Abbildung 5-5 Entwicklung CO₂e-Emissionen Strom in städtischen Gebäuden in Bingen

0,3 % p. a. als Stromverbrauchsreduzierung vorausgesetzt führt zu etwa 6 % (Jahr 2030) beziehungsweise 12 % niedrigeren CO₂e-Emissionen in 2050 im Vergleich zu heute. Eine wesentlich größere Verringerung der Emissionen ist mit 0,9 % p. a. als Stromverbrauchsreduzierung möglich, sie liegt bei 19 % (Jahr 2030) und 35 % im Jahr 2050 gegenüber dem Basisjahr 2010.

5.1.2.2 Straßenbeleuchtung

Rund ein Drittel der Straßenbeleuchtung in Deutschland ist 20 Jahre alt und älter. Die nicht mehr dem heutigen Stand entsprechende Technik verursacht hohe Energiekosten und ist wartungsanfällig. Nach einer Untersuchung der Prognos AG über die Potenziale zur Einsparung zur Energieeffizienz in Kommunen werden 36 % des kommunalen Stromverbrauchs für die Straßenbeleuchtung benötigt (Prognos, 2007). In der Stadt Bingen beläuft sich der Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung auf gut 1.840.000 kWh_e/a. Der Anteil am Stromverbrauch im Sektor öffentlichen Einrichtungen liegt bei etwa 32,3 %. Die Straßenbeleuchtungsanlagen der Stadt befinden sich zurzeit teilweise im Besitz der RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH und der EWR Netz GmbH.

Bei der Neuanschaffung von Leuchten oder den möglichen Modernisierungsmaßnahmen durch Austausch gegen moderne Beleuchtungssysteme sollte bei den steigenden Energiepreisen neben den Investitionskosten vor allem auf die laufenden Kosten durch Energieverbrauch und Wartung geachtet werden.

Als Folge der Energy-related Products (ErP) – Richtlinie, die eine verbesserte Energieeffizienz und allgemeine Umweltverträglichkeit von Elektrogeräten zum Ziel hat, werden Quecksilberdampf-Hochdrucklampen und Natriumdampf-Austauschlampen zukünftig keine CE-Kennzeichnung mehr erhalten und nur noch bis 2015 im Handel erhältlich sein. Ab 2017 sind unzureichend effiziente Halogenmetalldampflampen nicht mehr erhältlich; so sollte die Straßenbeleuchtung der Gemeinden auf eine bis dahin möglichst effiziente Umrüstung hin geprüft werden.

Es folgt eine Beschreibung möglicher Lampensysteme für den energieeffizienten Einsatz in der Straßenbeleuchtung.

Natriumdampflampe (HSE)

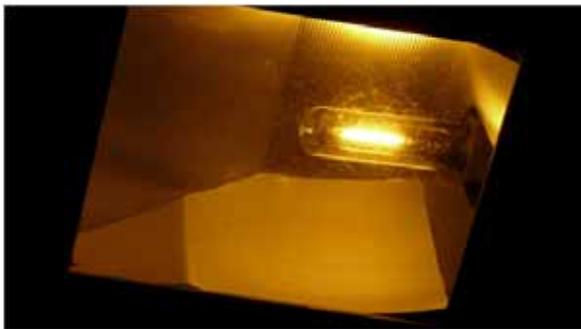


Abbildung 5-6 Natriumdampflampe

Die Natriumdampflampe ist durch ihre charakteristische gelbe Lichtfarbe leicht erkennbar. Natriumdampflampen erreichen, wie Quecksilberdampflampen auch, erst nach einigen Minuten ihre volle Helligkeit. Sie benötigen zusätzlich ein Zündgerät. Es existieren bereits Natriumdampflampen mit einer deutlich höheren Lebensdauer von bis zu zwölf Jahren. Bei gedimmten Natriumdampfleuchten verläuft der Rückgang der Beleuchtungsstärke überproportional zur Leistungsreduzierung.

Positive Merkmale der HSE:

- Reduzierung der Verbrauchs- und Betriebskosten (durch geringe Leistung im Vergleich zum Bestand)
- Lichtausbeute steigt auf 150 % im Vergleich zu Quecksilberdampflampen
- Lebensdauer steigt um 13 bis 300 % (abhängig vom Produkt) im Vergleich zum Bestand (Quecksilberdampflampen)
- Dimmbarkeit und Trägheit (ähnlich Quecksilberdampflampe)
- Deutlich schlechteres Farbsehen als Quecksilberdampflampe (Güte-Index RA < 50)
- schlechte Lenkbarkeit des Lichtes im Gegensatz zur LED, dadurch stärkere Lichtverschmutzung der Umwelt (Licht wird nicht nur auf die zu beleuchtende Fläche/Straße gelenkt sondern auch in die Umgebung)

Tabelle 5-2 Merkmale HSE

Lichtausbeute	bis 100 lm/W	für 70 W _{el} Lampenleistung
Lebensdauer	16.000 – 48.000	h
Leistungen HSE	50,70,100,125,150 bis 1.000	W _{el}

Light Emitting Diode (LED)



Abbildung 5-7 LED Straßenlampe warmweiß-kaltweiß

LED ist die Abkürzung für *Licht aussendende Diode*. Heutige weiße LED-Leuchten sind von der Farbwiedergabequalität und dem Helligkeitsempfinden deutlich besser für die Straßenbeleuchtung geeignet als konventionelle Technologien. Sie erreichen eine gute, nahezu natürliche Farbwiedergabe und Kontrastwahrnehmung. Eine Dimmung ist technisch mit LED-Leuchten einfacher und effizienter zu realisieren als mit vergleichbaren Leuchtmitteln, da sie ein nahezu lineares Dimmverhalten besitzt.

Die Entwicklung der LED-Straßenleuchten ist technologisch soweit fortgeschritten, dass der Einsatz in der Straßenbeleuchtung möglich ist. Die Inhalte der DIN EN 13201, in der die Anforderungen bezüglich Beleuchtungsstärke und Helligkeitsverteilung von Verkehrsstraßen festlegt ist, werden ebenfalls durch LED-Leuchten verschiedener Hersteller in der Regel erfüllt. Bei einer geplanten Umsetzung ist eine Einzelfallbetrachtung notwendig.

Positive Merkmale der LED:

- Reduzierung der Wartungs- und Betriebskosten
- Hohe Lichtausbeute (ähnlich Natriumdampflampe)
- Lichtausbeute nimmt mit sinkenden Temperaturen zu, d.h. im Winter etwa 10 % mehr Licht als im Sommer bei gleichem Leistungsbezug
- Lange Lebensdauer nach Herstellerangaben, allerdings liegen aufgrund der vergleichsweise neuen Technologie noch keine Langzeiterfahrungen vor

- Gutes Dimmverhalten (im für Straßenbeleuchtung interessanten Bereich) im Bereich 20 bis 100 % des maximalen Lichtstroms
- Dimmung verlängert die Lebensdauer und senkt den Energiebedarf
- Variable Lichtfarbe (verschiedene Farbtemperaturen zwischen warm- und tageslichtweiß)
- Geringerer Lichtstromrückgang als Natriumdampflampen über die erwartete Nutzlebensdauer
- Nahezu trägheitsfreies Einschalten (sofort volle Lichtstärke nach Einschalten), dadurch ideal mit Bewegungsmeldern und Lichtmanagement kombinierbar
- Voll gekapselte Systeme (IP 67) verhindern Feuchtigkeits-Schäden an der Elektronik und verhindern vorzeitige Verschmutzung der Lichtquelle LED und verursachen i.a. keine Spannungsspitzen im Netz. Es ist jedoch darauf zu achten, dass der Hersteller einen hinreichenden Schutz der Ansteuer-Elektronik gegen Überspannung, Blitz etc. vorgesehen hat.
- gute Lenkbarkeit des Lichtes, dadurch geringere Lichtverschmutzung der Umwelt (Licht wird nur auf die zu beleuchtende Fläche/Straße gelenkt).

Tabelle 5-3 LED Kenndaten auf Bezug von Herstellerangaben

Lichtausbeute	Bis über 100	lm/W _{el}
Lebensdauer	etwa 50.000	h
Leistungen LED	Bis etwa 20-200	W _{el}

Bestandsanalyse

In der Stadt Bingen befinden sich Straßenbeleuchtungseinrichtungen teilweise im Besitz der RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH und der EWR Netz GmbH.

Die EWR Netz GmbH versorgt die Stadtteile Dietersheim, Dromersheim und Sponsheim, in die Zuständigkeit der RWE Rhein-Ruhr Netzservice GmbH fallen die Stadtteile Bingerbrück, Büdesheim, Gaulsheim, Kempton und die Stadt.

Daten zur Straßenbeleuchtungsanlage, wie z. B. Alter der Leuchten, Leuchtentyp, Schaltzeiten, usw., sowie der Stromverbrauch, wurden von der Stadt durch das Tiefbauamt aber auch durch die Versorgungsunternehmen zur Verfügung gestellt und ungeprüft übernommen.

Tabelle 5-4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz 2010

		Stadt Bingen
Anzahl Lichtpunkte		4.617
Einwohneranzahl		24.413
Einwohnergleichwert	LP je 1.000 EW	189
Stromverbrauch Straßenbeleuchtung	kWh _{el} /a	1.840.000
spez. Emission (lokaler Strommix 2010)	g CO ₂ e/kWh _{el}	644
Emissionen	t CO ₂ e/a	1.184

Betrachtet man die in Deutschland gängige Anzahl an Lichtpunkten auf 1.000 Einwohnern, nach einer Untersuchung des Deutschen Städte und Gemeindebundes (DStGB (Deutscher Städte- und Gemeindebund, 2009), sind in Gemeinden von 20.000 bis 50.000 Einwohnern rund 110 Lichtpunkte pro 1.000 Einwohnern als Durchschnitt anzusehen. In Bingen ist mit rund 190 Lichtpunkte pro Einwohner eine größere Abweichung zum Durchschnitt erkennbar. Durch den Kennwert erscheint im ersten Blick die Straßenbeleuchtungsanlage in Bingen als überdimensioniert. Allerdings besitzt Bingen durch die einzelnen Stadtteile und mehrere großen Industriegebiete nicht die gleiche Struktur als eine von den Einwohneranzahlen vergleichbare Stadt. Bedingt durch die Straßenbeleuchtung in den Industriegebieten und der kleineren Stadtteile, die eine größere Anzahl von Lichtpunkten pro Einwohner aufweisen, ist anzunehmen, dass im Bestand die Straßenbeleuchtungsanlage in Bingen unterdimensioniert ist. Diese Annahme wird dadurch bestätigt, dass bei Modernisierungsmaßnahmen, nach Auskunft des Tiefbauamtes, die an der Straßenbeleuchtungsanlage durchgeführt werden, die Lichtpunktanzahl um rund 10 % zunimmt.

In der Stadt Bingen werden teilweise einzelne Leuchten (Halbnachtschaltung) abgeschaltet. Die Dauer der Abschaltung beläuft sich auf 4,5 h. Hierdurch ergeben sich für diese Leuchten geringere Betriebsstunden von rund 2.000 h/a

Aus der Energie und CO₂e-Bilanz geht hervor, dass im Untersuchungsgebiet der Stadt Bingen rund 1.840.000 kWh_{el}/a verbraucht und dadurch 1.184 t/a CO₂e-Emissionen emittiert werden. Aus den Angaben der Betreiber der Straßenbeleuchtungsanlagen und des Tiefbauamtes geht folgende Anzahl und Verteilung der Leuchtmittel auf die verschiedenen Lampentechnologien hervor.

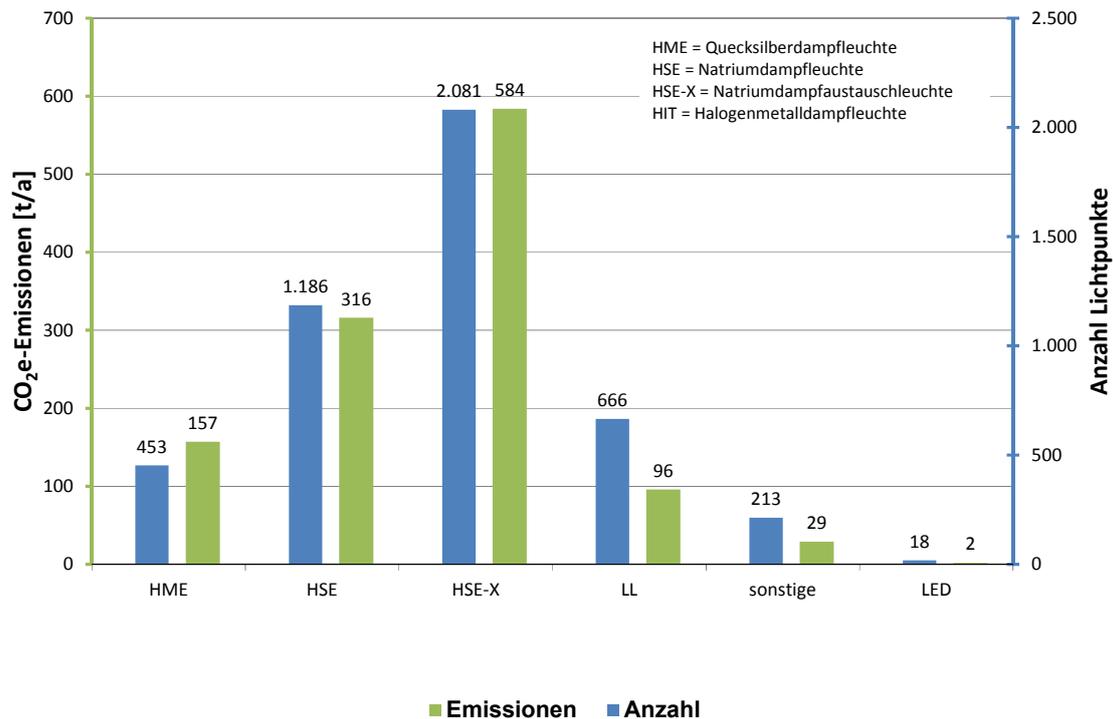


Abbildung 5-8 Leuchtmittelverteilung

Aus der Verteilung geht hervor, dass ein Großteil der installierten Leuchten der Stadt Bingen auf Basis der Natriumdampf Lampe bzw. der Natriumaustauschlampe basiert.

Methodik Ermittlung Einsparpotenzial

Zur Ermittlung des Einsparpotenzials der Straßenbeleuchtung im Betrachtungsgebiet wurden Daten, die vom Tiefbauamt der Stadt Bingen zur Verfügung gestellt wurden, verwendet. Hierbei handelt es sich um eine Aufstellung der in den jeweiligen Stadtteilen eingesetzten Leuchten, Leistungen der Leuchtmittel und Brenndauer. Diese Daten wurden ungeprüft übernommen. Aus diesen Angaben kann mit einer typischen Brenndauer der Leuchten, von 4.000 h/a für eine Ganznachtschaltung und 2.000 für die Halbnachtschaltung, der Endenergieverbrauch im Bestand ermittelt werden. Das so ermittelte Einsparpotenzial wurde (relativ je Leuchtmittel) auf den abgerechneten Stromverbrauch der Stadt Bingen umgerechnet. Des Weiteren wurde bei den einzelnen Varianten eine Zunahme der Lichtpunkte um 10 % zum Bestand hin berücksichtigt, um eine normgerechte Straßenbeleuchtung zu realisieren.

Um das Einsparpotenzial erkenntlich zu machen, werden mehrere Varianten betrachtet.

In der Referenzvariante „Bestand“ wird, wie eingangs beschrieben, der Ist-Zustand der Straßenbeleuchtung für die Stadt Bingen ermittelt und dargestellt.

Variante 1 zeigt das Einsparpotenzial, unter der Annahme, dass die durch die ErP-Richtlinie betroffenen Quecksilberdampfleuchten (HME) und Natriumdampfaustauschleuchten (HSE-X) durch Natriumdampfleuchten (HSE) ersetzt werden, auf.

Die weiteren eingesetzten Leuchten auf Basis modernerer und nicht unter die ErP-Richtlinie fallender Leuchten bleiben bestehen.

In **Variante 2** werden die Quecksilberdampfleuchten und Natriumdampfaustauschleuchten durch moderne LED-Leuchten ersetzt. Die sonst eingesetzten Leuchten auf Basis modernerer und nicht unter die ErP-Richtlinie fallender Leuchten bleiben bestehen.

In **Variante 3** werden alle Leuchten im Betrachtungsgebiet gegen LED-Leuchten ausgetauscht.

In der nachfolgenden Übersichtstabelle werden die betrachteten Varianten nochmals dargestellt.

Bei den eingesetzten Leuchtstoffröhren wird angenommen, dass sie bei Austausch durch LED-Leuchten in der Systemleistung gleich bleiben. Die sich bereits in Betrieb befindlichen LED-Leuchten werden unverändert bei der Ermittlung der Einsparpotenziale berücksichtigt.

Tabelle 5-5 Modernisierungsvarianten

Variante	Beschreibung
Variante 1	Quecksilberdampf- und Natriumdampfaustauschleuchten werden durch Natriumdampfleuchten ersetzt
Variante 2	Quecksilberdampf- und Natriumdampfaustauschleuchten werden durch LED-Leuchten ersetzt
Variante 3	Alle Leuchten werden durch LED-Leuchten ersetzt

Potenziale der Stadt Bingen am Rhein

In der Stadt Bingen sind im Bestand 453 Quecksilberdampf-, 2.080 Natriumdampfaustausch-, 1.187 Natriumdampf-, 122 Kompakt- und 666 Leuchtstoffröhren, 15 Halogenmetaldampfleuchten sowie 18 LED-Leuchten zu finden. Des Weiteren sind in Bingen noch 76 Leuchten mit Halogenleuchte im Einsatz.

Aus der Emissionsbilanz und der Anzahl der Lichtpunkte, sowie ihrer Verteilung nach eingesetzten Leuchtmitteln ergibt sich die in Abbildung 5-8 dargestellte Verteilung der Straßenbeleuchtungseinrichtungen im Untersuchungsgebiet.

In diesem Diagramm ist zu erkennen, dass der überwiegende Teil der Leuchten im Untersuchungsgebiet aus Natriumdampf- und Natriumdampfaustauschleuchten bestehen.

Die Ergebnisse der Potenzialuntersuchung in der Straßenbeleuchtung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 5-6 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz

		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Stromverbrauch Bingen	kWh_{el}/a	1.840.000	1.640.000	1.290.000	1.050.000
Einsparung Stromverbrauch	kWh _{el} /a		200.000	550.000	790.000
Emissionsfaktor	g CO ₂ e/kWh _{el}	643,6	643,6	643,6	643,6
Emissionen	t CO₂e /a	1.184	1.056	830	676
Einsparung Emissionen	t CO ₂ e /a		129	354	508
Einsparung Emissionen	%		11	30	43

Durch Umsetzung der Variante 1 ist es möglich, rund 11 % der Emissionen und des Endenergieverbrauches zum Bestand hin einzusparen. Bei Variante 2 reduzieren sich, durch den Einsatz der LED, die CO₂e-Emissionen um etwa 30 % zur Bestandsanlage. Durch die Umsetzung der Varianten 3 reduzieren sich die Emissionen um rund 43 %.

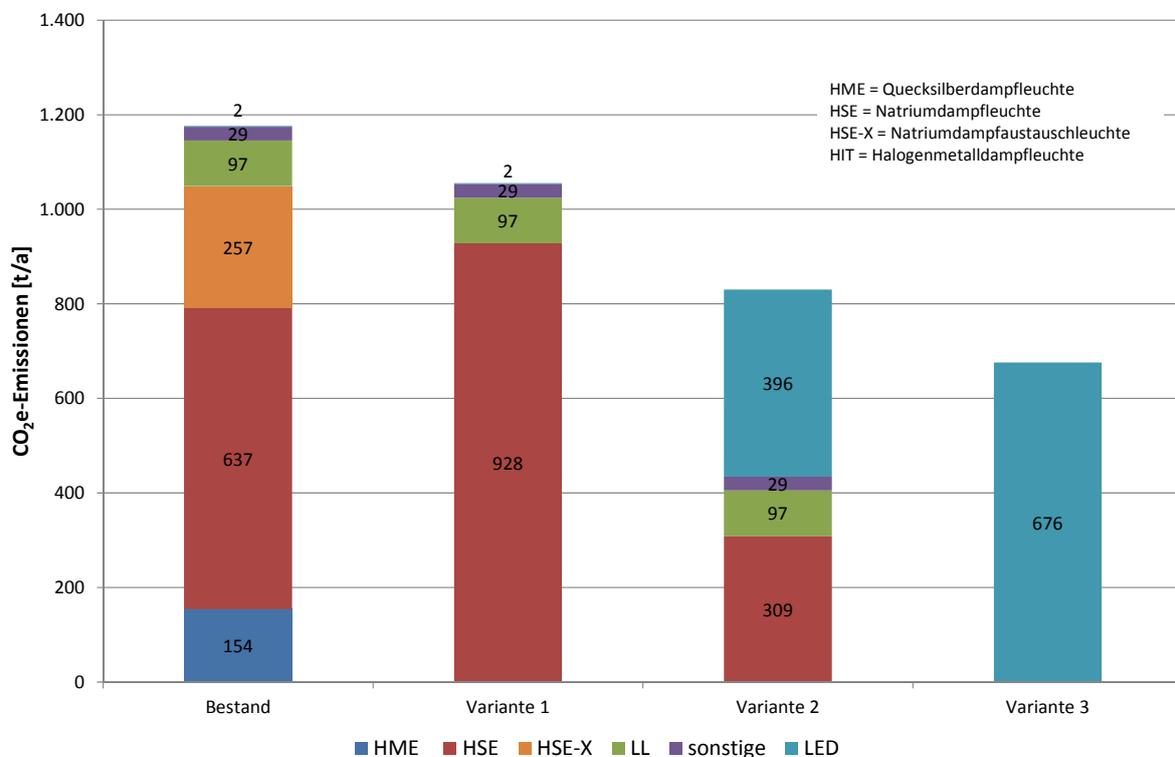


Abbildung 5-9 Variantenvergleich

Das Einsparpotenzial der Variante 3 dient für die Aufstellung von Entwicklungslinien (Trend und Klimaschutzszenario) als Vergleichswert:

Hierbei wird der spezifische Emissionsfaktor des lokalen Strommix 2010 als konstant über die Zeit betrachtet.

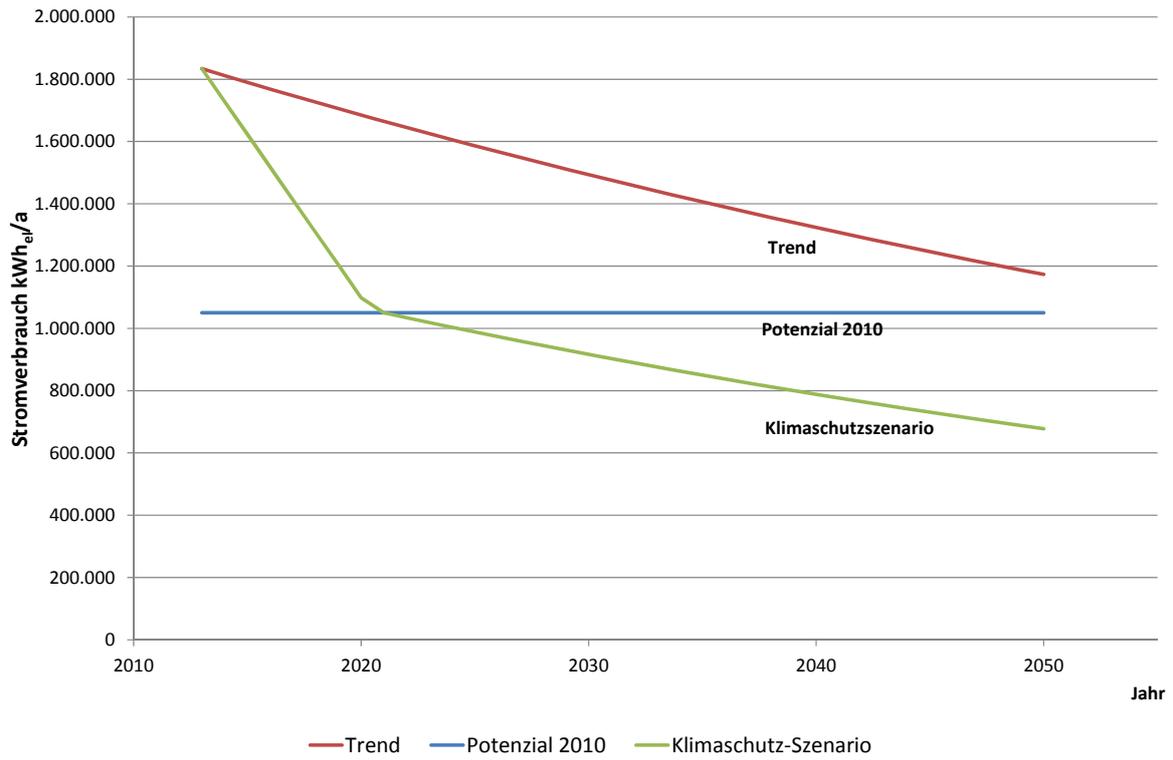


Abbildung 5-10 Szenarientwicklung Stromverbrauch Straßenbeleuchtung

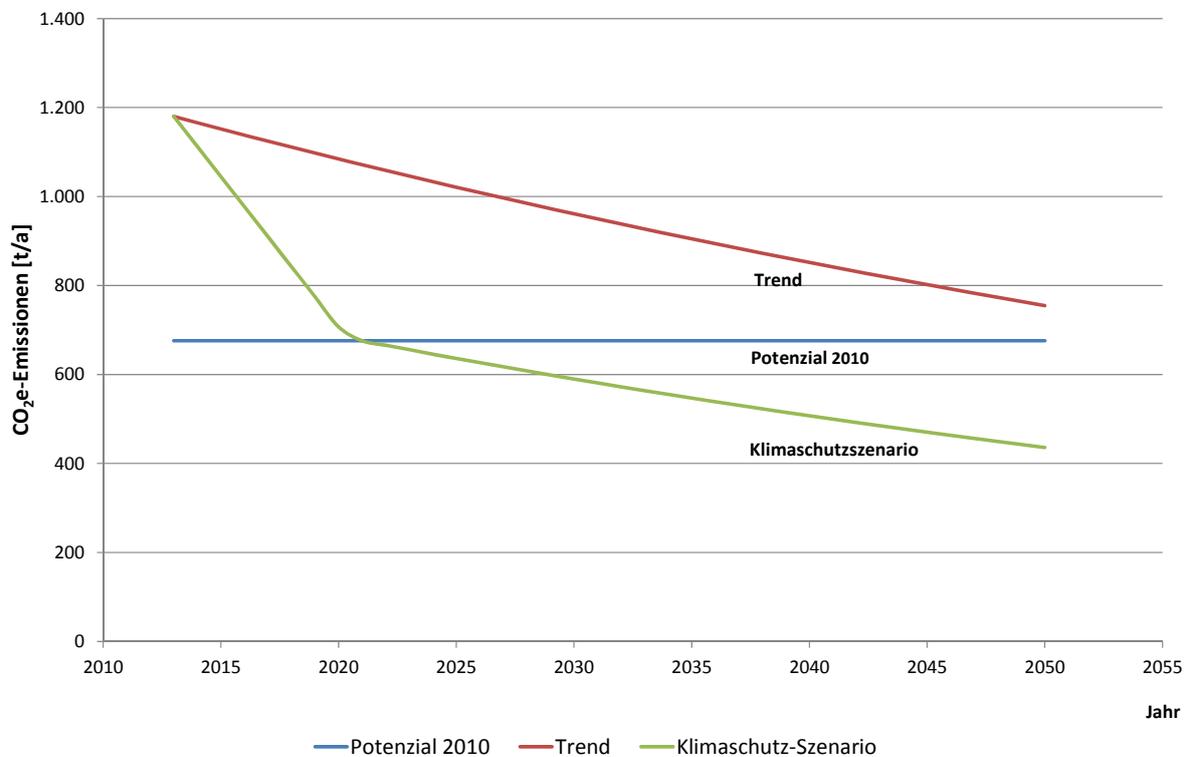


Abbildung 5-11 Szenarientwicklung CO₂e-Emissionen Straßenbeleuchtung

In der vorangegangenen Abbildung 5-10 und Abbildung 5-11 sind neben dem Einsparpotenzial ein Trend und ein Klimaschutzszenario für die Emissionsminderung beim Betrieb der Straßenbeleuchtung bis zum Jahr 2050 aufgezeigt. Die Linie „Potenzial 2010“ fungiert als Referenz dieser Betrachtung.

Bei der Betrachtung des „Trends“ fließen mehrere Faktoren zusammen. Nach der Untersuchung des Deutschen Städte- und Gemeindebundes aus dem Jahr 2009, werden in Deutschland rund 3 % der Straßenbeleuchtung jährlich erneuert. Wir gehen davon aus, dass bei jedem ausgetauschten Objekt 60 % des Energieverbrauchs und analog 60 % der Emissionen vermieden werden. Weiter gehen wir davon aus, dass sich dieser Trend auch nach dem Jahr 2019 in gleicher Wertigkeit fortsetzt.

Das „Klimaschutzszenario“ fällt erst stark ab (hohe Verminderung der Emissionen in den kommenden Jahren) und flacht dann wieder etwas ab (erste Sanierung der kompletten Straßenbeleuchtung abgeschlossen). Hier werden alle Leuchten bis 2021 gegen LED-Leuchten (entspricht in erster Näherung dem heute technisch sinnvollen Potenzial) ausgetauscht. Ab 2021 (ab hier wäre der Austausch der neu installierten Leuchten denkbar, Zeitraum entspricht der rechnerischen Nutzungsdauer) gehen wir davon aus, dass bei Ausfall oder auch Erneuerung Leuchtmittel verwendet werden, die im Vergleich zur heute verfügbaren Technik weitere Effizienzpotenziale heben können. Wir nehmen ab 2021 hier eine Austauschrate von rund 2 %/a an, wobei von einer Reduzierung der Emissionen von jedem Austauschobjekt von 25 % zum Bestand ausgegangen wird.

5.1.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHD+I)

Für den Sektor GHD+I werden mögliche technische sowie wirtschaftliche Einsparpotenziale abgeschätzt. Diese werden für den Strombedarf ermittelt. Die Abschätzung der Einsparpotenziale im Bereich Wärme erfolgt in Kapitel 4.3. Beim Strombedarf wird das Einsparpotenzial durch eine Optimierung der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA), bestehend aus Beleuchtung, Klimatisierung sowie die Raumwärme von Stromheizungen, ermittelt.

Grundlage der Berechnungen bilden die bereits in Kapitel „Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz GHD und Industrie 2010“ ermittelten Endenergieverbräuche.

Die Einsparpotenziale werden über Kennwerte erhoben und branchenspezifisch dargestellt. Es wird zwischen dem technischen und wirtschaftlichen Einsparpotenzial unterschieden. Die Definitionen sind an (Prognos, 2007) angelehnt.

- Das **technische Potenzial** berücksichtigt die Energieeinsparung, die durch die aktuell effizienteste auf dem Markt erhältliche oder bald erhältliche Technologie zu erreichen ist. Eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit sowie mögliche Re-Investitionszyklen wie Wartung oder Reparatur werden hierbei nicht berücksichtigt. Bei Gebäuden wäre dies z. B. eine Sanierung aller Gebäude unter Berücksichtigung technischer Restriktionen auf den neusten Stand der Technik.
- Das **wirtschaftliche Potenzial** repräsentiert das Potenzial, das sich innerhalb des zu betrachtenden Zeitraumes ergibt, wenn bei allen Ersatz-, Erweiterungs- und Neuinvestitionen die Technologien mit der höchsten Energieeffizienz eingesetzt werden

sowie bei gegebenen Energiemarktpreisen kosteneffektiv sind. Organisatorische Maßnahmen wie Nutzerverhalten und regelmäßige Wartung finden ebenfalls Berücksichtigung. Bei der Gebäudedämmung würde dies z. B. bedeuten, dass relativ neue Gebäude nicht saniert werden, da der Gewinn, welcher aus der Energieeinsparung resultiert, auf Dauer die Investitionskosten der Maßnahmenumsetzung nicht ausreichend deckt.

Ergebnisse

Wie in der Bilanzierung erfolgt die Potenzialbestimmung ebenfalls mittels Kennwerten, die aus (ISI, FfE, 2003) übernommen wurden. Ein Abgleich mit weiteren Literaturquellen ergab eine vergleichbare Größenordnung der Potenziale.

Einsparpotenziale die bei der technischen Gebäudeausrüstung erreicht werden können, setzen sich aus verschiedenen Maßnahmen zusammen und können aus Tabelle 5-7 entnommen werden.

Tabelle 5-7 Einsparpotenziale (Verhältnis) TGA bei entsprechenden Maßnahmen (ISI, FfE, 2003)

Anlage	Maßnahme	Techn. Potenzial	Wirtschaft. Potenzial
Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen	kombinierte Maßnahmen	40-60%	30%
Beleuchtung	effizientere Systeme	33%	24%
Gebäudehülle	Besserer Wärmedämmstandard	46%	14%

Branchenspezifisch ergeben sich wie in Abbildung 5-12 dargestellt folgende Einsparpotenziale für den GHD + I Sektor in Bingen am Rhein.

Endenergieverbrauch von Strom für TGA im Bestand und Einsparpotenziale nach Branchen in Bingen 2010

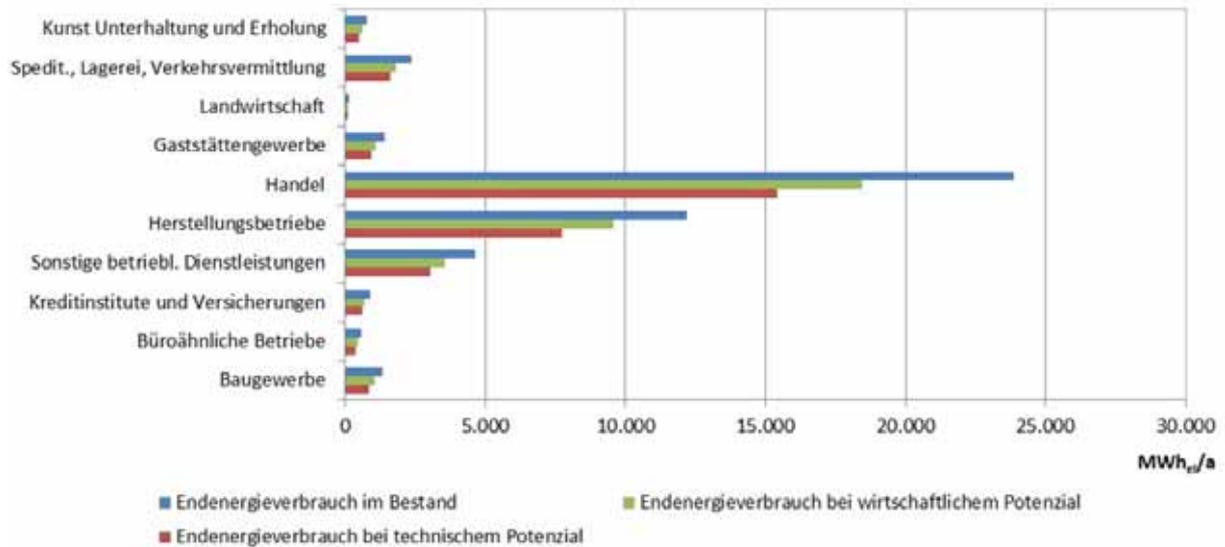


Abbildung 5-12 Einsparpotenzial Endenergieverbrauch für Strom TGA nach Wirtschaftszweigen in Bingen 2010

In der Stadt Bingen überwiegt zunehmend die Dienstleistungsfunktion durch Handel und Vertrieb. Daraus resultiert neben dem größten Anteil am Endenergieverbrauch auch das größte absolute Einsparpotenzial. Im Sektor Handel beträgt das wirtschaftliche Einsparpotenzial 5.400 MWh_{el}/a. Demnach sind 50 % des gesamten wirtschaftlichen Potenzials im Sektor Handel zu finden. Den nächst größeren Posten bilden die Herstellungsbetriebe mit einem wirtschaftlichen Einsparpotenzial von 2.620 MWh_{el}. Dies entspricht einem Anteil von 24 % am gesamten Potenzial.

Obwohl, wie in Tabelle 5-7 ersichtlich, bei Lüftungs- und Klimatisierungsanlagen ein wirtschaftliches Potenzial von bis zu 30 % möglich ist, ist es anteilig mit nur 3 % beim gesamten Einsparpotenzial vertreten. Der Grund liegt in dem geringen absoluten Verbrauch, der folgender Tabelle 5-8 entnommen werden kann.

Tabelle 5-8 Stromverbrauch GHD+I von Beleuchtung, Klimakälte und Raumheizung

Stromverbrauch GHD+I für technische Gebäudeausrüstung		
Beleuchtung	Klimakälte	Raumheizung
[MWh _{el} /a]		
39.000	1.000	8.000

Das gesamte wirtschaftliche Einsparpotenzial im Sektor GHD+I beträgt 10.800 MWh_{el}/a.

5.1.3.1 Szenarien

Die Raten zur Reduzierung des Stromverbrauchs im Sektor GHD + I sind aus der (DLR, 2012) entnommen. Sie stellen keine Prognosen dar, sondern geben mit einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,3 % den Trend und mit durchschnittlich 0,9 % die erforderliche

Reduzierung an, um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Klimaschutzziele zu erreichen.

Im Stromsektor orientiert sich das Szenario an den Zielen der Bundesregierung, die eine Reduzierung des Stromverbrauches von 25 % bis zum Jahr 2050, gegenüber dem Jahr 2010, anstrebt. Das Szenario bezieht sich auf den Endenergieverbrauch und setzt zur Erreichung des Zieles eine Reduzierungsrate von 0,9 % voraus. Der Trend (Reduzierung von 0,3 %) ergibt sich aus dem Zeitraum 2000 bis 2010 und stellt ein Drittel der Reduzierung dar, die zur Erreichung der Ziele des Energiekonzeptes der Bundesregierung erforderlich ist. Das Szenario nach der DLR –Studie geht dabei von einer Abnahme des Stromverbrauches trotz zu erwartender steigender Wirtschaftsleistung in diesem Sektor und entgegen dem bundesdeutschen Trend eines stagnierenden Stromverbrauches aus (DLR, 2012).

Die nachstehende Abbildung 5-13 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs im Bereich Strom im GHD + I Sektor für die Stadt Bingen.

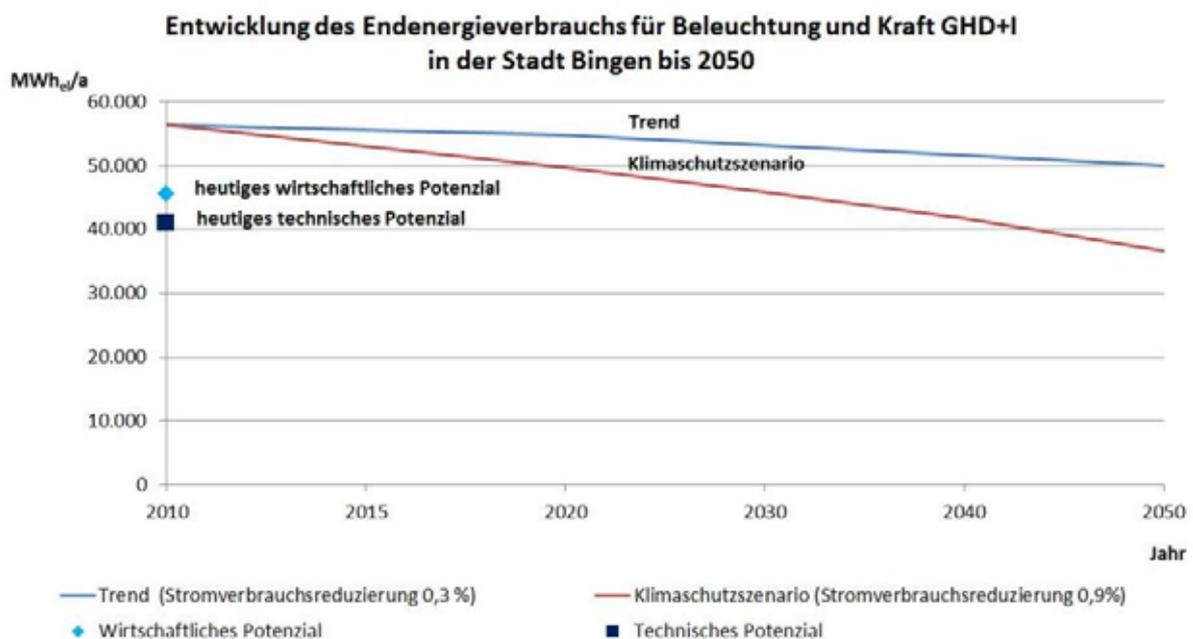


Abbildung 5-13 Endenergieverbrauch Strom – Szenario bis 2050

Zur Orientierung sind die heutigen wirtschaftlichen und technischen Einsparpotenziale eingetragen, die sich mit der weiteren Entwicklung der Technologien aber auch der Energiepreise ändern werden. In Zukunft ist mit der fortschreitenden Technologieentwicklung und Energiepreisänderungen mit einem gesteigerten Potenzial zu rechnen. Nach dem heutigen Reduzierungsstand würde das wirtschaftliche Potenzial nach dem Klimaschutzszenario in ungefähr 20 Jahren erreicht werden. Bei Fortführung der bisherigen Entwicklung würde das wirtschaftliche Potenzial bis zum Jahr 2050 jedoch nicht erreicht werden.

Es empfiehlt sich, größere Anstrengungen zur Umsetzung von Maßnahmen zur Energieeffizienz und Energieeinsparung im Bereich des GHD+I Sektors anzugehen.

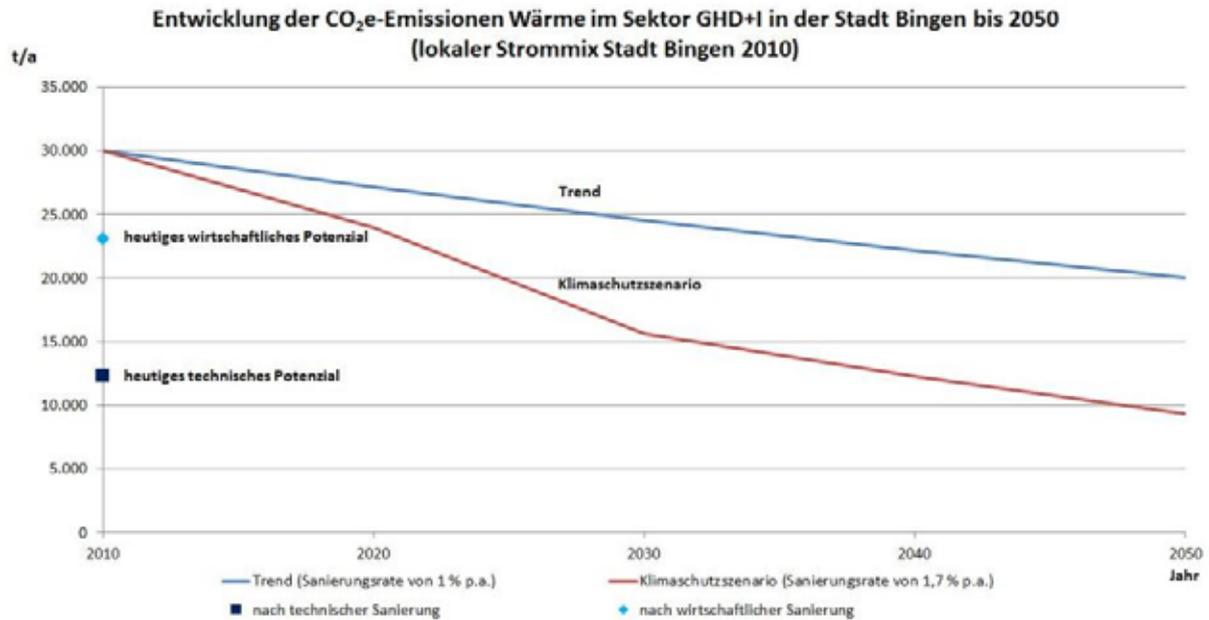


Abbildung 5-14 Entwicklung CO₂e-Emissionen Strom im Sektor GHD+I

Aus der Abbildung 5-14 geht die Entwicklung der CO₂e-Emissionen hervor. Zusätzlich zu den beiden Szenarien sind jeweils das heutige technische und wirtschaftliche Einsparpotenzial dargestellt. In Zukunft ist mit der fortschreitenden Technologieentwicklung und Energiepreisänderungen mit einem gesteigerten Potenzial zu rechnen.

Nach dem Klimaschutzszenario wäre das heutige wirtschaftliche Einsparpotenzial nach mehr als 20 Jahren erreicht. Bei Fortführung der derzeitigen Entwicklung (Trend) würde das wirtschaftliche Potenzial bis zum Jahr 2050 nicht erreicht werden.

Um die Entwicklung der CO₂e-Emissionen durch die Endenergieeinsparung aufzuzeigen, wird der lokale Strommix der Stadt Bingen 2010 zu Grunde gelegt. Deutlich höhere Emissionsminderungen können mit dem Einsatz regenerativer und effizienter Energienutzung erreicht werden.

Langfristige Szenarienentwicklungen sind jedoch mit gebührender Vorsicht zu betrachten, da Annahmen zu energiewirtschaftlich, umweltpolitischen und wirtschaftlich relevanten Entwicklungen und Rahmenbedingungen nur äußerst schwer getroffen werden können.

Da der GHD+I Sektor dennoch einen nicht unerheblichen Anteil an den CO₂e-Emissionen in der Stadt Bingen einnimmt, wird vorgeschlagen gezielte Maßnahmen zur Energieeffizienz und Energieeinsparung in diesem Bereich umzusetzen.

5.2 Einsparpotenziale Wärme

5.2.1 Private Haushalte

Im Folgenden erfolgt eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Potenzialanalyse zur Bestimmung der Einsparpotenziale im Bereich Wärme bei Wohngebäuden in der Stadt Bingen. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist dem Bericht zum Teilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ zu entnehmen (siehe Kapitel 6).

Das technische Einsparpotenzial im Sektor private Haushalte im Bereich Wärme liegt in der Stadt Bingen bei rund 65 %. Der Endenergieverbrauch könnte von 217.000 MWh/a um gut 140.000 MWh/a auf knapp 77.000 MWh/a reduziert werden.

Das Einsparpotenzial durch die Umsetzung wirtschaftlicher Energieeinsparmaßnahmen liegt in der Stadt Bingen im Mittel bei rund 53 %, was knapp 115.000 MWh/a entspricht. Je nach Gemeinde schwankt es in Abhängigkeit der Gebäudestruktur zwischen 37 und 56 %.

Die nachstehende

Abbildung 5-15 gibt eine Übersicht des Endenergiebedarfes und der möglichen Einsparpotenziale in der Stadt Bingen.

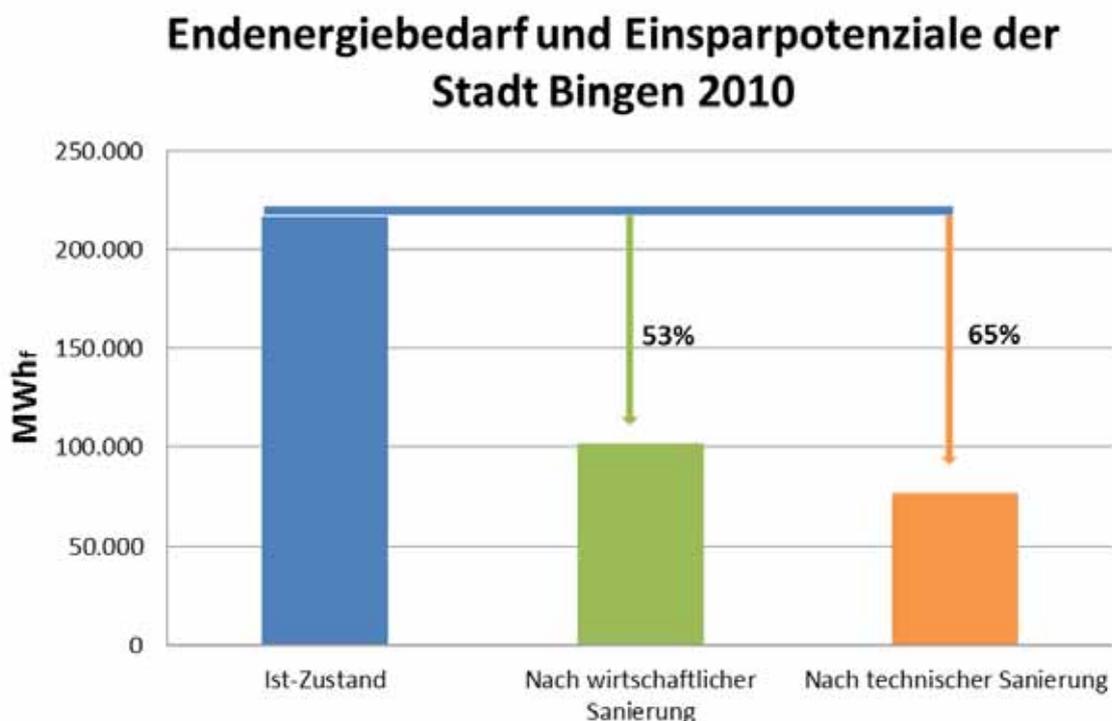


Abbildung 5-15 Übersicht Endenergiebedarf und Einsparpotenziale des Wohngebäudebestands der Stadt Bingen

5.2.1.1 Szenarien

Im Sektor private Haushalte werden in drei Szenarien der Endenergieverbrauch dargestellt. Das erste Szenario orientiert sich an der aktuellen Sanierungsrate von 1 % pro Jahr (Prognos ; Öko Institut e.V., 2009) und stellt die Fortschreibung des derzeitigen Trends dar. Hierbei werden aktuelle Politiken aus dem Jahr 2009, wie z. B. die Energieeinsparverordnung EnEV 2009 berücksichtigt. Das zweite Szenario stellt ein Zielszenario dar und wird angelehnt an das Ziel der Bundesregierung einen weitgehenden klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 zu erreichen. Hierzu ist eine Verdopplung der Sanierungsrate von mindestens 1 % auf 2 % erforderlich. Das dritte Szenario stellt eine noch ambitioniertere Strategie dar und geht von einer Sanierungsrate von 3% pro Jahr aus.

Neben der Sanierungsrate wird bei der Berechnung des zukünftigen Endenergieverbrauchs die Sanierungseffizienz berücksichtigt. Sie gibt an, um wie viel Prozent der Heizwärmeleistungsbedarf eines Gebäudes reduziert wird und ist abhängig vom Gebäudetyp sowie Baualtersklasse.

Zusätzlich zu den Szenarien sind das heutige wirtschaftliche und das technische Potenzial dargestellt. In Zukunft ist mit der fortschreitenden Technologieentwicklung und Energiepreisänderungen mit einem gesteigerten Potenzial zu rechnen.

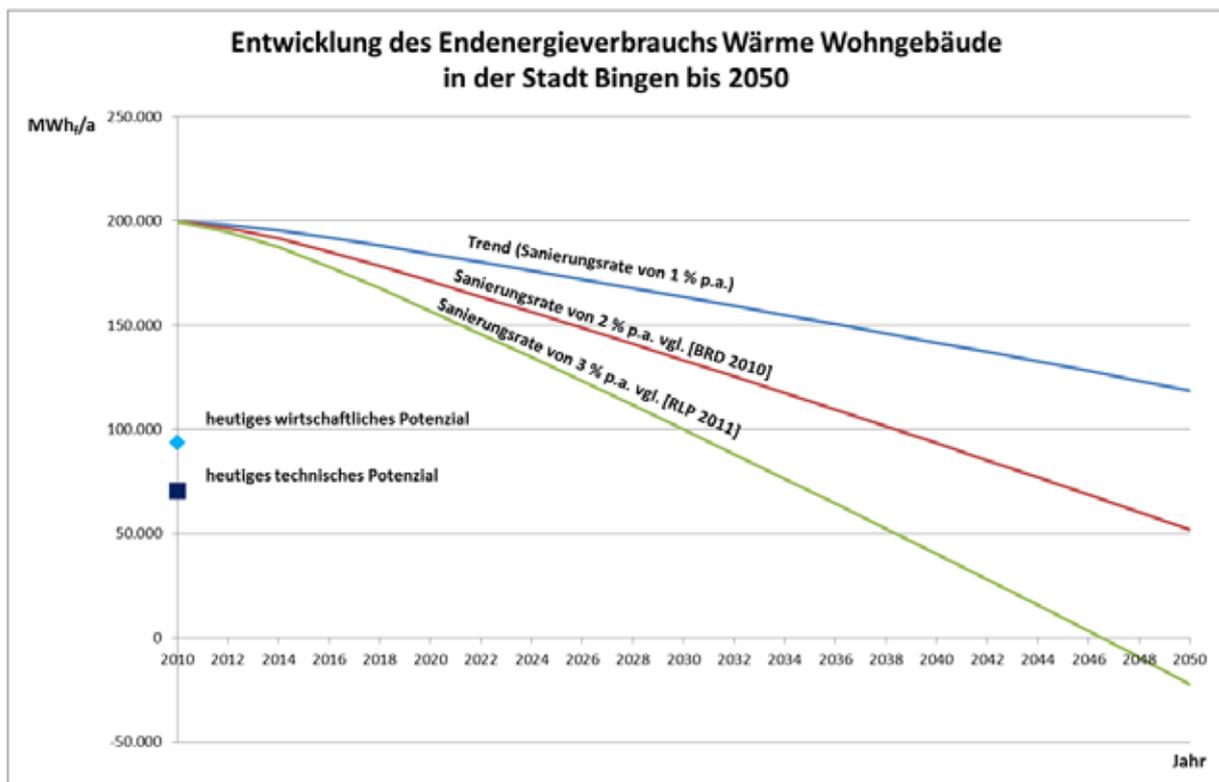


Abbildung 5-16 Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme im Sektor Private Haushalte

Die Abbildung 5-16 zeigt, dass die aktuelle Fortschreibung der derzeitigen Entwicklung nicht geeignet ist, die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erfüllen. Bei einer Sanierungsrate von 1 % würde sich der Endenergieverbrauch um etwa 18 % bis zum Jahr 2030 beziehungsweise um 41 % bis zum Jahr 2050 reduzieren. Bei einer Sanierungsrate von 2 % wird

der Endenergieverbrauch im Jahr 2030 auf rund 133.000 MWh/a sinken. Bei einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr würde das heutige wirtschaftliche Potenzial in rund 28 Jahren erreicht werden. Eine Sanierungsrate von 3 % bezogen auf die privaten Haushalte würde eine erhebliche Einsparung bewirken. Deutlich wird, dass der derzeitige Trend nicht ausreichend ist, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Um die erheblichen Energieeffizienz- und Einsparpotenziale im privaten Gebäudebereich zu erschließen wird empfohlen eine höhere Sanierungsrate anzugehen. Bei Fortschreibung des derzeitigen Trends (entspricht: Sanierungsrate von 1 % pro Jahr) kann, gemäß der Abbildung 5-17 bis zum Jahr 2030 eine CO₂e-Minderung um 11.800 t/a und bis zum Jahr 2050 um 26.300 t/a erzielt werden. Bei einer Sanierungsrate von 2 %, welche erforderlich ist, um bis zum Jahr 2050 die Bundesziele zu erreichen (Prognos ; Öko Institut e.V., 2009) kann eine CO₂e-Minderung bis zum Jahr 2030 um 21.600 t/a und bis zum Jahr 2050 um 48.000 t/a erzielt werden. Bei Annahme des ambitionierten Zielszenarios (entspricht Sanierungsrate von 3 % pro Jahr) können die verursachten CO₂e-Emissionen im Wärmebereich von derzeit 64.900 t/a um 32.400 t/a bis zum Jahr 2030 und 72.000 t/a bis zum Jahr 2050 gesenkt werden. Somit ergeben sich im Jahr 2050 negative CO₂e-Emissionen von 7.100 t/a.

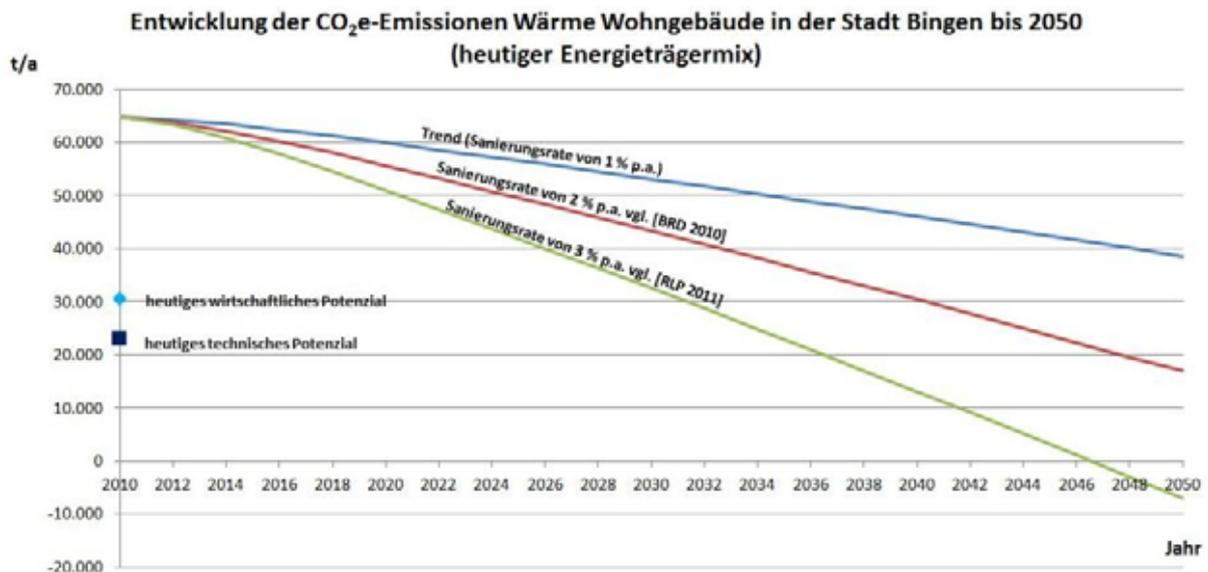


Abbildung 5-17 Entwicklung CO₂e-Emissionen Wärme der Haushalte in Bingen

Zusätzlich zu den Szenarien sind das heutige wirtschaftliche und das technische Potenzial dargestellt. Bei einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr wird das wirtschaftliche Potenzial in rund 28 Jahren erreicht werden. Bei Fortführung der derzeitigen Entwicklung würde das wirtschaftliche Potenzial selbst bis zum Jahr 2050 nicht erreicht werden.

Um die Entwicklung der CO₂e-Emissionen durch die Endenergieeinsparung aufzuzeigen, wird der heutige Energiemix zu Grunde gelegt. Deutlich höhere Emissionsminderungen können mit dem Einsatz regenerativer Energie erreicht werden.

5.2.2 Städtische Liegenschaften

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse aus der Analyse zur Bestimmung der Einsparungen im Bereich Heizenergie bei städtischen Gebäuden zusammengefasst. Die me-

thodische Vorgehensweise ist analog zur Ermittlung der Einsparungen für Strom. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist im Teilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ in Kapitel 4 nachzulesen.

Die gesamten Einsparungen der städtischen Gebäude für Heizenergie (inklusive Warmwasser) belaufen sich nach Annahme „EnEV 100%“ auf 40 %. Bei der Annahme „EnEV 100 %“ wird die Annahme getroffen, dass alle Gebäude in Zukunft auf den Stand des Energievergleichskennwertes der Energieeinsparverordnung saniert werden. Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau (Annahme „EnEV 80 %“) ergibt sich eine Einsparung von rund 49 %. Hier wird ein nochmals um 20 % verbesserter Kennwert angenommen.

Die möglichen Einsparungen im Bereich Heizenergie bei den untersuchten städtischen Gebäuden ist in der nachstehenden Tabelle 5-9 zu entnehmen. Die spezifischen Jahresstromverbräuche nach Gebäude bzw. Gebäudeart können den Grafiken im Anhang (Anhang IX Jahresenergieverbräuche städtische Gebäude nach Nutzungsarten) entnommen werden.

Tabelle 5-9 Einsparpotenzial Endenergieverbrauch Wärme (Heizenergie und Warmwasser)

Gebäudename	Gebäudetyp	witterungsbereinigter Endenergieverbrauch Wärme	Fläche (NGF)	Endenergie- verbrauchskenn- wert Wärme	Vergleichswert EnEV 2009		Abweichung vom Vergleichswert = Anhaltswert Einsparpotenzial		Einsparpotenzial	
					kWh _{HI} /(m ² *a)		%		kWh _{HI}	
					EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
Schule Büdesheim	Allgemeinbildende Schulen (4100)	919.100	4.182	220	105	84	52%	62%	480.900	568.800
Rundsporthalle Bingen-Stadt	Hallen (5100)	353.400	2.382	148	110	88	26%	41%	90.500	142.900
Feuerwehr Büdesheim	öffentliche Bereitschaftsdienste (7700)	44.200	762	58	100	80			0	0
Kindergarten Büdesheim	Kindertagesstätten (4400)	105.600	644	164	110	88	33%	46%	34.800	48.900
Friedhofskapelle Büdesheim	Hallen (5100)	46.300	273	170	110	88	35%	48%	16.400	22.400
Schule Bingen-Stadt	Allgemeinbildende Schulen (4100)	599.000	3.934	152	105	84	31%	45%	184.900	267.500
Feuerwehr Bingen-Stadt	öffentliche Bereitschaftsdienste (7700)	201.400	474	425	100	80	76%	81%	154.100	163.500
Kulturzentrum Bingen-Stadt	Gebäude für kulturelle und musische Zwecke (9100)	287.900	715	402	65	52	84%	87%	241.000	250.300
Friedhof Bingen-Stadt	Hallen (5100)	35.400	573	62	110	88			0	0
Schule und Turnhalle Dietersheim	Allgemeinbildende Schulen (4100)	277.200	1.477	188	105	84	44%	55%	122.600	153.600
Feuerwehr Dietersheim Nahestr.	öffentliche Bereitschaftsdienste (7700)	23.600	142	167	100	80	40%	52%	9.500	12.400
Schule Bingerbrück	Allgemeinbildende Schulen (4100)	165.300	3.341	49	105	84			0	0
Turnhalle Bingerbrück	Hallen (5100)	136.500	1.038	132	110	88	17%	33%	22.800	45.700
Feuerwehr Dromersheim	öffentliche Bereitschaftsdienste (7700)	21.900	354	62	100	80			0	0
Schule Sponsheim	Allgemeinbildende Schulen (4100)	74.900	718	104	105	84		19%	0	14.400
Schule Kempten	Allgemeinbildende Schulen (4100)	133.600	1.980	67	105	84			0	0
Gartenamt Bingen-Büdesheim	Verwaltungsgebäude (1300)	35.100	171	206	80	64	61%	69%	21.500	24.300
Altes Rathaus	Verwaltungsgebäude (1300)	76.600	548	140	0	0	100%	100%	76.700	76.700
Kindergarten Sponsheim	Kindertagesstätten (4400)	53.300	374	143	110	88	23%	38%	12.300	20.600
Haferkasten (Museum)	Gebäude für kulturelle und musische Zwecke (9100)	147.000	869	169	65	52	62%	69%	90.400	101.700
Bauhof In der Weide	Gebäude für Produktion, Werkstätten, Lagergebäude ≤ 3.500 NGF (7000)	242.100	2.605	93	110	88			0	0
Hist. Museum am Strom	Gebäude für kulturelle und musische Zwecke (9100)	176.600	1.213	146	65	52	55%	64%	98.300	114.000
Feuerwehr Dietersheim Zur Mühle	öffentliche Bereitschaftsdienste (7700)	2.800	105	26	100	80			0	0
Jugendzentrum Mainzer Str.	Allgemeinbildende Schulen (4100)	48.400	216	224	105	84	53%	63%	25.700	30.200
Summe		4.207.200	29.090	3.717					1.682.400	2.057.900
Einsparpotenzial "Städtische Gebäude" gesamt:									40%	49%

Die nachstehende Abbildung 5-18 zeigt den Endenergieverbrauch im Bereich Wärme im Bestand (Heizenergie und Warmwasser) sowie die möglichen Einsparungen.

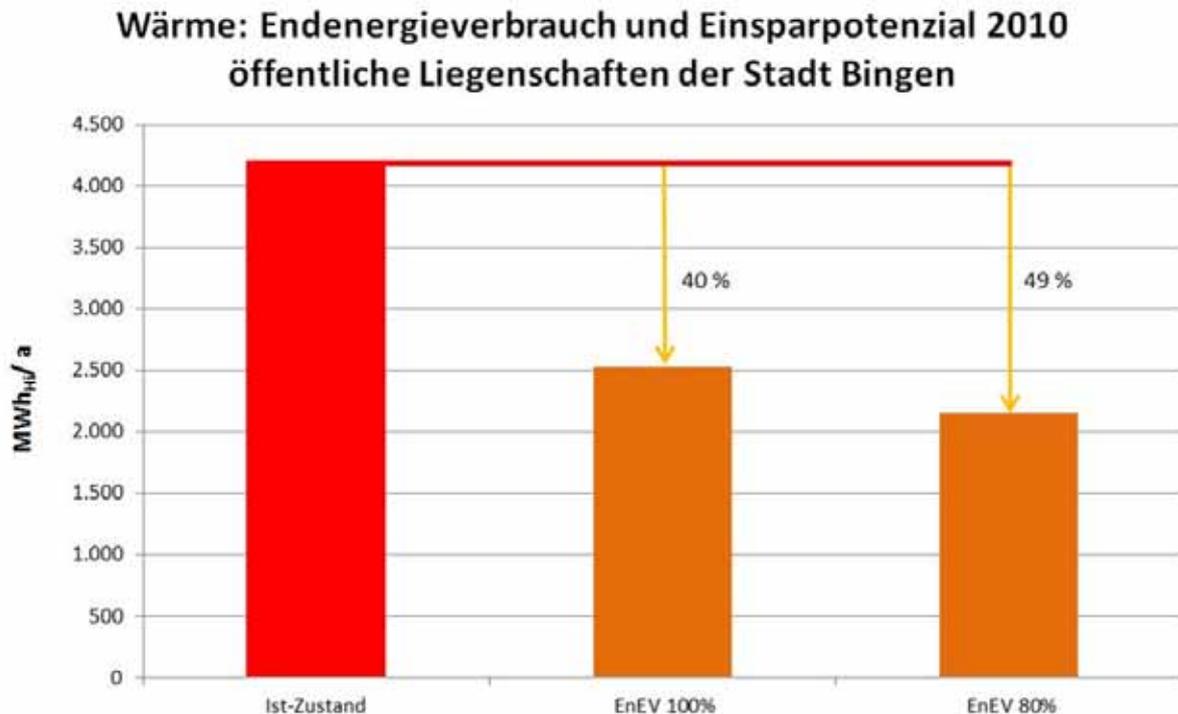


Abbildung 5-18 Endenergieverbrauch Wärme Bestand im Vergleich mit dem Annahmen zur Einsparung

Je nach Durchführung entsprechender Sanierungsvariante (Annahme „EnEV 100 %“ bzw. „EnEV 80 %“) ergibt sich für die untersuchten Gebäude ein CO₂e-Minderungspotenzial von 495 t CO₂e/a bzw. 606 t CO₂e/a unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

Es gibt viele Faktoren, den Energieverbrauch eines Gebäudes zu senken. Neben dem Nutzerverhalten sind dies insbesondere Faktoren investiver Natur:

- **Energetische Sanierung der Gebäudehülle:** Hierunter versteht sich z. B. die Dämmung der Außenwände, des Daches/ der obersten Geschosdecke oder die Erneuerung von Fenstern.
- **Energieeffizienz:** Eine effiziente Wärmeversorgung für Raumwärme und Warmwasser kann durch Maßnahmen an der Wärmeverteilung aber auch durch eine effiziente Anlagentechnik erreicht werden. Maßnahmen an der Wärmeversorgung wären z. B. die Nutzung von Hocheffizienzpumpen, ein hydraulischer Abgleich und die Optimierung der Regelung. Verbesserungen der Anlagentechnik können z. B. durch den Austausch eines konventionellen Heizkessels mit einem Brennwertgerät erreicht werden.
- **Regenerative Energien:** Durch die Nutzung von Regenerativen Energien (z. B. Solarthermie und Photovoltaik) kann ein Teil des Energiebedarfes des Gebäudes gedeckt werden.

Eine beispielhafte Darstellung von Energiesparmaßnahmen kann der folgenden Abbildung 5-19 entnommen werden.

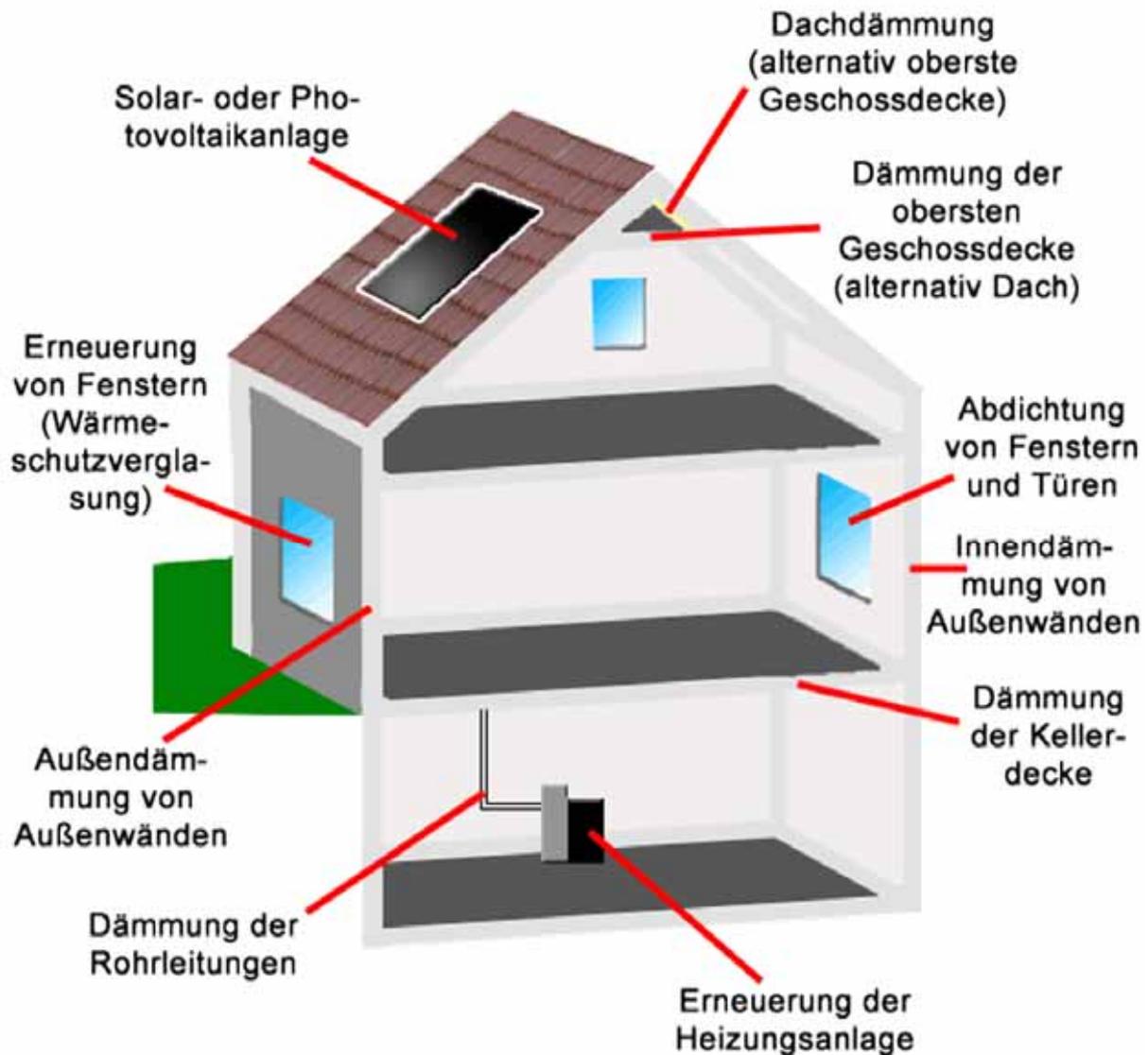


Abbildung 5-19 Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung, Darstellung nach www.holger-marx.info

5.2.2.1 Szenarien

Für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme in den Szenarien wird die „Sanierungsrate“ und die „Sanierungseffizienz“ berücksichtigt.

- **Sanierungsrate:** Die Sanierungsrate gibt an, wie viel Prozent der betrachteten Gebäudefläche pro Jahr vollsaniert werden, darin sind Teilsanierungen als entsprechende Vollsanierungsäquivalente berücksichtigt. So werden z. B. bei 1.000 m² Gebäudefläche und einer Sanierungsrate von 1 % pro Jahr 10 m² saniert.

-
- **Sanierungseffizienz:** Mit der Sanierungseffizienz wird berücksichtigt, dass von Jahr zu Jahr ein besserer Wärmedämmstandard umgesetzt wird. So erreichen Gebäude, die in 2030 vollsaniert werden einen niedrigeren, flächenspezifischen Verbrauchskennwert als die Gebäude, die in 2020 vollsaniert werden.

In zwei Szenarien wird der Endenergieverbrauch Wärme dargestellt. Das erste Szenario orientiert sich an der aktuellen Sanierungsrate von 1 % p.a. (BMU; BMWI, 2010) das zweite Szenario wird an die novellierte EU-Richtlinie für Energieeffizienz, die bis Ende 2012 in Kraft treten und voraussichtlich innerhalb von 18 Monaten in nationales Recht umgewandelt werden soll, angelehnt. Das EU-Parlament sah ursprünglich vor, den Geltungsbereich der Richtlinie auf alle öffentlichen Gebäude zu beziehen (VDInachrichten, 2012). Im Juni 2012 beschloss das EU-Parlament jedoch, dass die EU-Mitgliedsstaaten 3 % p.a. aller öffentlichen Regierungsgebäude sanieren müssen. In der Szenarienbetrachtung wird die ursprüngliche Intention der EU berücksichtigt, so dass für das zweite Szenario eine Sanierungsrate von 3 % p.a. angenommen wird.

Methodik

Heizenergie:

Das Einsparpotenzial wird anhand von Vergleichskennwerten ermittelt. Die EnEV 2009 gibt je nach Gebäudetyp Vergleichskennwerte vor. Diese Vergleichskennwerte sind Mittelwerte für öffentliche Gebäude und variieren je nach Nutzung bzw. Gebäudekategorie. Bei der Erstellung von Energieverbrauchsausweisen wird der Verbrauch der Bestandsgebäude mit den Kennwerten der EnEV 2009 verglichen.

Ausgehend vom heutigen Endenergieverbrauch werden die Szenarien für das Einsparpotenzial berechnet. Dazu werden die Heizenergiekennwerte der einzelnen Liegenschaften herangezogen und gemittelt, so dass für die Stadt Bingen ein Kennwert generiert wird. Als Basis dienen hierfür die Verbrauchswerte aus dem Jahr 2010. Die Festlegung der Sanierungseffizienz über die Vergleichskennwerte in der zeitlichen Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die Studie (NABU, 2011). Das bedeutet:

- 2013 gilt der Vergleichskennwert der EnEV 2009
- 2015 80 % des EnEV-Vergleichskennwertes
- 2020 50 % des EnEV-Vergleichskennwertes
- 2025 40 % des EnEV-Vergleichskennwertes
- 2030 35 % des EnEV-Vergleichskennwertes
(beziehungsweise 150% des Zielwertes von 25 kWh/(m²*a) aus (DLR, 2012)³
- 2050 24 % des EnEV-Vergleichskennwertes
(beziehungsweise 100 % des Zielwertes aus (DLR, 2012)².

³ Als Kennwert für das Jahr 2050 wird in (DLR, 2012) der spezifische Endenergieverbrauch mit 25 kWh/(m²a) als Mittelwert für Nichtwohngebäude angenommen.

Der Vergleichskennwert dient der Festlegung des spezifischen Heizenergieverbrauchs nach fertiger Sanierung in Abhängigkeit des Sanierungsjahres.

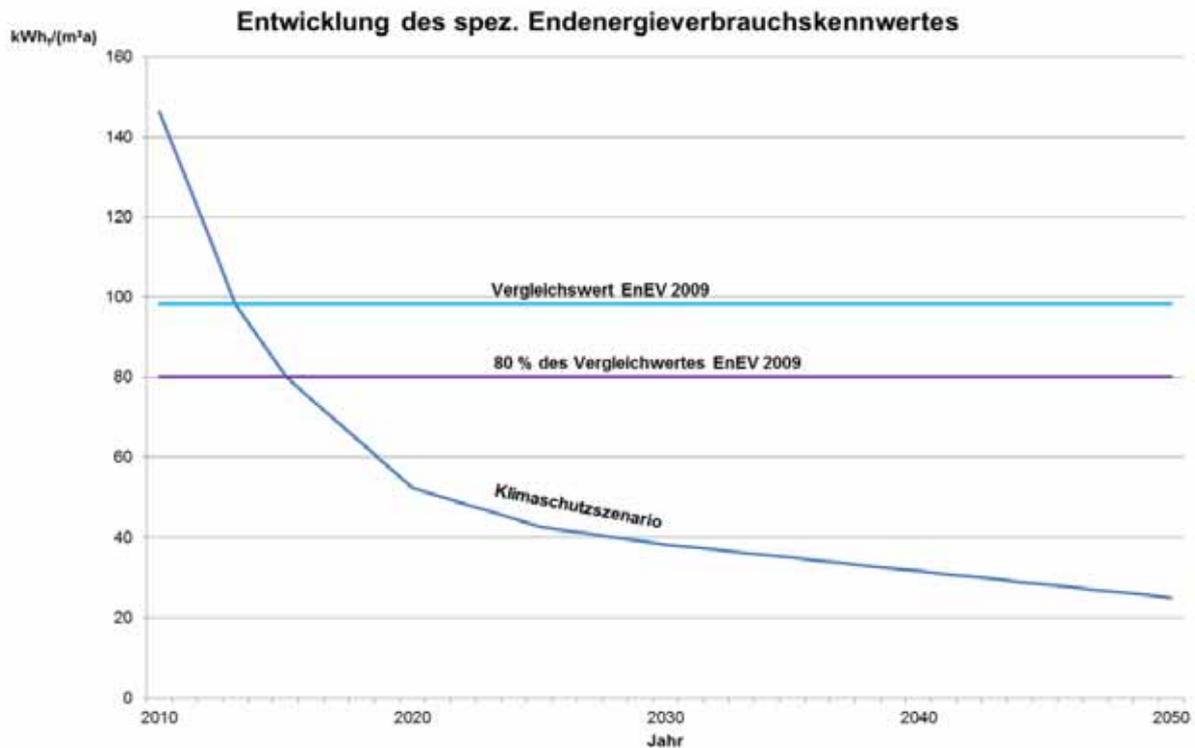


Abbildung 5-20 Entwicklung des Endenergieverbrauchskennwertes

Entsprechend der beschriebenen Vorgehensweise nimmt in der zeitlichen Entwicklung der flächenspezifische Endenergieverbrauchskennwert ab, bis er in 2050 den Zielwert von 25 kWh_f/(m²a) erreicht.

Die Szenarien werden im Folgenden mit den oben getroffenen Potenzialannahmen (Potenzial EnEV 100% und Potenzial EnEV 80%) verglichen.

Ergebnis:

Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme

Ausgehend vom heutigen Endenergieverbrauch Wärme und der zu Grunde gelegten Sanierungsrate und –effizienz stellen sich die beiden Szenarien wie folgt in Abbildung 5-21 dar.

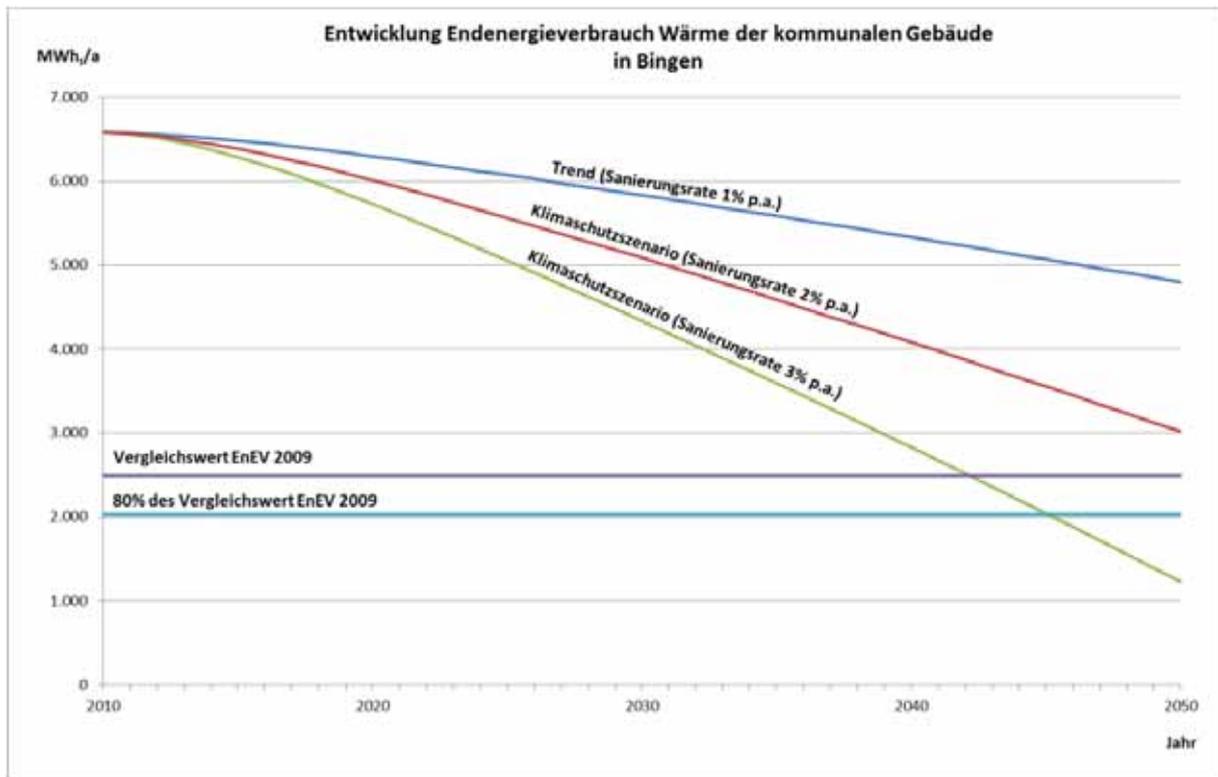


Abbildung 5-21 Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme

Die Grafik macht deutlich, dass mit der aktuellen Sanierungsrate von 1 % p.a. der Endenergieverbrauch Wärme mit etwa 250 MWh_t/a über dem heutigen Vergleichskennwert nach EnEV 2009 liegt. In 2050 würde der heutige Verbrauch um etwa 27 % niedriger sein. Mit der ambitionierten Sanierungsrate von 3 % p.a. hingegen reduziert sich der Endenergieverbrauch Wärme bis zum Jahr 2050 auf etwa 750 MWh_t/a und unterschreitet damit den 80 %-Wert des EnEV 2009 Vergleichswertes um 1.250 MWh_t/a. Demnach wäre der Verbrauch in 2050 um ca. 80 % niedriger als der heutige Verbrauch.

Die Grafik verdeutlicht, dass das ursprüngliche Vorhaben des EU-Parlaments, die Sanierungsrate von 3 % auf alle öffentlichen Gebäude zu beziehen, für Bingen eine enorme Einsparung bedeuten würde. Deutlich wird aber auch, dass mit dem aktuellen Trend der Sanierungsrate von 1 % p.a. der Endenergieverbrauch Wärme nach den Vergleichskennwerten der EnEV 2009 nicht erreicht wird. Es empfiehlt sich, eine größere Sanierungsrate als der Trend für die eigenen Liegenschaften anzugehen.

Entwicklung CO₂e-Emissionen Wärme

Um die Entwicklung der CO₂e-Emissionen durch Endenergieeinsparung aufzuzeigen, werden nur die heutigen Energieträgeranteile zu Grunde gelegt.

Nach den Berechnungen verringern sich durch die Energieeinsparung zur Wärmeversorgung der städtischen Liegenschaften die CO₂e-Emissionen bei 1 % p. a. als Sanierungsrate um ungefähr 27 % im Jahr 2050 bezogen auf heute und bei 3 % p. a. Sanierungsrate um ca. 80 %.

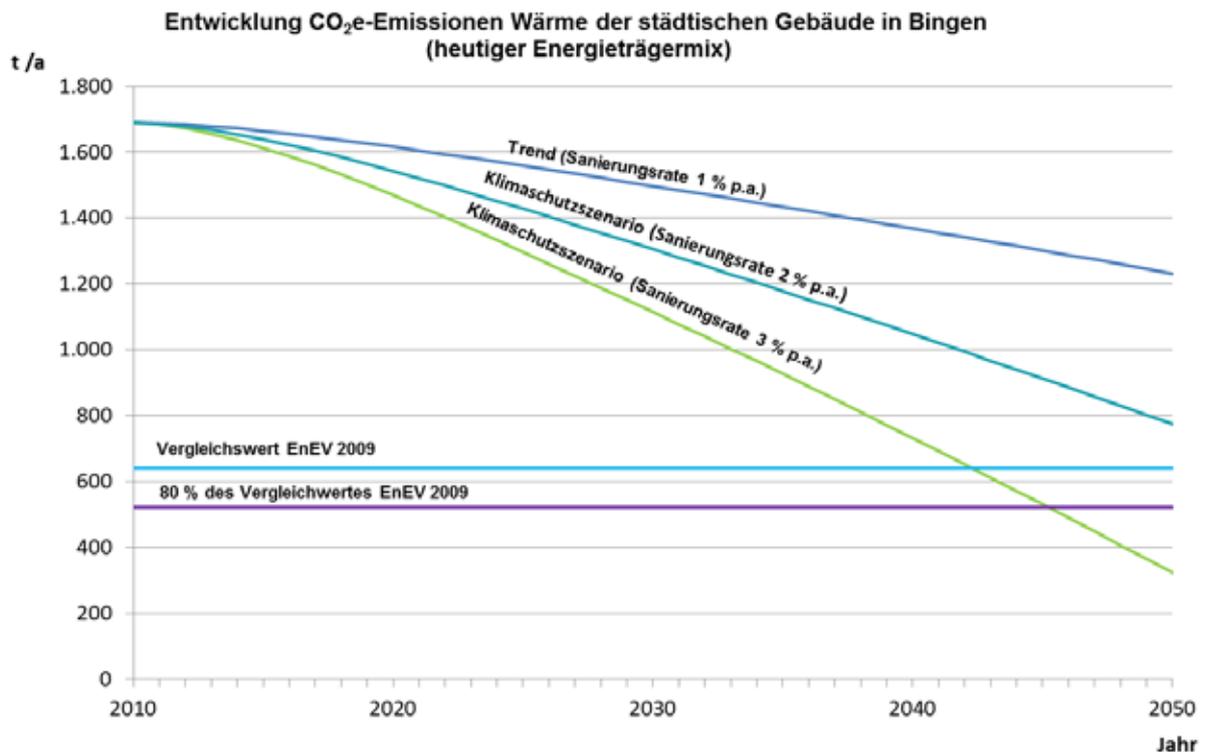


Abbildung 5-22 Entwicklung CO₂e-Emissionen Wärme in städtischen Gebäuden

5.2.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHD+I)

Im Folgenden erfolgt eine kurze Betrachtung der Einsparpotenziale beim Brennstoffverbrauch im Bereich Raumwärme. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist dem Bericht zum Teilkonzept Wärme zu entnehmen (siehe Kapitel 7.1.3). Es erfolgt ausschließlich eine Betrachtung des wirtschaftlichen Potenzials, da das technische Potenzial durch nicht darstellbare Wirtschaftlichkeit in diesem Fall irrelevant ist. Zudem wird nur die Raumwärme betrachtet. Prozesswärme, bei der durch Prozessoptimierung und andere Maßnahmen ebenfalls Einsparungen erzielt werden können, findet aufgrund der Inhomogenität der Prozessarten innerhalb dieses Wirtschaftssektors keine Berücksichtigung. Das gesamte wirtschaftliche Einsparpotenzial dieses Sektors beläuft sich auf 13.000 MWh_f pro Jahr. Anteilig bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch für Raumheizung lassen sich somit ca. 20 % pro Jahr einsparen.

5.2.3.1 Szenarien

Die Raten zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs in der Wärmeversorgung sind aus der (DLR, 2012) entnommen. Sie stellen keine Prognosen dar, sondern geben mit einer Sanierungsrate von 1 % den Trend (bei Fortführung der Förderinstrumente) und mit durchschnittlich 1,7 % pro Jahr die erforderliche Rate an, um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Ziele zu erreichen.

In (DLR, 2012) ist für Nichtwohngebäude dieselbe Sanierungsrate und –effizienz wie für Wohngebäude angenommen. Jedoch wird für Nichtwohngebäude eine höhere Abriss- und Neubauquote angesetzt, sodass der durchschnittliche, auf die Fläche bezogene Endenergieverbrauch zur Raumheizung stärker sinkt. Demnach wird für 2050 im Mittel ca. 25 kWh_f/(m²a) als spezifischer Endenergieverbrauch für Nichtwohngebäude erwartet.

Das Szenario geht davon aus, dass die beheizte Nutzfläche bis zum Jahr 2020 zunächst leicht zunimmt, dann bis zum Jahr 2050 allerdings kontinuierlich abnimmt. Gleichzeitig erfolgt der Flächenzubau aber unter besseren Standards. Ebenso findet eine Modernisierung des Altbaus mit gleichzeitigem Abriss und Neubau unter wiederum besseren Standards statt. Diese gegenläufige Entwicklung führt trotz Flächenzubau zu einem sinkenden Endenergieverbrauch. Hinzukommend wird eine Steigerung der Sanierungsrate von heute 1 % auf 2 % bis zum Jahr 2020 unterstellt. Die Sanierungsrate von 2 % soll bis zum Jahr 2050 beibehalten werden, um das Ziel des Energiekonzeptes der Bundesregierung zu erreichen. Wegen der höheren Abriss- und folglich höheren Neubaurate, kann ein signifikant niedriger spezifischer Endenergieverbrauch für Raumwärme realisiert werden.

Die nachstehende Abbildung zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs für den Bereich Wärme im Sektor GHD + I in der Stadt Bingen.

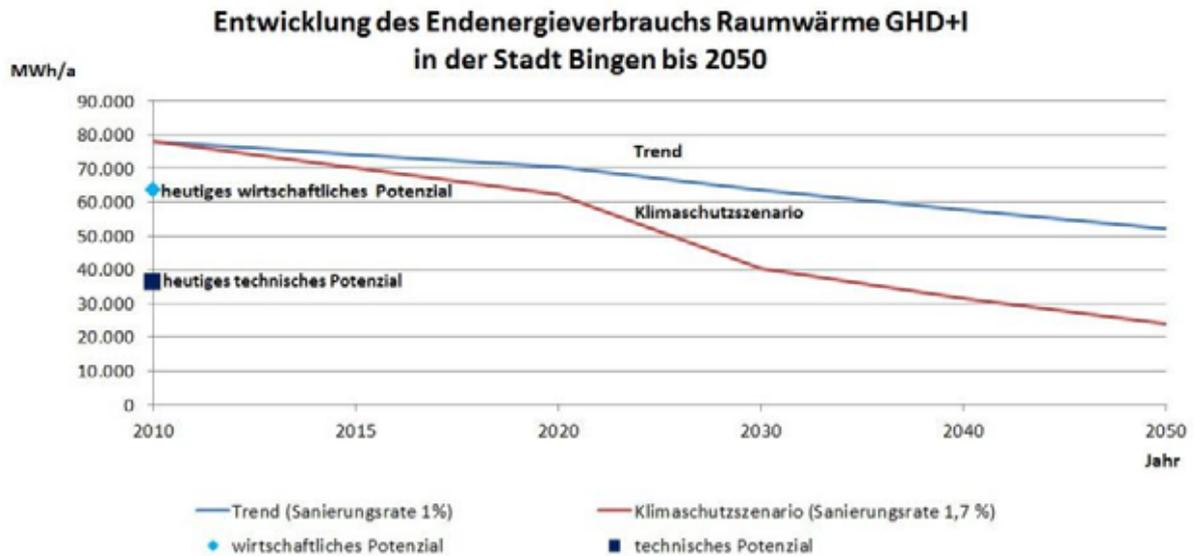


Abbildung 5-23 Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme im Sektor GHD+I

Bei Fortschreibung der derzeitigen Entwicklung (Trend) ergibt sich eine Verbrauchsreduzierung im Bereich Raumwärme um 14.200 MWh/a bis zum Jahr 2030 und rund 25.800 MWh/a bis zum Jahr 2050. Nach dem Klimaschutzszenario ergibt sich bis zum Jahr 2030 eine Reduzierung des Verbrauchs an Raumwärme um 37.500 MWh/a auf 40.400 MWh/a beziehungsweise um 53.900 MWh/a auf rund 24.000 MWh/a bis zum Jahr 2050.

Zusätzlich zu den Szenarien sind das heutige wirtschaftliche und das technische Potenzial dargestellt. In Zukunft ist mit der fortschreitenden Technologieentwicklung und Energiepreisänderungen mit einem gesteigerten Potenzial zu rechnen. Nach dem Trend wäre das heutige wirtschaftliche Potenzial in mehr als 20 Jahren erreicht und im Klimaschutzszenario in rund 10 Jahren.

Wie im Strombereich sind auch im Wärmebereich quantitative Angaben zu langfristigen Entwicklungen im Sektor GHD+I hinsichtlich des Endenergieverbrauches und der CO₂e-Emissionsreduzierung aufgrund nur unzureichend genau zu treffender Annahmen zu energiewirtschaftlichen, umweltpolitischen, technischen und wirtschaftlichen Entwicklungen mit gebührender Vorsicht zu betrachten.

Dennoch wird gemäß der Gesamtbilanz empfohlen, im Bereich Wärme verstärkt Maßnahmen zur Reduzierung des Wärmeverbrauchs im GHD+I Sektor anzugehen, als der derzeitige Trend.

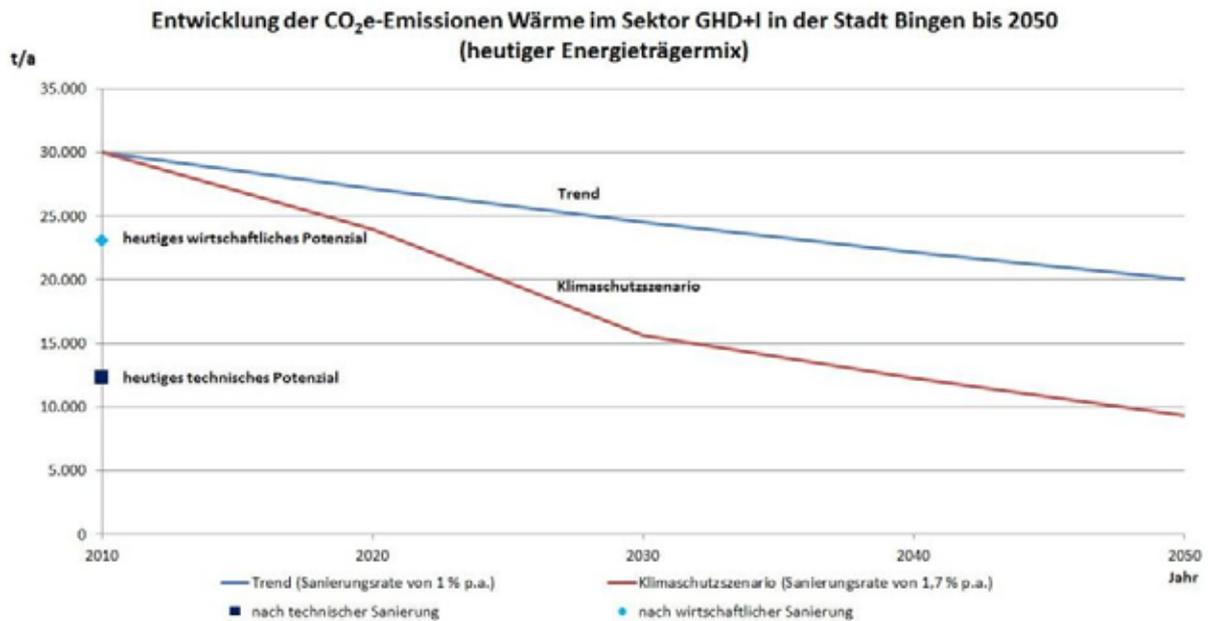


Abbildung 5-24 Entwicklung CO₂e-Emissionen Wärme im Sektor GHD+I

Aus der Abbildung 5-24 geht die Entwicklung der CO₂e-Emissionen hervor. Nach dem Trend ergäbe sich bis zum Jahr 2030 eine Reduzierung der CO₂e-Emissionen um rund 5.500 t/a und bis zum Jahr 2050 um 9.900 t/a. Bei einer Sanierungsrate von 1,7 %, welche erforderlich ist, um das Ziel der Bundesregierung (25% Stromreduzierung bis zum Jahr 2050) zu erreichen, ergäbe sich eine Reduzierung der CO₂e-Emissionen um 14.400 t/a bis zum Jahr 2030 und 20.700 t/a bis zum Jahr 2050.

Zusätzlich zu den Szenarien sind das heutige wirtschaftliche und das technische Potenzial dargestellt. Analog zum Endenergieverbrauch für Raumwärme wäre nach dem Trend das heutige wirtschaftliche Potenzial in mehr als 20 Jahren erreicht und im Klimaschutzszenario in rund 10 Jahren.

Da der GHD+I Sektor einen nicht unerheblichen Anteil an den CO₂e-Emissionen im Stadtgebiet Bingen einnimmt, wird vorgeschlagen gezielte Maßnahmen zur Energieeffizienz und Energieeinsparung in diesem Bereich umzusetzen.

5.2.3.2 Ausblick zu Hemmnissen

Eine Vielzahl von Hemmnissen führten dazu, dass Unternehmen die nötigen Einsparmaßnahmen nicht umsetzen. Diese sind unterschiedlichster Natur. Eine Umfrage hat ergeben (Brüggemann, 2005), dass gerade in kleineren Unternehmen (welche in Bingen am Rhein den dominierenden Part bilden) oftmals das nötige Kapital fehlt um investive Maßnahmen durchführen zu können. Zudem treten diese Investitionen oftmals in Konkurrenz zu Investitionen die das Kerngeschäft betreffen und aus diesem Grund eine vorrangige Bedeutung eingeräumt bekommen.

Des Weiteren können hohe Anforderungen an Amortisationszeiten ein Hemmnis darstellen, da Investitionen, dessen Amortisationszeiten sich über zwei Jahre erstrecken, oft als zu unsicher und unrentabel beziffert werden.

Weitere Hemmnisse in kleinen und mittleren Unternehmen lassen sich in drei Gruppen, Informations- und Motivationsmangel, Finanzielle Restriktionen und hemmende Rahmenbedingungen, einteilen und sind im Einzelnen aus folgender Tabelle 5-10 zu entnehmen.

Tabelle 5-10 Überblick über Hemmnisse

Quelle: (Layer, Arndt, & Duschl, 2003)

Informations- und Motivationsmangel	Finanzielle Restriktionen	Hemmende Rahmenbedingungen
<ul style="list-style-type: none"> • fehlende energietechnische Kenntnisse • fehlende Informationen über geeignete Maßnahmen • keine Energiefachleute in kleinen und nicht energieintensiven Betrieben • Zeitmangel • Fehlende Kenntnisse von Bau und Installationsfachleuten • Investor-/Nutzer-Dilemma 	<ul style="list-style-type: none"> • zu hohe Rentabilitätserwartungen • Konkurrenz zu anderen Investitionen • geringe Eigenkapitalausstattung • fehlende Verfügbarkeit oder Akzeptanz von Krediten 	<ul style="list-style-type: none"> • externe Kosten nicht im Energiepreis berücksichtigt • Unsicherheit über die Energiepreisentwicklung • zu wenig Energiedienstleistungsangebote • fehlendes Image mancher Energiespartechniken • scharfe Gesetzesvorgaben und zeitaufwändige Genehmigungsverfahren

Betrachtet man das gesamte Einsparpotenzial in Bingen am Rhein für den GHD und Industriesektor, so beziffert sich dieses, wie in Abbildung 5-25 zu erkennen, auf knapp **23.800 MWh_f/a**.

Das Potenzial, das durch Maßnahmenumsetzung beim Brennstoffbedarf vorhanden ist, überwiegt den des Stroms.

Gesamtes wirtschaftliches Einsparpotenzial für Bingen am Rhein im GHD+I Sektor 2010

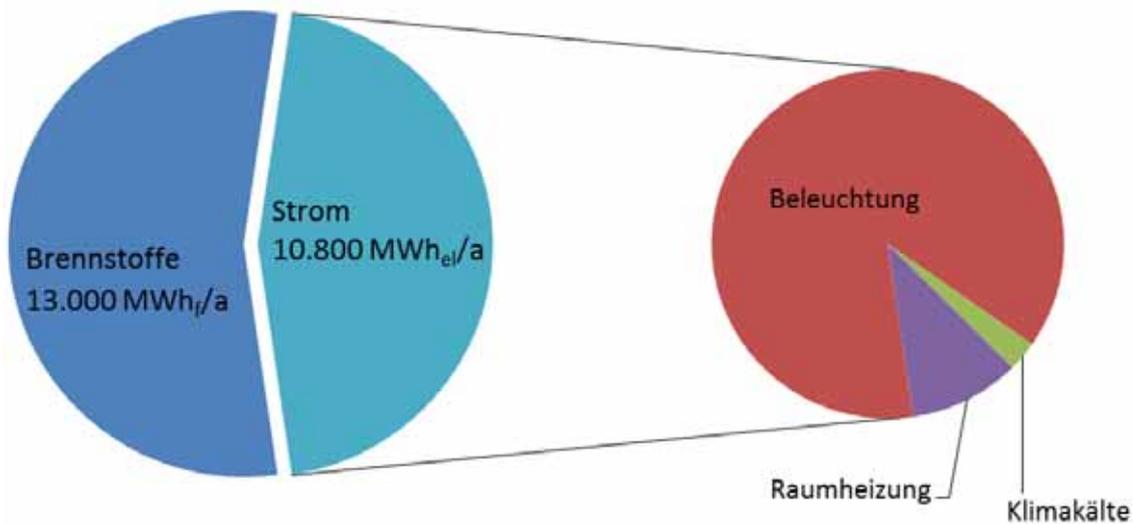


Abbildung 5-25 Wirtschaftliches Einsparpotenzial in Bingen für GHD und Industrie

5.3 Abwärme

Potenziale im Bereich der Abwärme werden ausschließlich für den Sektor „Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie“ untersucht. Die Ergebnisse können im Rahmen des Teilkonzeptes „Integrierte Wärmenutzung“ (Kapitel 7) nachgelesen werden.

5.4 Verkehr

Die Ermittlung von quantifizierbaren Einsparpotenzialen im Bereich Verkehr gestaltet sich außerordentlich schwierig und ist insbesondere abhängig von der klaren Definition der Maßnahme. Während bei technischen Maßnahmen mehr oder weniger unmittelbar auf Einsparpotenziale geschlossen werden kann, ist dies bei verhaltenssteuernden Maßnahmen nicht direkt möglich.

Mögliche Handlungsfelder zur Reduktion von CO₂e-Emissionen sind:

- Raumstruktur
- Umweltfreundliche Verkehrsmittel
- Fahrzeuge
- Verkehrsablauf und Verkehrsorganisation
- Ordnungspolitische Maßnahmen.

5.4.1 Handlungsfeld „Raumstruktur“

Dieses Handlungsfeld umfasst die verkehrsvermeidende Siedlungs- und Verkehrsplanung. In den letzten Jahren entwickelten sich Siedlungs-, Infrastruktur- und Produktionsstrukturen so, dass immer weitere Entfernungen zwischen Ausgangspunkt und Ziel von Wegen sich einstellten. Mit geänderten Strategien in der Raumplanung können induzierte Verkehrsbedürfnisse reduziert werden beispielsweise durch eine verkehrsarme Siedlungsstruktur (Region / Stadt der kurzen Wege), die Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe oder die Abkehr von verkehrsinduziertem Straßenbau. Hierzu bietet sich insbesondere die übergeordnete Landes- und Regionalplanung als Perspektive an, Belange der Verkehrsreduzierung aufzugreifen und in Abstimmung mit der lokalen Ebene in kommunal wirksame Maßnahmen umzusetzen.

Als mögliche Maßnahmen kommen z. B. eine zentrenorientierte Siedlungsplanung, eine verkehrsvermeidende Unternehmensansiedlung, die Ausweisung gemeinsamer Gewerbeflächen, ein umweltfreundlicher Freizeitverkehr, regionale Einzelhandelskonzepte, sowie eine Region der kurzen Wege in Frage.

Kooperationen sparen nicht nur Verkehr sondern auch Geld. Die Erschließungskosten eines gemeinsamen Gewerbegebietes können zum Beispiel für die beteiligten Gemeinden deutlich niedriger ausfallen, als die Kosten jeweils eigener Gewerbeflächen.

Eine Quantifizierung des Emissionsminderungspotenzials erweist sich als schwierig, da kaum Untersuchungen vorliegen, die exemplarisch die Reduzierung der Fahrleistungen durch verkehrsvermeidende Siedlungsstrukturen und Instrumente der Raumplanung behandeln. Viele der Maßnahmen die hierunter fallen können, haben den Charakter qualitativer Ziele.

5.4.2 Handlungsfeld „Umweltfreundliche Verkehrsmittel“

Die Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂e-Emissionen lassen sich durch Änderungen des Modal-Splits erreichen. Durch die Verlegung eines Teiles, der mit PKWs zurückgelegten Wegstrecken auf umweltfreundlichere Fortbewegungsmittel, wie dem ÖPNV, das Fahrrad oder zu Fuß gehen, lassen sich erhebliche Einsparungen erreichen.

In Anbetracht der Tatsache, dass die durchschnittliche Weglänge, die zurückgelegt wird rund 11 km beträgt und der weitaus größte Anteil der zurückgelegten Wegstrecken sich auf unter 20 km Länge (Infas & DLR, 2010) beläuft, ist eine Verlegung des Verkehrs auf umweltfreundliche Fortbewegungsmittel gerade im städtischen Bereich als auch im ländlichen Raum möglich. Neben der Senkung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Energiekosten, ergibt sich mit der Bewegung und der Steigerung der eigenen Fitness eine weitere positive Wirkung, die nicht ausbleibt.

Die Bedeutung des privaten PKW wird jedoch mit oder ohne großartige Verschiebung des Modal-Splits zugunsten umweltfreundlicher Fortbewegungsmittel zukünftig eine Bedeutung behalten. Dies ist insbesondere der Fall, wenn davon ausgegangen werden muss, dass durch den demografischen Wandel und die Ausdünnung der Versorgungsstrukturen im ländlichen Raum, die Infrastruktur und die Taktung des ÖPNV hier eher zurückgestuft wird. Ein klimabewusstes Pendeln (z. B. für Berufspendler in den ländlichen Raum) ist nicht einfach, zumal die Sicherheit (z. B. sichere Abstellmöglichkeiten für Fahrräder) häufig nicht gegeben ist. Daher ist für eine Steigerung der Attraktivität des Umstieges auf umweltfreundliche ÖPNV Träger sowie auf das Verkehrsmittel Fahrrad bzw. das zu Fuß-Gehen eine Verbesserung der Infrastruktur und des Services wesentlich. Hierzu gehört, bezogen auf den ÖPNV, der Ausbau bzw. Erhalt des Streckennetzes, der Einsatz moderner und effizienter Fahrzeuge. Des Weiteren sind bedarfsangepasste Taktzeiten, gute Anschlussverbindungen sowie einfache Fahrkarten und Tarifsysteme für Kunden wichtig. Die Attraktivität lässt sich zudem durch Kombinationsangebote, wie z. B. übertragbare Angebote, steigern (siehe auch Maßnahmenkatalog). Im Bereich Fahrrad- und Fußgängerverkehr sind neben der bereits zuvor erwähnten Infrastruktur- und Serviceverbesserung (u.a. Sichere Abstellmöglichkeiten für Fahrräder, Ausbau von Radwegen, breite Fußwege, Tempo 30 Zonen), eine Verknüpfung mit dem ÖPNV zur Stärkung der Nahmobilität, die Verankerung einer „neuen Kultur“ des Radfahrens und zu Fuß-Gehens durch Kampagnen sowie die Einbeziehung des Radfahrens in das betriebliche Mobilitätsmanagement mögliche Maßnahmen, die auch im Maßnahmenkatalog behandelt werden.

Eine weitere Maßnahme zur Stärkung der Position des ÖPNV besteht darin dem ÖPNV Vorrang gegenüber dem motorisierten Individualverkehr einzuräumen, z. B. durch separate Fahrspuren und Vorrangschaltungen an Kreuzungen für Bus-, Fahrrad- und Fußverkehr (siehe auch Maßnahmenkatalog).

Ein weiterer Anreiz wesentlich weniger Kilometer mit dem eigenen Auto zu fahren bietet das Car-Sharing. Hierunter können Car-Sharing Angebote durch kommerzielle Anbieter als auch das privat organisierte Verteilen des Autos (inkl. Bildung von Fahrgemeinschaften) verstanden werden.

Die Berechnung des CO₂e-Minderungspotenzials erfordert es das Verlagerungspotenzial vom motorisierten Verkehr – das heißt insbesondere vom Auto und Kraftrad auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel wie Bus, Bahn sowie den Fuß- und Radverkehr zu schätzen. Dies ist jedoch schwierig, da bisher keine gesicherten Verfahren vorliegen.

5.4.3 Handlungsfeld „Fahrzeuge“

Die Automobilhersteller arbeiten an Methoden die Effizienz der Motorentechnik zu verbessern. Laut des Automobilzulieferers Bosch wird sich der Verbrauch bei Dieselmotoren um rund ein Drittel und bei Benzinmotoren um 25 bis 30 % reduzieren⁴. Dies lässt sich unter anderem durch Direkteinspritzung, Einspritzdruck, Hubraumverkleinerung und Ventilsteuerung der Aggregate erzielen.

Bereits heute sind ein deutlich geringer Kraftstoffverbrauch sowie eine Verringerung des CO₂-Ausstoßes bei einem Benziner möglich. Bei Direkteinspritzung und Hubraumverkleinerung, kombiniert mit der Start-Stop-Technik kommt ein Benziner mit 22 Prozent weniger Treibstoff aus als ein vergleichbares Modell, ohne diese Technik (Die Zeit, 2010).

Eine weitere Möglichkeit bildet der Einsatz von Leichtlaufreifen, die den Rollwiderstand bis zu 30 % mindern können (UBA, 2010). Derzeit liegen aber keine Studien über den tatsächlichen Umfang und Einsatz von Leichtlaufreifen vor.

Bei alternativen Antrieben bieten sich insbesondere Elektrofahrzeuge an. Die CO₂e-Emissionen von Elektrofahrzeugen hängen vom verwendeten Strom ab. Mittelfristig ist die Quantifizierung der CO₂e-Emissionen durch Elektrofahrzeuge schwierig. Die Unsicherheiten liegen insbesondere in der Effizienzentwicklung im Fahrzeugbereich und der Quantifizierung des Strommixes. Langfristig bietet die Elektromobilität aus heutiger Sicht große Klimaschutzpotenziale. Der Einsatz von Elektromobilen erscheint mittelfristig insbesondere für Einsatzprofile im PKW-Kurzstrecken- und Mittelstreckenverkehr zu liegen.

5.4.3.1 Kommunalen Fuhrpark

Die Implementierung von Elektrofahrzeugen im kommunalen Fuhrpark hätte eine Vorbildfunktion und es träte ein Imagegewinn für die Kommune auf. Ein batteriebetriebenes Fahrzeug bietet für Kurz- und Mittelstrecken eine genügende Reichweite. Zur Erzielung einer besseren CO₂-Bilanz sollten die Akkumulatoren nach Möglichkeit mit Strom aus einer erneuerbaren Energiequelle gespeist werden (z. B. Photovoltaikanlage). Von der ökonomischen Seite betrachtet scheint der Preis des Elektronutzfahrzeugs deutlich höher. Dafür sind die Verbrauchskosten des elektrisch betriebenen Fahrzeugs, wenn das Batterierisiko ausgeschlossen werden kann, günstiger. Bei Substitution eines konventionellen Nutzfahrzeugs, durch ein Elektrofahrzeug, sollte eine hohe Nutzung des Elektrofahrzeuges erfolgen, um eine rasche Amortisation des höheren Anschaffungspreises zu erreichen (siehe Maßnahmenkatalog).

⁴ Minderungspotenziale basieren auf Vergleich mit einem heutigen Standardmotor (Vierzylinder-Aggregate mit zwei Liter Hubraum, Leistung von 100 kW/136 PS).

5.4.4 Handlungsfeld „Verkehrsablauf und Verkehrsorganisation Fahrverhalten“

Weitere Einsparpotenziale lassen sich mit der Optimierung des Kraftstoffverbrauchs durch Änderungen des Fahrverhaltens erzielen. So kann unter anderem mit gezielten Fahrtrainings durch frühes Schalten, schnelles Beschleunigen auf die gewünschte Geschwindigkeit und Begrenzung der Durchschnittsgeschwindigkeit auf ausgewählten Straßenabschnitten der Kraftstoffbedarf reduziert werden.

Allerdings bewirken diese Strategien zur Verkehrsoptimierung nicht in jedem Fall eine dauerhafte CO₂e-Minderung. Eine höhere Auslastung der LKW-Flotte eines Spediteurs kann z. B. dazu führen, dass der Spediteur seine Frachttarife senkt, was eine zusätzliche Transportnachfrage induziert oder eine Verlagerung von Gütertransporten von der Schiene auf die Straße bewirkt. Strategien, die über effizientere Kapazitätsauslastungen CO₂e-Emissionen reduzieren sollen, müssen entsprechend auch Rückwirkungen auf die Verkehrsnachfrage beinhalten und dürfen nicht ausschließlich auf umweltfreundliche Verkehrsträger beschränkt sein.

Fahrgemeinschaften

Die Arbeitswege mit wiederkehrenden Wegen bieten ein theoretisch großes Potenzial für Fahrgemeinschaften. Der regelmäßige Wochenend-/Freizeitverkehr (z. B. weit entferntem ehemaligen Wohnort/Lebensmittelpunkt und neuem Wohnort/Arbeitsplatz) bewirkt auch erhebliche Verkehrsaufwände und bietet Potenzial für Fahrgemeinschaften. Fahrgemeinschaften führen neben einer geringeren Umweltbelastung, zu einer Kappung von Verkehrsspitzen, Verstetigung des Verkehrsflusses sowie zu einem geringeren Bedarf an öffentlichen Parkraum. Der finanzielle Aspekt ist ein wesentlicher Grund für die Bildung von Fahrgemeinschaften. Die Verteilung hoher Betriebskosten auf mehrere Personen bieten direkte Vorteile für jeden. Bestehende Fahrgemeinschaften kommen entweder über das Internet zu Stande oder durch individuelle Absprachen im Bekanntenkreis. Sie bestehen in der Regel aus einer geringen Teilnehmerzahl und sind selten miteinander vernetzt. Für den ländlichen Raum können Pendlersysteme eine sinnvolle Ergänzung zum ÖPNV sein, gerade auch im Hinblick auf die demographische Entwicklung mit zunehmender Zahl an Rentnern.

Wesentliche Hemmnisse für die Bildung von Fahrgemeinschaften sind jedoch die Fixierung der Autofahrer auf ihre Mobilitätsgewohnheiten sowie die subjektiv empfundene Einschränkung der persönlichen Flexibilität und Zeitersparnis, bedingt durch das Alleinfahren.

Die Einführung eines betrieblichen Mobilitätsmanagement in Betrieben kann zu firmeninternen Fahrtenvermittlung hinauslaufen und bietet eine große Chance, da Fahrgemeinschaften insbesondere dann entstehen, wenn Teilnehmer im gleichen Betrieb oder in der Nähe arbeiten. Des Weiteren kann die Bereitstellung von Parkraum an Umsteigepunkte zu einem leichteren Umstieg zwischen PKW oder zwischen PKW und ÖPNV führen.

Entsprechende Maßnahmen haben eher „weichen“ Charakter und zielen auf Verhaltensänderungen ab. Kurzfristige Erfolge sind somit unwahrscheinlich und CO₂e-Minderungspotenziale nur sehr schwer quantifizierbar.

5.4.5 Handlungsfeld „Ordnungspolitische Maßnahmen“

Geschwindigkeitsbeschränkungen

Im hohen Geschwindigkeitsbereich nimmt der Kraftstoffverbrauch überproportional zu, bedingt durch linear ansteigenden Rollwiderstand und exponentiell steigenden Luftwiderstand. Die Wirkung von Geschwindigkeitsbeschränkungen auf den Kraftstoffverbrauch und damit auf die Treibhausgasemissionen sind insbesondere auf Autobahnen und Landstraßen relevant. Aus Studien der OECD und ECMT geht hervor, dass PKW bei 90 km/h statt 110 km/h konstanter Geschwindigkeit 23 % weniger Kraftstoff je 100 km verbrauchen (UBA, 2010). Ein Tempolimit erhöht die PKW-Reisezeit und ermöglicht Veränderungen im Modal-Split. Ein Tempolimit ermöglicht wie eine Veränderung des Fahrverhaltens neben einem verringerten Ausstoß an Treibhausgasemissionen, insbesondere einen geringeren Verschleiß am Fahrzeug, Lärmbelastung durch geringere Roll- und Abwindgeräusche, Fahrstress, Unfallhäufigkeit sowie einen Rückgang von Unfallfolgen. Letzteres belegen auch mehrere durchgeführte Langzeit-Studien (Zukunft Mobilität , 2012). Weiche Verkehrsteilnehmer wie Radfahrer und Fußgänger werden durch niedrigere Geschwindigkeiten besonders geschützt. Derzeit wird die Herabsetzung der Regelgeschwindigkeit Innerorts von 50 Stundenkilometer auf 30 Stundenkilometer diskutiert. Laut einer Studie des Institutes für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe zur Leistungsfähigkeit von Ortsdurchfahrten bei unterschiedlichen Geschwindigkeitsbeschränkungen, lässt sich eine Verkehrstärke von 1.000 Fahrzeugen pro Stunde problemlos abwickeln (Zukunft Mobilität , 2012). Zur Berechnung von CO₂-Minderungspotenzialen ist als Ausgangsgröße das Geschwindigkeitsverhalten der FahrerInnen auf den Straßen im Stadtgebiet erforderlich, das heißt welche Strecken mit welcher Geschwindigkeit zurückgelegt werden. Eine quantifizierbare Aussage beziehungsweise belastbare Berechnungen liegen demnach nicht vor.

5.4.6 Szenarien Personenverkehr

Zur Entwicklung von einem Szenario wird der Nutzverkehr ausgeklammert, da hier wenig Einflussnahme zur Minderung der Emissionen von kommunaler Seite möglich ist. Im Bereich des Personenverkehrs werden nur PKW betrachtet, da diese den maßgeblichen Teil der Emissionen (90 %) ausmachen.

Im Folgenden werden zwei Szenarien aufgestellt:

Die Szenarien „Trend“ und „Innovation“. Beiden Betrachtungen liegt der Studie „Modell Deutschland“ (Prognos ; Öko Institut e.V., 2009) zu Grunde. Für die zwei Szenarien wurde jeweils eine eigene Berechnung durchgeführt.

Das Szenario „**Trend**“ stützt sich auf eine Fortsetzung der heutigen Energie- und Klimaschutzpolitik. Nach (Prognos ; Öko Institut e.V., 2009) wird die spezifische Nutzung von Fahrzeugen weiter abgesenkt, es ergibt sich allerdings keine deutliche Veränderung bei der Präferenz für Fahrzeugklassen. Im PKW-Bereich werden Hybridfahrzeuge, Plug-in-Hybride und Elektroautos allmählich in den Markt eingeführt. Eine Beimischung von Biokraftstoffen wird in dem Modell vorgeschrieben.

Das Szenario „**Innovation**“ hingegen orientiert sich am Ziel einer ambitionierten Emissionsminderung sowie an weiteren Leitplanken (Restriktionen für den Einsatz von Biomasse etc.). Nach (Prognos ; Öko Institut e.V., 2009) wird die Mobilität konsequent und strategisch auf Elektromobilität umgestellt, teilweise mit dem Ziel eine volle Elektromobilität zu erreichen. Dies wird durch die Technologieeinführung mit den Zwischenstufen Hybrid und Plug-in-Hybrid umgesetzt.

Aus der Studie (Prognos ; Öko Institut e.V., 2009) stammen die Daten der prozentualen Änderung des Fahrzeugbestandes, der Jahresfahrleistung, der Gesamtfahrleistung und des spezifischen Verbrauchs der Fahrzeuge in Deutschland. Diese Entwicklung wurde auf die Zulassungsdaten in der Stadt Bingen, wie in Kapitel Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr beschrieben, angewendet.

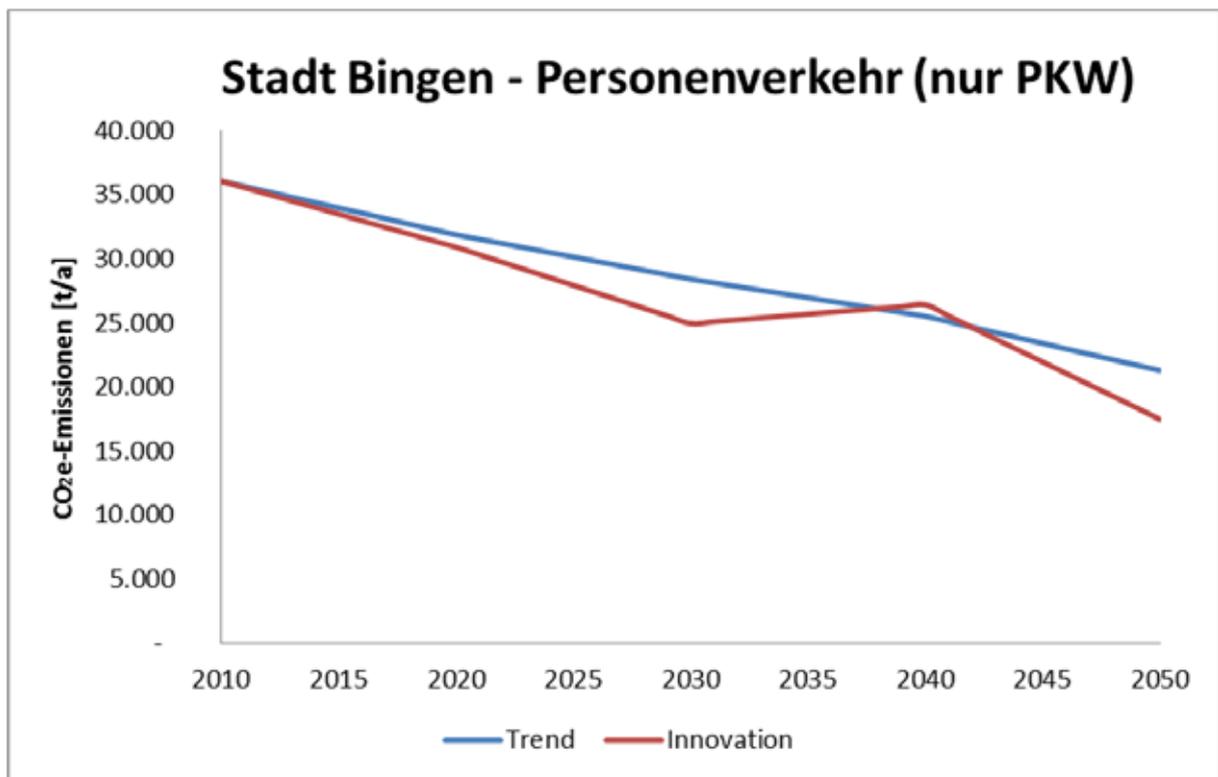


Abbildung 5-26 Szenario Personenverkehr Stadt Bingen

5.5 Zusammenfassung der Potenziale zu Energieeinsparung und –effizienz

In den nachstehenden Tabellen (Tabelle 5-11 bis Tabelle 5-14) sind für den Bereich Strom und Wärme die entsprechenden Szenarien beispielhaft für für den Zielhorizonte 2030 und 2050 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5-11 Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2030

Bereich	Sektoren	Ist-Zustand	Trend			Zielszenario 2030		
		Endenergie- verbrauch	Endenergie- verbrauch	Einsparung		Endenergie- verbrauch	Einsparung	
		MWh _f /a	MWh _f /a	MWh _f /a	%	MWh _f /a	MWh _f /a	%
Wärme	Private Haushalte	199.500	163.400	36.100	18	133.200	66.300	33
	GHD und Industrie	77.900	63.700	14.200	18	40.400	37.500	48
	städtische Einrichtungen	6.600	5.800	800	12	5.100	1.500	23
Strom	Private Haushalte	44.800	42.700	2.100	5	39.400	5.400	12
	GHD und Industrie	56.400	53.100	3.300	6	45.900	10.500	19
	städtische Einrichtungen	3.900	3.700	200	5	3.200	700	18
	Straßenbeleuchtung	1.800	1.500	300	17	900	900	50
Personenverkehr Gesamt		118.500	92.600	25.900	22	82.400	36.100	30
Summe gesamt		509.400	426.500	82.900	16	350.500	158.900	31

Tabelle 5-12 Entwicklung der CO₂e-Emissionen bis 2030

Bereich	Sektoren	Ist-Zustand	Trend			Zielszenario 2030		
		CO ₂ e-Emissionen	CO ₂ e-Emissionen	Einsparung CO ₂ e-Emissionen		CO ₂ e-Emissionen	Einsparung CO ₂ e-Emissionen	
		t/a	t/a	t/a	%	t/a	t/a	%
Wärme	Private Haushalte	64.900	53.100	11.800	18	43.300	21.600	33
	GHD und Industrie	30.000	24.300	5.700	19	15.600	14.400	48
	städtische Einrichtungen	1.800	1.600	200	11	1.400	400	22
Strom	Private Haushalte	28.800	27.500	1.300	5	25.400	3.400	12
	GHD und Industrie	36.300	34.200	2.100	6	29.500	6.800	19
	städtische Einrichtungen	2.500	2.400	100	5	2.000	500	20
	Straßenbeleuchtung	1.200	1.000	200	17	590	610	51
Personenverkehr Gesamt		43.000	28.400	14.600	34	24.900	18.100	42
Summe gesamt		208.500	172.500	36.000	17	142.690	65.810	32

Tabelle 5-13 Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2050

Bereich	Sektoren	Ist-Zustand	Trend			Klimaschutz-Szenario 2050		
		Endenergie- verbrauch	Endenergie- verbrauch	Einsparung		Endenergie- verbrauch	Einsparung	
		MWhf/a	MWhf/a	MWhf/a	%	MWhf/a	MWhf/a	%
Wärme	Private Haushalte	199.500	118.600	80.900	41	51.800	147.700	74
	GHD und Industrie	77.900	52.100	25.800	33	24.100	53.800	69
	städtische Einrichtungen	6.600	4.800	1.800	27	3.000	3.600	55
Strom	Private Haushalte	44.800	40.700	4.100	9	32.300	12.500	28
	GHD und Industrie	56.400	50.000	6.400	11	36.660	19.740	35
	städtische Einrichtungen	3.900	3.400	500	13	2.500	1.400	36
	Straßenbeleuchtung	1.800	1.200	600	33	600	1.200	67
Personenverkehr Gesamt		119.000	73.600	45.400	38	62.700	56.300	47
Summe Gesamt		509.900	344.400	165.500	32	213.660	296.240	58

Tabelle 5-14 Entwicklung der CO₂e-Emissionen bis 2050

Bereich	Sektoren	Ist-Zustand	Trend			Klimaschutz-Szenario 2050		
		CO ₂ e- Emissionen	CO ₂ e- Emissionen	Einsparung CO ₂ e- Emissionen		CO ₂ e- Emissionen	Einsparung CO ₂ e- Emissionen	
		t/a	t/a	t/a	%	t/a	t/a	%
Wärme	Private Haushalte	64.900	38.600	26.300	41	16.900	48.000	74
	GHD und Industrie	30.000	20.100	9.900	33	9.300	20.700	69
	städtische Einrichtungen	1.800	1.300	500	28	800	1.000	56
Strom	Private Haushalte	28.800	26.200	2.600	9	20.800	8.000	28
	GHD und Industrie	36.300	32.200	4.100	11	23.600	12.700	35
	städtische Einrichtungen	2.500	2.200	300	12	1.600	900	36
	Straßenbeleuchtung	1.200	800	400	33	400	800	67
Personenverkehr Gesamt		43.000	21.300	21.700	50	17.200	25.800	60
Summe Gesamt		208.500	142.700	65.800	32	90.600	117.900	59

6 Klimaschutzteilkonzept: Potenziale zur Erschließung Erneuerbarer-Energien

6.1 Biomassepotenziale

Im folgenden Kapitel werden die Biomassepotenziale der Stadt Bingen abgebildet, welche anhand statistischer Daten unter Berücksichtigung der Ergebnisse artverwandter Studien ergänzt durch Expertenaussagen (hier: fachkundige Personen aus den entsprechenden Biomasse-Bereichen) entwickelt wurden. Die Biomassepotenziale werden entsprechend ihrer Herkunft nach folgenden Wirtschaftsbereichen untergliedert:

- Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft, vgl. Abschnitt 5.1.1
- Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft, vgl. Abschnitt 5.1.2
- Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe, vgl. Abschnitt 5.1.3

In der jeweiligen Ergebnisdarstellung werden die technischen Biomassepotenziale abgebildet. Zusätzlich werden die bereits umgesetzten Potenziale und daraus resultierend die noch in Bingen verfügbaren Biomassemengen als Ausbaupotenzial wiedergegeben. Bei der Zusammenfassung wird ggf. jeweils zwischen den beiden Stoffgruppen Biomasse-Festbrennstoffe und Biogassubstrate unterschieden. Durch diese Vorgehensweise können die Potenziale verschiedener Herkunft (z. B. Holz aus dem Forst, Agrarholz, Gartenabfall, Begleitgrün) in einer gezielten Konversionstechnik (z. B. Holzheiz[kraft]werk) abgebildet werden. Dies ermöglicht Aussagen zu potenziellen Maßnahmen bzw. Anlagenplanungen.

Die Herleitung von Biomassepotenzialen erfolgt anhand zahlreicher Parameter und erlaubt daher nur eine sehr überschlägige Abschätzung verfügbarer Mengen. Die dargestellten Zahlen sollten somit nicht als absolute und statische Größen verstanden werden, sondern dienen vielmehr der Einordnung der jeweiligen Größenordnungen und der Identifikation zentraler Potenziale, deren Aktivierung prioritär verfolgt werden sollte. Die Darstellung der Potenziale erfolgt anhand des energetischen Gehalts in Megawattstunden (MWh) und Liter Heizöl-äquivalenten. Hierbei wurde eine konservative Betrachtungsweise, basierend auf Erfahrungswerten aus der Praxis bzw. der Literatur, zugrunde gelegt.

6.1.1 Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft

Für den landwirtschaftlichen Sektor wurden die Biomassepotenziale für eine energetische Verwertung aus den folgenden Bereichen untersucht:

- Energiepflanzenanbau auf Ackerflächen,
- Reststoffe aus dem Ackerbau,
- Biomasse aus Dauergrünland,
- Reststoffe aus der Viehhaltung sowie,
- Biomasse aus Obst- und Rebanlagen.

Für die landwirtschaftlichen Biomassen wurde bei der Potenzialanalyse auf Daten der Landwirtschaftszählung des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz von 2010, zur Verfügung gestellt durch Herrn Rainer Brod (Sachgebiet Landwirtschaft & Weinbau), zurückgegriffen.

Eine erste Übersicht zur Landnutzung in der Stadt Bingen zeigt, dass es sich, bedingt durch den eingegliederten Stadtwald, um ein waldreiches Gebiet handelt (vgl.

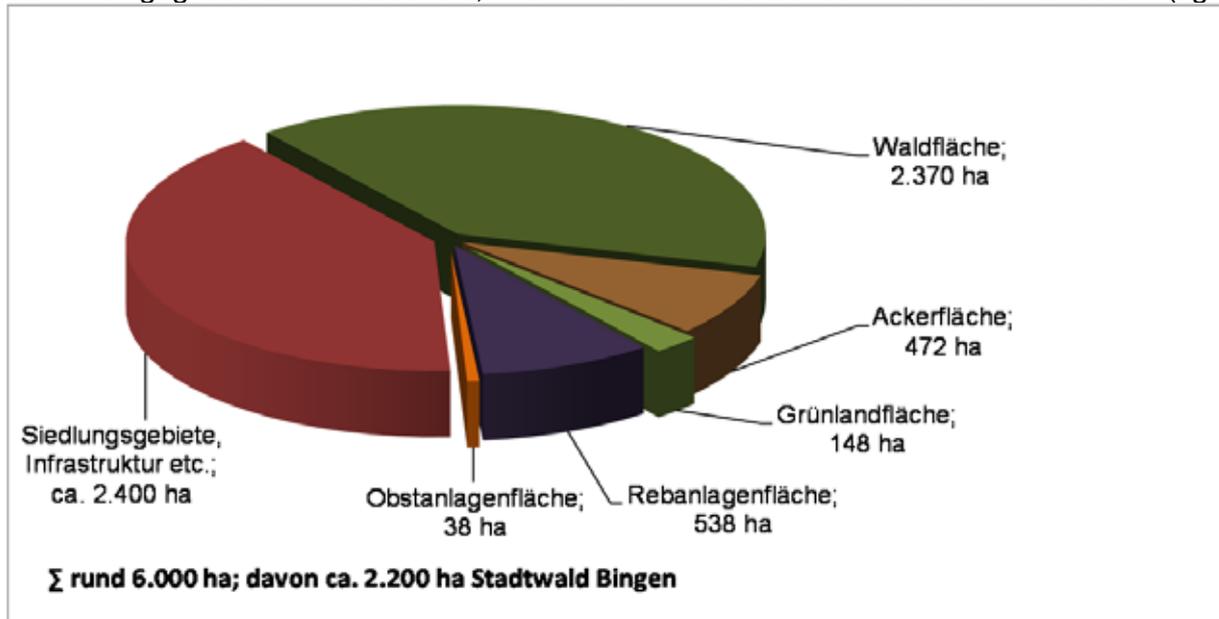


Abbildung 6-1). Bezüglich der landwirtschaftlichen Nutzung zeigt sich, dass die Stadt vor allem über einen relativ hohen Rebflächenanteil und verhältnismäßig wenig Grünland verfügt. Im Ackerbau liegt der Fokus auf Getreide und Ölsaaten.

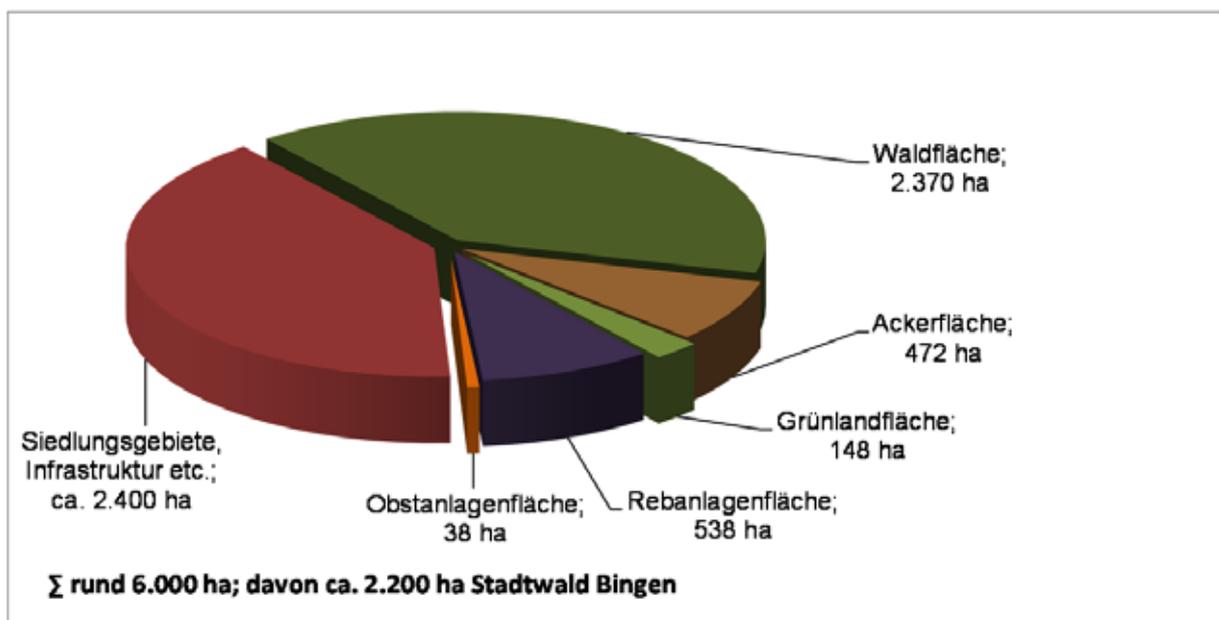


Abbildung 6-1 Landnutzung in der Stadt Bingen mit Stadtwald Bingen⁵

Energiepflanzenanbau auf Ackerflächen

Um die Potenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen darstellen zu können, wurde ermittelt, in welchem Umfang Ackerflächen hierfür bereits genutzt werden oder künftig zusätzlich bereitgestellt werden können. Hierfür wurde zunächst die Verteilung der Ackerkulturen auf den Flächen der Stadt Bingen abgeleitet (siehe Abbildung 6-2).

Da die Anzahl der aus Datenschutzgründen für 2010 nicht angegebenen Fruchtartenflächen relativ hoch ist und nur eine Identifizierung der Feldfruchtarten von etwa 50 % zulässt, wurden außerdem Daten dort ergänzt, wo Hektarangaben für 2007 vorhanden waren, aber für 2010 gänzlich fehlten. Ein vorhandener Wert aus 2010 wurde somit stets vorrangig angesetzt. Um eine durch Ergänzungen entstehende Ackerflächennutzung >100 % zu vermeiden, wurden Daten aus 2007 außerdem stets mit einem Abschlag von 20 % behandelt, womit im Endeffekt der erfasste Anbaumix auf den Ackerflächen der Stadt Bingen bei rund 95 % liegt. Die Erfassungsquote ist somit mit der aus anderen Klimaschutzkonzepten vergleichbar.

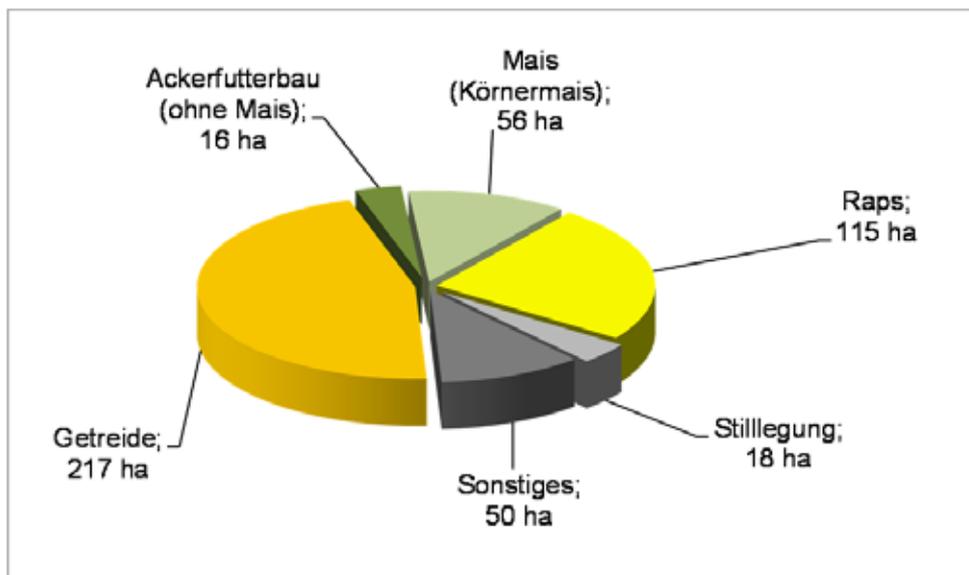


Abbildung 6-2: Aufteilung der Anbauflächen für Ackerfrüchte in der Stadt Bingen (Zahlen von 2007/2010)⁶

Die Stadt Bingen verfügt über rund 500 ha Ackerfläche. Aus der Kulturartenverteilung ist ein klarer Fokus auf Raps- und vor allem auf Getreideanbau erkennbar.

Es wird davon ausgegangen, dass 20-25 % der Ackerfläche für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden können. Dies entspricht einer Fläche von knapp 110 ha, die als Ausgangswert zur Berechnung des ausbaufähigen Potenzials zugrunde gelegt wird. Dabei ist davon auszugehen, dass die Bereitstellung von Fläche für den Energiepflanzenanbau in Abhängigkeit von Entwicklungen der Agrarpreise vorwiegend aus den derzeitigen Markfruchtflächen (Raps- und Getreideanbau) und aus der Ackerbrache erfolgt.

⁵ Eigene Darstellung nach Statistisches Landesamt RLP, Datenanfrage_BO_VIZ_2010, 2011.

⁶ Eigene Darstellung nach Statistisches Landesamt RLP, Datenanfrage_BO_VIZ_2010, 2011.

Im Stadtgebiet befinden sich bisher keine Biogasanlagen, welche landwirtschaftliche Substrate nutzen, womit der bereits genannte Flächenanteil in voller Höhe zum Anbau von Energiepflanzen genutzt werden kann.

Entsprechend der regionalen Gegebenheiten, der Gesprächsergebnisse mit Praktikern und Experten sowie pflanzenbaulicher Grundlagen wurde hierfür ein Energiepflanzen-Anbaumix aus verschiedenen, für die Produktion von Biogassubstraten und Festbrennstoffen geeigneten Kulturarten, entwickelt. Demnach wird für die künftige Ausweitung der Energiepflanzen-Anbaufläche von rund 110 ha ein Anbaumix aus 30 % Getreide-GPS, 30 % Mais sowie 10 % Feldgras- und Futterbaugemenge, 10 % alternative Biogaskulturen, 10 % Agrarholz und 10 % Miscanthus angenommen. Eine Übersicht der Ausbaupotenziale mit entsprechenden Kennwerten zum Flächen-, Mengen- und Energiepotenzial ist in Tabelle 6-1 gegeben.

Tabelle 6-1 Ausbaupotenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen⁷

Kulturart	Flächenpotenziale	Ertrag	Mengen-Potenziale*	Biogas-Potenzial	Heizwert**	Gesamt-Heizwert
	[ha]	[t/ha*a]	[t/a]	[m³]	[kWh]	[MWh/a]
Biogassubstrate						
Getreide-Ganzpflanzensilage	32	32	1.046	203.274	5,3/m³	1.077
Maissilage	32	47	1.502	306.153	5,2/m³	1.592
Feldgras & Futterbaugemenge	11	29	313	16.831	7,1/m³	119
Alternative Biogaskulturen	11	35	376	57.744	5,2/m³	300
Festbrennstoffe						
Agrarholz (Weide)	11	12	129	-	3,1/t	397
Miscanthus	11	15	161	-	4,1/t	653
Σ (gerundet)		110	3.500	580.000		4.100

* in Tonnen Frischmasse zur Ernte; ** bei Biogassubstraten bezogen auf das Biogas

Außerdem sollte nach wie vor ein Schwerpunkt auf **Getreide bzw. Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS)** liegen, da die durchgehende Bodenbedeckung über Winter das Erosionsrisiko herabsetzen wird und die Betriebe über die notwendige Technik verfügen. Eine mögliche Bereicherung der Anbauvielfalt stellt beispielsweise der Anbau von Wickroggen, Winterroggen/Bokharaklee oder Sommergerste/Lupine/Saflor dar, der ebenfalls als GPS für die Biogasanlage geerntet werden kann.

Ferner kommt als gängigstes Biogassubstrat **Silomais** in Frage. Der bislang mit 12 % der Ackerfläche relativ geringe Maisanteil im Landkreis lässt eine Ausdehnung des Anbaus auch vor dem Hintergrund der Ausweitung verengter Getreidefruchtfolgen sinnvoll erscheinen. Hier ist anzumerken, dass der Maisanbau auf Ackerflächen im Stadtgebiet Bingen durch den neuen Energiepflanzen-Anbaumix von 12 % auf knapp 18 % steigt. Eine Anhebung des Silomaisanteils erscheint im speziellen Fall aber vor allem auch deswegen sinnvoll, da die Hektarerträge gegenüber Getreide-GPS um 40 % bis 50 % höher liegen. Der Anteil liegt selbst nach der Anpassung des aktuellen Anbaumixes noch unterhalb der Größe der Rapsanbaufläche und etwa bei der Hälfte der Getreideanbaufläche.

⁷ Eigene Darstellung nach Statistisches Landesamt RLP, Datenanfrage_BO_VIZ_2010, 2011 & KTBL, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Eine Alternative zu Getreide-GPS und Mais kann der Anbau von **Feldgras** und traditionellen **Gemengen aus dem Futterbau** wie Luzerne-/Klee gras oder Landsberger Gemenge als Biogassubstrate sein. Diese Kulturen, die als mehrjährige Kulturen geeignet sind, bringen vor allem auf gut wasserversorgten Standorten überdurchschnittliche Erträge und können in Hanglagen zum Erosionsschutz beitragen.

Für den Anbau von Biogassubstraten lohnt es sich außerdem auch neuere Entwicklungen im Auge zu behalten. So werden in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, aber häufig auch bereits von Praxisbetrieben **alternative Biogaskulturen**, unter anderem Pflanzen, wie die Durchwachsene Silphie oder auch Wildpflanzengemenge aus heimischen und nicht-heimischen Arten, erprobt.

Zur Erzeugung von Festbrennstoffen werden bereits langjährig **verschiedene schnellwachsende Baumarten** wie Pappeln, Weiden, Erlen auf nährstoffarmen Böden und Robinien auf tendenziell eher trockenen Standorten sowie mehrjährige Energiegräser (hauptsächlich **Chinaschilf**, auch unter seinem botanischen Gattungsnamen *Miscanthus* bekannt) erprobt. Während für die Weide bereits etablierte Anbauverfahren aus Schweden bekannt sind, wird nach wie vor intensiv an Themen wie „optimale Umtriebszeit“ und „Erntetechnik“ insbesondere für Pappeln geforscht. Beide Baumarten haben, wie der Miscanthus auch, einen relativ hohen Wasserbedarf, lassen sich aber nach ihrer Etablierung mit nur geringem Aufwand an Pflanzenschutz und Düngung kultivieren. Der Anbauumfang in Deutschland ist sowohl bei Agrarholz als auch bei Miscanthus noch gering, nimmt jedoch in den letzten Jahren deutlich zu.

Im Zuge der angenommenen und vorhandenen Anbauverhältnisse ergibt sich ein energetisches Ausbau-Potenzial von rund 4.000 MWh/a äquivalent zu etwa 0,4 Mio. l Heizöl/a.

Reststoffe aus dem Ackerbau

Aufgrund des hohen Getreideanteils an der Ackerfläche in der Stadt Bingen ist das technische Potenzial für **Stroh** als Bioenergieträger generell ebenfalls als hoch anzusehen. Wird der im Punkt Energiepflanzenanbau auf Ackerflächen dargestellte Ausbau des Energiepflanzenanteils auf Kosten der Marktfruchtfläche vorangetrieben, sinkt jedoch der Flächenumfang beim Getreideanbau und damit auch die Strohverfügbarkeit. Wird davon ausgegangen, dass der oben veranschlagte Energiepflanzenbau gleichmäßig zu Lasten des Anbauverhältnisses der Marktfrüchte geht, so verbleiben bei einer aktuellen Getreidefläche von rund 220 ha insgesamt gut 170 ha, aus denen künftig Getreidestroh gewonnen werden kann.

Für die Mobilisierung von Stroh zur energetischen Verwertung sind jedoch weiterhin verschiedene Einschränkungen zu beachten, die sich durch den innerbetrieblichen Strohbedarf in der Tierhaltung, Auflagen zur Humusreproduktion und ggf. durch den überregionalen Handel von Stroh ergeben. In den Gesprächen mit den landwirtschaftlichen Akteuren wurde daher eine Verfügbarkeit von etwa 20 % der anfallenden Gesamtstrohmenge als Potenzial gesehen, was preislichen Restriktionen wie auch den landbaulichen Anforderungen gerecht wird und einer Fläche von ca. 35 ha entspricht.

Die verfügbare Strohmenge für die energetische Verwertung liegt damit bei einem zugrunde gelegten durchschnittlichen regionalen Hektargetreideertrag von ca. 6,2 t/a und einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1:1 bei rund 210 t/a. Der Gesamtheizwert dieser Menge als energeti-

ches Potenzial beträgt etwa 850 MWh/a äquivalent zu ca. 85.000 l Heizöl/a (siehe Tabelle 6-2).

Die Diskussion um die energetische Verwertung von **Getreidekorn** beschränkt sich aufgrund ethischer Bedenken häufig weitgehend auf die Nutzung von minderwertigem Sortier- bzw. Ausputzgetreide, welches nach Expertenaussagen starker jährlicher Schwankung ausgesetzt ist. In der Diskussion mit den Praktikern zeigte sich jedoch, dass dies nur in Teilen von den Landwirten so gesehen wird. Vielmehr sehen zahlreiche Landwirte die Welternährungsfrage nicht als Mengen-, sondern als Verteilungsproblem und stehen daher auch einer weitergehenden Nutzung von Getreide als Brennstoff offen gegenüber, sofern dies ökonomisch darstellbar ist. Da die Zulassung von Getreide als Regelbrennstoff im Immissionsschutzrecht derzeit auf Kleinfeuerungsanlagen im landwirtschaftsnahen Bereich beschränkt ist und die Verfügbarkeit geeigneter Kessel begrenzt ist, werden dennoch lediglich 5 % der Gesamterträge als technisches Potenzial angesetzt.

Dies ergibt bei Berücksichtigung einer verminderten Getreideanbaufläche analog zum Strohpotenzial eine Menge von ca. 50 t/a, was einem Flächenpotenzial von acht bis neun Hektar entspricht. Der Heizwert dieser Menge beträgt rund 170 MWh/a äquivalent zu etwa 17.000 l Heizöl/a. Die Potenziale von Getreidestroh und -korn werden zusammenfassend in Tabelle 6-2 aufgezeigt.

Tabelle 6-2: Reststoff-Potenziale aus Ackerflächen⁸

Kulturart	Flächenpotenziale	Ertrag	Mengen-Potenziale*	Biogas-Potenzial	Heizwert**	Gesamt-Heizwert
	[ha]	[t/ha*a]	[t/a]	[m ³]	[kWh]	[MWh/a]
Biogassubstrate						
Ausputzgetreide	9	6,2	53	32.864	5,2/m ³	171
Festbrennstoffe						
Energiestroh	34	6,2	213	-	4,0/t	854
Σ (gerundet)			270	33.000		1.000

* in Tonnen Frischmasse zur Ernte; ** bei Biogassubstraten bezogen auf das Biogas

Insgesamt ergibt sich ein technisches Potenzial von knapp 270 t/a mit einem Heizwert von ca. 1.000 MWh/a äquivalent zu etwa 0,1 Mio. l Heizöl/a.

Um das Ausbaupotenzial darzustellen, werden Mengen, welche sich bereits aktuell und auch zukünftig (zusätzlich) in Nutzung befinden bzw. befinden werden, in Abzug gebracht. Da jedoch bisher keine Stroh- oder Ausputzgetreide verwertenden Anlagen bekannt sind, wird hier angenommen, dass Ausbau- und technisches Potenzial gleichzusetzen sind.

Biomasse aus Dauergrünland

In der Stadt Bingen werden aktuell knapp 150 ha Grünland bewirtschaftet. Aus der landwirtschaftlichen Statistik lässt sich ein mittlerer Grünmasseertrag von ca. 29 t/ha⁹ (erntefrische Masse bei etwa 18 % TM) entnehmen, womit sich ein Gesamtertrag von rund 4.300 t FM/a ergibt.

⁸ Eigene Darstellung nach Kaltschmitt et. al., Energie aus Biomasse, 2009, S. 360.

⁹ Vgl. Statistisches Landesamt RLP, Die Landwirtschaft 2009, S. 97.

Um das technische Potenzial zu erhalten, wird der Raufutterbedarf für die Tierhaltung vom Gesamtflächenpotenzial in Abzug gebracht. Für die Berechnung des grasartigen Futterbedarfs werden Kennzahlen und Umrechnungsfaktoren wie in Tabelle 6-3 berücksichtigt.

Tabelle 6-3: Raufutterbedarf (berechnet als erntefrisches Material)¹⁰

Viehart	Tierbesatz im Kreis	GV/Tier	Tierbesatz in GV	Angenommener Gras-/Heubedarf pro a ¹	
				in t FM pro GV	in t FM
Pferd	34	1,1	37	12,2	455
Schaf/Ziege	118	0,1	12	12,8	151
Rind (Milch- oder Mutterkuh)	0	1,2	0	13,3	0
Rind (Mast oder Jungvieh)	-	0,7	0	13,3	0
Σ			49	606	

*1 Durchschnittswert (18 % TM) über ein Jahr hinweg

Abzüglich des Raufutterbedarfs von ca. 600 t FM/a ergibt sich eine erntefrische Grünmasse von rund 3.700 t FM/a (bei etwa 18 % TM), kongruent zu einer Fläche von etwa 130 ha. Dies entspricht einer Menge von ca. 1.900 t FM/a Grassilage (bei ca. 35% TM). Hieraus geht bei einer Biogasausbeute von fast 190 m³/t Silage und einem Heizwert von 5,3 kWh/m³ ein Gesamtheizwert von gut 1.900 MWh/a äquivalent zu etwa 0,2 Mio. l Heizöl/a hervor.

Tabelle 6-4: Technisches Potenzial für Gras aus Dauergrünland¹¹

Kulturart	Flächenpotenziale	Ertrag	Mengenpotenziale*	Biogas-Potenzial	Heizwert**	Gesamt-Heizwert
	[ha]	[t/ha*a]	[t/a]	[m ³]	[kWh/m ³]	[MWh/a]
Grassilage	127	15,0	1.911	361.186	5,3/m ³	1.914

* in Tonnen Frischmasse zur Ernte; ** bei Biogassubstraten bezogen auf das Biogas

Da bisher keine Biogasanlagen im Stadtgebiet vorhanden sind, entspricht das technische Potenzial hier gleichzeitig auch dem Ausbaupotenzial.

Das dargestellte Potenzial ist relativ sensibel gegenüber Bewirtschaftungsveränderungen und klimatischen Einflüssen. So sind beispielsweise nach Meinung der Praktiker durch eine Intensivierung der Düngung noch zusätzliche Potenziale aus dem Grünland realisierbar, während in trockenen Jahren wie 2011 deutliche Einbußen bei den Grünlanderträgen zu verzeichnen sind.

Reststoffe aus der Viehhaltung

Basierend auf statistischen Angaben der Kreisverwaltung zu den Tierzahlen im Gemeindegebiet (s. grüner Spaltenbereich in Tabelle 6-5) wurden unter Berücksichtigung durchschnittlich produzierter Güllemengen sowie der Stalltage pro Tierart und Jahr die potenziellen Biogaserträge und Heizwerte ermittelt. Die nachstehende Tabelle 6-5 fasst die Ergebnisse dieser Ermittlung zusammen.

¹⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Eder / Schulz, Biogas Praxis, 2006, S. 44.

¹¹ Eigene Darstellung nach KTBL, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Tabelle 6-5: Tierbesatz in der Stadt Bingen¹²

Art des Wirtschaftsdüngers		TM-Gehalt	Tieranzahl	Wirtschafts-	Biogas-	Heizwert
				dünger	ausbeute	
				[t/a]	[m ³ /t]	[MWh/a]
Mutterkühe	Festmist* ¹	22,0%	-	0	84	0
Milchvieh	Flüssigmist	7,5%	-	0	17	0
	Festmist	22,0%	-	0	84	0
Mastrinder	Flüssigmist* ²	7,5%	-	0	17	0
	Festmist	22,0%	-	0	84	0
Σ			0	0		0
Mastschweine	Flüssigmist* ³	7,5%	129	258	24	37
Zuchtsauen	Flüssigmist* ⁴	7,5%	-	0	24	0
Σ			129	258		37
Geflügel	Kot-Einstreu-Gemisch* ⁵	48,0%	63	1	180	1
Pferde	Mist	25,0%	34	200	93	97
				Σ (gerundet)	459	140
				davon Gülle	258	37
				davon Festmist	201	98

*¹ Grünlandhaltung \leq 75 %)

*² > 6 Monate

*³ 220 kg Zuwachs/Mastplatz

*⁴ plus 18 Ferkel bis 25 kg

*⁵ N- und P angepasste unbelüftete Fütterung

Nach Tierarten ergeben sich rund 260 t/a bzw. 35 bis 40 MWh/a aus Schweinegülle, ca. 1 t/a bzw. 1 MWh/a an Geflügelmist und rund 200 t/a bzw. ca. 100 MWh/a aus Pferdemit, insgesamt also rund 140 MWh/a äquivalent zu etwa 14.000 l Heizöl/a.

Aufgrund der bisher fehlenden energetischen Nutzung im Stadtgebiet ist diese Menge sowohl als technisches Potenzial als auch als Ausbaupotenzial anzusehen.

Biomasse aus Obst- und Rebanlagen

Die Stadt Bingen verfügt über Rebflächen im Umfang von 538 ha. Außerdem bestehen weitere 38 ha an Obstanlagen. Damit verfügen beide Anbauformen über ein höheres Flächenpotenzial als der gesamte Ackerbau.

Es wird davon ausgegangen, dass sowohl aus Reb- als auch aus Obstanbauflächen jeweils nur das Rodungsholz als Potenzial in Betracht kommt, womit das Schnittgut aus ökologischen Gründen zur Humusbildung auf den Flächen verbleiben kann.

In Konsequenz beherbergen Rebanlagen ein Potenzial von ca. 100 tFM/ha nach 30 Jahren.¹³ Obstanlagen kommen auf ähnliche Werte. Bei einem angenommenen Wassergehalt der Frischmasse von 50 % (w50) und angenommenen Ernteverlusten von ca. 10 % entspricht dies einem jährlichen TM-Ertrag von rund 1½ t/ha. Wird während der Verwertung von einem Wassergehalt von 35 % (w35) ausgegangen, so ergibt sich ein Mengenpotenzial zwischen 2 und 2,5 t/ha*a.

¹² Eigene Darstellung, nach KTBL, Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, 2006, S. 412 ff. & Statistisches Landesamt RLP, Datenanfrage_BO_VIZ_2010, 2011.

¹³ Vgl. Kaltschmitt et al., Energie aus Biomasse, 2009, S. 141.

Das technische Mengenpotenzial aus Obst- und Rebrodungsholz liegt deshalb bei rund 1.300 t/a.

Bei einem Heizwert der TM von ca. 5 kWh/kg ergibt sich bei angegebenem Wassergehalt ein Heizwert der Verwertungsmasse von ca. 3 kWh/kg. Das energetische Potenzial entspricht demnach rund 4.000 MWh/a äquivalent zu etwa 0,4 Mio. l Heizöl/a.

Für Obst- und Rebanlagen ist bisher keine gezielte energetische Verwertung bekannt, womit das Ausbaupotenzial dem technischen Potenzial gleichzusetzen ist.

Zusammenfassung der Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft

Abschließend sind alle relevanten technischen Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft in Tabelle 6-6 zusammengefasst.

Tabelle 6-6: Zusammenfassung der technischen Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft¹⁴

Technische Potenziale aus der Landwirtschaft	Stoffart	Stoffgruppe	Flächenpotenziale	Mengenpotenziale	Energiepotenziale
			[ha]	[t/a]	[MWh/a]
Energiepflanzen aus Ackerflächen	Getreide-Ganzpflanzensilage	Biogassubstrate	32	1.046	1.077
	Maissilage	Biogassubstrate	32	1.502	1.592
	Feldgras & Futterbaugemenge	Biogassubstrate	11	313	119
	Alternative Biogaskulturen	Biogassubstrate	11	376	300
	Agrarholz (Weide)	Festbrennstoffe	11	129	397
	Miscanthus	Festbrennstoffe	11	161	653
Reststoffe aus Ackerflächen	Energiestroh	Festbrennstoffe	34	213	854
	Ausputzgetreide	Biogassubstrate	9	53	171
Biomasse aus Dauergrünland	Grassilage	Biogassubstrate	127	1.911	1.914
Reststoffe aus der Viehhaltung	Rindermist bzw. -gülle	Biogassubstrate	-	0	0
	Schweinegülle	Biogassubstrate	-	258	37
	Geflügelmist	Biogassubstrate	-	1	1
	Pferdemist	Biogassubstrate	-	200	97
Obst- & Rebanlagen	Obst-Rodungsholz	Festbrennstoffe	38	88	264
	Reb-Rodungsholz	Festbrennstoffe	538	1.242	3.740
Σ (gerundet)			ca. 850	ca. 7.500	ca. 11.000

6.1.2 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

Daten zur Ermittlung des technischen Potenzials der Forstwirtschaft wurden für die Stadt Bingen nach Anfrage bei Herrn Scholz (Büroleiter Forstamt Boppard) über Herrn Georg Kiefer (Forstrevierleiter Jägerhaus-Lauschhütte) in Erfahrung gebracht. Demnach handelt es sich um ein Forstgebiet von ca. 2.370 ha. Der überwiegende Teil von 2.200 ha wird durch den Stadtwald Bingen repräsentiert und ist nicht direkt der Gebietskörperschaft Stadt Bingen zugehörig.

Bei der forstlichen Biomasse entspricht das technische Potenzial der nachhaltigen Nutzung und damit dem tatsächlichen Rohholzaufkommen im Forst. Der Nutzungssatz liegt bei etwa 5 Efm/ha*a. Daher beläuft sich das Volumenpotenzial auf rund 11.000 Efm/a, davon etwa 70% Laub- und 30 % Nadelholzanteil.

¹⁴ Eigene Darstellung.

Die Zusammensetzung des Holzes nach Sortenverwendung, ohne nicht aufgearbeitetes Holz (NH), liegt bei etwa 35 % Wert- bzw. Stammholz (SH), 15 % Industrieholz (IH) und 50 % Brennholz (BH).

Da bereits ein relativ großer Teil des Waldholzes als BH energetisch verwertet wird und auch der aktuelle Wertholzanteil nicht als Ausbaupotenzial zur Disposition gestellt wird, verbleiben aus der aktuellen Holznutzung lediglich Ausbaupotenziale aus Nutzungskonkurrenz zum IH. Hier wird angenommen, dass bis 2050 durch erhöhte BH-Nachfrage und den dadurch gestiegenen Preis etwa 30 % des IH als BH vermarktet werden. Das Volumenpotenzial liegt somit bei rund 500 Efm/a.

Weitere Mengen könnten sich aus dem Unterschied aus Nutzung und Aufkommen nach der zweiten Bundeswaldinventur II (BWI²) ergeben. Die BWI² weist für Rheinland-Pfalz ein tatsächliches Rohholzaufkommen von 6,9 Efm/ha*a auf. Außerdem wird bis in die Forstperiode 2038-2042 ein Anstieg des Rohholzaufkommens auf 7,5 Efm/ha*a prognostiziert, womit das mittlere Potenzial in RLP sogar um insgesamt 2,5 Efm/ha*a bzw. 50 % höher liegt als der Nutzungssatz in Bingen. Nach Auskunft von Herrn Kiefer ist diese mittlere Prognose für das Gebiet um Bingen jedoch nicht zutreffend, da seiner Aussage nach bereits jetzt schon mehr Holz aus dem Stadtwald Bingen vermarktet wird als nachhaltig zuwachsen kann. Begründung findet dies einerseits in der Angebotsseite, dargestellt durch die Struktur des Waldes und den geographischen Begebenheiten, welche Zuwachssteigerungen kaum möglich erscheinen lassen. Andererseits unterliegt Bingen aufgrund der Lage am Rand der waldarmen Region Rhein-Hessen auch heute schon einer hohen Nachfrage von Brennholzwerbern, was eine weitere Potenzialmobilisierung für andere energetische Verwendungen zusätzlich erschwert.

Eine weitere Möglichkeit könnte die Nutzung von Waldrestholz bieten. Diese ist jedoch aktuell (zumindest noch) wirtschaftlich im Kontext der Logistikkosten (Stück-Masse-Verhältnis) zu hinterfragen. Andererseits sollten hinsichtlich der quantitativen Verfügbarkeit stets auch ökologische Belange im Kontext einer überhöhten Nährstoffentnahme aus dem Wald ein Bewertungskriterium darstellen. Wird davon ausgegangen, dass Derbholzmasse < 7 cm generell im Wald bzw. dem Ort des Holzeinschlags verbleiben sollte und ggf. schon große Mengen des vom Forstbetrieb nicht aufgearbeiteten Holzes von Brennholzwerbern bezogen werden, so ist auch hier nur marginales Ausbaupotenzial zu erwarten. Deshalb wird NH vorerst nicht in die Betrachtung mit einbezogen.

Das Ausbaupotenzial für den Bereich Forstwirtschaft in der Stadt Bingen beziffert sich daher trotz des relativ hohen technischen Potenzials von ca. 11.000 Efm/a auf nur etwa 500 Efm/a.

Außerdem wird gleichzeitig eine auf die Sortimentsstruktur angepasste Holzartenaufteilung angenommen. Hier soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass sich der SH-Anteil zumeist überwiegend aus gerade gewachsenem bauholztauglichem Material zusammensetzt, wodurch bevorzugt Nadelholzanteile in diesem Sortiment Verwendung finden. Im Brennholzsortiment wird dahingegen das gleichmäßiger brennende Laubholz gegenüber dem Nadelholz bevorzugt.

Für das SH wird deswegen ein Laubholz/Nadelholz-Verhältnis von 50/50 (anstatt 70/30) angenommen, womit bereits 17,5 von 30 % Nadelholzanteil dem SH zugeordnet werden. Aus den übrigen 12,5 % werden 7,5 % vom IH-Anteil aufgefüllt, wodurch sich ebenfalls ein Laub-

holz/Nadelholz-Verhältnis von 50/50 ergibt. Die restlichen 5 % fallen damit in den Anteil des BH, wodurch eine Aufteilung von 90/10 im Laubholz/Nadelholz-Verhältnis resultiert.

Insgesamt ergibt sich damit aus rund 11.000 Efm/a ein technisches Waldholzpotenzial von rund 5.800 t/a Laubholz und rund 1.900 t/a Nadelholz.

Für das Ausbaupotenzial von rund 500 Efm/a ergibt sich indes, bei identischer Vorgehensweise, eine Menge von knapp 170 t/a Laubholz und gut 110 t/a Nadelholz. Beide Potenziale sind in zusammengefasster Form in der folgenden Tabelle 6-7 aufgeführt.

Tabelle 6-7: Potenziale aus der Forstwirtschaft

Potenzialebene	Volumen (erntefrisch)	Masse (w20)	Energie (w20)
1. Potenzials aus Stammholz (SH)	3.770 Efm/a	3.136 t/a	12.316 MWh/a
2. Potenzial aus Brennholz (BH)	5.386 Efm/a	3.613 t/a	14.018 MWh/a
3. Potenzial aus Industrieholz (IH)	1.616 Efm/a	941 t/a	3.745 MWh/a
4. Differenz aus Nutzung und Rohholzaufkommen (IH & BH)	0 Efm/a	0 t/a	0 MWh/a
5. BWP-Prognosepotenzial (IH & BH) bis Forstperiode 2038-2042	0 Efm/a	0 t/a	0 MWh/a
Technisches Potenzial (Ziffern 1. bis 5.)	10.773 Efm/a	7.689 t/a	30.079 MWh/a
Ausbaufähiges Potenzial (Ziffer 4. & 5. zzgl. 30% aus Ziffer 3.)	485 Efm/a	282 t/a	1.124 MWh/a

Insgesamt liegt der Heizwert des technischen Potenzials bei rund 30.000 MWh/a äquivalent zu etwa 3 Mio. l Heizöl/a.

Der Heizwert des Ausbaupotenzials beträgt gute 1.000 MWh/a äquivalent zu etwa 0,1 Mio. l Heizöl/a.

6.1.3 Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe

Für Kommunen und Gewerbe wurden die Biomassepotenziale für eine energetische Verwertung in die Teilbereiche „Bio- und Grüngutabfall bzw. Gartenabfall“ sowie „Sonstige organische Abfälle“ untergliedert.

Der erste Teilbereich umfasst dabei Bioabfälle, welche durch die kommunale Abfallentsorgung (braune/grüne Tonne) erfasst werden, während die Grüngutabfälle i. d. R. Grüngutmengen aus Sammelplätzen darstellen und dort als Gartenabfälle gesammelt werden.

Im zweiten Teilbereich finden sich die potenziell für das quantitative Ausbaupotenzial weniger bedeutenden Biomassen wie Altholz und Altfett sowie Straßen-, Schienen- und Gewässerbegleitgrün wieder. Der Grund für die geringere Bedeutung dieser Biomassearten liegt zum einen an der erschwerten Abschätzung der Verfügbarkeit (Altholz) oder einem nur relativ geringem periodischem Aufkommen (Altfett, Begleitgrünarten). Die zugrunde gelegten energetischen Kennwerte für den Bereich Kommunen und Gewerbe finden sich in der folgenden Tabelle 6-8.

Tabelle 6-8: Energetische Kennwerte für Biomassen aus Kommunen und Gewerbe¹⁵

Biogassubstrate* ₁	Trocken- masse (TM)	TM, davon organisch (oTM)	Biogasertrag (Normgas)		Methan- gehalt	Methan- ertrag	Heizwert (H _i)
	Ant. i. d. FM	Ant. i. d. TM	l/kg oTM	m ³ /t FM	Vol./m ³	m ³ /t FM	MWh/t FM
Bioabfall	40,0%	50,0%	615	123	60,0%	73,8	0,74
Grüngut - Gras, frisch, unbehandelt	18,0%	91,0%	600	98,3	54,0%	53,1	0,53
Begleitgrün - Gras, Landschaftspflege	50,0%	85,0%	300	127,5	50,0%	63,8	0,64
Altfette bzw. alte Speiseöle	95,0%	87,0%	1000	826,5	68,0%	562,0	5,62
Festbrennstoffe	Trocken- masse (TM)	Asche- gehalt	Heizwert (H _i) in kWh/kg				
	Ant. i. d. FM	Ant. i. d. TM	bei 100% TM	bei angegebenen TM-Anteil			
Grüngut - Holzartiges Material	75%	> 0,5%	4,60	3,28			
Begleitgrün - Holz, (am Bsp. Laubholz)	65%	> 0,5%	5,00	3,01			
Altholz	85%	> 0,5%	5,00	4,15			

*¹ Vgl. KTBL, letzter Zugriff in 2011-08-25.

Klärschlamm wird aufgrund des geringen energetischen Potenzials pro Masseinheit nicht betrachtet. Im Sinne eines ganzheitlichen Stoffstrommanagements sollte jedoch eine eventuell eintretende Synergie bei einer Verwertung zusammen mit anderen Stoffströmen einfallbezogen genauer untersucht werden.

Bio- und Grüngutabfälle

Zur Ermittlung des vergärbaren technischen Potenzials aus Bioabfällen wurde die Datengrundlage der Landesabfallbilanz verwendet. Hier wird für 2010 eine Menge von 82,2 kg/EW ausgewiesen.¹⁶ Zusammen mit der Einwohnerzahl (24.276 EW, Stand vom 31.12.2010)¹⁷ und dem spezifischen Biogasertrag von 123 m³/t FM¹⁸ ergeben sich rund 250.000 m³ Biogas. Der Gesamtheizwert der frischen Abfallbiomasse liegt somit bei rund 1.500 MWh/a oder etwa 0,15 Mio. l Heizöläquivalenten/a.

Zur Ermittlung des Ausbaupotenzials muss jedoch die derzeitige Verwertungssituation berücksichtigt werden. Demnach ist kurzfristig kein Ausbaupotenzial vorhanden, da die Frist bis zur weiteren Vergabe der Verwertungsrechte abzuwarten ist. Für die Zukunft, insbesondere bis 2030, 2040 oder 2050, steht jedoch einem Ausbau des kompletten technischen Potenzials nichts entgegen.

Zur Ermittlung des technischen Potenzials aus Gartenabfällen wurde ebenfalls auf die Landesabfallbilanz zurückgegriffen. Hier wird für 2010 eine Menge von 130,4 kg/EW ausgewiesen¹⁹ und analog zur Vorgehensweise beim Bioabfall vorgegangen. Jedoch wird zwischen grasartigem und holzartigem Material unterschieden.

Im vorliegenden Fall wird davon ausgegangen, dass im Sommer- und Wintermaterial zusammen etwa 20 % als holzartiges Material (Grob- und Mittelfraktion) anfallen, welches als Festbrennstoff genutzt werden kann. Dies entspricht etwa 600 t/a bzw. rund 2.000 MWh/a äquivalent zu 0,2 Mio. l Heizöl/a.

Die restlichen 80 % bestehen aus Feinfraktion, welche zur Vergärung und Kompostierung in Frage kommen, und aus Bereitstellungsverlusten.

¹⁵ Eigene Darstellung nach KTBL, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19 & LWF, Der Energiegehalt von Holz, 2007, S. 2.

¹⁶ Vgl. Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, Landesabfallbilanz 2009, 2010, S. 35.

¹⁷ Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, S. 17.

¹⁸ Vgl. KTBL 2012, <http://daten.ktbl.de>, Kalkulationsdaten, 2011, abgerufen am 08.03.2012.

¹⁹ Vgl. Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, Landesabfallbilanz 2009, 2010, S. 35.

Das grasartige Material wird ausschließlich aus Sommermaterial gewonnen und bildet dort einen Teil der Feinfraktion ab. Wird hier davon ausgegangen, dass sich etwa 50 % der Feinfraktion (ca. 40 % des gesamten Gartenabfalls) energetisch verwerten lassen, so entspricht dies ca. 1.300 t/a, womit sich ein technisches Potenzial für die Vergärung von rund 650 MWh/a äquivalent zu etwa 65.000 l Heizöl/a ergibt.

Da die gesamte Grüngutmasse überwiegend auf landwirtschaftliche Flächen abgefahren wird, könnte diese mittelfristig als Potenzial zur Verfügung stehen. Jedoch sollte für die bisherigen Verwerter (Landwirte) ein ausreichender Kompromiss gefunden werden.

Sonstige organische Abfälle

Nach Mantau lag das deutschlandweite Potenzial an Altholz in 2007 bei ca. 10,5 Mio. Fm.²⁰ Zusammen mit einer Einwohnerzahl von ca. 82,2 Mio. in 2007²¹ entspricht dies rund $\frac{1}{8}$ Fm/EW*a. Jedoch liegen nur etwa 65 kg/EW*a bzw. rund $\frac{2}{3}$ davon als separiertes Material vor.²² Da die Stadt Bingen über 24.276 Einwohner verfügt (Stand: 31.12.2010),²³ ergibt sich hier ein technisches Potenzial von rund 800 t/a mit einem Heizwert von ca. 3.300 MWh/a äquivalent zu etwa 0,33 Mio. l Heizöl/a. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich ein Großteil des Potenzials bereits in der energetischen Nutzung befindet, womit das Ausbaupotenzial erheblich niedriger anzusetzen und auch nicht genau zu bestimmen ist.

Das technische Potenzial an Altfett und alten Speiseölen ist aufgrund fehlender Datengrundlagen nur unter hohem Aufwand zu ermitteln. Es dürfte sich jedoch um mehrere kg pro Einwohner und Jahr handeln, wovon der überwiegende Teil (ca. 70 %) der Nahrungsmittelzubereitung zuzuordnen ist.²⁴ Zur Orientierung kann nach dem Institut für Energetik und Umwelt ein Wert von ca. 3 kg/EW*a angesetzt werden, welcher im Rahmen regionalbedingter Essgewohnheiten aber deutlichen Schwankungen unterliegen kann.²⁵ Nach einer österreichischen Erhebung von 1997 liegt das sammelfähige Potenzial aus Haushalten bei etwa 0,65 kg/EW.²⁶ Das gewerbliche Potenzial dürfte ähnlich hoch ausfallen oder sogar noch höher liegen.²⁷ Aus diesem Grund wird von einem technischen Potenzial von ca. 1,3 kg/EW ausgegangen.

Bezogen auf die Einwohneranzahl in der Stadt Bingen liegt das Potenzial demnach bei ca. 32 t/a. Zusammen mit dem spezifischen Biogasertrag von über 800 m³/t FM ergeben sich rund 26.000 m³ an Biogas mit einem Methangehalt von ca. 68 %. Der Gesamtheizwert des frischen Altfetts liegt somit bei rund 180 MWh/a äquivalent zu etwa 18.000 l Heizöl/a.

Da bisher keine Verwertung von Altfetten im Stadtgebiet bekannt ist, entspricht das Ausbaupotenzial hier dem technischen Potenzial. Zur Akquise dieses Potenzials müsste jedoch ein effektives Sammelsystem aufgebaut und etabliert werden.

²⁰ Vgl. Mantau, Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung, 2008, S. 3.

²¹ Vgl. Destatis, Bevölkerungsstand 2010, <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/logon> letzter Zugriff in 2012-03-02.

²² Vgl. Kaltschmitt et al., Energie aus biomasse, S. 144.

²³ Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (2011), S. 9.

²⁴ Vgl. Kersting / Van der Pütten, Entsorgung von Altfetten, 1996, S. 17.

²⁵ Vgl. Reichmuth / Vogel, Technische Potenziale für flüssige Biokraftstoffe, 2004, S. 17.

²⁶ Vgl. Falk et al., Altspeisefette, 2001, S. 4.

²⁷ Vgl. Heinemann, Planung und Implementierung, 2004, S. 16.

Für Straßenbegleitgrün wurden relevante Basisdaten anhand von Kartenmaterial selbst recherchiert und mit geeigneten Ertragswerten aus der Fachliteratur verrechnet. Das Schienen- und Gewässerbegleitgrün wurde in ähnlicher Vorgehensweise ermittelt. Es wird im Folgenden lediglich das holzartige Landschaftspflegegut ausführlicher betrachtet, da die Bergung grasartigen Landschaftspflegegutes, welches ohnehin deutlich geringere Energieerträge als holzartige Landschaftspflegeabfälle aufweist, technisch nicht realisierbar ist.

Für die Verwertung von holzartigem Landschaftspflegegut (potenzieller Festbrennstoff) wird angenommen, dass das Material bei einem Wassergehalt von 35 % verwertet wird. Hier werden die energetischen Kennwerte wie in Tabelle 6-8 herangezogen.

Erfasst wurde holzartiges Straßenbegleitgrün an Kreis-, Landes- und Bundesstraßen sowie Autobahnen unter der Annahme, dass außerhalb geschlossener Ortschaften mindestens zwei Rückschnitte pro Jahr zur Aufrechterhaltung des Straßenverkehrs stattfinden.

Tabelle 6-9: Potenzialrelevante Straßenlängen in der Stadt Bingen nach Streckentyp

Art	Länge
Kreisstraßen	4,5 km
Landesstraßen	16,2 km
Bundesstraßen	3,7 km
Bundesautobahnen	14,0 km
Σ	38,0 km

Für das technische Potenzial wird ein durchschnittlicher Ertragswert von ca. 2 t TM/km*a angesetzt.²⁸ Zusätzlich schwanken die Bergungsraten von holzartigem Straßenbegleitgrün im Allgemeinen zwischen 20 bis 70 %.²⁹ Deswegen wird hier für das technische Potenzial der Mittelwert von 45 % herangezogen, wodurch sich durchschnittlich rund 0,7 t TM/km*a als Potenzial ergeben. Aus der Summe der Straßenlängen ergibt sich somit ein technisches Potenzial von rund 27 t TM/a, woraus sich bei einem Wassergehalt von 35 % (w35) eine Masse von etwa 41 t/a mit einem Gesamtheizwert von rund 120 MWh/a, äquivalent zu etwa 12.000 l Heizöl/a, gewinnen lässt. Außerdem ergeben sich weitere erfasste Potenziale mit einer Menge von ca. 170 t/a bzw. rund 500 MWh/a bei ca. 11 km potenzialrelevanter Schienenstrecke, welche jedoch nur in relativ großen Zeitabständen (i. d. R. ≥ 10 Jahre) anfallen. Die potenzialrelevante Gesamtlänge für Gewässer 1. und 2. Ordnung beträgt rund 22 km, woraus sich weitere 68 t/a bzw. 200 MWh/a äquivalent zu 0,2 Mio. l Heizöl ergeben.

Da über eine energetische Verwertung des holzartigen Straßen-, Schienen- und Gewässerbegleitgrüns in der Stadt bisher nichts bekannt ist, wird angenommen, dass das Ausbaupotenzial mit dem technischen Potenzial gleichzusetzen ist.

Abschließend sind nun nachfolgend alle technischen Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe in Tabelle 6-10 zusammengefasst.

²⁸ Vgl. Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, BioLogio – Logistische Untersuchung zur Mobilisierung von Straßenbegleitholz, 2008, S. 14.

²⁹ Vgl. Kaltschmitt et. al., Energie aus Biomasse, 2009, S. 138.

Tabelle 6-10: Zusammenfassung der technischen Biomassepotenziale aus organischen Siedlungsabfällen

Technische Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe	Stoffgruppe	Potenzial		Spezifischer Heizwert [MWh/t]	Gesamt-Heizwert [MWh/a]
		[kg/EW*a]	[t/a]		
Bioabfall	Biogassubstrate	82	1.995	0,74	1.473
Gartenabfall (holzartig)	Festbrennstoffe	130*	633	3,28	2.077
Gartenabfall (grasartig)	Biogassubstrate		1.266	0,53	672
Altholz	Festbrennstoffe	33	791	4,15	3.283
Altfette/alte Speiseöle	Biogassubstrate	1,3	32	5,62	177
Straßenbegleitgrün	Festbrennstoffe	-	41	3,01	123
Schienenbegleitgrün	Festbrennstoffe	-	169	3,01	510
Gewässerbegleitgrün	Festbrennstoffe	-	68	3,01	204
Σ (gerundet)			5.000		8.500

* Annahme: 40%grasartig/vergärbare; 20%holzartig/brennstofftauglich; 40%Kompostmaterial und Bereitstellungsverluste

6.1.4 Gesamtüberblick Biomassepotenziale

Bei der Betrachtung der **technischen Potenziale** (siehe Abbildung 6-3) sind vor allem die sich ergebenden Heizwerte in „MWh/a“ für Brennholz auffällig hoch. Hierzu sollte jedoch beachtet werden, dass sich ein Großteil bereits als Brennholz in energetischer Nutzung befindet und der Industrieholzanteil, aus welchem sich bei Nutzungskonkurrenz Potenziale entwickeln könnten, dementsprechend klein ist. Zudem werden sich auch zukünftig die Zuwächse nicht erhöhen. Somit kann nur ein sehr kleiner Teil des technischen Potenzials auch tatsächlich als ausbaufähig angesehen werden. Um die Akquise eines größeren Teils des Brennholzes sinnvoll zu ermöglichen, sollten zuerst Einsparungen durch effizientere Nutzung der Ressource Holz stattfinden. Tendenziell weisen diesbezüglich vor allem Kamin- und Grundöfen einfacher Bauart einen schlechten Wirkungsgrad auf.

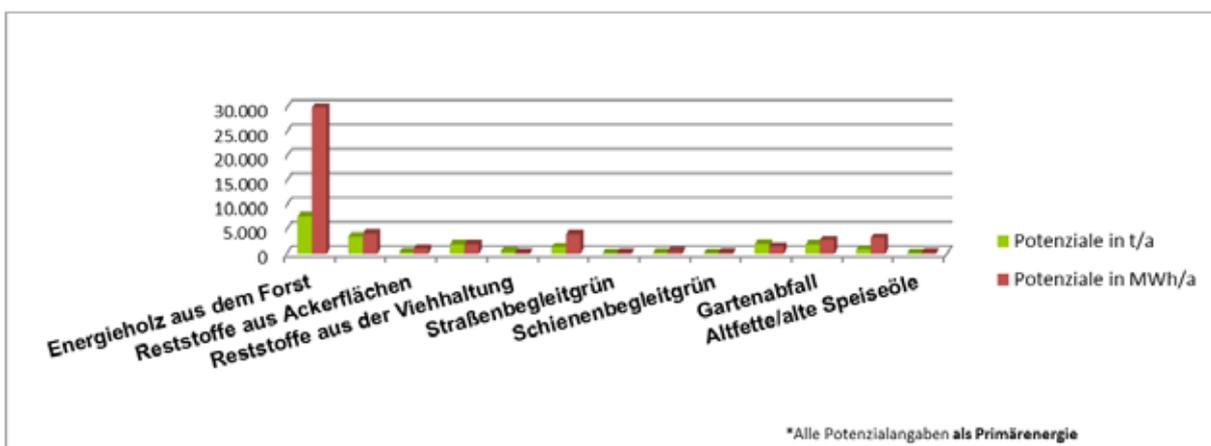


Abbildung 6-3: Technische Biomassepotenziale³⁰

Außerdem sind auch die Erträge auf Ackerflächen, Rebanlagen und Dauergrünland sowie das Aufkommen von Bioabfall, Gartenabfall und Altholz erwähnenswert. Jedoch sind Grünlanderträge relativ sensibel gegenüber zeitweisen Flächenertragsminderungen und/oder Grünfütterbedarfserhöhungen, vor allem bei gleichzeitigem Eintreten.

³⁰ Eigene Darstellung.

Die Potenziale bei Rohstoffen aus Ackerflächen sind dagegen etwas weniger sensibel, da hier keine Bedarfserhöhung, sondern lediglich die Umnutzung von Agrarrohstoffen und ggf. Ackerflächen betrachtet werden muss, welche mittelfristig (Zeitraum: ein bis fünf Jahre) in Abhängigkeit von evtl. vorliegenden Lieferverträgen und Marktfruchtbedarfen durchaus realisierbar sein kann.

Für das **Ausbaupotenzial** (siehe Abbildung 6-4) sind vor allem die erzielbaren Heizwerte aus Ackerflächen, Rebanlagen und Gartenabfällen erwähnenswert. Die drei Biomassearten stehen zusammen für ca. 75 % des energetischen Biomassegesamtpotenzials.

In der vorliegenden Analyse lag der Fokus vor allem auf Biomassen aus Land- und Forstwirtschaft, welche detailliert analysiert und beschrieben wurden. Für den Fall, dass eine tiefergehende Betrachtung auch für Bioabfälle und Grüngut bzw. Gartenabfälle und/oder organische Siedlungsabfälle gewünscht wird, kann diese separat zu dieser Studie erstellt werden.

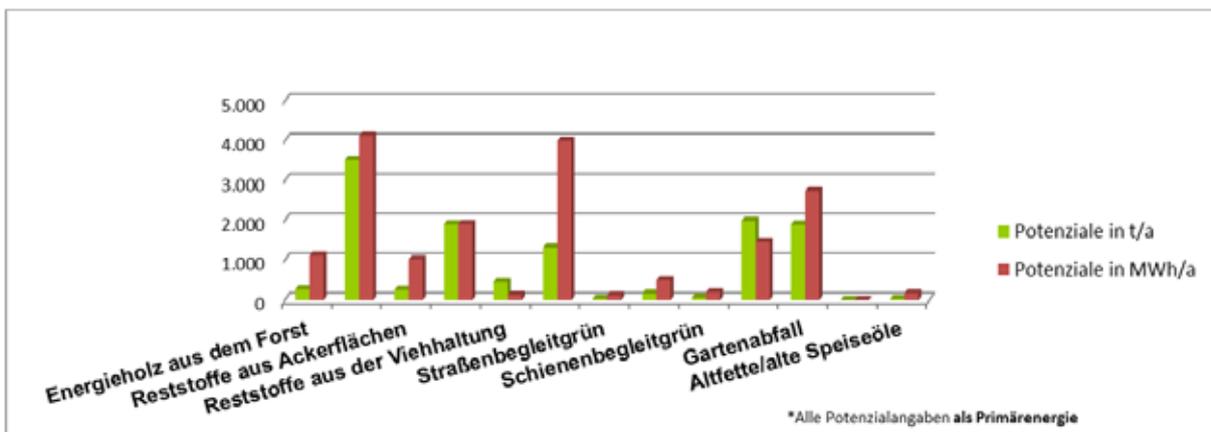


Abbildung 6-4: Ausbau-Biomassepotenziale³¹

Um abschließend eine bessere Übersicht bezüglich technischen und ausbaufähigen Potenzialen zu gewährleisten sind in der Abbildung 6-5 beide Potenzialebenen noch einmal vergleichend nebeneinander dargestellt.

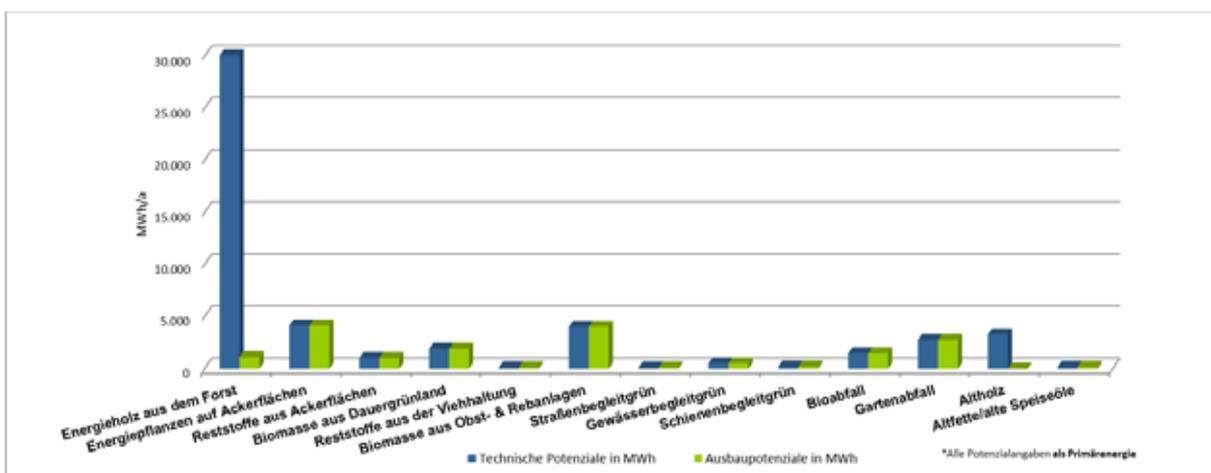


Abbildung 6-5: Technische Potenziale und Ausbaupotenziale im Vergleich³²

³¹ Eigene Darstellung

³² Eigene Darstellung.

Zusammenfassung der Biomassepotenziale

Unter Annahme, dass die zur Verfügung stehenden Potenziale an Biogassubstraten vollständig ausgenutzt würden, käme eine zusätzliche Biogasanlagenleistung von ca. 400 kW_{el} bei 8.200 Volllaststunden in Betracht. Dies entspricht einer Nettostromproduktion (Endenergie) von rund 2.700 MWh/a.³³ Darüber hinaus wäre durch entsprechende Abwärmenutzungskonzepte eine Auskopplung einer Wärmemenge (Endenergie) von knapp über 2.000 MWh/a aus den Biogasanlagen möglich,³⁴ welche sich vor allem zur Wärmeversorgung im industriellen Bereich anbietet. I. d. R. kann jedoch meist nur etwa die Hälfte der Nettowärmeproduktion (hier ca. 1.500 MWh/a) bedarfsgerecht abgeführt werden.

Im Bereich der Biomassefestbrennstoffe sind Wärmemengen von gut 7.000 MWh/a (Endenergie) unerschlossen,³⁵ welche sich überwiegend durch die energetische Verwertung von Rebholz (ca. 40 %) ergibt. Weitere 10 % der Endenergie aus Biomassefestbrennstoffen werden jeweils durch Waldholz, Agrarholz & Miscanthus (Aufteilung: ca. 40/60) und Stroh bereitgestellt. Die übrigen 30 % entfallen auf holzartige Gartenabfälle und holzartige Begleitgrüne (Aufteilung: ca. 70/30), welche aufgrund ihrer Qualität bzgl. Wassergehalt und Homogenität im Allgemeinen nur zur Verbrennung in dafür geeigneten Biomassekesseln oder als Zusatzbrennstoff für größere Holzfeuerungen geeignet sind.

Für Biomassefestbrennstoffe aus anderen Bereichen als dem Forst ist bei der Verwertung außerdem aufgrund der Verschlackungsgefahr erhöhtes Augenmerk auf das Ascheschmelzverhalten – bezüglich Erweichungs-, Halbkugel- und Fließtemperatur (ET/HT/FT) – zu richten. Außerdem müssen Grenzwerte für Schwefel, Chlor und Schwermetalle im Blick gehalten werden und entsprechend geeignete Biomasseheizkessel und Rauchgasreinigungen verwendet werden, was wiederum erhöhte Investitionen gegenüber der reinen Waldholzverbrennung in sich birgt.

³³ η_{el} . 42%; 8.200 Vbh; Eigenbedarf und Netzverluste bis zum Endkunden \cong 12% der Nettostromproduktion.

³⁴ η_{th} . 40%; 8.200 Vbh; Eigenbedarf (Fermenter) und Leitungsverluste bis Hausübergabe \cong 30% der Nettowärmeproduktion.

³⁵ η_{th} . 92%; 2.200 Vbh; Leitungsverluste bis Hausübergabe \cong 15% der Nettowärmeproduktion.

6.2 Windkraftpotenzial

Rahmenbedingungen

Die Nutzung der Windkraft zur Stromerzeugung stellt für viele Kommunen in Deutschland eine ökonomisch wie ökologisch große Chance dar. Dies gilt auch für den Untersuchungsraum, wenn sich potenzielle Flächen finden, auf denen sich aufgrund guter Windlagen ein wirtschaftlicher Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) abschätzen lässt.

Auch die rheinland-pfälzische Landesregierung unterstreicht die besondere Relevanz der Windkraft in ihren regelmäßigen Stellungnahmen, die bereits mit konkreten Aussagen in ihrem Koalitionsvertrag verfasst wurden. Beispielsweise soll mit einer unverzüglichen Teilfortschreibung des Landesentwicklungsplans IV (LEP IV) die Umsetzung der Ausbauzielvorgaben bei der Aufstellung der Regionalpläne berücksichtigt werden. Dabei sollen mindestens zwei Prozent der Landesfläche für Windkraftgebiete zur Verfügung gestellt werden.

Die im Rahmen der Konzepterstellung angewandte Herangehensweise zur Ermittlung der Windkraftpotenziale wurde wie nachstehend beschrieben durchgeführt.

6.2.1 Hinweise zu der Methodik bei der Herleitung der Potenziale

Eine klare handlungs- und umsetzungsorientierte Darstellung erfordert eine Detailbetrachtung, bei der bspw. Angaben zu den nachstehend beschriebenen Flächenrestriktionen, zu der Kapazität der Netzanbindung in Verbindung mit der installierten Leistung oder konkrete Angaben zur Maximallast/Lastgangkurven berücksichtigt werden können. Diese detaillierte Betrachtung überschreitet jedoch den Arbeitsaufwand der rahmen gebenden Vorgaben zur Erstellung von Klimaschutzkonzepten. Auch können die zukünftigen rechtlichen und technischen Veränderungen nach Maßgabe (auf Grundlage) heutiger Kenntnisse nicht abschließend abgeschätzt werden.

I. Potenzialeinschränkungen aufgrund von Flächenrestriktionen

Die Darstellung der technischen Potenziale für den Ausbau von WEA im Klimaschutzkonzept erfolgt lediglich über einen Flächenausschluss aufgrund „harter“ Restriktionen.

Zu diesen Ausschlusskriterien gehören Gebiete, die durch die derzeitige und künftige Nutzung (Siedlungen, Verkehrsflächen, Gewässer etc.) als Standort nicht in Frage kommen sowie Naturschutzgebiete. Flora-Fauna Habitate und andere durch EU-Recht geregelte Natur- und Artenschutzgebiete werden lediglich als besonderes Prüfgebiet dargestellt, da diese unter Umständen nicht durch den Betrieb von WEA beeinträchtigt werden. Betroffene Gebiete unterliegen zusätzlichen Prüfungen, die im Rahmen dieses Konzeptes nicht durchgeführt werden können.

Das Land Rheinland-Pfalz verfolgt das Ziel, bis 2030 bilanziell den verbrauchten Strom zu 100 % aus Erneuerbaren Energien zu gewinnen. Dazu soll sich die Stromerzeugung aus Wind schon bis 2020 verfünffachen. Um diese Ziele zu erreichen, sollen mindestens zwei Prozent der Gesamtfläche von Rheinland-Pfalz für die Nutzung von Windenergieanlagen be-

reitgestellt werden. Außerdem sollen mindestens zwei Prozent der Waldfläche von Rheinland-Pfalz für die Windenergienutzung zur Verfügung gestellt werden.³⁶

Die Bewertung der Flächen erfolgt in Anlehnung an den Entwurf zum Landesentwicklungsprogramm IV³⁷, welcher in der vorliegenden Fassung folgende Richtlinien zur Flächennutzung für Windenergieanlagen vorsieht:

- Keine Windenergie in rechtsverbindlich festgesetzten und geplanten Naturschutzgebieten,
- FFH-, Vogelschutzgebiete und Naturpark-Kernzonen sind nur ausgeschlossen, wenn jeweiliger Schutzzweck erheblich beeinträchtigt wird (Umweltverträglichkeitsprüfung),
- Keine Entfernungsangaben zu Bebauung → BImSchG,
- Interkommunale Kooperation und Interessenausgleich wird empfohlen.

Standorte von Windkraftanlagen, die bereits heute existieren oder – soweit bekannt – im Bau bzw. in Planung sind, werden ebenfalls in der Potenzialanalyse berücksichtigt. Da derzeit in der Stadt Bingen weder Windenergieanlagen betrieben noch gebaut werden, bildet dieser Punkt keine Einschränkung in der Potenzialermittlung.

Zusätzlich werden aus Schutz- und Sicherheitsgründen Pufferzonen um die jeweiligen Gebiete eingeführt.³⁸ Bei der Potenzialermittlung für den Ausbau von Windenergieanlagen sind somit die, in nachstehender Tabelle 6-11 aufgeführten Objekte und Schutzgebiete mit ihren Abstandsflächen berücksichtigt.

Tabelle 6-11: Pufferabstände der „harten“ Restriktionsflächen

Restriktionsflächen	
Bezeichnung	Pufferabstand
Bundesautobahn	100 m
Bundesstraße	75 m
Landstraße	75 m
Kreisstraße	70 m
Schienenwege	150 m
Wohngebiete	725 m
Aussiedlergebäude	500 m
Gewerbegebiete	500 m
Sondergebäude	500 m
Sportflugplatz	3.000 m
Wasserflächen	100 m
Naturschutzgebiete	200 m

³⁶ Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung; LEP IV.

³⁷ Landesentwicklungsprogramm (LEP IV) – Entwurf – Teilfortschreibung des Landesentwicklungsprogramms (LEP IV) Kap. 5.2.1 Erneuerbare Energien Stand 24.01.2012.

³⁸ Vgl. Hinweise zur Beurteilung der Zulässigkeit von Windenergieanlagen, gemeinsames Rundschreiben des Ministeriums der Finanzen, des Ministeriums des Innern und für Sport, des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau und des Ministeriums für Umwelt und Forsten vom 30. Januar 2006 (FM 3275-4531).

Die in der Potenzialanalyse betrachteten Prüfgebiete sind separat in der folgenden Tabelle 6-12 dargestellt. Eine detailliertere Betrachtung kann im Rahmen dieses Konzeptes nicht geleistet werden.

Tabelle 6-12: Prüfgebiete der Windpotenzialermittlung für die Stadt Bingen

Prüfgebiete	
Bezeichnung	Pufferabstand
Fauna-Flora-Habitate	200 m
Vogelschutzgebiete	200 m

Die nach Abzug der „harten“ Ausschlusskriterien verbleibenden Flächen sind damit grundsätzlich für die Nutzung als Anlagenstandorte geeignet (Potentialflächen). Demzufolge gehören hierzu auch Flächen in Naturparks, Landschafts-, Biotop- und Wasserschutzgebiete oder gegebenenfalls freizuhaltende Korridore für Hauptvogelzuglinien und -rastplätze, die zunächst generell wegen rechtlich angreifbarer Regelungen nicht ausgeschlossen werden.

Flächenabschläge bei diesen „weichen“ Ausschlusskriterien, die eine Reduzierung des Windpotenzials zur Folge haben, sind im Rahmen dieser Konzepterstellung wegen der begrenzt verfügbaren Arbeitskapazitäten nicht wissenschaftlich oder mittels Expertengesprächen abschätzbar.

Andererseits bestehen weitere Aspekte, die zu einer Erweiterung des Ausbaupotenzials für Windenergieanlagen führen können:

- Ein höheres Flächenpotenzial ist möglich, wenn die hier getroffenen Annahmen bzgl. der Abstände zu restriktiven Gebieten (vgl. Tabelle 6-11) bei der Einzelfallprüfung geringer ausfallen.
- Eine feingliedrigere Untersuchung von Schutzgebieten in Bezug auf Vorbelastungen durch Verkehrsflächen oder Freileitungstrassen sowie die Nähe zu bereits existierenden Anlagenstandorten bleiben der kommunalen oder regionalen Planung sowie einer Umweltverträglichkeitsprüfung vorbehalten.
- Flächen, auf denen oder in deren Nähe bereits Windenergieanlagen stehen, Freileitungstrassen oder Verkehrsflächen verlaufen, gelten als vorbelastet und damit als weniger schutzwürdig bzgl. einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes.
- Die räumliche Nähe von mehreren sehr kleinen – und aus diesem Grund von der weiteren Betrachtung ausgeschlossenen – Potentialflächen kann im Verbund einen Standort für Windparks darstellen. Die Potenzialanalyse ergab mehrere Teilflächen kleiner der erforderlichen Mindestgröße für eine einzelne WEA des angenommenen Leistungsbereiches von ca. 6 ha. Diese wurden für die Ermittlung der Potentialflächen und Anlagenstandorte im Konzept nicht weiter betrachtet.

Diese mehr an technisch machbaren und rechtlich unangreifbaren Regelungen orientierte und somit weniger restriktive Herangehensweise erfolgt im Sinne des Ziels eines Klimaschutzkonzeptes. Das Ergebnis der Potenzialuntersuchung zeigt dementsprechend ein **maximal mögliches Ausbaupotenzial zur Nutzung der Windkraft (inkl. Repowering) bis**

zum Jahr 2050 auf und die umfassenden Entwicklungschancen für die Stadt Bingen deutlich (inkl. damit verbundener regionaler Wertschöpfungseffekte, Investitionen sowie Klima- und Emissionsbilanzen etc.). Zugleich wird auf diese Weise vermieden, dass frühzeitig Windflächenpotenziale ausgeschlossen und somit womöglich zukünftig nicht mehr erkannt bzw. berücksichtigt werden, weil diese aus heutiger Sicht in dem Klimaschutzkonzept keine Eignung ausweisen.

Welcher Anteil der ermittelten Potenziale letztlich erschlossen wird, hat im Zusammenhang mit einer gesellschaftspolitischen Diskussion die jeweilige Kommune zu entscheiden.

II. Potenzialeinschränkungen aufgrund technischer Restriktionen

Darüber hinaus ist dem Verfasser bewusst, dass der letztlich real stattfindende Ausbau aufgrund diverser technischer Restriktionen vermindert gegenüber dem dargestellten „Maximalwert“ erfolgen kann. Derartige Einschränkungen könnten sich aus heutiger Sicht bzw. aufgrund fehlender Datenmaterialien bspw. auch ergeben aufgrund:

- einer unzureichenden Netzinfrastruktur bzw. fehlenden Anbindung an Mittel- und Hochspannungsnetze (Netztrassen und Umspannwerke sowie vom Netzbetreiber genannter Anschlusspunkt für die Netzanbindung) für eine höhere Transportleistung bezogen auf die anvisierten Stromerzeugungskapazitäten,
- nicht hinreichend verfügbarer Ausbaureserven (Abschätzung zum Ausbau der Freileitungskapazitäten für den Stromtransport erforderlich) bezogen auf die anvisierten Stromerzeugungskapazitäten,
- einer fehlenden Investitionsbereitschaft in den Ausbau der Netzinfrastrukturen (innerhalb und außerhalb der Grenzen des Betrachtungsgebiets),
- von Grenzen der Akzeptanz für Windenergieanlagen und Hochspannungstrassen,
- fehlender Informationen bezüglich etwaiger Tieffluggebiete oder Richtfunkstrecken,
- von unzureichend befahrbaren Zuwegungen bei Erschließung der potenziellen Windenergieanlagen-Standorte durch schweres Gerät.

6.2.2 Windpotenzialflächenermittlung

Um die Windpotenzialflächen zu ermitteln, werden die oben genannten Restriktionen mit den beschriebenen Pufferzonen von der Gesamtfläche des Betrachtungsgebietes abgezogen. Das Ergebnis sind Flächen, die keinerlei Einschränkung durch „harte“ Ausschlusskriterien unterliegen und somit prinzipiell für die Nutzung von WEA geeignet sind. Zusätzlich wird, wie in Abbildung 6-6 zu sehen, die Potenzialfläche der Stadt Bingen mit den vom Deutschen Wetterdienst gemittelten Windgeschwindigkeiten in 100 m Höhe über Grund betrachtet.³⁹ In der Potenzialermittlung werden nur Potenzialflächen mit durchschnittlichen Windgeschwin-

³⁹ Windkarte des Deutschen Wetterdienst im 200-m-Raster für ganz Deutschland in 100 m über Grund. Bezugszeitraum 1981-2000.

digkeiten ab 5,5 m/s berücksichtigt, da erst ab dieser Größenordnung mit einem wirtschaftlichen Betrieb von WEA zu rechnen ist. Die Eignungsflächen sind abhängig von der mittleren Windgeschwindigkeit, in verschiedenen Farben von Hellblau (ausreichend) bis Lila (sehr gut) dargestellt und sollten einer differenzierten Betrachtung unterzogen werden.

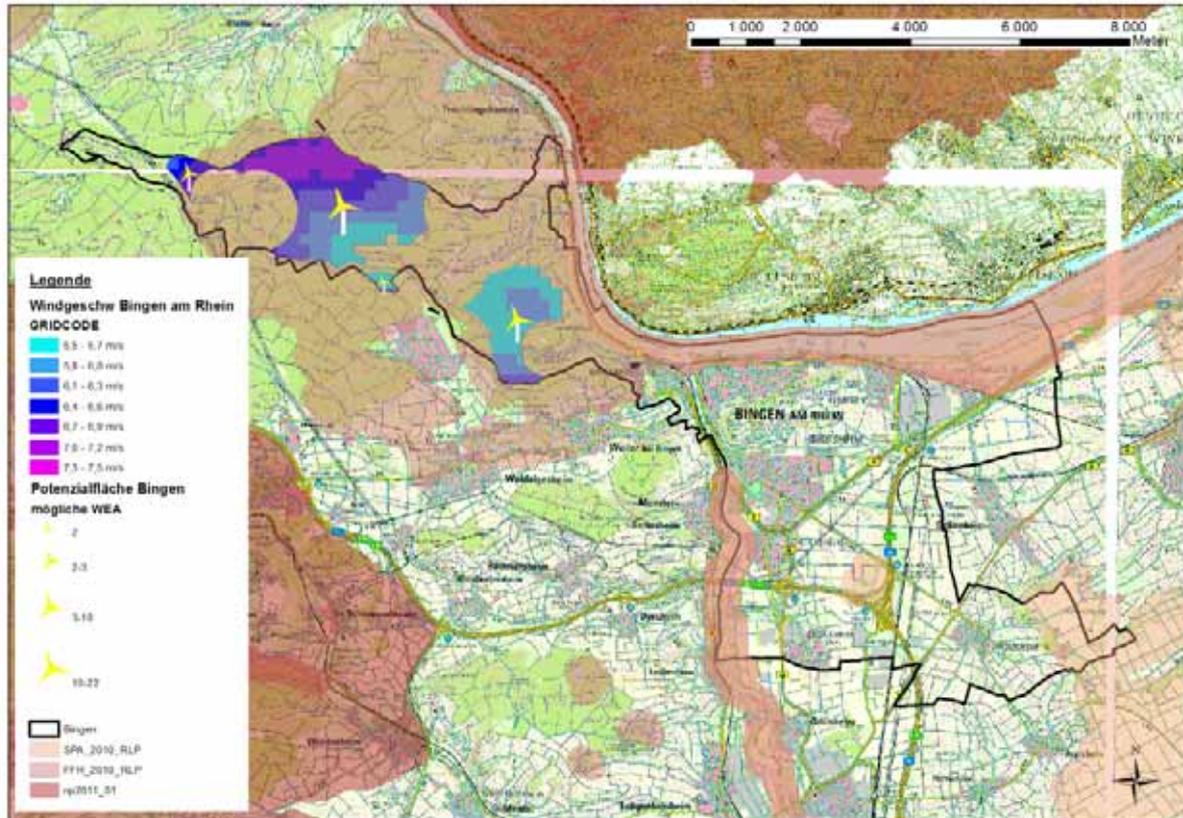


Abbildung 6-6: Windpotenzialflächen der Stadt Bingen mit den Windgeschwindigkeiten ab 5,5 m/s und Naturschutzgebieten
Zur weiteren Detaillierung und Berechnung des energetischen Potenzials werden Anlagentypen der 2,3 MW und 3 MW Klasse zugrunde gelegt.

Anlagenstandorte im Betrachtungsgebiet

Für die Berechnung der Anlagenstandorte sind mehrere Faktoren zu berücksichtigen. Die Anzahl der möglichen WEA lässt sich durch folgende Kennwerte ermitteln:

- Masthöhe
- Anlagenhöhe
- Rotordurchmesser
- Flächenbedarf
- Volllaststunden

Die Masthöhe, der im Jahre 2010 in Deutschland errichteten Windenergieanlagen wird von DEWI wie folgt angegeben:⁴⁰

⁴⁰ Vgl. DEWI GmbH (2010), S. 10.

Tabelle 6-13: Nabenhöhe der in 2010 in Deutschland errichteten Windenergieanlagen

Nabenhöhe	Anteil
121-150 m	16,6%
101-120 m	34,5%
81-100 m	20,0%
61-80 m	24,7%
bis 60 m	4,2%

Somit kann eine durchschnittliche Masthöhe von 100 m für Anlagen im Zubaupotenzial bedenkenlos angenommen werden. Weiterhin werden die Kennwerte aus Tabelle 6-14 zum Berechnen des Gesamtwindkraftpotenzials herangezogen.

Tabelle 6-14: Windenergieanlagenkennwerte für verschieden Anlagengrößen

Anlagenleistung P	Rotor-durchmesser d	Flächenbedarf Größfläche				Volllaststunden Schätzwert
		kleine Teilflächen 3d × 3d	kleine Teilflächen 3d × 4d	kleine Teilflächen 4d × 6d	große Teilflächen 4d × 7d	
Onshore						
2,3 MW	86 m	6,63 ha	8,83 ha	17,67 ha	20,61 ha	2.100 h/a
3,0 MW	98 m	8,64 ha	11,52 ha	23,05 ha	26,89 ha	2.400 h/a
4,5 MW	120 m	12,96 ha	17,29 ha	34,57 ha	40,33 ha	2.600 h/a

Die Tabelle enthält die zu den jeweiligen Anlagengrößen zugehörigen Rotordurchmesser, Flächenbedarfe und geschätzte Volllaststunden. Der benötigte Flächenbedarf für eine Anlage wird wie in der folgenden Abbildung 6-7 berechnet.

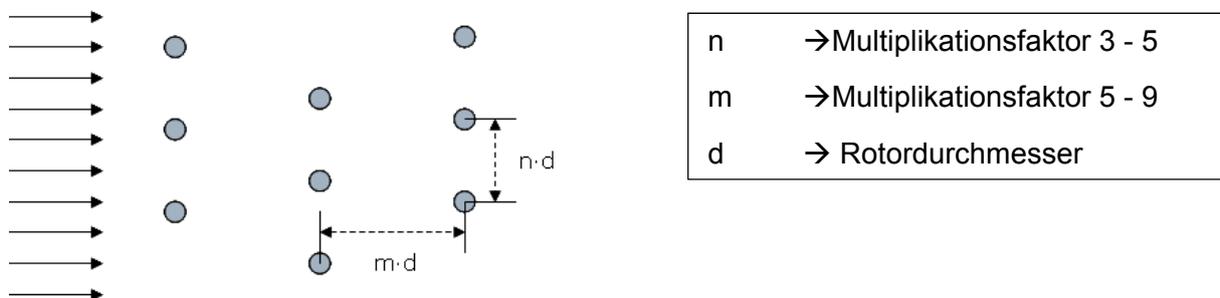


Abbildung 6-7: Anlagenstandorte im Windpark (Flachland)

Mit der beschriebenen Methode wurde das Ausbaupotenzial für die Stadt Bingen am Rhein inkl. Binger Stadtwald berechnet. Die folgende Tabelle 6-15 beinhaltet die Anzahl der ermittelten Potenzialflächen mit den zugehörigen Größen und der möglichen Windenergieanlagen.

Tabelle 6-15: Übersicht Potenzialflächen und Anlagenzahl

Nr	Potenzialfläche	mögliche WEA
1	12 ha	1 WEA
2	208 ha	10 WEA
3	31 ha	3 WEA
4	466 ha	22 WEA
Summe	717 ha	36 WEA

Für die Stadt Bingen konnten nach Abzug der „harten“ Restriktion vier Teilflächen mit ca. 717 ha ermittelt werden. Dies entspricht ca. 13 % der Betrachtungsfläche. Insgesamt können dort 36 WEA aufgestellt werden. Die Ergebnisse der Berechnung der Potenzialanalyse sind in Tabelle 6-16 zusammengefasst.

Tabelle 6-16: Ergebnisse der Windpotenzialanalyse der Stadt Bingen am Rhein

Windpotenziale Stadt Bingen am Rhein	
Anzahl Teilflächen	4 Stück
Potenzialfläche	717 ha
Flächenanteil	13%
Mögliche Anlagenzahl	36 Stück
Gesamtleistung	85 MW
Stromerzeugung	180.990 MWh/a
Stromverbrauch	134.600 MWh/a
Anteil Erzeugung am Verbrauch	134%

Die Flächen in Bingen bieten Potenzial für Anlagengrößen von 2,3 bis 3 MW. Die Anzahl der WEA zu den jeweiligen Anlagengrößen ist in Tabelle 6-17 dargestellt.

Tabelle 6-17 Anlagengrößen und Anzahl der Stadt Bingen

Leistungsklassen der möglichen Windenergieanlagen der Stadt Bingen am Rhein	
Leistung	Anzahl
Anlagen 2,3 MW	33 WEA
Anlagen 3 MW	3 WEA

Für die 36 möglichen Anlagen wurde eine Gesamtleistung von 85 MW ermittelt. Diese können ca. 180.000 MWh elektrischen Strom pro Jahr erzeugen. Die Stadt Bingen am Rhein benötigt derzeit ca. 134.600 MWh Strom pro Jahr. Somit könnten etwa 134 % des Bedarfes durch Strom aus Windenergie substituiert werden.

Repowering

Ein weiteres Ausbaupotenzial entsteht durch das Repowering, dem Austausch kleinerer Windenergieanlagen älterer Baujahre durch leistungsstärkere Anlagen der aktuellen Generation.

Der Einsatz von Windenergieanlagen größerer Leistung impliziert unter anderem:

- Bei ansonsten gleichen Standortbedingungen (mittlere Windgeschwindigkeit, Windgeschwindigkeit im Nennpunkt der Anlage) wächst die Rotorfläche proportional zur Nennleistung bzw. der Rotorradius proportional zur Quadratwurzel der Leistung.
- Proportional zur Vergrößerung des Rotorradius sinkt die Rotationsgeschwindigkeit (die Umlaufgeschwindigkeit der Rotorblattspitzen bleibt konstant).
- Proportional mit dem Rotorradius steigt der (Mindest-)Abstand zwischen den Anlagenstandorten.
- Die Anzahl der Anlagen innerhalb eines Windparks sinkt.

- Die installierte Leistung des Windparks bleibt unverändert oder vergrößert sich.
- Die Masthöhe wächst mit dem Rotorradius.
- Die anlagenspezifischen Erträge erhöhen sich durch den Betrieb in höheren (=günstigeren) Windlagen.

Bei einer Repowering-Maßnahme handelt es sich somit nicht um eine Sanierung, sondern um die Neubelegung einer Fläche durch Standorte mit leistungsfähigeren Windenergieanlagen. Hierfür ist ein vollständiger Rückbau der alten Anlagen erforderlich. Gegebenenfalls sind auch die Infrastrukturen für die Netzanbindung zu erweitern.

Für das Ermitteln der Repoweringpotenziale steht die Anlagenanzahl auf den Flächen der heutigen Windparks im Vordergrund. Dabei sind die Abstandsverhältnisse zwischen den neuen Standorten und damit der Flächenbedarf pro Windanlage maßgeblich. Aus Gründen der Vereinfachung werden die aktuellen Abstandsverhältnisse als gegeben angenommen und auf die Leistung der neuen Anlagen hochgerechnet.

In nachfolgender Abbildung werden die Verhältnisse für eine typische Repoweringmaßnahme dargestellt.

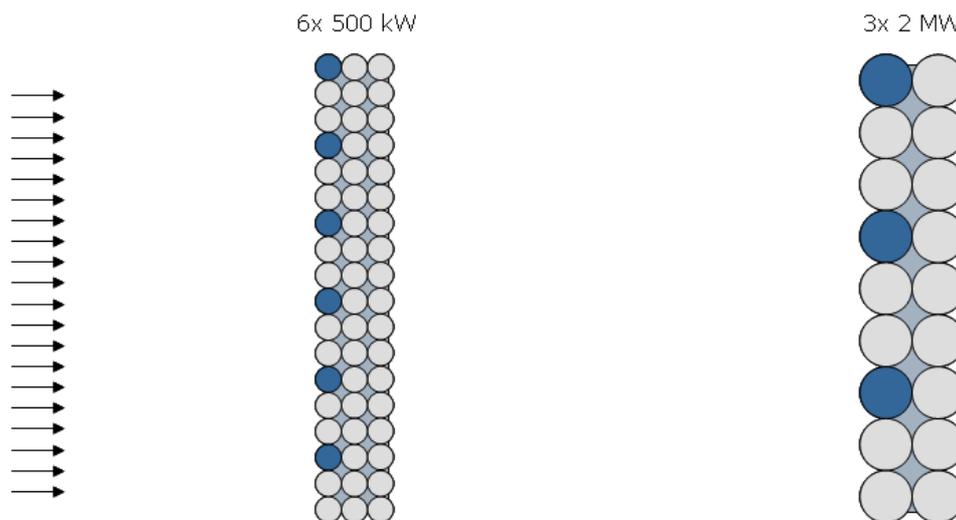


Abbildung 6-8: Repowering eines eindimensionalen Windparks

Trotz der Halbierung der WEA ist mit einer deutlichen gesteigerten Windparkleistung durch die Repowering-Maßnahme zu rechnen. Die Anzahl der Anlagen nimmt hier nur proportional zur Wurzel der Leistung der Einzelanlagen ab.

$$\frac{n_{alt}}{n_{repower}} \sim \sqrt{\frac{P_{repower}}{P_{alt}}} \Rightarrow P_{windpark, repower} > P_{windpark, alt}$$

Dieser Ansatz erweist sich vor allem aus dem Grund elegant, weil die Kenntnis der absoluten Fläche der heutigen Windparks nicht erforderlich ist – lediglich die Anzahl der Anlagen und die Windparkleistung werden für die Berechnung benötigt.

Sowohl durch die geringere Anzahl der Windenergieanlagen als auch durch die mit größeren Rotoren einhergehende Reduzierung der Drehzahl werden optische Beeinträchtigungen

vermindert. Aufgrund von Abstandsregelungen und Höhenbegrenzungen kann das Repowering-Potenzial gegebenenfalls nur eingeschränkt ausgeschöpft werden.

Weiterhin ist zu bedenken, dass insbesondere in Mittelgebirgslagen der Transport sehr groß und schwerer Anlagenkomponenten einer Leistungserweiterung für künftige Repowering-Generationen Grenzen setzt. Die Zuwegung zu den Standorten wird dabei zunehmend zum kritischen Faktor. Das Repowering-Potenzial wurde für Maßnahmen bis 2015 daher auf der Basis von Anlagen der 3 MW-Klasse bestimmt, ab 2015 sollen 4,5 MW-Anlagen zum Einsatz kommen.

Da in der Stadt Bingen am Rhein bis heute keine Anlagen gebaut sind, wird nur das Repowering für das mögliche Ausbauszenario betrachtet.

Mögliches Ausbauszenario

In einem möglichen Ausbauszenario für die Stadt Bingen am Rhein wird angenommen, dass bis 2050 das mögliche Potenzial umgesetzt wird.

Tabelle 6-18 Ausbauszenario Windenergieanlagen Stadt Bingen am Rhein

Ausbauszenario Windenergie Stadt Bingen am Rhein					
Windenergieanlagen Stadt Bingen am Rhein		Anlagen	inst. Leistung	Ertrag	Jahr
Ausbaupotenzial 1	50% des Gesamtpotenzials	18	42 MW	90 GWh	2020
Summe von heute bis 2020		18	42 MW	90 GWh	
Ausbaupotenzial 1	50% des Gesamtpotenzials	18	42 MW	90 GWh	2030
Ausbaupotenzial 2	40% des Gesamtpotenzials	6	27 MW	70 GWh	
Summe von 2020 bis 2030		24	69 MW	161 GWh	
Ausbaupotenzial 1 (1. Repowering)		8	36 MW	94 GWh	2050
Ausbaupotenzial 2 (inkl. Erneuerung)		6	27 MW	70 GWh	
Ausbaupotenzial 3	10% des Gesamtpotenzials	2	9 MW	23 GWh	
Summe von 2030 bis 2050		16	72 MW	187 GWh	
Anlagengruppen und Repoweringstrategie					
Ausbaupotenzial	Ausbau 1 50% bis 2020 Ausbau 2 40% bis 2030 Ausbau 3 10% bis 2050 1. Repowering bis 2040				
Repowering-Maßnahmen	Anlagenleistung				
vor 2020	3,0 MW				
nach 2020	4,5 MW				
* keine weitere Vergrößerung der Anlagen bei späteren Repowering-Maßnahmen					

Das Ausbauszenario ist in drei Ausbaustufen unterteilt, in denen jeweils ein prozentualer Anteil der möglichen WEA ausgebaut wird. Bis 2020 sollen 20 %, von 2020 bis 2030 weitere 50 % und von 2030 bis 2050 die letzten 30 % der WEA ausgebaut werden. Die Berechnung berücksichtigt, dass ab 2020 größere WEA, die einen höheren Flächenbedarf haben, eingesetzt werden. Dadurch wird die Gesamtanzahl der Anlagen reduziert, die installierte Leistung allerdings erhöht. 2050 werden im Ausbauszenario demnach statt 36 WEA nur 16 WEA installiert sein. Die Gesamtleistung der errichteten WEA könnte ca. 72 MW betragen. Dies sind 13 MW weniger, als das für heute prognostizierte Potenzial. Allerdings erhöht sich der Energieertrag durch die größeren Anlagen von 180 auf 187 GWh pro Jahr.

Zusammenfassung der Windenergiepotenziale

Die Analyse ergibt, dass derzeit keine Windenergieanlagen in Bingen am Rhein installiert sind. Unter der Berücksichtigung der genannten Restriktionen wurde ein mögliches Ausbaupotenzial von 36 WEA mit einer Gesamtleistung von 85 MW ermittelt. Werden alle Anlagen

gebaut, können diese ca. 180 GWh Strom pro Jahr erzeugen. Das ermittelte Potenzial bietet der Stadt Bingen die Möglichkeit den Strombedarf vor Ort und CO₂-Neutral zu produzieren. Darüber hinaus kann der überschüssig produzierte Strom in die Nachbargemeinden oder Landkreise exportieren. Durch Repowering Maßnahmen kann die Gesamtanzahl auf 16 Anlagen mit Gesamtleistung auf 72 MW reduziert werden. Die Stromerzeugung erhöht sich durch die leistungsstärkeren WEA von 180 auf 187 GWh pro Jahr.

In Tabelle 6-16 ist das Gesamtergebnis der Potenzialanalyse zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 6-19: Ergebnisse der Windpotenzialanalyse

Status	Anzahl der Anlagen	Installierte Leistung	Erzeugte Energie
Bestand			
am Netz	0 WEA	0 MW	0 GWh/a
Zubaupotenzial	33 WEA	85 MW	181 GWh/a
Repowering (Zubau)	14 WEA	63 MW	164 GWh/a
Ausbau 2050	16 WEA	72 MW	187 GWh/a

Im angenommenen Ausbauszenario werden 14 Anlagen bis 2050 repowert.

Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei der konzeptionellen Analyse der Windenergiepotenziale der Stadt Bingen um eine Vorauswahl grundsätzlich geeigneter Flächen handelt. Im Rahmen der Flächennutzungsplanung kommen weitere Kriterien, wie bspw. der Artenschutz zum Tragen, wodurch sich die ausgewiesenen Potenzialflächen verkleinern werden.

Die Restriktionsflächen werden von der betrachteten Gesamtfläche abgezogen um die prinzipiell für die Nutzung geeigneten Flächen zu ermitteln.

6.3 Solarpotenzial

Mit Hilfe der Sonne lässt sich zum einen Strom durch Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) und zum anderen Wärme durch solarthermische Anlagen (ST-Anlagen) erzeugen. Mit Hilfe der vorliegenden Solaranalyse werden Aussagen getroffen, wie viel Strom und Wärme photovoltaisch bzw. solarthermisch erzeugt werden kann und welcher Anteil des Gesamtstromverbrauchs bzw. -wärmeverbrauchs damit gedeckt werden könnte.

Die aktuell beschlossenen Änderungen im EEG beinhalten u.a. die Anpassung der Anlagenklassen und Vergütungssätze sowie eine Neuregelung des Eigenverbrauchs. Dieser wird im Zuge des EEG-Wandels stetig an Bedeutung gewinnen.

Aktuell ist die Wirtschaftlichkeit nach wie vor durch eine positive Rendite gegeben. Es kommt jedoch mehr Eigenverantwortung und Sorgfaltspflicht auf den Betreiber der Anlage zu.

Gerade dieser Wandel des EEG könnte für viele Betreiber zum Anreiz werden, ein eigenes „solares Kraftwerk“ zur Deckung seines Strombedarfes zu nutzen. An dieser Stelle wird in Zukunft ein hohes Einsparpotenzial für den Verbraucher vorhanden sein, denn langfristig gesehen kann sich bei steigenden Strompreisen die Sonnenenergie als eine der günstigsten Formen der Energieumwandlung etablieren.

6.3.1 Photovoltaik auf Freiflächen

Für die Erhebung der Potenziale von Photovoltaik-Freiflächen-Anlagen (PV-FFA) sind zum einen technische Begebenheiten und zum anderen rechtliche Rahmenbedingungen zu be-

achten. Die Vergütungen für PV-FFA sind im EEG geregelt. In der Potenzialanalyse werden die unterschiedlichen vergütungsfähigen Flächen betrachtet. Zusätzlich werden Restriktionsflächen und Abstände zur bestehenden Infrastruktur sowie die momentanen Nutzungsverhältnisse nachgeprüft und mit einbezogen. Über eine 3D Simulation wurden die Potenzialflächen nach ihrer Ausrichtung und Neigung hin untersucht. Dabei wurden nach Norden ausgerichtete Flächen, die eine größere Neigung als 5° aufweisen, aus dem Potenzial herausgenommen.

Für PV-FFA kommen im Sinne des EEG, Flächen entlang von Schienenwegen und Autobahnen infrage. In der vorliegenden Analyse wurden potenzielle Flächen ermittelt, denen folgende Restriktionen und Abstände zugrunde liegen:

Tabelle 6-20: Abstandsrestriktionen von Freiflächenanlagen

Restriktionsfläche	Abstandsannahme
Naturschutzgebiet	Ausschluss
Landwirtschaft (außer Grünflächen)	Ausschluss
Schienenwege	20m
Bundesautobahn	40m
Bundes-/Kreis-/ Landstraßen	20m
Gemeindestraßen	15m
Flüsse	20m
Fließgewässer < 12m Breite	5m
Wald/Gehölz	30m
geschlossene Wohnbaufläche	100m
offene Wohnbaufläche	50m
Industrie/Gewerbe	20m
Flächen besonderer funktionaler Prägung	50m
Flächen gemischter Nutzung	50m
Friedhöfe	50m

Grundlage der gesamten Untersuchungen bildeten die bereitgestellten Daten der Kreisverwaltung Mainz-Bingen. Nachfolgend werden die ermittelten Standorte, die für einen potenziellen Betrieb von PV-FFA geeignet sind, ausgewiesen.

Insgesamt konnte für die Stadt Bingen eine Anzahl von 18 Flächen entlang von Eisenbahnschienen und 42 Standorte entlang der Autobahnwege ermittelt werden. Hinzu kommen 16 weitere (Gemischt), die unter beide Standorttypen fallen. Bei der Nutzung der ca. 70 ermittelten Flächen (ca. 500.000 m²) könnte eine Leistung von ca. 20 MW_p, bei einem jährlichen Stromertrag von etwa 18.000 MWh, installiert werden.

In Tabelle 6-21 wird das nachhaltige Potenzial dargestellt:

Tabelle 6-21: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen der Stadt Bingen

Stadt Bingen			
Standorttyp	Fläche	Install. Leistung ¹	Stromerträge ²
	(in m ²)		
Bahn	125.298	5.012 kWp	4.510.727 kWh

Autobahn	311.986	12.479 kWp	11.231.496 kWh
Gemischt	63.980	2.559 kWp	2.303.276 kWh
Summe	501.264 m²	20.051 kWp	18.045.499 kWh/a

1: 25 m²/kW_p

2: 900 kWh/kW_p

Aufgrund der Förderrichtlinie können die ausgewiesenen Flächen nicht detaillierter untersucht werden. Die Potenziale wurden der Stadtverwaltung vorgelegt und durch das Stadtbauamt bewertet. In weiterführenden Untersuchungen müssten die Flächen weiter eingegrenzt werden, indem weitere Ausschlusskriterien bzw. baurechtliche Vorgaben zu beachten sind.

Die Nutzung der ehemaligen Hausmülldeponie für die Errichtung einer PV-Anlage kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht endgültig bewertet werden. Weitere Schritte müssten aufzeigen, ob eine Konversionsfläche, trotz momentaner landwirtschaftlichen Nutzung, vorliegt. Dadurch würde sich die Fläche als EEG vergütungsfähig darstellen. Schließlich müssten auch hier baurechtliche Vorgaben eingehalten werden.⁴¹

6.3.2 Photovoltaik auf Dachflächen

Im Rahmen der vorliegenden Potenzialanalyse konnten die solaren Dachflächenpotenziale der Stadt Bingen statistisch ermittelt werden. Hierzu wurde in einem ersten Schritt die Anzahl der Wohngebäude über das statistische Landesamt Rheinland-Pfalz ermittelt. Demnach befinden sich derzeit 5.839 Wohngebäude in der Stadt Bingen.⁴²

Durch die Auswertung von Luftbildaufnahmen der jeweiligen Stadtteile konnten die Dachflächen kategorisiert (Schrägdach/Flachdach) und hinsichtlich ihrer Ausrichtung bestimmt werden. Hierbei kann es aufgrund unzureichender Aktualität und Qualität der vorliegenden Daten zu Abweichungen kommen. Um dennoch zu einer fundierten statistischen Aussage über die vorhandenen Dachflächenpotenziale zu gelangen, wurde eine Anzahl von ca. 4.000 betrachteten Gebäuden (68 %) auf den tatsächlichen Wert von 5.839 Gebäuden extrapoliert. Auf dieser Datengrundlage können Ausrichtungstrend und Dachkategorie realitätsnah abgebildet werden.

Zur Potenzialermittlung wurden die zwei gängigen Technologien der Photovoltaik, Dünnschicht und Dickschicht, betrachtet. Zusätzlich wurden Empfehlungen für die Nutzung beider Solarenergiearten (PV+ST) erarbeitet. Die Ergebnisse zur Betrachtung des ST-Potenzials sind Kapitel 6.3.3 zu entnehmen. Die gleichzeitige Betrachtung von PV und ST begründet sich darin, dass die Solarenergie bei solarthermischen Anlagen sehr effizient umgewandelt werden kann, Wärme generell schwerer zu erschließen ist als Strom und der fossile Wärmebedarf primär zu senken ist. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden folgende Annahmen – basierend auf Erfahrungswerten festgelegt:

⁴¹ Telefonat und Schriftverkehr mit Frau Leitner; Stadtbauamt – Abteilung Stadtplanung.

⁴² Statistisches Landesamt RLP, Regionaldaten zu Wohngebäuden der Stadt Bingen, <http://www.infothek.statistik.rlp.de//neu/MeineHeimat/detailInfo.aspx?sl=B&topic=1059&id=3537&key=0733900005&l=3>, eingesehen am 13.02.2012.

- Es wird davon ausgegangen, dass die durchschnittliche Dachfläche 104 m² beträgt und sich daraus für Schrägdächer eine Fläche von 52 m² als statistische Datengrundlage ergibt, die solarenergetisch genutzt werden kann. In einem weiteren Schritt wurde auf die angenommene Dachgröße ein Abschlag in Höhe von 10 % mit einberechnet (Abstände zu Dachkanten, evtl. Verschattung durch Bäume, Schornsteine und/oder eventuelle Dachaufbauten etc.).
- Flachdächer wurden mit einer durchschnittlichen Größe von 100 m² angesetzt und ebenfalls mit einem 10 %-igen Abschlag auf die Dachgröße angepasst.
- Im Belegungsszenario wurden alle Dachflächen mit 14 m² Solarthermie ausgestattet, da Wärme generell schwieriger zu erschließen ist als Strom. Auf diesem Weg können 20 % des Haushaltsbedarfs wirtschaftlich abgedeckt werden.⁴³
- Die Mindestgröße der Dachflächen zur gleichzeitigen Nutzung beider Solararten begründet sich dadurch, dass zusätzlich zu den genannten 14 m² Solarthermie eine Fläche von mind. 30 m² (entspricht ca. 4 kW_p) zur effizienten Nutzung der Photovoltaik zur Verfügung stehen sollte. Es wird davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch eines Musterhaushaltes mit 3.500 kWh (BMU, 2009) durch diese 4 kW_p gedeckt werden kann. Dabei wird angenommen, dass 900 kWh Strom pro kW_p und Jahr produziert werden können. Somit könnte der Stromverbrauch bilanziell bzw. über Speichertechnologie, vollständig durch den erzeugten PV-Strom gedeckt und das Ziel der Null-Emission hierbei erreicht werden.

Hinzu kommt die Differenzierung der verschiedenen Ausrichtungen. Hierzu werden in einem weiteren Schritt ausrichtungsbezogene Grenzen für den Einsatz der Modularten (Dickschicht/Dünnschicht) festgelegt. Dickschichtmodule arbeiten im Ausrichtungsbereich eins der nachfolgenden Tabelle effizient. Dünnschichtmodule hingegen arbeiten im Ausrichtungsbereich zwei effizienter als Dickschichtmodule. Je nach Ausrichtung der Dachfläche und Installationsart der Module wird eine photovoltaische Nutzung durch Dickschicht bzw. Dünnschicht nach folgenden Prämissen empfohlen.

Tabelle 6-22: Azimutbereich zur Auswahl der Modularten im Bereich PV

Bereich	Ausrichtung	Modulart
1	Süd, Süd-West, Süd-Ost, Flachdach	Dickschicht
2	West, Ost	Dünnschicht

⁴³ Die Solarthermieanlage dient an dieser Stelle sowohl zur Warmwasserbereitung als auch zur Heizungsunterstützung.

Nachfolgend werden das Photovoltaikpotenzial auf privaten, industriellen und gewerblichen Dachflächen in Tabelle 6-23 und das Photovoltaikpotenzial kommunaler Dachflächen in Tabelle 6-24 ausgewiesen.

Tabelle 6-23: Ausbaupotenziale im Bereich Photovoltaik I

Solarenergiepotenzial			
	Gebäudeanzahl	Photovoltaik private, industrielle, gewerbliche Dächer	
		installierbare Leistung	gesamter Ertrag
Technisches Potenzial	6.188	100 MW _p	89.149 MWh/a
Anlagenbestand ¹	171	5 MW _p	4.478 MWh/a
Ausbaupotenzial	6.017	95 MW_p	84.671 MWh/a

1) Angaben aus EEG Anlagenregister 2011 (Stand Feb. 2012)

Würden alle hier ermittelten Dachflächen photovoltaisch genutzt, könnten bei einer Inanspruchnahme, unter Berücksichtigung aller zuvor dargestellten Abschläge und Einschränkungen, mit etwa 100 MW_p installierter Leistung jährlich ca. 89.000 MWh Strom produziert werden. Abzüglich der bereits installierten Leistung (Bestand) ergibt sich ein Ausbaupotenzial von etwa 95 MW_p installierbarer Leistung mit einem ausbaufähigen jährlichen Ertrag von ca. 84.000 MWh.

Tabelle 6-24 Ausbaupotenziale im Bereich Photovoltaik II

Solarenergiepotenzial			
	Gebäudeanzahl	Photovoltaik kommunale Dächer	
		Installierbare Leistung	Stromerträge
Technisches Potenzial	87	3,9 MW _p	3.547 MWh/a
Anlagenbestand ¹	11	0,4 MW _p	388 MWh/a
Ausbaufähiges Potenzial	76	3,5 MW_p	3.160 MWh/a

1) Angaben aus EEG Anlagenregister 2011 (Stand Feb. 2012)

Bei der photovoltaischen Nutzung kommunaler Dachflächen könnten mit etwa 3,9 MW_p installierter Leistung jährlich ca. 3.500 MWh Strom produziert werden. Nach Abzug der bereits installierten Anlagen ergibt sich ein Ausbaupotenzial von etwa 3,5 MW_p installierbarer Leistung mit einem ausbaufähigen jährlichen Ertrag von ca. 3.000 MWh.

Ausbauszenarien für Photovoltaik auf Dachflächen

Abschließend zeigen die folgenden Szenarien einen potenziellen Ausbau zur Erzeugung von Solarstrom auf den Dachflächen des Stadtgebiets im Jahr 2050 bei einer jährlichen Zubaurate von 2,6 %. Vor dem Hintergrund der Zubaurate wäre das Ausbaupotenzial an Photovoltaik

im Jahr 2050 zu 100 % erschlossen und stellt sich inklusive des derzeitigen Bestandes an PV ⁴⁴ wie folgt dar.

Tabelle 6-25 Prognostiziertes Photovoltaikpotenzial bis 2050 bei einer Zubaurate von 2,6% p.a.

Ausbaupotenzial Photovoltaik auf Dachflächen in der Stadt Bingen bis 2050 ¹		
Anzahl ausgebaute Dachflächen 2050 ²	Installierte Leistung ²	Stromerträge ²
	Gemischt	
6275	103,9 MW _p	92.696 MWh/a

1) Zubaurate von 2,6 %/a vom Ausbaupotenzial

2)100% vom Ausbaupotenzial + Bestand 2010

6.3.3 Solarthermie auf Dachflächen

Neben dem vorstehend genannten Potenzial an Photovoltaik auf Dachflächen wurde parallel das solarthermische Potenzial auf den Dächern privater Haushalte der Stadt Bingen untersucht. Dabei lehnt sich die Analyse an die bereits erwähnten Prämissen und Belegungsszenarien aus Kapitel 6.3.2 an. Vor diesem Hintergrund konnte folgendes Potenzial an Solarthermie ermittelt werden.

Tabelle 6-26 Ausbaupotenzial im Bereich Solarthermie auf den Dachflächen privater Haushalte der Stadt Bingen

Solarenergiepotenzial				
	Gebäudeanzahl	Solarthermie private Haushalte		
		Kollektorfläche	gesamter Ertrag	Heizöläquivalent ²
Technisches Potenzial	6.694	93.716 m ²	27.282,5 MWh/a	3.209.706 Liter
Anlagenbestand ¹	k.a.	1.372 m ²	399,4 MWh/a	46.990 Liter
Ausbaupotenzial	k.a.	92.344 m ²	26.883,1 MWh/a	3.162.716 Liter

1) Angaben Bafa (Stand Feb. 2012)

2) bei 85% Wirkungsgrad des Heizsystems

Ausbauszenarien für Solarthermie auf Dachflächen

Analog zum Bereich Photovoltaik zeigt das angenommene Szenario die Potenziale, die durch einen Ausbau von solarthermischer Wärme möglich sind. Durch eine jährliche Zubaurate von 2,6 % können im Jahr 2050 100 % der Dachflächen im Stadtgebiet erschlossen werden. Hierdurch würden sich, inklusive des derzeitigen Bestandes an Solarthermie ⁴⁵, ca. 3,3 Mio. l Heizöl einsparen lassen.

⁴⁴ Annahme, dass alle Anlagen nach Ablauf ihrer rechnerischen Lebensdauer von 20 Jahren im gleichen Umfang wieder errichtet werden.

⁴⁵ Annahme dass alle Anlagen nach Ablauf ihrer rechnerischen Lebensdauer von 20 Jahren im gleichen Umfang wieder errichtet werden.

Insbesondere das Engagement der Bürger ist zur Umsetzung dieser Potenziale erforderlich. Dementsprechend sind die Bürger für die Nutzung der Solarthermie auf ihren Dachflächen zu sensibilisieren. Unterstützende Maßnahmenvorschläge zur Umsetzung der Potenziale können im Maßnahmenkatalog eingesehen werden.

6.4 Wasserkraftpotenziale

Die Wasserkraft gehört zu den regenerativen Energiequellen. Dabei wird die potentielle Energie des Wassers im Schwerfeld der Erde, die beim Nach-unten-Fließen in kinetische Energie umgewandelt wird, genutzt. Das Wasser gelangt durch den sogenannten Wasserkreislauf (Verdunstung, Wind, Niederschlag) in Lagen von denen es bergab fließen kann und dabei eine Nutzung durch den Menschen ermöglicht. Ursprünglich wurde diese mechanische Energie in Mühlen direkt genutzt, heute wird die gewonnene Energie in der Regel mittels Generatoren in Strom umgewandelt.

In Deutschland sind rund 76 % der vorhandenen Wasserkraftpotenziale bereits ausgenutzt (BMU, 2010), d.h. in der Regel werden die Standorte an denen ein hohes Potenzial zu erwarten ist, bereits genutzt.

Die Wasserkraft wird in Großwasserkraft und in Kleinwasserkraft unterschieden. Zur Kleinwasserkraft zählen alle Anlagen unter 1 MW_{el} Leistung (Giesecke & Mosonyi, 2005). Die Großwasserkraft erzeugt zwar den Großteil des aus Wasserkraft gewonnenen Stroms, jedoch benötigt sie auch große Gewässer, um hohe elektrische Leistungen generieren zu können.

Um elektrische Energie aus Kleinwasserkraft zu gewinnen, werden zwei grundlegende Techniken eingesetzt. Die ältere und einfachere Technik ist die der Wasserräder. Diese Technik wurde in Form der Turbinen weiterentwickelt. Beide Techniken funktionieren nach dem Prinzip, dass sie die potentielle und kinetische Energie des Wassers im ersten Schritt in mechanische Energie umwandeln (Drehbewegung des Wasser- oder Turbinenlaufrads), welche im zweiten Schritt über einen Generator in elektrische Energie umgewandelt wird.

Dabei definiert sich die mögliche Leistung einer Kleinwasserkraftanlage über die vorherrschenden Wasserverhältnisse, mit der ausbaubaren Fallhöhe (m) und den Abflussmengen (m³/s) des Gewässers. Über diese Faktoren lässt sich das hydraulische Potenzial abschätzen, worüber sich die generierbare elektrische Leistung eines Standortes berechnen lässt (Rheingans, 1993).

Da im Laufe der Zeit, neben dem Anspruch an die Wasserkraftnutzung, effizient elektrische Energie zu generieren, der Anspruch der guten ökologischen Verträglichkeit immer mehr Bedeutung bekommen hat, gab es in jüngerer Vergangenheit einige Neuentwicklungen von Wasserkraftwerken, welche sich speziell mit dieser Problematik auseinandergesetzt haben. Die größten ökologischen Beeinträchtigungen konventioneller Wasserkraftanlagen entstehen durch die benötigte Staueinrichtung, welche die biologische Diversität einschränken, sowie bei der Passierbarkeit eines Kraftwerks für Fische. Ziel der Neuentwicklungen ist es somit nach Möglichkeit ohne Staueinrichtungen auszukommen und für Fische schadlos passierbar zu sein. Da die meisten innovativen Techniken noch sehr jung sind, befinden sich manche von ihnen noch in der Erprobungsphase durch Prototypen.

6.4.1 Gewässer im Stadtgebiet Bingen

Im Stadtgebiet der Stadt Bingen gibt es zwei Gewässer 1. Ordnung und vier Gewässer 3. Ordnung. Eine Übersicht geben Tabelle 6-27 und Abbildung 6-9.

Tabelle 6-27 Gewässer im Stadtgebiet Bingen

Gewässername	Länge (im Stadtgebiet Bingen)	Ordnung	Querverbauung	Wehre
Rhein	Ca. 9 km	1. Ordnung	nein	nein
Nahe	Ca. 5,6 km	1. Ordnung	ja	ja
Ockenheimer Bach	Ca. 3 km	3. Ordnung	ja	nein
Aspisheimer Bach	Ca. 1 km	3. Ordnung	ja	nein
Welzbach	Ca. 0,5 km	3. Ordnung	ja	nein
Mühlbach	Ca. 0,5 km	3. Ordnung	ja	nein

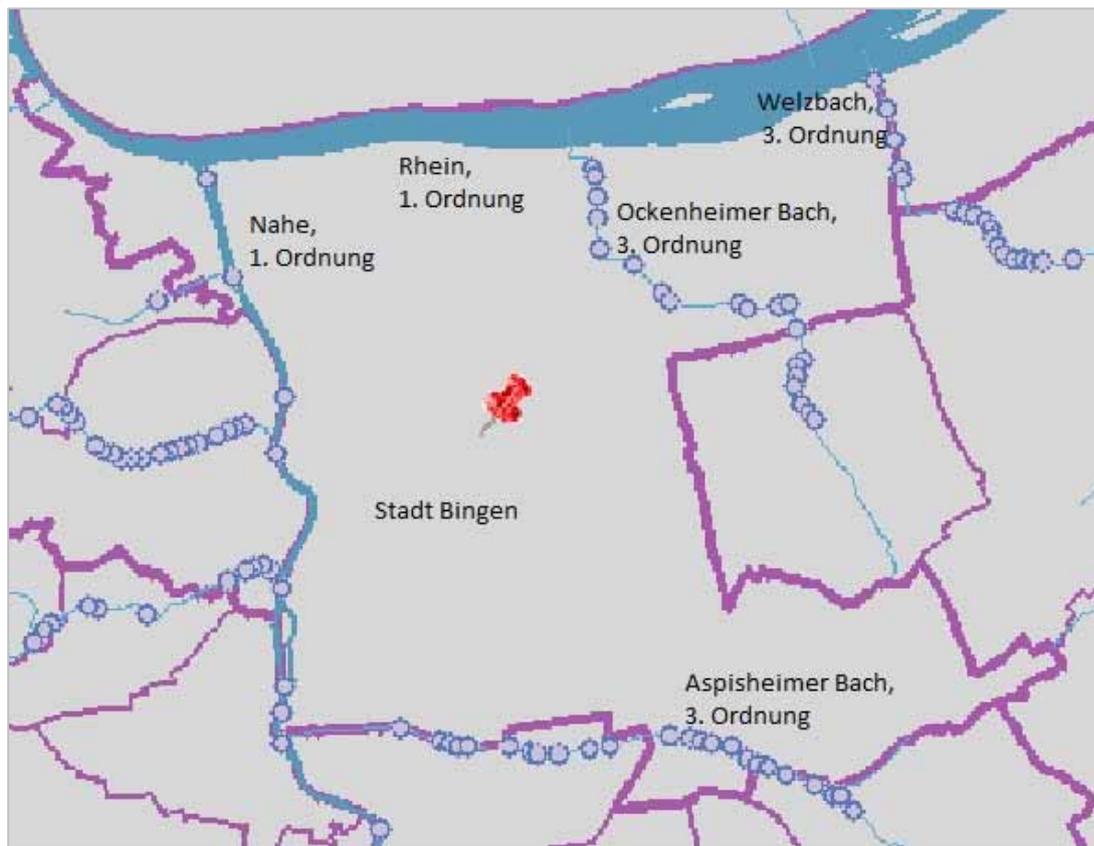


Abbildung 6-9 Gewässer im Stadtgebiet Bingen

Quelle: <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/2025/>

Die Gewässer 3. Ordnung eignen sich nicht für die Wasserkraftnutzung. Der Durchfluss ist zu gering. Daher verbleiben nur die Nahe und der Rhein.

Im Rhein gibt es in dem Abschnitt, im Stadtgebiet Bingen, bisher keine Wasserkraftnutzung und keine Querverbauung. Der Rhein wird sehr stark als Schifffahrtsstraße genutzt.

In der Nahe gibt es im Stadtgebiet Bingen mehrere Querverbauungen, darunter ein Wehr, das Sponsheimer Wehr. Dort befindet sich die Sponsheimer Mühle.

6.4.2 Bestehende Anlagen

Tabelle 6-28 KWKA (Nahe) Stadt Bingen - Leistung und Jahresarbeit

Quelle: (energymap, 2011)

Wasserkraftanlagen	Standort	Leistung [kW _{el}]	Fallhöhe [m]	Ausbauwassermenge [m ³ /s]	Mittlerer Abfluss [m ³ /s]	Eingesetzter Turbinentyp
Sponsheimer Mühle	55411 Bingen Sponsheim	136	3,1	9	Nicht bekannt	2 x Francis-Schachtturbine

In Tabelle 6-28 sind die, sich im Stadtgebiet Bingen in Betrieb befindlichen Wasserkraftanlagen, aufgeführt. Es gibt nur eine Wasserkraftanlage, die Sponsheimer Mühle mit einer installierten elektrischen Leistung von 136 kW_{el}.

Sie speist den erzeugten Strom seit dem 01.01.1998 ins Verteilnetz der EWR Netz GmbH ein.

In Tabelle 6-29 sind die Jahresstromerträge und die Vollbenutzungsstunden der Sponsheimer Mühle der letzten 5 Jahre zusammengestellt.

Tabelle 6-29 Jahres-Stromerträge der Sponsheimer Mühle 2006-2010

Jahr	2006	2007	2008	2009	2010	Mittelwert
Jahres-Stromertrag [kWh_{el}/a]	839.460	791.500	790.370	730.680	771.170	784.636
Vollbenutzungsstunden [h/a]	6.173	5.820	5.812	5.373	5.670	5.769

Die Sponsheimer Mühle erzeugte in den letzten 5 Jahren im Durchschnitt über 780.000 kWh_{el}/a und erreichte damit Vollbenutzungsstunden von fast 5.800 h/a. Die Erträge sind konstant. Die Abweichung zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Jahresertrag liegen bei rund 13 %. Das kann durch übliche Schwankungen der äußeren Rahmenbedingungen wie zum Beispiel dem mittleren Abfluss [m³/s] entstehen.

Die Vollbenutzungsstunden sind im regionalen Vergleich als hoch einzustufen.

Wasserkraftanlage im Wasserkraftwerk Bingen

Da das im Binger Wasserwerk entnommene Brunnenwasser nicht die vorgeschriebenen Schadstoff-Grenzwerte einhält (nach Einschätzung der Betreiber resultierend aus der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung/Weinanbau) wird sauberes Wasser extern eingekauft. Das eingekaufte Wasser wird mit dem Binger Brunnenwasser gemischt, was zu einer Reduktion der Schadstoffgehaltkonzentration unter den Grenzwert führt und anschließend in das öffentliche Binger Wassernetz eingespeist.

Das extern eingekaufte Wasser kommt mit einem Druck von ca. 14 bar im Wasserwerk Bingen an und wird zum Vermischen mit dem Binger Brunnenwasser auf Umgebungsdruck entspannt. Die maximal zu entnehmende Menge liegt bei bis zu 2.000 m³ pro 24 Stunden und je nach saisonal schwankendem Wasserverbrauch läuft der Zulauf 12 Stunden am Tag (Winter) oder 24 Stunden am Tag (Sommer). Auf das Jahr hochgerechnet kommt man so auf etwa 6.500 Zulauf-Stunden.

Im Jahr 1998 wurde eine Anlage installiert um die Druckreduktion energetisch zu nutzen. Hierfür wurde in das bestehende Wasserrohr-System per Bypass eine Turbine eingebaut die einen Generator antreibt. Die Investition im Jahre 1998 belief sich auf ca. 100.000 DM. Die Anlage liefert eine Leistung von ca. 30 kW_{el} und läuft nahezu störungs- und wartungsfrei. Durchflussmenge und Eingangsdruck kann als nahezu konstant angesehen werden, kleinere Schwankungen werden anhand eines automatisch geregelten Schiebers korrigiert. Durch die abgegebene Leistung von etwa 30 kW_{el} und einer Betriebszeit von 6.500 Stunden kann von einem Jahres-Strom-Ertrag von etwa 190.000 kWh_{el} ausgegangen werden.

Der erzeugte Strom wird über eine entsprechende Regelungstechnik direkt innerhalb des Wasserwerkes verbraucht um eine Pumpe anzutreiben die das gemischte Wasser auf 6 bar Leitungsdruck erhöht und in das Binger Wassernetz einspeist.

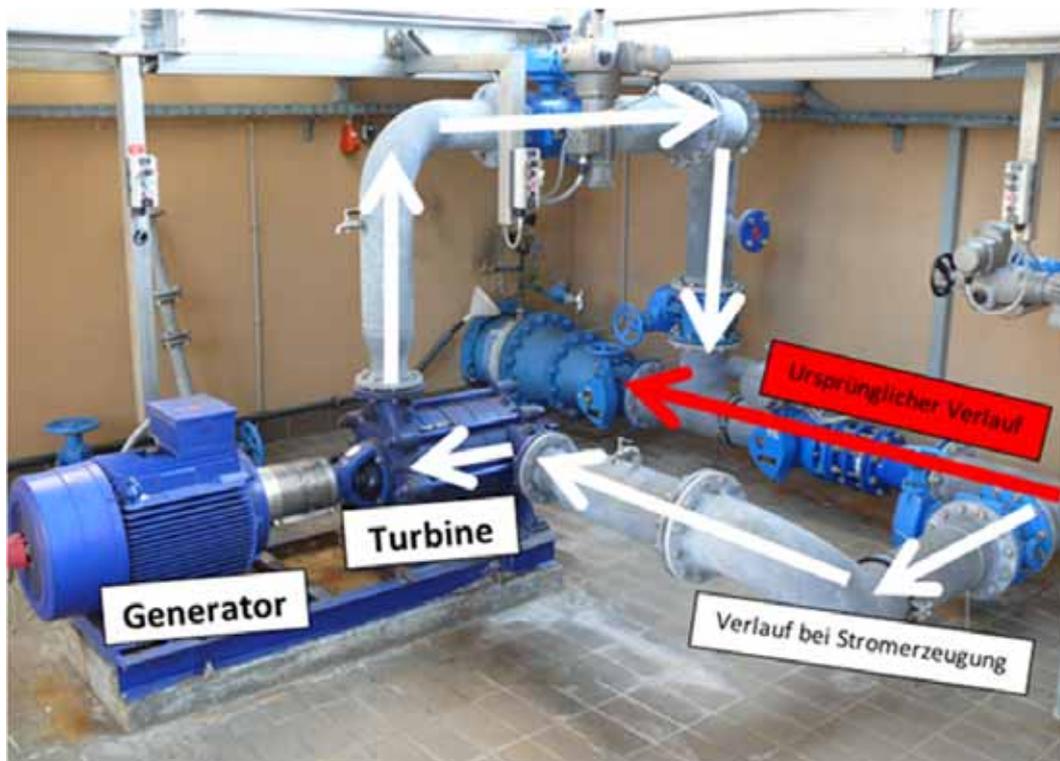


Abbildung 6-10 Anlagen-Übersicht

Weitere Abbildungen zur Wasserkraftanlage befinden sich im Anhang (Anhang III Bilder Wasserkraftanlage im Binger Wasserwerk).

6.4.3 Stillgelegte Anlagen

Stillgelegte Wasserkraftanlagen konnten im Stadtgebiet Bingen nicht identifiziert werden

6.4.4 Potenziale der Wasserkraft

Bei der Potenzialanalyse wird untersucht, ob durch Modernisierung bestehender Wasserkraftanlagen oder die Errichtung neuer Wasserkraftanlagen die Stromerzeugung aus Wasserkraft im Stadtgebiet Bingen erhöht werden kann.

Potenziale durch Modernisierung

Aus der hohen Vollbenutzungsstundenzahl der Sponsheimer Mühle ist zu schließen, dass sich keine deutlichen wirtschaftlichen Optimierungspotenziale mehr erschließen lassen.

Potenziale durch Anlagenneubau

Der Neubau von Wasserkraftanlagen an neuen Querbauwerken kann ausgeschlossen werden. Das widerspricht dem Verschlechterungsverbot der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Die Stromerzeugung solcher Anlagen erhalten keine Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Die im Stadtgebiet Bingen, abgesehen vom Sponsheimer Wehr, bestehenden Querverbauungen sind keine Wehre, die eine Wasserkraftnutzung zulassen, sondern in der Regel Durchlässe.

Potenziale können durch den Einsatz von Strömungskraftwerken bestehen. Sie benötigen keine Querverbauungen, sondern nutzen die kinetische Energie-Strömung des Fließgewässers.

Strömungskraftwerke befinden sich noch in der Testphase und werden noch nicht in Serie produziert. Die Technik ist also nicht kurzfristig verfügbar.

Bei Strömungskraftwerken hängt vor allem die Leistung stark von der Strömungsgeschwindigkeit ab. Daher sollten diese nach Möglichkeit an den Stellen im Fluss angebracht werden, wo die Strömungsgeschwindigkeit am höchsten ist. Dort befindet sich in der Regel die Fahrrinne des Schiffverkehrs, soweit das Gewässer für diesen genutzt wird. Es verbleiben daher vor allem Standorte in Ufernähe, an denen die Strömungsgeschwindigkeit niedriger ist. Am besten eignen sich Flusskurven und Flussverengungen, an denen die Strömungsgeschwindigkeit erhöht ist und wo keine Relevanz für die Schifffahrt besteht. Zudem benötigen Strömungskraftwerke Gewässertiefen größer 2 m.

Der Rhein ist das größte Gewässer im Stadtgebiet. Dieser erfüllt die Anforderungen bzgl. der Strömungsgeschwindigkeit und der Gewässertiefe. Jedoch wird dieser intensiv durch die Schifffahrt genutzt, was die Standortsuche erschwert. Das zweitgrößte Gewässer im Stadtgebiet ist die Nahe. Die Pegelstände der Nahe sind zu niedrig.

Sie ist daher für die Nutzung durch Strömungskraftwerke auszuschließen.

In Abbildung 6-11 ist die Pegelmessstelle (Grolsheim) mit den günstigsten Pegelständen der Nahe im Stadtgebiet Bingen dargestellt, jedoch liegen diese im Mittel bei etwa 1 m Wassertiefe, was die Nutzung durch Strömungskraftwerke ausschließt.

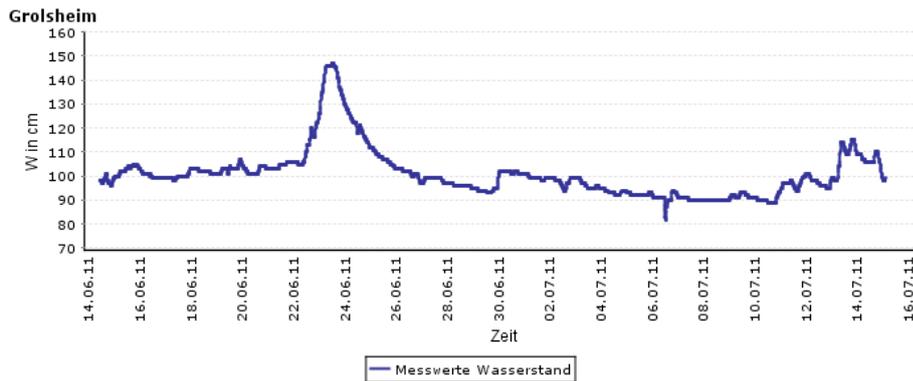


Abbildung 6-11 Pegel der Nahe am Messpunkt in Grolsheim

Quelle: (Geoportal Wasser RLP, 2012)

Für die Nutzung durch Strömungskraftwerke verbleibt damit nur der Rhein.

Für die Ertragsabschätzung eines Strömungskraftwerks wird eine durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit zwischen 2 und 2,6 m/s, wie sie auch am Teststandort der KSB-Flussturbine im Ehrenthaler Werth bei St. Goar vorherrscht (s. Abbildung 6-12), angenommen.

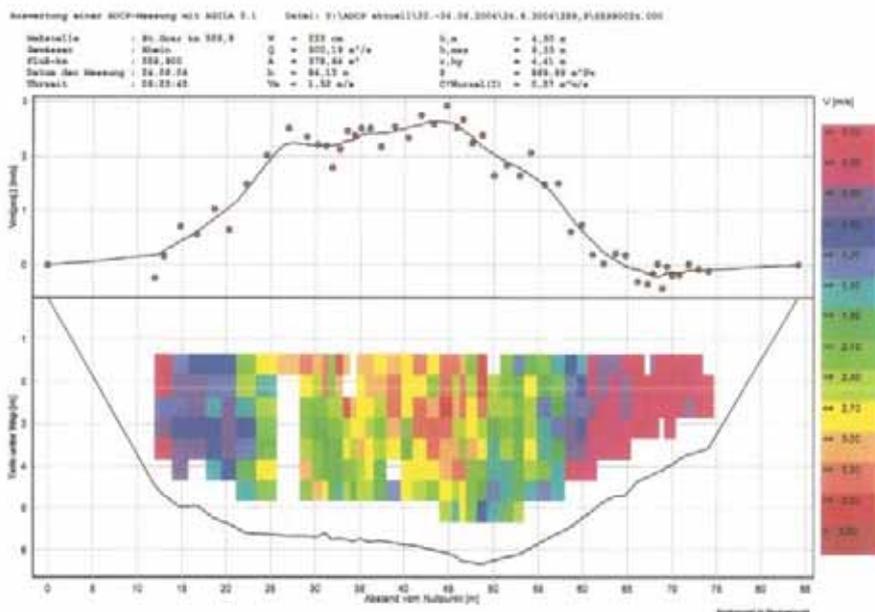


Abbildung 6-12 Strömungsgeschwindigkeit an der Teststelle der KSB-Flussturbine

(Ehrenthaler Werth bei St. Goar am Rhein)

Quelle: (Transverpello, 2008)

Die Abschätzung des Stromerzeugungspotenzial s wird anhand einer Beispielanlage mit einem Wirkungsgrad von 80 % angenommen. Er ergibt sich aus dem Mittel der Herstellerangaben der verschiedenen Techniken von Strömungswasserkraftwerken.

Die stellt beispielhaft Leistungsverläufe von Strömungskraftwerken dar.

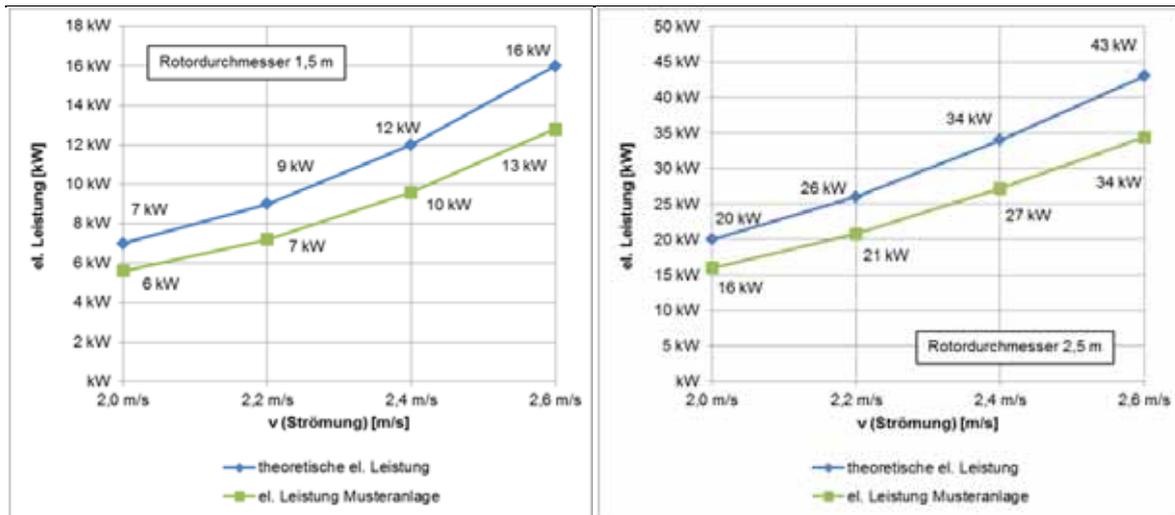


Abbildung 6-13 Beispielhafte Leistungsverläufe eines Strömungskraftwerks bei einem Rotordurchmesser von 1,5 m und 2,5 m
Quelle: Eigene Darstellung

Grundlage für die Leistungsverlaufskurven aus Abbildung 6-13 ist folgende Formel:

$$P_{Anlage} = 0,5 * \rho_{Wasser} \left[\frac{kg}{m^3} \right] * A [m^2] * v^3 \left[\frac{m}{s} \right] * \eta$$

Aus Abbildung 6-13 geht hervor, dass bei Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 2 und 2,6 m/s, abhängig von dem Rotordurchmesser, welcher zwischen 1,5 und 2,5 m liegt, elektrische Leistungen zwischen 6 kW_{el} (bei 2 m/s und einem Rotordurchmesser von 1,5 m) und 48 kW_{el} (bei 2,6 m/s und einem Rotordurchmesser von 2,5 m) erreicht werden können.

Potentielle Standorte für Strömungskraftwerke müssten in einer Untersuchung festgestellt werden. Um das Stromerzeugungspotenzial der Strömungskraftwerke einschätzen zu können, wird angenommen, dass im Stadtgebiet von Bingen fünf Strömungskraftwerke installiert werden könnten und dort Rahmenbedingungen wie am Ehrenthaler Werth vorliegen. Für diese Annahme wird eine Beispielrechnung durchgeführt, welchen Ertrag dieser Zusammenschluss von einzelnen Strömungskraftwerken bringen würde.

Bei dem Ehrenthaler Werth bei St. Goar handelt es sich um eine Rheininsel. Der Schifffverkehr nutzt den Rhein nur auf einer Seite der Insel. Der Strom auf der anderen Seite des Ehrenthaler Werths könnte somit ohne Einschränkungen durch die Schifffahrt für die Nutzung durch Strömungskraftwerke genutzt werden. Es wird von einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 2,3 m/s am Ehrenthaler Werth ausgegangen. Betrachtet man den Gewässerquerschnitt des Ehrenthaler Werths in Abbildung 6-12, so ermöglicht die Gewässertiefe den Einbau von Strömungskraftwerken mit einem Rotordurchmesser von 2,5 m. Da Strömungskraftwerke bis auf wenige Wartungsarbeiten, das ganze Jahr über in Betrieb sind, kann eine Vollbenutzungsstundenanzahl von 8.000 Stunden/Jahr angenommen werden.

Der Jahresertrag errechnet sich durch die Leistung des Strömungskraftwerks (nach Abbildung 6-13 bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 2,3 m/s ca. 23,5 kW_{el} und den Vollbenutzungsstunden (8.000 Stunden/Jahr).

$$\text{ca. } 23,5 \text{ kW}_{el} * 8.000 \text{ h/Jahr} = \text{ca. } 188.000 \text{ kWh}_{el}/\text{Jahr}$$

Bei fünf Strömungskraftwerken würde dies einem Jahresertrag von 940.000 kWh_{el}/Jahr entsprechen.

Das entspricht rund 0,8 % des Stromverbrauchs in Bingen in 2010

Dieses Ergebnis zeigt, dass, sofern geeignete Standorte vorhanden sind, in ihnen durchaus relevantes Potenzial zu erschließen ist.

Die Abbildung 6-14 und Abbildung 6-15 stellen die vom Wasser- und Schifffahrtsamt Bingen gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten und Wassertiefen an der Messstelle in Bingen dar.

Bezüglich der Wassertiefe könnte in etwa 50 m Entfernung vom Ufer sowohl bei Mittelwasser als auch bei Niedrigwasser eine Turbine mit 1,50 m Durchmesser betrieben werden.

Die Fließgeschwindigkeit ist jedoch mit maximal 1,2 m/s bei Mittelwasser und kleiner 1 m/s bei Niedrigwasser viel zu gering, um einen wirtschaftlichen Betrieb eines Strömungskraftwerks zu gewährleisten.

Informationen zu anderen Standorten liegen nicht vor. Es kann zunächst kein Potenzial für die Stromerzeugung aus Strömungskraftwerken ausgewiesen werden.

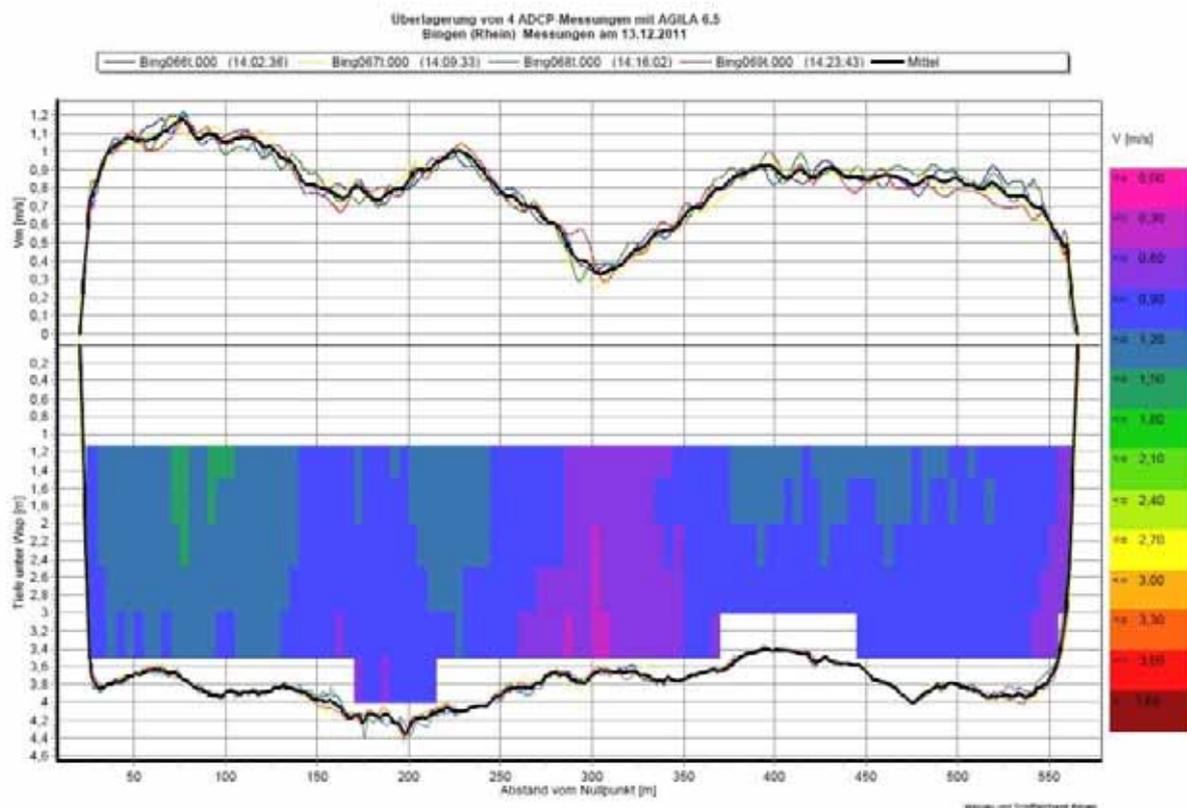


Abbildung 6-14 Strömungsgeschwindigkeit und Wassertiefenmessung des Wasserschiffahrtsamt Bingen mittlerer Wasserstand, Messstelle Bingen

Quelle: (WSA, 2012) Rhein

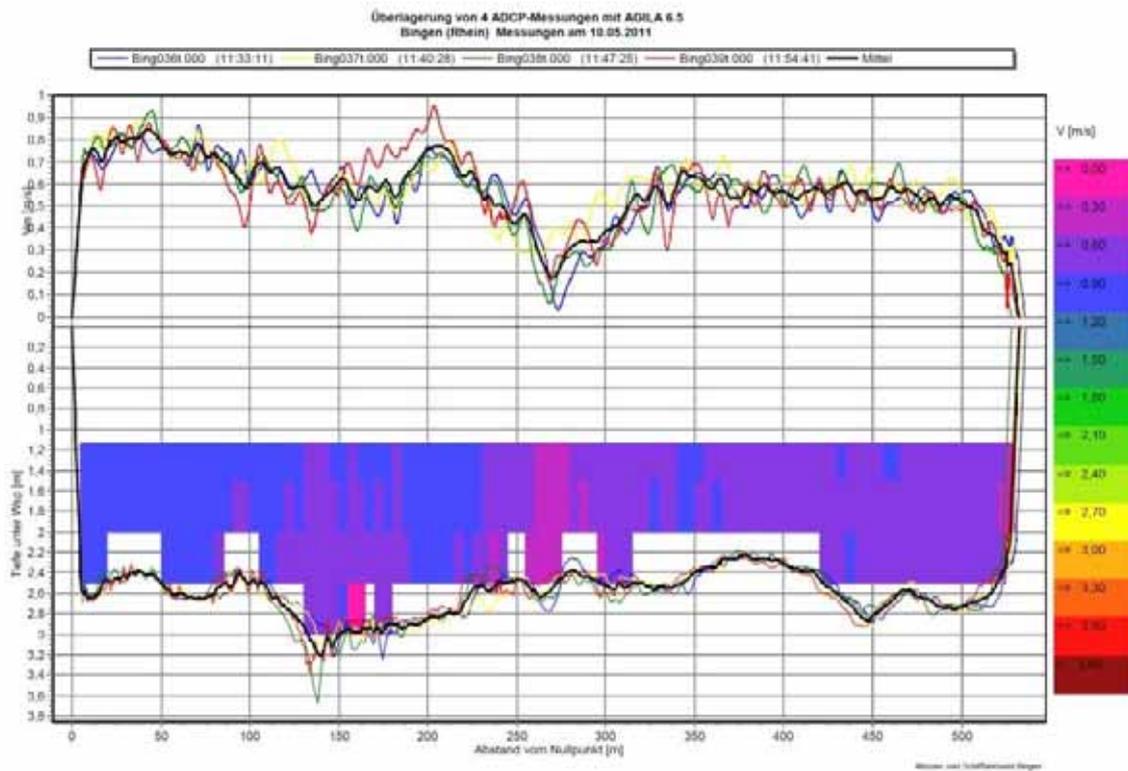


Abbildung 6-15 Strömungsgeschwindigkeit und Wassertiefenmessung des Wasserschiffahrtsamt Bingen niedriger Wasserstand, Messstelle Bingen, Rhein

Quelle: (WSA, 2012)

6.4.5 Fazit / Zusammenfassung

Die Tabelle 6-4 stellt die Wasserkraftpotenziale im Stadtgebiet Bingen dar. Wasserkraft wird nur am Sponsheimer Wehr an der Nahe durch die Sponsheimer Mühle zur Stromerzeugung genutzt. Potenziale durch Reaktivierung stillgelegter Wasserkraftanlagen, durch Modernisierung bestehender Wasserkraftanlagen oder durch den Neubau von Wasserkraftanlagen können nicht ausgewiesen werden.

Tabelle 6-30 Wasserkraftpotenzial e im Stadtgebiet Bingen

	Technisches Potenzial [MWh _e]	Genutztes Potenzial [MWh _e]	Ausbaupotenzial [MWh _e]
Wasserkraft	780	780	0

6.4.6 Vorstellung neuer Techniken bei Kleinwasserkraftanlagen

Die Potenziale der Wasserkraftnutzung liegen heute meist bei Kleinwasserkraftanlagen, da in Deutschland die ertragsreichen Standorte meist schon genutzt werden. Im Folgenden sollen deshalb technische Neuerungen bei Kleinwasserkraftwerken vorgestellt werden.

KSB Flussturbine

Der Pumpenhersteller KSB testet zurzeit 2 Prototypen der Flussturbine, wie sie in Abbildung 6-9 zu sehen ist, bei St. Goar im Rhein. Die Tests werden voraussichtlich bis zum Herbst 2011 andauern. Die Flussturbine ist ca. 7 Meter lang und hat einen Durchmesser von 1,5 m (FAZ.NET, 2010). Wie in Abbildung 6-16 zu sehen ist, wird die Eintrittsdüse von einem spitzkegeligen Rechengitter geschützt. Diese sitzt vor der Turbine. Dahinter sitzt der Austrittsdifusor. Beide Bauteile sollen die Strömungsgeschwindigkeit positiv beeinflussen (Erneuerbare Energien Magazin, 2011). Wie bei der Strom-Boje (siehe unten), nutzt die Flussturbine keine potentielle Energie, sondern nur die Strömungsenergie des Wassers. Daher kommt sie auch ohne Querverbauung aus. Der Unterschied zur Strom-Boje ist, dass die Flussturbine statisch an vier Haltepfosten angebracht wird und sich somit nachträglich nicht mehr um platzieren lässt.



Abbildung 6-16 Flussturbine der KSB AG

Quelle: [© KSB AG, 2010]

Die beiden Prototypen haben eine Nennleistung von knapp 6 kW_{el} , wobei mit höherer Strömungsgeschwindigkeit oder größerem Durchmesser der Turbine auch höhere Leistungen erzielt werden können. Hierbei fließt die Strömungsgeschwindigkeit mit der dritten Potenz in die Leistungsberechnung ein, während der Durchmesser das Ergebnis nur linear beeinflusst. Ein weiterer limitierender Faktor ist die Schifffahrt, da in den Fahrrinnen die Strömungsgeschwindigkeit am höchsten ist, jedoch keine Turbinen angebracht werden können, da diese Rinnen für die Schifffahrt frei bleiben müssen. Klare Vorteile der Flussturbine sind, dass sie fast unsichtbar ist und so gut wie geräuschlos, sowie konstant betrieben werden kann (FAZ.NET, 2010). Angaben zu den mindestens benötigten Durchflüssen und Strömungsgeschwindigkeiten sind noch keine gegeben.

Strom-Boje

Die Strom-Boje, welche in Abbildung 6-17 dargestellt ist, ist eine Entwicklung der österreichischen Firma Aqua Libre. Die Strom-Boje kommt ohne jegliche bauliche Vorrichtungen aus (mit Ausnahme einer Ankervorrichtung am Gewässergrund) und eignet sich somit für den Einsatz in Gewässerabschnitten, in denen keine Stauvorrichtung vorhanden ist oder errichtet werden darf. Dabei verändert sie weder die Gewässerökologie, noch behindert sie den Schiffsverkehr. Dafür ist ihre Leistung bedeutend geringer als die eines Flusswasserkraftwerks, da die Strom-Boje nur einen Teil des Gewässerquerschnitts ausnutzt (Aqua Libre, 2011). Zurzeit befinden sich 3 Prototypen im Test. Zwei Bojen mit einem Rotordurchmesser von 1,5 m für Niederwassertiefen von mindestens 2 m und eine Boje mit einem Rotordurchmesser von 2,5 m für mittlere Fließgeschwindigkeiten von $>2,2 \text{ m/s}^2$. Nach Herstellerangaben sollen auch Bojen mit größeren Rotoren möglich sein, welche dadurch noch größere Leistungen erzielen können. Der Wirkungsgrad der Strom-Boje ist mit 90 % angegeben und kann laut Hersteller sogar noch gesteigert werden (Aqua Libre, 2011b). Die Strom-Boje mit 2,5 m Durchmesser erreicht Leistungen zwischen 40 und 75 kW_{el} (Aqua Libre, 2011).



Abbildung 6-17 Strom-Boje

Quelle: (Bilek + Schüll GmbH , 2011)

P.E.A.C.E-Power-Turbine

Bei der P.E.A.C.E-Power-Turbine handelt es sich um ein Niederdruckkraftwerk, welches je nach Strömungsgeschwindigkeit Leistungen von 5 bis 500 kW_{el} erzeugen kann. Dabei lassen sich mehrere Einzelturbinen in Batterien zusammenfassen, wodurch die Leistungsausbeute dementsprechend gesteigert wird. Diese Turbine verfügt über einen innenliegenden Generator mit getriebeloser Kraftübertragung. In der Größe variiert der Durchmesser zwischen 1 und 2,5 m. Ein wesentlicher Vorteil dieser Turbinenart ist die vielseitige Einsatzmöglichkeit sowie die sehr hohe Fischverträglichkeit. Auch ist dieser Turbinentyp unanfällig gegenüber Treibgut. Bzgl. der Einsatzmöglichkeiten, lässt sich die Turbine ohne zusätzliche Baumaß-

nahmen am Flussgrund anbringen, in festen Kanälen (wie z. B. der Abwasserführung) verankern, anstelle von herkömmlichen Kraftwerken in bestehende Krafthäuser einbauen oder zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Wehren in diese einsetzen.



Abbildung 6-18 Maßstabsmodell einer P.E.A.C.E.-Power-Turbine

Quelle: (P.E.A.C.E Power, 2011)

Auch sind bei dem Betrieb einer solchen Turbine keinerlei Störeinflüsse auf die Gewässerökologie sowie den Schifffverkehr zu erwarten und auf Grund der einfachen Technik verspricht der Hersteller der Turbine einfache Wartung und niedrige Stromgestehungskosten gegenüber herkömmlichen KWKA (P.E.A.C.E Power, 2011).

Aqua Power Rotationskörper

Bei dem Rotationskörper handelt es sich um eine Erfindung der Aqua Power GmbH, welche das Auftriebsprinzip ausnutzt. Hierbei werden die in Abbildung 6-19 sichtbaren Rotationsflächen über eine Stelleinrichtung immer so zur Strömung ausgerichtet, dass sie sich immer innerhalb des Auftriebsprinzips befinden und somit um den gesamten Rotationskörper, um den Mittelpunkt, mit maximalem Wirkungsgrad rotieren lassen. Diese Art von Wasserkraftanlage soll sowohl in Binnengewässern einsetzbar sein, als auch im Offshore-Bereich. Zurzeit befinden sich Pilotanlagen in Rheinland-Pfalz im Test. Laut Entwickler soll diese Art einer KWKA sehr wirtschaftlich sein und viele ungenutzte Potenziale ausnutzen können (Aqua Power, 2011).

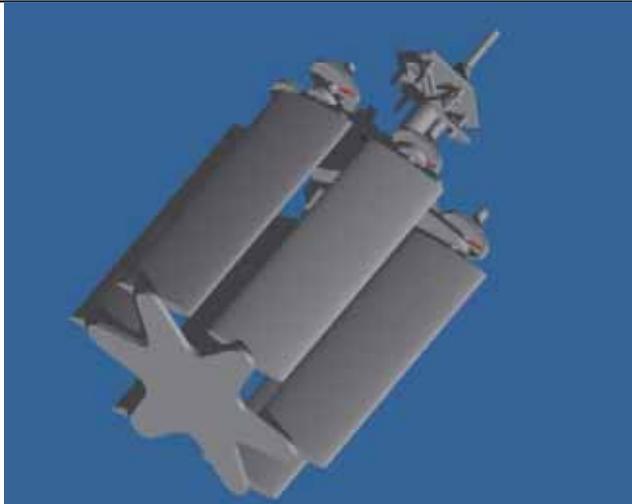


Abbildung 6-19 Rotationskörper

Quelle: (Aqua Power , 2011)

Wasserwirbelkraftwerk

Bei dem Wasserwirbelkraftwerk wird ein Teil des Flusses über einen Zuflusskanal abgezweigt und fließt dann in ein rundes Betonbecken an dessen Bodenmitte sich der Abfluss befindet. In dem Becken entsteht ein stetiger Wasserwirbel, dem wie in Abbildung 6-20 zu sehen, die Energie über einen Rotor entnommen wird. Dieser ist über eine Welle mit einem Generator verbunden, welcher wiederum die erzeugte mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt.

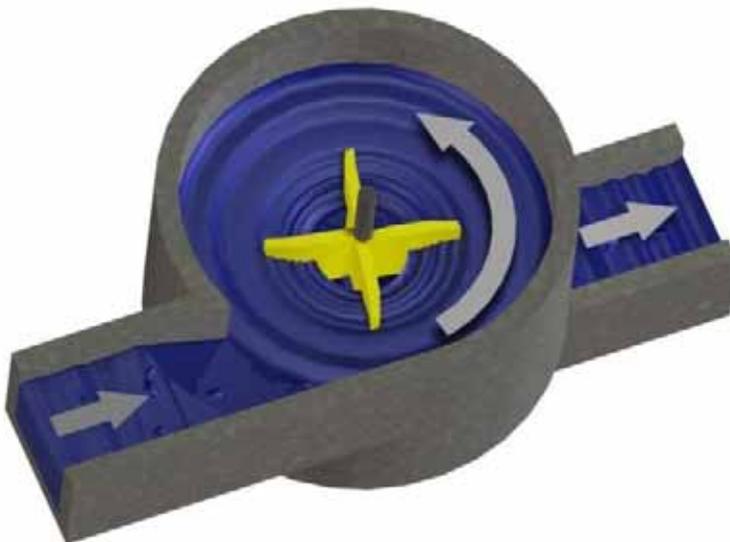


Abbildung 6-20 Wasserwirbelkraftwerk

Quelle: (Ukko-wc, 2008)

Die wesentlichen Vorteile des Wasserwirbelkraftwerks sind die durch die langsamen Umdrehungen (~ 20 Umdrehungen pro Minute) resultierende gute Passierbarkeit für Fische sowie kleineres Treibgut. Des Weiteren erhöht sich die Lebensdauer durch die langsamen Umdre-

hungen, da dadurch keine Kavitation und der damit verbundene Verschleiß, wie es z. B. bei schnelldrehenden Turbinenrädern der Fall ist, entsteht. Ein weiterer Vorteil der Wasserwirbelkraftwerke besteht darin, dass sie durch ihren Aufbau das Gewässer mit Sauerstoff anreichern, was wiederum gut für die Wasserqualität ist. Durch ihren verhältnismäßig kleinen Aufbau haben diese Kraftwerke geringere Leistungen als konventionelle Turbinenkraftwerke. In einer Schweizer Pilotanlage wurden mit einem Becken von 6,5 m Durchmesser und einer Fallhöhe von 1,5 m, zwischen 10 und 15 kW_{el} Leistung generiert (Energie und Technik , 2011). Der Einsatzbereich beginnt schon bei einer Höhe von 0,7 m und einem Durchfluss von 1 m³/s. Hierbei werden Leistung und Herstellungskosten weiterhin optimiert (GWWK , 2011).

6.5 Geothermiepotenziale

Als Geothermie wird die unterhalb der Erdkruste gespeicherte Energie bezeichnet (PK TG, 2007). Zum Großteil stammt diese Energie aus terrestrischer Wärme aus dem Erdinneren. Diese Wärme wird aus zwei Quellen gespeist. Rund 70 % kommen aus radioaktiven Zerfallsprozessen verschiedener Isotope. Gravitationswärme die ihren Ursprung in der Entstehung der Erde hat macht ca. 30 % der terrestrischen Wärme aus (PK TG, 2007).

Bis zu einer Tiefe von ca. 15 m nimmt die Sonneneinstrahlung Einfluss auf den Wärmehaushalt des Erdreiches. Unterhalb von 15 m bleibt die Temperatur unabhängig von jahreszeitlichen Schwankungen konstant (vgl. Abbildung 6-21).

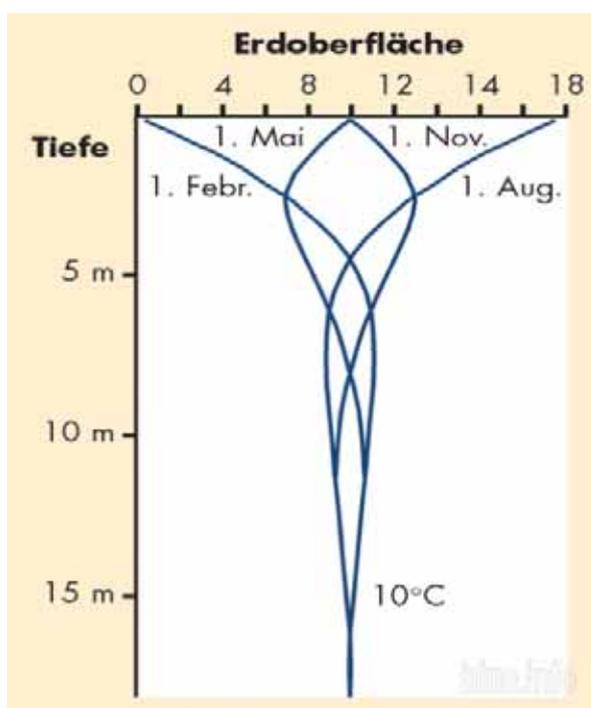


Abbildung 6-21 Jahreszeitliche Temperaturschwankungen der oberen Erdschichten

Quelle: (BINE, 2011)

Mit größerer Tiefe steigt auch die Temperatur an. Die Temperaturzunahme pro Teufenabschnitt wird als geothermischer Gradient oder Temperaturgradient bezeichnet (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003). In Deutschland liegt der Temperaturgradient im Schnitt bei etwa 30 K/km. Für eine geothermische Nutzung sind Regionen mit einem erhöhten Temperaturgradienten, wie zum Beispiel der Oberrheingraben, interessant.

Geothermische Energie (Erdwärme) kann vielseitig eingesetzt werden. Bei der Nutzung wird prinzipiell zwischen tiefer- und oberflächennaher Geothermie unterschieden. Tiefengeothermische Energie kann sowohl zur Stromerzeugung als auch zur Wärmenutzung eingesetzt werden. Bei der Wärmenutzung bieten sich vor allem die Möglichkeiten Erdwärme zur Gebäudebeheizung oder als Prozesswärme zu nutzen. Geothermischer Strom hat den Vorteil, dass seine Verfügbarkeit nicht wesentlich durch tageszeitliche oder jahreszeitliche Schwankungen beeinflusst wird. Deswegen ist eine Netzintegration geothermischen Stroms im Ver-

gleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern, wie z. B. Windkraftanlagen, wesentlich einfacher.

Im Bereich der oberflächennahen Geothermie kann die Erdwärme ausschließlich zur Wärmenutzung verwendet werden. Neben einer ausschließlichen Nutzung der oberflächennahe Systeme zur Gebäudebeheizung wird auch die sommerliche Gebäudetemperierung immer interessanter.

Aufsteigende Thermalwässer ($>20\text{ °C}$) stellen einen Sonderfall dar. Diese werden häufig balneologisch genutzt und stehen daher nur begrenzt für eine energetische Nutzung zur Verfügung. Teilweise besitzen sie jedoch auch ein großes Potenzial für die Nutzung als Heizmedium, insbesondere die vergleichsweise hoch vorliegenden Temperaturen des strömenden Mediums ermöglichen einen äußerst effizienten Betrieb der Wärmepumpe und damit einen vergleichsweise geringen Stromverbrauch. Eine weitere Sonderform stellen Grubenwässer in stillgelegten Bergwerksstollen dar.

6.5.1 Tiefengeothermie

Die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe ab 400 m wird als Tiefengeothermie bezeichnet. In der Praxis spricht man jedoch erst ab einer Tiefe von 1.000 m und einer Temperatur von ca. 60 °C von tiefer Geothermie (PK TG, 2007). Abhängig vom Temperaturniveau kann die Energie aus tiefengeothermischen Lagerstätten zur Stromerzeugung und/oder zu Heizzwecken genutzt werden.

Tiefengeothermische Lagerstätten können in Lagerstätten mit hoher ($> 200\text{ °C}$) und niedriger ($< 200\text{ °C}$) Enthalpie unterschieden werden (GTV, 2011). In Deutschland sind ausschließlich Lagerstätten mit niedriger Enthalpie bekannt.

Neben dem Temperaturniveau wird innerhalb der Tiefengeothermie zwischen hydrothermalen und petrothermalen Systemen unterschieden (GTV, 2011).

Hydrothermale Systeme

Hydrothermale Systeme nutzen wasserführende Schichten in großer Tiefe. Dies sind vor allem Grundwasserleiter (Aquifere) in besonderer Tiefe oder an/in Störungszonen. Bei Wasservorkommen in großer Tiefe spricht man in der Regel von Thermalwässern. Thermalwasser ist laut Definition Wasser das aus natürlichen Quellen austritt oder durch Bohrungen erschlossen wird und dessen Temperatur mehr als 20 °C beträgt (DHV, 2010). Wasservorkommen hydrothermalen Lagerstätten werden in der Regel mithilfe von mindestens zwei Bohrungen (Dublette) erschlossen. Über eine Produktionsbohrung wird das Wasser an die Erdoberfläche gefördert, wo es dann einer energetischen Nutzung zugeführt wird. Über eine Injektionsbohrung wird das Wasser in den genutzten Aquifer zurückgeführt. Bei einer solchen Nutzungsweise besteht die Gefahr der Auskühlung des Reservoirs. Um diesen Effekt zu vermeiden sollte der Abstand im Zielhorizont zwischen den Bohrungen zwischen 1-2 km betragen (Paschen, Oertel, & Grünwald, 2003).

Hydrothermale Lagerstätten mit einer Temperatur von unter 100 °C können zu Heizzwecken genutzt werden. Ein Wärmetauscher entzieht dem geförderten Thermalwasser geothermische Energie. Diese Energie wird dann beispielsweise über ein Wärmenetz zu Heizzwecken genutzt. Je nach erforderlichem Temperaturniveau der Wärmenutzung ist ein Temperaturhub

mittels einer Wärmepumpe notwendig. Auf die Funktionsweise einer Niedertemperaturwärmernutzung mittels Wärmepumpe wird in Kapitel 6.5.3 eingegangen.

Thermalwassertemperaturen ab ca. 100 °C können mittels spezieller Dampfkraftprozesse zur Stromproduktion genutzt werden. Dazu werden Verfahren wie der Organic Rankine Cycle (ORC) oder das Kalina Verfahren eingesetzt. Auf die Stromerzeugungsverfahren wird in Kapitel 6.5.3 genauer eingegangen.

Für die Stromproduktion ist bei hydrothermalen Lagerstätten neben der Temperatur eine ausreichende Schüttung erforderlich. Als Schüttung wird die nachhaltig über einen längeren Zeitraum förderbare Wassermenge pro Zeiteinheit bezeichnet. Für die Stromproduktion sollte die Schüttung mindestens 14 l/s betragen (Paschen, Oertel, & Grünwald, 2003). Aufgrund der meist relativ geringen standortbezogenen Kenntnisse über den Untergrund besteht ein sogenanntes „Fündigkeitsrisiko“ bezüglich der Schüttung und der Temperatur. Während die Temperatur meist näherungsweise abgeschätzt werden kann, sind Aussagen über Wasservorkommen in großer Tiefe schwer zu treffen. Aufwendige Explorationsmaßnahmen senken das Fündigkeitsrisiko. Je nach Wirtschaftlichkeitsüberlegungen des Betreibers variieren die Werte, ab wann eine Bohrung als „fündig“ bezeichnet werden kann.

Sind die hydraulischen Parameter des Reservoirs unzureichend, besteht die Möglichkeit ein Enhanced Geothermal System (EGS) zu schaffen. Dazu werden Stimulationsmaßnahmen wie z. B. „hydraulic fracturing“ eingesetzt, um die hydraulischen Eigenschaften des Reservoirs zu verbessern. Oft wird dadurch versucht die Zirkulationsrate zwischen Produktions- und Injektionsbohrung zu verbessern. Abbildung 6-22 zeigt ein Schema des Heizkraftwerkes in Landau.

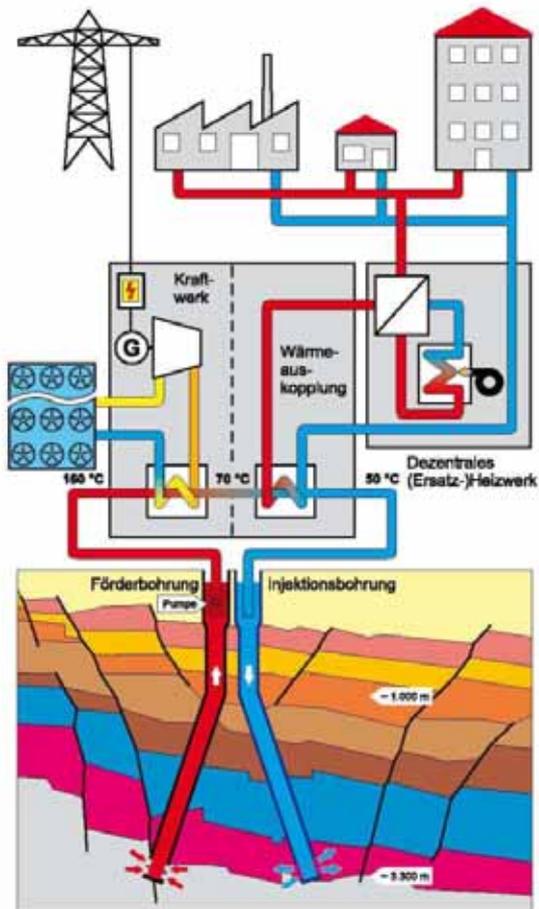


Abbildung 6-22 Geothermisches Heizkraftwerk in Landau
Quelle: (geo x GmbH, 2011)

Petrothermale Systeme

Petrothermale Systeme (oder Hot dry Rock-Systeme (HDR)) nutzen die hohe Temperatur (150-250 °C) der kristallinen Gesteine (Gneis oder Granite) in großen Tiefen (um 5.000 m) (PK TG, 2007). Petrothermale Lagerstätten (Hot dry Rock) können ausschließlich mithilfe von Stimulationsmaßnahmen erschlossen werden. Wasservorkommen sind dort sehr selten und oft nicht in ausreichender Menge vorzufinden. Hier ist es denkbar mittels Verpressen von Wasser unter hohem Druck in die Injektionsbohrung (hydraulic fracturing) ein künstliches Rissystem zu erzeugen, das als künstlicher Wärmetauscher dient und die Fluidwegsamkeiten erhöht. In diesen künstlich geschaffenen Wärmetauscher wird nun mittels Injektionsbohrungen Wasser verpresst. Über eine oder mehrere Produktionsbohrungen wird das erhitze Wasser zu Tage gefördert.

Bei petrothermalen Systemen wird die geothermische Energie üblicherweise primär zur Stromerzeugung genutzt (PK TG, 2007). Auch hier sollte es zur Optimierung eines wirtschaftlichen Betriebs möglich sein, einen größtmöglichen Teil der Georestwärme zu vermarkten. Petrothermale Systeme sind damit standortunabhängig erschließbar. Es besteht kein „Fündigkeitsrisiko“ wie bei hydrothermalen Systemen. In Deutschland ist noch kein petrothermales System im näheren Sinn realisiert. 95 % der verfügbaren geothermischen Energie entfallen auf kristalline Gesteine (Paschen, Oertel, & Grünwald, 2003). Damit können Hot dry Rock Systeme in Zukunft eine interessante Möglichkeit zur Erschließung geothermischer Energie darstellen. Diese Technologie befindet sich noch in der Entwicklungs- und Erprobungsphase. Es existiert nahezu keine Praxiserfahrung. Daher wird bei der nachfolgenden Potenzialanalyse das Potenzial dieser Technik nicht berücksichtigt.

Tiefe Erdwärmesonden

Tiefe Erdwärmesonden bilden eine Sonderform der tiefen Geothermie und werden in der Regel nur zur Wärmenutzung (ohne Stromerzeugung) eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein geschlossenes System, welches die geothermische Energie in der Regel aus 400 - 1.000 m Tiefe fördert (GTV, 2011-3).

Innerhalb der Erdwärmesonde zirkuliert ein Wärmeträgermedium (meist Wasser oder Sole) welches die Wärme der umliegenden Gesteinsschichten aufnimmt und sie zur Oberfläche transportiert. Es besteht kein direkter Kontakt zwischen Wärmeträgermedium und dem umliegenden Erdreich. Das Wärmeträgermedium kann meist nur eine Temperatur weit unter der des umgebenden Gesteins annehmen (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003). Sie können nur zur Wärmeversorgung eingesetzt werden (PK TG, 2007). Technisch gesehen können Tiefe Erdwärmesonden aufgrund ihrer geschlossenen Bauweise überall eingesetzt werden. In hydrogeologisch kritischen Gebieten, wie zum Beispiel Trinkwasserschutzgebieten können rechtliche Hemmnisse auftreten (MUFV, 2007). Hier ist im Einzelfall zu prüfen, ob aus ökologischer Sicht eine Tiefe Erdwärmesonde errichtet werden kann.

Stromerzeugung

Sowohl hydrothermale wie auch petrothermale Systeme können zur Stromproduktion genutzt werden. Bei Niedrigenthalpielagerstätten müssen dazu Verfahren – die auf sogenannten Kältemitteln basieren – eingesetzt werden.

Das verbreitetste Verfahren ist der Organic Rankine Cycle (ORC). Hier zirkuliert ein Arbeitsmittel mit vergleichsweise niedrigem Siedepunkt (z. B. Pentan) innerhalb des Systems. Damit hat das Arbeitsmittel bei vergleichbarer Temperatur auch einen höheren Dampfdruck als Wasser, was somit eine Verstromung möglich macht. Abbildung 6-23 zeigt ein Schema eines ORC Prozesses.

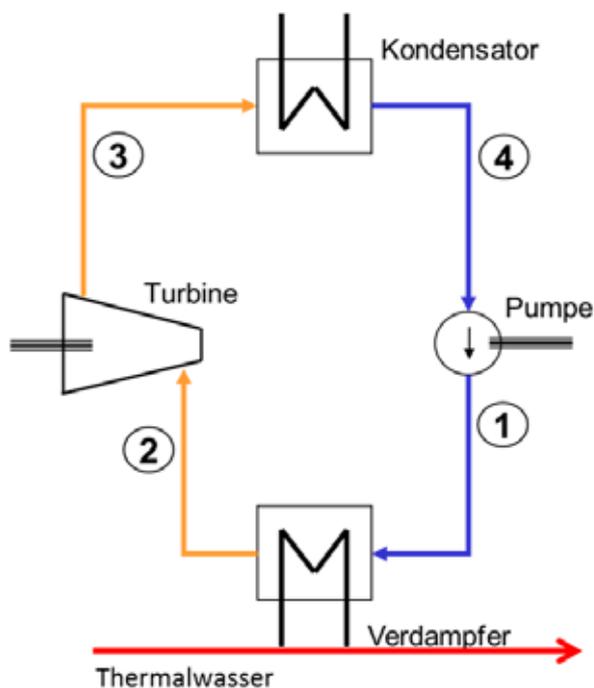


Abbildung 6-23 Schema ORC-Prozess

Quelle: (Simon, 2010)

Im Verdampfer wird das Arbeitsmittel durch das Thermalwasser verdampft und durchläuft dann den Dampfkraftprozess. Der Wirkungsgrad eines ORC-Prozesses ist also abhängig von der Temperaturspreizung zwischen Verdampfer- und Kondensationstemperatur des Arbeitsmittels. Neben einer hohen Thermalwassertemperatur ist es also erstrebenswert die Kondensationstemperatur möglichst niedrig zu halten um den Wirkungsgrad zu erhöhen. In der Regel liegt der Wirkungsgrad von ORC-Anlagen bei ca. 10-13 %.

Ein weiteres spezielles Dampfkraftverfahren ist der Kalina-Prozess. Hier wird ein Wasser-Ammoniak-Gemisch eingesetzt. Bei der Verdampfung entsteht ein ammoniakreicher Dampf der die Turbine antreibt. Es existieren wenige Langzeiterfahrungen mit diesem Verfahren. Der Wirkungsgrad liegt im Vergleich zum ORC-Prozess ca. 10-60 % höher (GTV, 2011-2). Nachteile sind die erhöhten Sicherheitsanforderungen bei dem Einsatz von Ammoniak.

Für einen wirtschaftlich optimalen Betrieb des geothermischen Kraftwerkes sollte darauf geachtet werden, eine größtmögliche Menge der Georestwärme zu vermarkten (Heizkraftwerk). Daher ist bei der Standortwahl eines geothermischen Kraftwerkes neben den geologischen Gesichtspunkten darauf zu achten, dass eine möglichst geeignete Wärmesenke zur Verfügung steht.

Planung und Ablauf eines Tiefengeothermieprojekts

Die Realisierung eines Tiefengeothermieprojekts ist, im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieanlagen, sehr komplex und langwierig. Standortspezifische Aussagen lassen sich ohne aufwendige Untersuchungen nicht treffen.

Im Folgenden wird das Vorgehen bei Projekten der tiefen Geothermie beschrieben, um einen Überblick zu geben, welche Maßnahmen nötig sind Erdwärme in großer Tiefe zu erschließen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei bei hydrothermalen Systemen. Der Ablauf eines Tiefengeothermieprojekts kann in vier verschiedene Phasen unterteilt werden (TSB, 2010):

- Vorerkundungsphase
- Explorationsphase
- Reservoirerschließungsphase
- Planungs-, Bau- und Betriebsphase.

In der Vorerkundungsphase wird das vorhandene Datenmaterial (Daten seismischer Messungen oder Bohrungen) im Untersuchungsgebiet aus geologischer Sicht mit Bezug auf die Nutzung geothermischer Energie grob bewertet. Gegebenenfalls können zu diesem Zeitpunkt technisch/wirtschaftliche Vorstudien mit Bezug auf die Wärmevermarktung durchgeführt werden. Sind die Ergebnisse aus geologischer Sicht positiv kann mit der Explorationsphase und damit der Aufsuchung der Erdwärme begonnen werden. Da es sich bei Erdwärme um einen bergfreien Bodenschatz (§ 3 Absatz 3 Satz 2 (BBergG, 2009)) handelt, wird zur Aufsuchung eine Aufsuchungserlaubnis nach § 7 (BBergG, 2009) benötigt.

Im ersten Explorationsschritt werden die vorhandenen Daten genauer betrachtet und interpretiert. Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden innerhalb des Konzessionsfeldes geophysikalische Explorationsmaßnahmen wie Seismik, Gravimetrie oder Magnetotellurik durchgeführt. Für jedes dieser Vorhaben muss ein Aufsuchungsbetriebsplan nach § 51 (BBergG, 2009) aufgestellt werden.

Nebenher ist es empfehlenswert konkretere technisch/wirtschaftliche Machbarkeitsstudien durchzuführen wobei der Fokus vor allem auf die Ermittlung geeigneter Wärmesenken gelegt werden sollte (TSB, 2010).

Sind die Ergebnisse der geophysikalischen Exploration vielversprechend kann mit der Planung einer Probebohrung begonnen werden. Dabei sollten geologische und technisch/wirtschaftliche Standortdaten zur Festlegung eines optimalen Standortes überschritten werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den geologischen Parametern.

Nach Niederbringung der Probebohrung werden hydraulische und hydrochemische Tests innerhalb des Bohrloches durchgeführt. Gegebenenfalls müssen Stimulationsmaßnahmen eingesetzt werden. Wenn die Ergebnisse der Bohrlochtests zufriedenstellend sind kann mit der Reservoirerschließungsphase begonnen werden (TSB, 2010). Rechtlich gesehen gehört diese noch zur Aufsuchung nach § 7 (BBergG, 2009). Anhand der Ergebnisse aus der Explorationsphase wird hier der Standort der zweiten Bohrung festgelegt. Nach der Niederbringung der zweiten Bohrung wird ein Zirkulationstest zwischen den Bohrungen durchgeführt, gegebenenfalls muss auch hier stimuliert werden.

Sind alle Ergebnisse positiv kann mit der Planungs-, Bau- und Betriebsphase begonnen werden. Um die Erdwärme gewinnen zu können wird ein Bergrechtliche Bewilligung nach § 8 (BBergG, 2009) benötigt. Das Antragsverfahren wird in § 12 (BBergG, 2009) geregelt. Des Weiteren ist ein Betriebsplan nach § 51 (BBergG, 2009) aufzustellen. Zur Errichtung der geothermischen Anlage ist eine Baugenehmigung nach § 34 oder 35 (BauGB, 2004) erforderlich.

Nach der Planung und Ausschreibung kann der Bau der Anlage beginnen. Ist der Probebetrieb erfolgreich abgeschlossen kann der Dauerbetrieb aufgenommen werden.

Kosten und Vergütungssätze

Die erforderlichen Investitionskosten für ein Projekt im Bereich der tiefen Geothermie sind schwer abzuschätzen insbesondere da sie teilweise abhängig von örtlichen Gegebenheiten und von schwankenden Preisen auf Weltmärkten sind. Die Kosten für die Vorerkundung und Explorationsmaßnahmen liegen in einem Bereich von ca. 1-2 Mio. € (von Dobschütz & Reif, 2009).

Der kostenintensivste Punkt bei einem tiefengeothermischen Projekt sind die Tiefbohrungen. Diese schwanken deutlich und schlagen mit ca. 2.000 € pro Bohrmeter zu Buche (IEU, 2007). Die Anlagenkosten hängen von der geplanten Leistungsgröße des Heizkraftwerkes ab.

Die Stromerzeugung aus tiefengeothermischen Anlagen wird durch das EEG gefördert (EEG, 2012). Der Fördersatz beträgt nach § 28 25 Ct/kWh_{el} (EEG, 2012). Wird Strom aus petrothermaler Technik gewonnen steigt die Förderung um 4 Ct/kWh_{el} (EEG, 2012). Die Degression beginnt im Jahr 2008 und beträgt 5 % pro Jahr (§ 20 Abs.2 Nr. 5 (EEG, 2012)).

Über das Marktanreizprogramm (MAP) werden vor allem Vorhaben zur thermischen Nutzung gefördert (MAP, 2011). Die Förderung liegt bei 200 €/kW_{th} und ist auf ein Maximum von 2 Mio. € begrenzt. Im Bereich der oberflächennahen Geothermie werden vor allem effiziente Wärmepumpen im Bestand gefördert (MAP, 2011). Bohrungen im Bereich der Tiefengeothermie werden je nach Bohrtiefe mit 375 bis 700 €/m gefördert (MAP, 2011). Mit dem Förderbaustein „Mehraufwendungen bei Tiefbohrungen“ werden Mehraufwendungen gegenüber der Planung abgedeckt.

Das Kreditprogramm „Fündigkeitsrisiko Tiefengeothermie“ ist bei hydrothermalen Projekten interessant. Hier können bis zu 80 % der Bohr- und Stimulationskosten finanziert werden und bei Nichtfündigkeit beträgt die Haftfreistellung bis zu 100 %.

6.5.2 Potenziale der Tiefengeothermie

Für die Tiefengeothermie lassen sich standortspezifische Aussagen zur Eignung nur sehr schwer treffen. Die geologischen Verhältnisse im tiefen Untergrund sind nur in seltenen Fällen bekannt. Aufschluss darüber können Daten vorliegender Bohrungen oder seismischer Untersuchungen („Altseismiken“) liefern. In Gebieten wie beispielsweise dem Norddeutschen Becken ist die Datenlage sehr gut, da hier in großem Umfang nach Bodenschätzen (vor allem Kohlenwasserstoffe) gesucht (exploriert) wurde. In den meisten Fällen ist die Datenlage jedoch deutlich schlechter als im Norddeutschen Becken. Aufgrund dessen lassen sich selten quantifizierbare Aussagen zu geothermischen Bedingungen im tiefen Untergrund treffen. Vor der Errichtung eines Geothermie-Standortes sind also immer standortspezifische Untersuchungen durchzuführen

Sehr grobe Aussagen können mithilfe der Temperaturkarten des tiefen Untergrunds des Leibnitz Institutes für angewandte Geophysik (LIAG, 2011) getroffen werden. Diese wurden anhand der Daten von abgeteufte Bohrungen (Industrie- oder Forschungsbohrungen) erstellt. Der Großteil der Temperaturdaten stammt aus Explorationsbohrungen der Kohlenwasserstoffindustrie. Abbildung 6-24 zeigt die Temperaturverteilung in Deutschland in einer Tiefe von 2.000 Metern. Die weißen Punkte kennzeichnen Bohrungen, die als Datengrundlage herangezogen wurden.

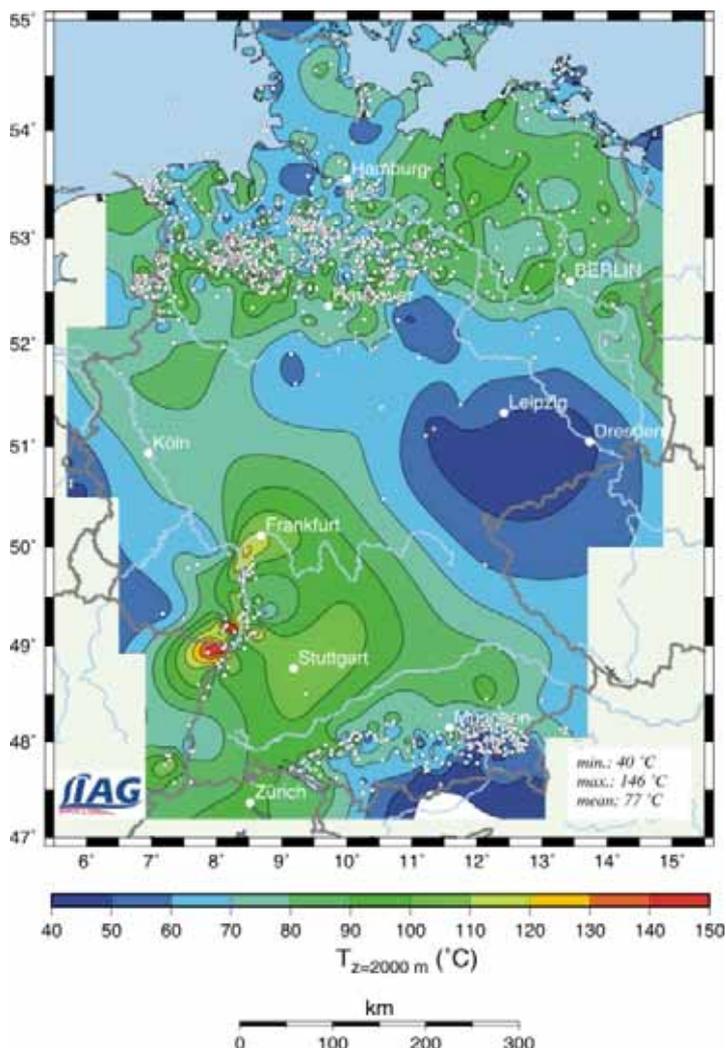


Abbildung 6-24 Temperaturverteilung in 2.000 m Tiefe in Deutschland (LIAG, 2011)

Nach dieser Karte befinden sich die höchsten Temperaturen im Bereich des Oberrheingraben. Um eine bessere Übersicht zu erhalten, wird der Kartenausschnitt um das Untersuchungsgebiet vergrößert. Abbildung 6-25 zeigt diesen Ausschnitt.

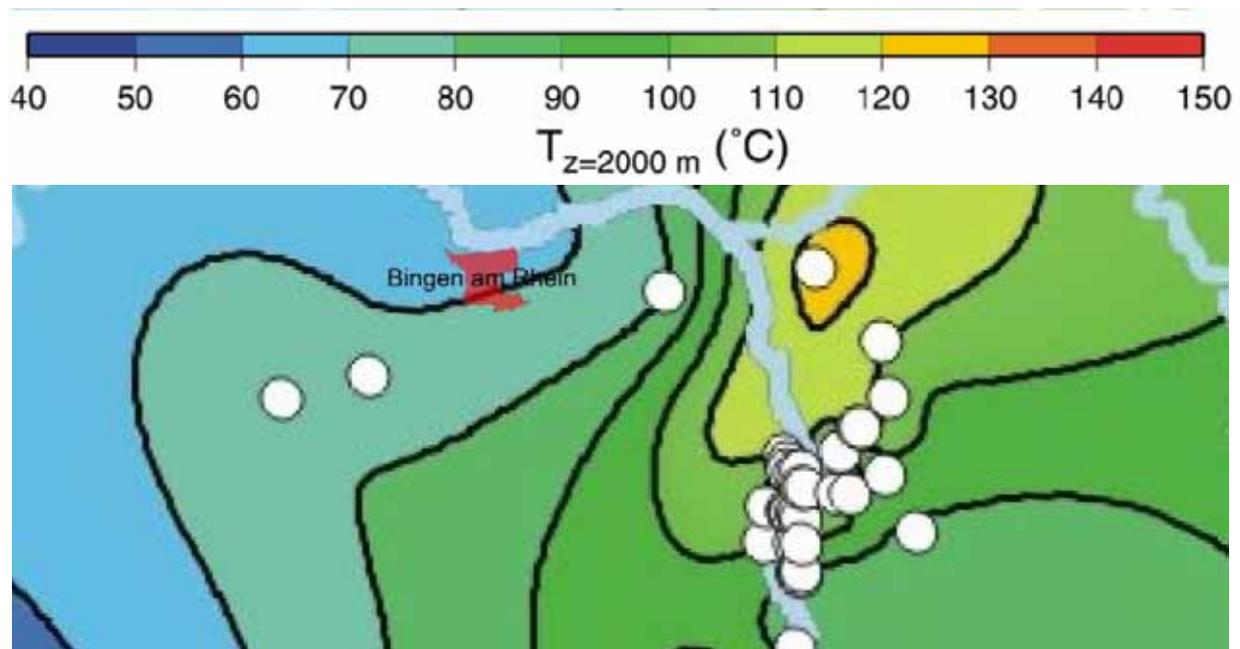


Abbildung 6-25 Ausschnitt Temperaturfeld in 2.000 m Tiefe
(verändert nach (LIAG, 2011))

Im Bereich der Stadt Bingen ist nach (LIAG, 2011) in 2.000 m Tiefe eher mit einer durchschnittlichen Temperatur von ca. 70 °C zu rechnen. Allerdings sieht man anhand der eingezeichneten Bohrungen auf der Karte (weiße Punkte), dass im Bereich um die Stadt Bingen sehr wenige Daten (Bohrpunkte) vorliegen.

Neben der Temperatur ist zur Erstellung eines hydrothermalen Systems das Wasservorkommen (Aquifer) in geeigneter Tiefe (Eignung aufgrund vorliegender Temperaturen) die wichtigste Voraussetzung. Nach heutigem Stand gibt es in Deutschland drei Gebiete, die hierfür besonders geeignet sind. Das Molassebecken in Süddeutschland, das Norddeutsche Becken und der Oberrheingraben (Paschen, Oertel, & Grünwald, 2003). Diese Aquifere bestehen aus porösem Sedimentgestein. Im Oberrheingraben kommen vor allem Buntsandstein oder Muschelkalkablagerungen in Betracht (Paschen, Oertel, & Grünwald, 2003). Allerdings kommen im nördlichen Teil des Oberrheingrabens Schichten mit „Rotliegend“-Sedimenten vor, welche im Norddeutschen Becken wasserführend sind und als geothermischer Erschließungshorizont dienen.

Abbildung 6-26 zeigt potentielle Gebiete mit hydrothermalen Lagerstätten anhand einer Karte des Leibniz Institutes für angewandte Geophysik.



Abbildung 6-26 Hydrothermale Vorkommen in Deutschland

Quelle: (LIAG, 2011)

Das Stadtgebiet Bingen liegt nach Abbildung 6-26 nicht in einem Bereich mit vermuteten hydrothermalen Ressourcen. Allerdings beruhen die Informationen dieser Karten wieder auf alten Explorationsmaßnahmen. In Gebieten, in denen weniger exploriert wurde, ist sehr wenig über die Gegebenheiten im tiefen Untergrund bekannt. Nachfolgend werden Daten, die für das Stadtgebiet Bingen relevant sein könnten, aufgeführt und beschrieben.

Das Stadtgebiet Bingen liegt an der Grenze zweier geologisch – tektonischer Einheiten, dem Mainzer Becken und dem Rheinischen Schiefergebirge. Beide haben eine unterschiedliche Geologie und damit auch unterschiedliche Möglichkeiten der Tiefengeothermischen Nutzung. Im Rheinischen Schiefergebirge ist die Temperatur in geothermisch relevanter Tiefe nach Abbildung 6-25 unterdurchschnittlich.

Es wird vermutet, dass im Mainzer Becken unterhalb der quartären und tertiären Ablagerungen „Rotliegendes“ zu finden ist (LGB, Landesamt für Bergbau und Geologie Rheinland-Pfalz: Geologie von Rheinland-Pfalz, 2005). Quartär und Tertiär sind erdgeschichtliche Zeiteinheiten die innerhalb des Känozoikums (65 Mio. Jahre bis heute) zusammengefasst werden können. Stratigraphische Gliederungen ordnen verschiedene Schichtungen zeitlich ein.

Bei Sedimentgestein kann so eine Aussage über den Zeitpunkt der Ablagerung getroffen werden. Rotliegendes gehört zur Zeiteinheit des Perm, wurde also vor 286-245 Mio. Jahren abgelagert. Damit Rotliegend-Sedimente für eine geothermische Nutzung interessant sind, müssen innerhalb der Sedimente Gesteinsarten mit einer hohen Permeabilität vorhanden sein wie z. B. Sandsteine oder Konglomeratgestein. Rotliegend-Sedimente können also ein für die tiefengeothermische Nutzung interessanter Horizont sein. Es treten allerdings stark variierende Durchlässigkeitsunterschiede auf (Sass & Bär, 2008).

Die Bohrung OLM 1 in Nieder-Olm hat ihre Endteufe bei 3.068 m noch im Unter-Rotliegenden (Habicht, 1966). Daher kann keine genaue Aussage über die Mächtigkeit dieser Schicht getroffen werden. Weiter kann nicht bewertet werden, ob das Rotliegend-Gestein im Mainzer Becken homogen verteilt in ausreichender Tiefe vorkommt.

Im Bereich der Bohrung OLM 1 wurde ein geothermischer Gradient von etwa 43 K/km festgestellt (Herr, 2007). Damit herrscht in 3.000 m eine Temperatur von ca. 140 °C, was zur Stromproduktion ausreichen würde. Kenntnisse über das Vorhandensein geeigneter Wasservorkommen sind jedoch nicht vorhanden. Ob das Rotliegende positive Eigenschaften mit Bezug auf geothermische Nutzungsmöglichkeiten aufweist kann nicht gesagt werden.

Eine Übertragbarkeit des vergleichsweise geeigneten Temperaturgradienten der Bohrung OLM 1 auf weitere Gebiete des Mainzer Beckens und das Gebiet der Stadt Bingen ist nicht möglich, die vorliegende Temperatur stellt vielmehr nur einen ersten positiven Anhaltspunkt dar.

Um eine abschließende Aussage über Möglichkeit hydrothormaler Nutzung im Stadtgebiet Bingen zu machen sind weitere geologische Untersuchungen und Explorationsmaßnahmen notwendig.

Die Geothermie Kraftwerke GmbH ist Inhaber eines Erlaubnisfeldes nach § 7 (BBergG, 2009) für die Aufsuchung tiefengeothermischer Energie. Das Untersuchungsgebiet liegt in Teilen im Stadtgebiet Bingen (GTK, 2011).

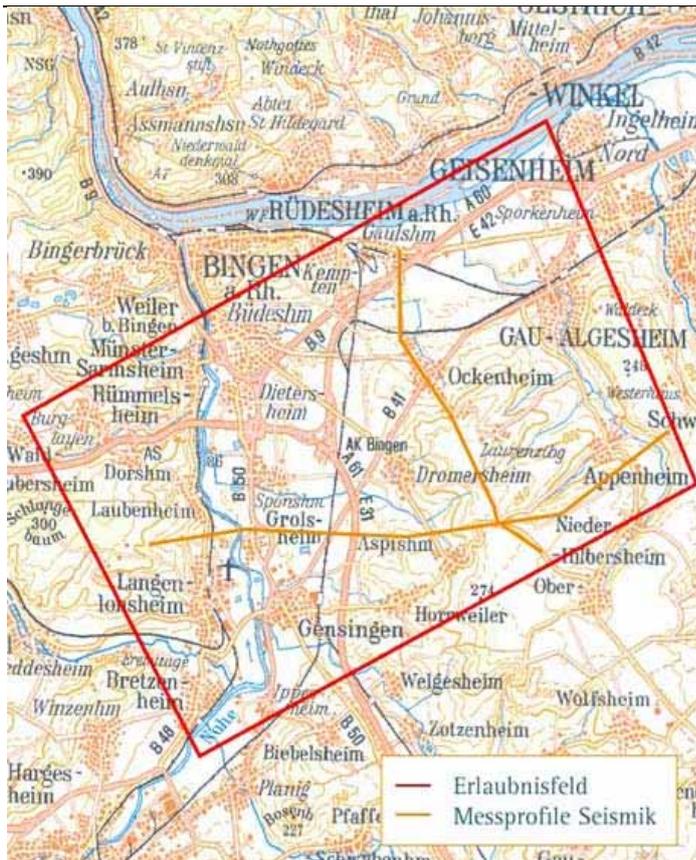


Abbildung 6-27 Lage Erlaubnisfeld Gau Algesheim

Quelle: (GTK, 2011)

Innerhalb des Feldes werden seismische Untersuchungen durchgeführt um ein plastisches Bild des Untergrundes zu erzeugen (GTK, 2011). Da kaum Daten von Altseismiken oder vorhandenen tieferen Bohrungen existieren spricht man hier von „Greenfield Exploration“.

Mit diesen Ergebnissen könnte es möglich sein eine genauere Abschätzung über hydrothermale Nutzungsmöglichkeiten zu treffen.

Weitere Explorationsmaßnahmen (beispielsweise Seismiken, Gravimetrie, Magnetotellurik) oder Probebohrungen können die Datenlage erheblich verbessern.

Petrothermale Systeme können, mit entsprechender Bohrtiefe, überall erstellt werden. Allerdings herrschen kaum Praxiserfahrungen in diesem Bereich. Diese Technologie steckt noch in der Forschungsphase.

Tiefe Erdwärmesonden sind aufgrund ihrer geschlossenen Bauweise theoretisch überall einsetzbar. Auf Seiten der Schüttung besteht kein Fündigkeitsrisiko.

Klimarelevanz von Tiefengeothermischen Anlagen

Aus den beschriebenen Erkenntnissen zum tiefengeothermischen Potenzial kann kein quantifiziertes Klimaschutzpotenzial abgeleitet werden. Zur Orientierung und zur Einordnung der Technik wird daher das CO₂e-Emissionsminderungspotenzial am Beispiel des geothermischen Heizkraftwerks in Landau in der Pfalz näherungsweise angegeben.

Die technischen Daten des Kraftwerkes sind in
Tabelle 6-31 zusammengefasst.

Tabelle 6-31 Technische Daten Landau

Quelle: (Hitschler, 2010)

		Landau
Betreiber		geo-x GmbH
Bohrtiefe	m	Bohrung 1 : 3.300 Bohrung 2 : 3.170
Thermalwassertemperatur an der Oberfläche	°C	160
Schüttleistung im Betrieb	l/s	50-70
elektr. Leistung	MW _{el}	3,6
elektr. Arbeit	MWh _{el} /a	22.800

Im Jahr 2007 wurde eine „Machbarkeitsstudie zur optimierten Wärmenutzung des Geothermiekraftwerkes Landau“ von der Transferstelle Bingen erarbeitet (TSB, 2007). Bei optimaler Wärmenutzung kann eine Wärmeenergie von ca. 11.000 kWh_{th}/a vermarktet werden und damit ein Erdgasverbrauch von ca. 13.000 kWh_{HS}/a vermieden werden (TSB, 2007). Bei der Ermittlung der klimarelevanten Emissionen wurde von einer optimierten Wärmevermarktung ausgegangen.

Die Emissionskennwerte wurde mit der Datenbank von GEMIS (GEMIS 4.6) ermittelt. Bei dem geothermischen Heizkraftwerk wurden die Emissionen hauptsächlich auf die Stromproduktion bezogen. Der Großteil der für die Wärmebereitstellung aufzuwendenden CO_{2e} Emissionen sind der Stromerzeugung zugerechnet (insbesondere Förder- und Injektionspumpe und Luftkühlwerk). Verglichen wurden die anfallenden Emissionen bei äquivalenter elektrischer Arbeit unter Nutzung des deutschen Strommixes und für die Wärmebereitstellung wurde von einer Erdgasnutzung ausgegangen. In Abbildung 6-28 sind die klimarelevanten Emissionen für die geothermische Anlage in Landau und für eine konventionelle Energieversorgung dargestellt.

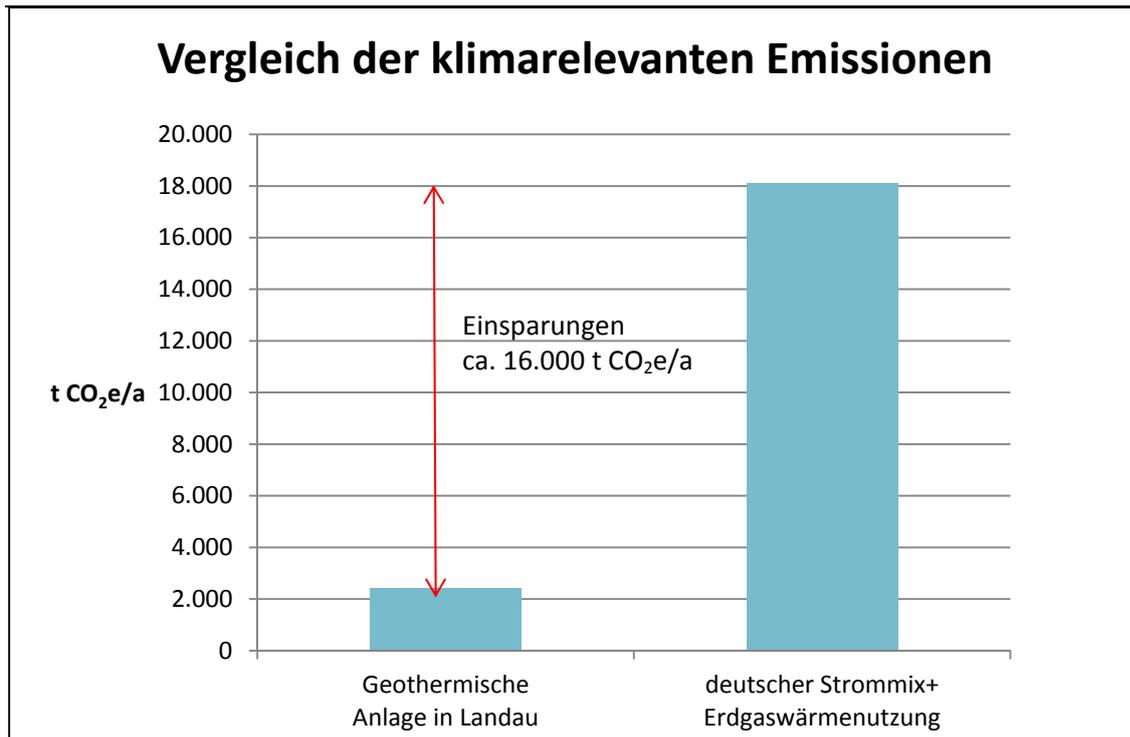


Abbildung 6-28 Vergleich CO₂e Emissionen Geothermie und Konventionell

Bei einer optimalen Wärmevermarktung können bis zu ca. 16.000 t CO₂e/a Emissionen eingespart werden.

6.5.3 Oberflächennahe Geothermie

Die Nutzung von Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 m wird unter dem Begriff oberflächennahe Geothermie zusammengefasst (PK TG, 2007). In diesem Anwendungsbereich wird Erdwärme auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau erschlossen (< 20 °C). Diese kann zur Gebäudeheizung oder -kühlung eingesetzt werden. Üblicherweise besteht ein System zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie aus drei Elementen: Wärmequellenanlage, Wärmepumpe und Wärmesenke (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003).

Systeme zur Nutzung von Oberflächennaher Erdwärme

Wärmequellenanlagen

Wärmequellenanlagen können als geschlossene oder offene Systeme ausgeführt werden. Geschlossene Systeme können vereinfacht in horizontal verlegte Erdwärmekollektoren und vertikale Erdwärmesonden unterschieden werden. Bei beiden Varianten zirkuliert ein Wärmeträgermedium (meist ein Wasser-Frostschutzmittelgemisch, wird auch als Sole bezeichnet) innerhalb des Systems. Dieses entzieht dem Erdreich die Wärmenergie (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003).

Erdwärmekollektoren werden in geringer Tiefe (ca. 1-2 m unter der Erde) verlegt. Es ist darauf zu achten die Kollektoren unterhalb der Frostgrenze anzubringen. Ein Kollektorsystem hat einen vergleichsweise hohen Platzbedarf. Selbst bei energetisch sanierten Neubauten ist der Flächenbedarf immer höher als die zu beheizende Gebäudenutzfläche.

Der entscheidende Faktor für die Auslegung der Kollektorfläche ist die spezifische Entzugsleistung des Bodens. Sie reicht von 10 W/m² bei trockenem nicht bindigem Boden bis zu 40 W/m² bei wassergesättigtem Kies oder Sand (VDI 4640-2, 2001). Abbildung 6-29 zeigt ein Schema einer Erdwärmenutzung mittels Erdwärmekollektoren.

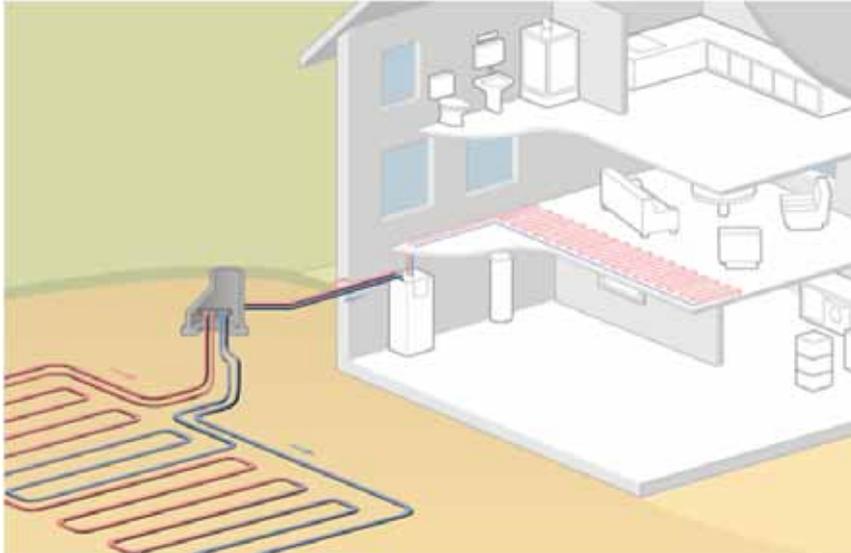


Abbildung 6-29 Erdwärmekollektoranlage

Quelle: (BWP, 2012)

Höhere spezifische Entzugsleistungen können grabenverlegte Kollektoren wie z. B. Künnettenkollektoren erreichen (Ochsner, 2007).

Erdwärmesonden zeichnen sich durch einen vergleichsweise geringen Platzbedarf aus. Bei dieser Art von System werden vertikale Erdsonden mittels Bohrungen ins Erdreich gebracht. Der Einsatz von Erdwärmesonden ist die am weitesten verbreitete Methode um Erdwärme zu erschließen. Je nach Wärmebedarf handelt es sich um eine oder mehrere Bohrungen bis üblicherweise 100 m tief abgeteuft. Jede Bohrung zur Gewinnung von Erdwärme über 100 m Tiefe unterliegt der Betriebsplanpflicht nach dem Bundesberggesetz (Altrock et al. , 2009).

Ab einer Tiefe von 15 m herrscht im Erdreich eine konstante Temperatur von ca. 15 °C (vgl. Abbildung 6-21). Erdwärmesondensysteme sind unabhängig von Witterungseinflüssen, da sie hauptsächlich Energie nutzen die aus dem terrestrischen Wärmestrom stammt. In den Wintermonaten, der Hauptheizsaison, findet jedoch eine gewisse Auskühlung des Bodens statt, da in der Regel mehr Wärme entzogen wird als aus dem Erdinneren nachströmt. Dieser Effekt ist bei der Auslegung der Sondenanlage zu beachten.

Erdwärmesonden eignen sich ebenfalls zur passiven Gebäudetemperierung. Diese Möglichkeit hat nicht nur einen angenehmen Komforteffekt sondern wirkt auch der Auskühlung des Bodens entgegen. Ein Schema einer Erdwärmesondenanlage wird in Abbildung 6-30 gezeigt.

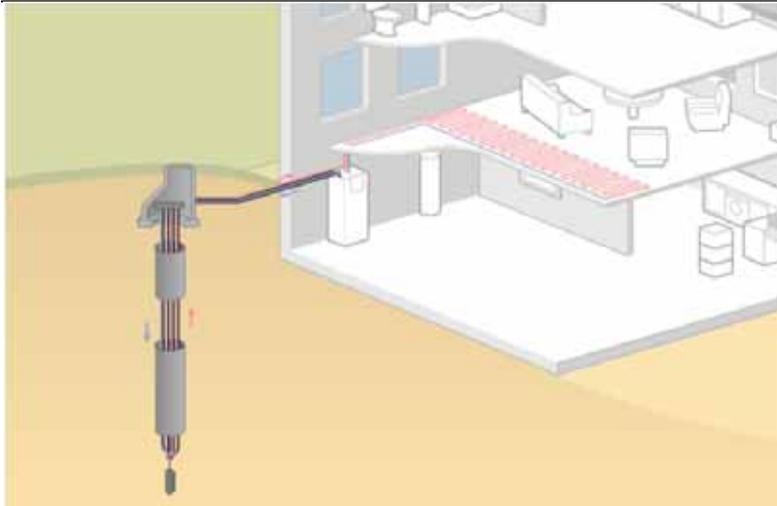


Abbildung 6-30 Erdwärmesonde

Quelle: (BWP, 2012)

Die benötigte Bohrtiefe ergibt sich aus der Wärmeleitfähigkeit und der daraus resultierenden Wärmeentzugsleistung des Bodens. Beide Parameter variieren mit der geologischen Schichtfolge, der Wassersättigung des Erdreiches und der Tiefe. Die VDI 4640 bietet Auslegungsmöglichkeiten für Anlagen $< 30 \text{ kW}_{\text{th}}$ über Tabellenwerte. Verschiedenen Gesteinsarten sind dort Wärmeleitfähigkeiten und Wärmeentzugsleistung zugeordnet. Diese Methode ist jedoch nur als erste Annäherung zu sehen. Wird diese Methode bei kleineren Objekten angewandt sind meist Sicherheitsaufschläge notwendig. Bei größeren Objekten ist es immer notwendig einen Fachplaner zu beauftragen.

Eine Auslegungsmöglichkeit für mehrere Erdsonden bietet ein „Thermal Response Test“ (TRT). Dieser Test wird anhand einer Testbohrung oder an einer ersten Bohrung eines Erdwärmesondenfeldes vorgenommen. In der Regel wird diese Bohrung im späteren Anlagenbetrieb genutzt. Mittels des TRT kann die effektive Wärmeleitfähigkeit λ_{eff} ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{K}$), die mittlere ungestörte Bodentemperatur und der Bohrlochwiderstand R_b ($\text{m}^{\circ}\text{K}/\text{W}$) bestimmt werden (VBI, 2009). Mithilfe dieser Parameter kann eine relativ genaue Auslegung des Sondenfeldes erfolgen.

Bei einem „enhanced Thermal Response Test“ (eTRT) werden Glasfasern innerhalb der Bohrung eingebracht. Mittels dieser faseroptischen Messung ist es möglich punktuelle, tiefenabhängige Messungen innerhalb des Bohrloches durchzuführen. Die Wärmeleitfähigkeiten für die verschiedenen geologischen Einheiten lassen sich also vergleichsweise genau bestimmen. Mit diesen Ergebnissen kann eine wesentlich feinere Auslegung des Sondenfeldes erfolgen.

Prinzipiell können, aus technischer Sicht, Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren standortunabhängig errichtet werden. Je nach geologischer Zusammensetzung des Untergrundes kann standortspezifisch die benötigte Bohrtiefe beziehungsweise die benötigte Kollektorfläche variieren.

Grundwasserbrunnen ermöglichen es Erdwärme mittels eines offenen Systems zu nutzen. Die Grundwassertemperatur liegt das ganze Jahr über konstant bei etwa $8 - 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Daher

arbeiten Wärmepumpen mit Grundwasser als Wärmequelle vergleichsweise effektiv (Ochsner, 2007).

Die Wärme kann hier direkt mit Grundwasser an die Oberfläche gefördert werden, (keine indirekte Wärmeübertragung wie bei einer Erdwärmesonde). Mittels eines Brunnens wird das Grundwasser zutage gefördert und anschließend zum Verdampfer der Wärmepumpe geleitet. Nach der energetischen Nutzung folgt eine Wiedereinleitung des Grundwassers mittels eines Schluckbrunnens.

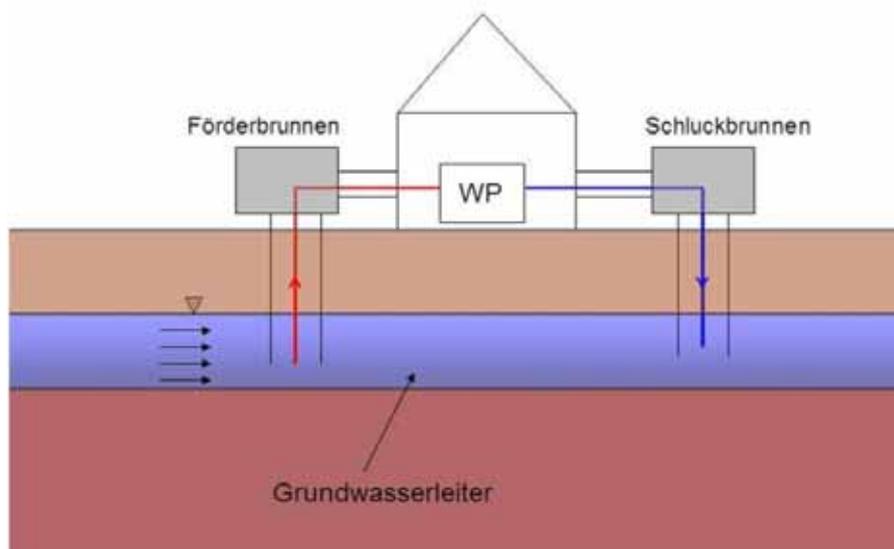


Abbildung 6-31 Erdwärmenutzung mittels Grundwasser

Es ist notwendig, ausreichend ergiebige Grundwasserleiter in nicht allzu großer Tiefe (max. ca. 15 m) vorzufinden. Überschlägig kann mit dem Kennwert 160 l/h je kW_{th} der Wasserbedarf ermittelt werden (Ochsner, 2007). Zu beachten ist, dass die Entnahme und das Wiedereinleiten von Grundwasser eine Benutzung gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 5 (WHG, 2009) ist. Daher sind Grundwassernutzungsanlagen immer genehmigungspflichtig.

Wärmepumpe

Die zweite Systemkomponente einer Anlage zur Erdwärmenutzung ist eine Wärmepumpe. Wärmepumpen entziehen einem Trägermedium (Grundwasser, Sole oder (Außen-)Luft) Wärme auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau und heben diese auf ein höheres Temperaturniveau. Man unterscheidet zwischen Kompressions- und Absorptionswärmepumpen. Da elektrisch angetriebene Kompressionswärmepumpen die am weitesten verbreitete Form der Wärmepumpe sind, wird auf das Funktionsprinzip dieser Art der Wärmepumpe eingegangen.

In Kompressionswärmepumpen zirkuliert ein Kältemittel, das bei sehr niedrigen Temperaturen verdampft. Am Verdampfer nimmt das Kältemittel die Erdwärme auf und wird dadurch verdampft. Über einen Verdichter werden der Druck (und damit auch die Temperatur des Arbeitsmittels) erhöht. Der Verdichter wird über einen Elektromotor angetrieben, der den we-

sentlichen Stromverbrauch einer Wärmepumpe aufweist. Am Kondensator gibt das Arbeitsmittel die Wärme an den Heizkreislauf ab und kondensiert. Über ein Expansionsventil wird das Arbeitsmittel entspannt (Druckreduktion), wieder abgekühlt, und erneut zum Verdampfer geführt. Zur Veranschaulichung zeigt ein Schema in Abbildung 6-32 einer solchen Anlage.

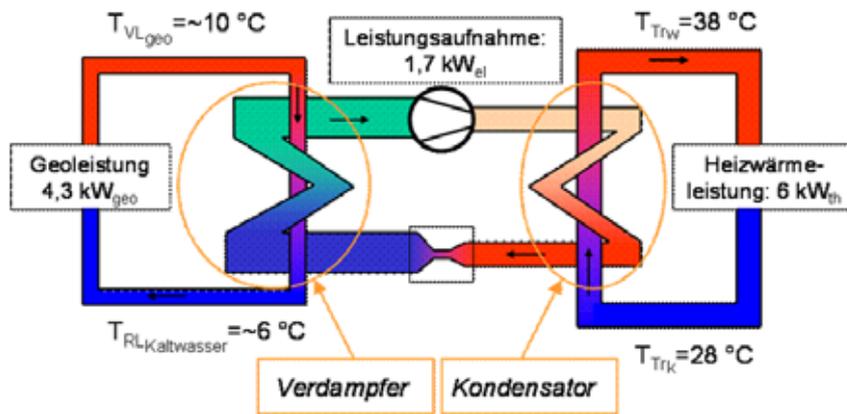


Abbildung 6-32 Schema Kompressionswärmepumpe

Entscheidend für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe ist der Stromverbrauch. Mit steigender Effizienz der Wärmepumpe (insbesondere abhängig von der Wärmequellen- und Senken- Temperatur) nimmt der Stromverbrauch ab. Die Effizienz einer Wärmepumpe kann durch verschiedene Kennziffern bewertet werden. Der *Coefficient of Performance* (COP, Leistungszahl) gibt das Verhältnis (bei genormten Betriebsbedingungen) des abgegebenen Nutzwärmestroms, bezogen auf die elektrische Leistungsaufnahme des Verdichters, und weiterer Komponenten an.

$$COP = \frac{\dot{Q}_{Nutz}}{P_{el}}$$

Ein COP von 4 bedeutet z. B., dass aus 1 kW_{el} (elektr. Leistung) und 3 kW_{geo} (Umweltwärmeleistung) 4 kW_{th} (Heizwärmeleistung) erzeugt werden. Je geringer der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ausfällt, desto günstiger ist die Leistungszahl. In Abbildung 6-33 wurde die Leistungszahl für verschiedene Heizsystemtemperaturen in Abhängigkeit von der Quellentemperatur aufgetragen.

Beispielhafte Leistungskurve einer Wärmepumpe

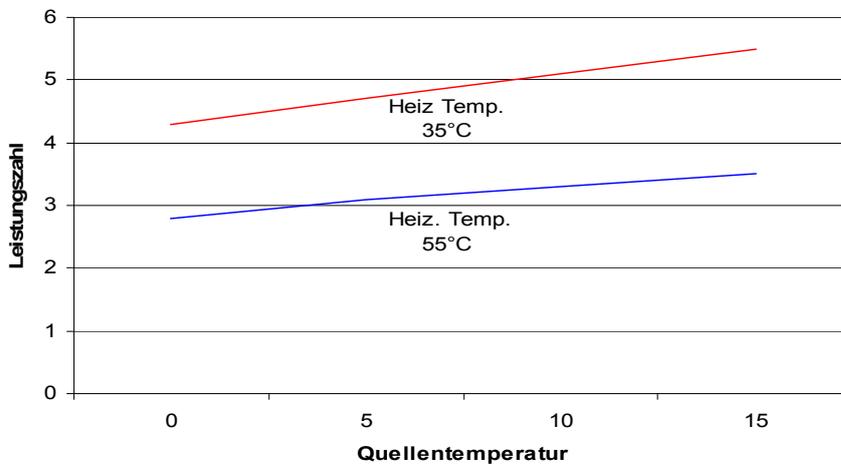


Abbildung 6-33 Beispielhafte Leistungskurve einer Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmequellen- und Senktemperatur. Werte basieren auf Herstellerangaben nach

Quelle: (Waterkotte, 2009)

Die rote Linie stellt eine Leistungskurve für eine Heizsystemtemperatur (Vorlauf) von 35 °C dar, die blaue Linie symbolisiert eine Leistungskurve für eine Systemtemperatur (Vorlauf) von 55 °C. Das Diagramm zeigt, dass bei einer geringeren Heizsystemtemperatur die Leistungszahlen bei gleicher Quellentemperatur immer höher sind, als die der höheren Heizsystemtemperatur.

Daher sind Wärmepumpen vor allem für energetisch optimierte Neubauten oder Altbauten mit Flächenheizsystem interessant, da diese eine niedrigere Vorlauftemperatur haben. Die Leistungszahl ist ein vom Hersteller der Wärmepumpen vorgegebener Kennwert und wurde unter Normbedingungen auf dem Prüfstand ermittelt. Sie definiert somit immer einen bestimmten Betriebspunkt.

Eine anwendungsbezogene Kennziffer für die Effizienz ist die Jahresarbeitszahl (β). Diese gibt das Verhältnis der abgegebenen Nutzwärme, bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit, für den Antrieb des Verdichters und der Hilfsantriebe (z. B. Solepumpe) über ein Jahr an (VDI 4640-1 , 2010).

$$\beta = \frac{W_{Nutz}}{W_{el}}$$

Da die Jahresarbeitszahl auf realen Betriebsbedingungen basiert, ist sie immer etwas kleiner als die Leistungszahl. Die Jahresarbeitszahl bewertet den Nutzen der eingesetzten elektrischen Arbeit und ist somit das entscheidende Kriterium für den wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe.

Wärmesenke

Das dritte Systemelement ist die Wärmesenke. Als Wärmesenke werden beispielsweise zu beheizende Gebäude, Wärmeverbrauch zur (Trink-)Wassertemperatur und Prozesse mit Wärmeverbrauch bezeichnet. Der für den Einsatz der Wärmepumpe ideale Verbraucher sollte einen relativ geringen Temperaturbedarf aufweisen, da so die Effizienz einer Wärmepumpe am höchsten ist. Zur Gebäudebeheizung eignen sich so vor allem Flächenheizungen, wie z. B. Wand- oder Fußbodenheizungen.

Es kommen vor allem Neubauten oder energetisch optimierte Altbauten in Frage. Zwar können moderne Wärmepumpen eine Heiztemperatur von bis zu 65 °C bereitstellen, jedoch ist die Effizienz dabei meist sehr gering, sodass der wirtschaftliche Betrieb einer Wärmepumpe oft erschwert ist.

Nach dem Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich müssen alle Neubauten einen gewissen Anteil ihres Wärmebedarfs mit Erneuerbaren Energien decken (§3 (EEWärmeG, 2011)). Bei Erdwärmenutzung sind dies 50 % (§ 5 Abs. 4 (EEWärmeG, 2011)). Bei einem Vergleich der Wirtschaftlichkeit einer Erdwärmenutzung mit einer konventionellen Beheizungstechnik (Erdgasbrennwertkessel) ist es sinnvoll, eine solarthermische Anlage zur Erfüllung der Anforderungen nach EEWärmeG mit zu betrachten. Diese muss mindestens 15 % des Jahreswärmeverbrauchs decken. Bei Wohngebäuden ist es ausreichend, eine vorgegebene Kollektorenfläche (Aperturfläche = 3...4 % der Nutzfläche) einzuhalten.

Bei Gebäuden mit passenden Eigenschaften für den Einsatz von Wärmepumpen muss im Einzelfall geprüft werden, ob der Einsatz von Erdwärme wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Investitionskosten zur Erstellung eines Heizsystems mit Erdwärmesonden liegen deutlich über denen konventioneller Systeme. Neubauten weisen bei Berücksichtigung der Erfordernisse der aktuellen Energieeinsparverordnung einen sehr niedrigen Wärmebedarf auf. Durch eine günstige Verbrauchssituation kleinerer Neubauten (beispielsweise Einfamilienhäuser) können mit der Erdwärme erzielte Verbrauchskosteneinsparungen die höheren Investitionen oft nicht ausgleichen. Daher amortisieren sich höhere Investitionen vor allem in Gebäuden mit höherem absolutem Wärmeverbrauch, im Neubaufall insbesondere in größeren Gebäuden.

Es besteht die Möglichkeit der Förderung von effizienten Wärmepumpen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2011). Eine elektromotorische Wärmepumpe gilt als effizient wenn sie bei Wohngebäuden eine Jahresarbeitszahl von 3,8 oder bei Nichtwohngebäuden eine Jahresarbeitszahl von 4 aufweist (MAP, 2011).

Geothermische Bedingungen im oberflächennahen Untergrund in Bingen

Geschlossene Systeme (Erdwärmesonden und Kollektoren) können aus geologischer Sicht standortunabhängig errichtet werden. Die benötigte Bohrtiefe oder Verlegefläche hängt von standortspezifischen Bedingungen ab. Die Wärmeleitfähigkeit λ (W/m*K) des Gesteins ist ein wichtiger Parameter für die Auslegung geschlossener Systeme. Ist das Erdreich wassergesättigt, ist die Wärmeleitfähigkeit deutlich erhöht.

Für offene Systeme (Grundwasserbrunnen) ist es notwendig, dass am Standort eine ausreichende förderbare Wassermenge in geringer Tiefe vorhanden ist. Erste Informationen über die oberflächennahe Geologie im Stadtgebiet Bingen bietet die geologische Übersichtskarte

von Rheinland-Pfalz (LGB, 2003). Dort sind die obertägig erschlossenen geologischen Einheiten dargestellt. Mithilfe von Tabellenwerten der (VDI 4640-1 , 2010), kann anhand der geologischen Einheiten eine erste Abschätzung der Wärmeleitfähigkeit getroffen werden. Die Geologie kann sich jedoch schon kleinräumig in geringen Tiefenlagen unterscheiden. Daher kann diese Methode nur als eine erste grobe Annäherung angesehen werden.

Für eine weitere Bewertung der Standorteignung der Erdwärmenutzung bietet das LGB Karten zur Wärmeleitfähigkeit und zur Wärmeentzugsleistung als Mapserveranwendung an (LGB , 2011-1). Weiter können auf dieser Mapserveranwendung die Grundwasserergiebigkeit, den Grundwasserflurabstand sowie eine Flächenkarte für den Wärmeentzug eingesehen werden. Diese Karte basiert auf über 1.500 landesweit verteilten, mindestens 100 m tiefen Bohrungen. Den Schichten wurden Werte für Wärmeleitfähigkeit und Wärmeentzugsleistung im trockenen und wassergesättigten Zustand zugewiesen. Unterteilt wurden die Schichten in verschiedene Tiefenintervalle: bis 40 Meter, bis 60 Meter, bis 80 Meter und bis 100 Meter. In der Mapserveranwendung können Informationen zu jedem Bohrpunkt abgerufen werden.

Die Karte in Abbildung 6-34 zeigt die mit roten Punkten markierten Bohrungen in der Nähe des Stadtgebietes Bingen.

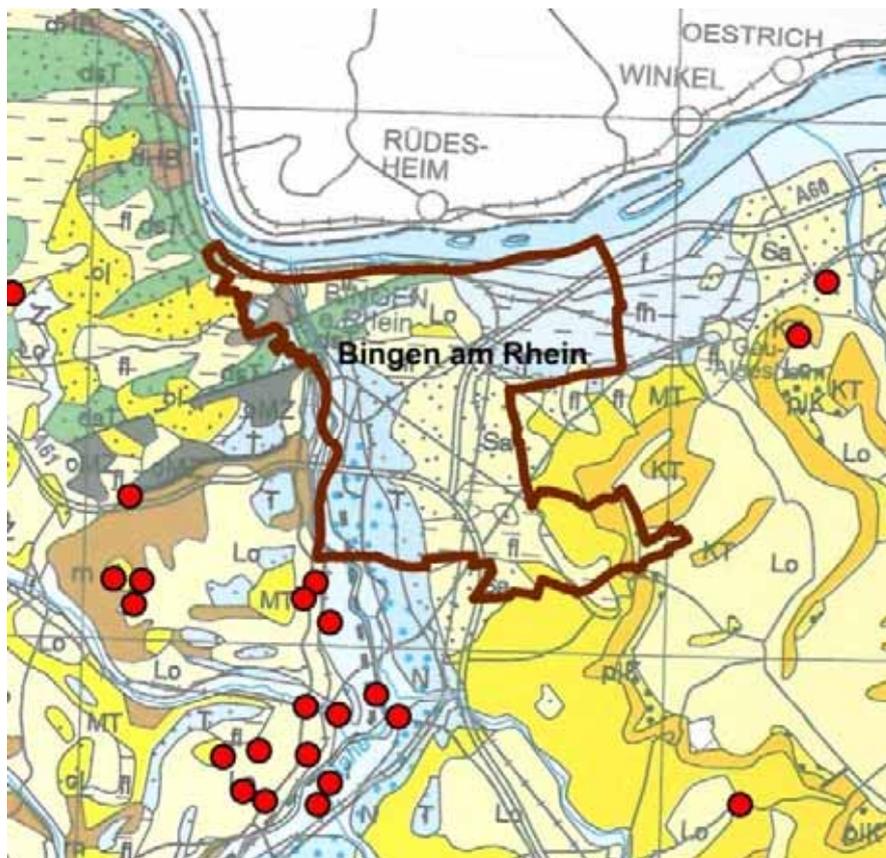


Abbildung 6-34 Geologische Übersichtskarte mit rot markierten Bohrungen über 100m (verändert nach (LGB, 2003) und (LGB , 2011-1))

Wie man an Abbildung 6-34 erkennen kann, existieren im Stadtgebiet Bingen keine Altbohrungen. Eine erste Abschätzung anhand der Bohrdaten der Mapserveranwendung kann also nicht getroffen werden. Das LGB stellt außerdem eine Flächenkarte für die Wärmentsugs-

leistung (LGB , 2011-1) zur Verfügung. Hier wurden jeder stratigraphischen Einheit die an den entsprechenden Bohrungen ermittelten Wärmeentzugsleistungen zugewiesen. Das heißt, dass alle Ergebnisse von Bohrungen in einer Stratigraphieeinheit zusammengefasst und gemittelt wurden. Dann wurden diese den geologischen Einheiten der geologischen Übersichtskarte zugeteilt.

Für die benötigte Bohrtiefe einer Erdwärme-Sondenanlage kann die Flächenkarte der Wärmeentzugsleistung nur als erster Anhaltspunkt dienen und ersetzt keine standortspezifische Untersuchung. Ein Profil einer Erdwärme-Sondenbohrung im Stadtgebiet Bingen wurde für diese Studie vom Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz zur Verfügung gestellt. Innerhalb der Bohrung bestand der Untergrund zum größten Teil aus Tonschiefer. Nach VDI 4640 kann die Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs mit 2,2 W/m*K im trockenen Zustand abgeschätzt werden (VDI 4640-1 , 2010).

Ein weiterer entscheidender Parameter ist die Wassersättigung des Bodens, da sich bei steigendem spezifischem Wassergehalt die Wärmeleitfähigkeit, und damit die mögliche Wärmeentzugsleistung verbessert. Hier können die Karten „Grundwasserergiebigkeit“ und „Grundwasserflurabstand“ des Landesamtes für Geologie und Bergbau eine grobe Orientierung geben.

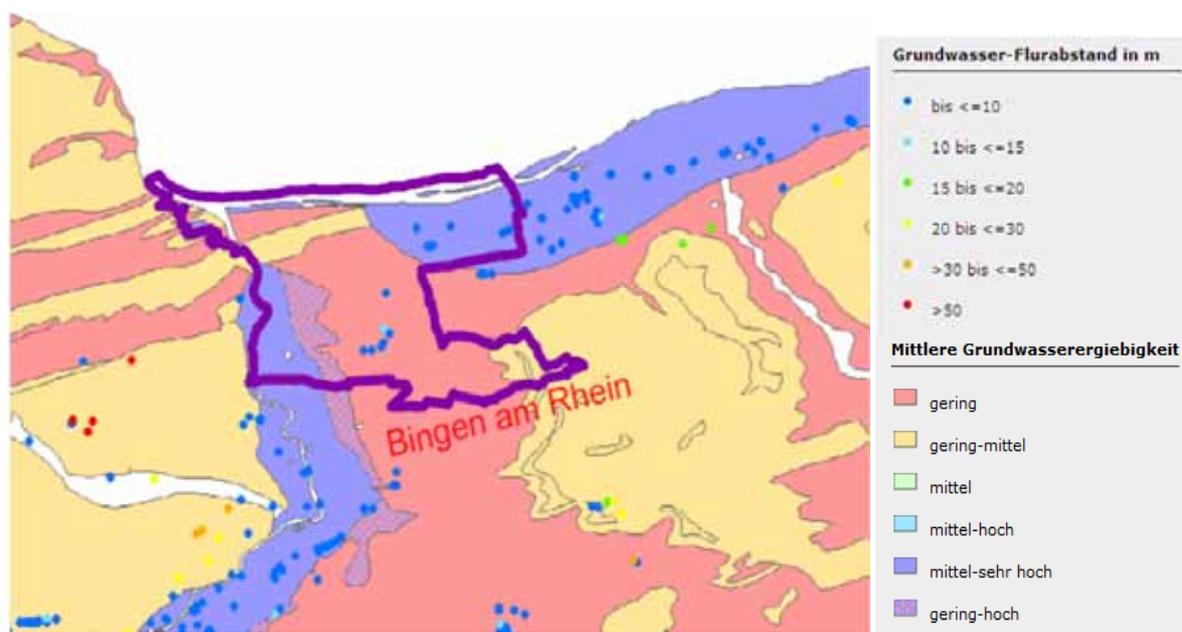


Abbildung 6-35 Grundwasserergiebigkeit im Stadtgebiet Bingen

Quelle: (LGB , 2011-1)

Die Punkte in der Karte in Abbildung 6-35 kennzeichnen Bohrpunkte. Anhand der Protokolle dieser Bohrungen wurden die Grundwasserflurabstände ermittelt und in die Karte eingetragen (LGB , 2011-1). Im Stadtgebiet Bingen liegt der Grundwasserflurabstand (mit Ausnahme einer Bohrung) immer unter 10 m. In Teilbereichen des Stadtgebietes ist die Grundwasserergiebigkeit mittel bis sehr hoch. In Kombination mit dem geringem Flurabstand des Grundwassers ist es denkbar, Grundwasser als Wärmequelle zu nutzen. Im Vergleich zu anderen Systemen erreicht eine mit Grundwasser betriebene Wärmepumpe höhere Arbeitszah-

len. Aber auch für Erdwärmesonden sind Grundwasservorkommen von Vorteil. Wassergesättigte Schichten haben eine deutlich höhere Wärmeleitfähigkeit und Wärmeentzugsleistung als trockene. Die Schichten unterhalb des Grundwasserflurabstandes können als gesättigt angesehen werden.

6.5.4 Potenziale der oberflächennahen Geothermie

Geschlossene Systeme wie Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren können aus technischer Sicht überall im ganzen Stadtgebiet errichtet werden. Die Machbarkeit ist mehr oder weniger unabhängig von standortspezifischen Gegebenheiten. Die benötigte Bohrtiefe variiert je nach Wärmeleitfähigkeit am Standort. Dies kann die Wirtschaftlichkeit der Wärmenutzung positiv wie negativ beeinflussen.

Ob Erdwärme eine wirtschaftliche und ökologische Alternative zu konventionellen Heizsystemen ist, hängt von den Jahresarbeitszahlen, also der Effizienz der Wärmepumpe ab. Wie in Kapitel 0 beschrieben, sollte daher das Heizsystem einen geringen Temperaturbedarf aufweisen. Erdwärme ist daher vor allem für Neubauten oder energetisch optimierte Altbauten mit Flächenheizsystem eine interessante Alternative.

Um Erdwärme mittels Grundwasser zu fördern, sind bestimmte standortspezifische Rahmenbedingungen zu erfüllen. Es ist eine hohe Grundwasserergiebigkeit in nicht allzu großer Tiefe erforderlich. Im Stadtgebiet Bingen ist dies, nach den Karten des LGB, am günstigsten im nordöstlichen und südwestlichen Teil.

Rechtliche Rahmenbedingungen bei der Erdwärmenutzung

Nach dem Besorgnisgrundsatz des Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009) sind Handlungen, die zu Beeinträchtigungen oder Schädigungen des Grundwassers führen, zu vermeiden (MUFV, 2007). Daher ist auch bei der Erschließung von Erdwärme auf Sorgfalt in Hinsicht auf das Grundwasser zu achten. Vor der Errichtung von Erdwärme-Sondenanlagen muss geprüft werden, ob diese in wasserwirtschaftlich genutzten oder hydrogeologisch kritischen Gebieten liegen (MUFV, 2007).

In diesen kritischen Gebieten bei der Planung von Erdwärmesonden eine Bewertung durch die Fachbehörden notwendig. (Regionalstellen WaAbBo der Struktur- und Genehmigungsdirektionen Nord und Süd oder LUWG oder LGB) (LUWG, 2007) (LGB, 2011-2).

Auch hier stellt das LGB eine Mapserveranwendung zur Prüfung der Standorteignung hinsichtlich kritischer und unkritischer Gebiete zur Verfügung.

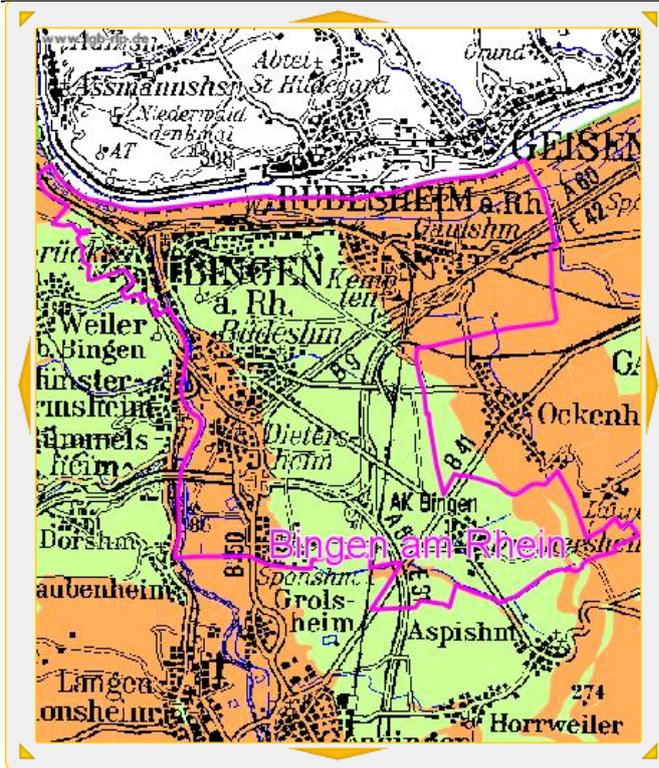


Abbildung 6-36 Kritische (orange) und unkritische (grün) Gebiete im Stadtgebiet Bingen
Quelle: (LGB, 2011-2)

Wie in Abbildung 6-36 ersichtlich, liegt Bingen zum größten Teil in unkritischen Gebieten. Nach Angaben des Landesamtes für Geologie und Bergbau (LGB) (LGB, 2011-2) ist bei einer vollständigen Ringraumabdichtung nach VDI 4640 keine wasserschutzrechtliche Prüfung erforderlich. Im Landkreis Mainz-Bingen herrscht prinzipiell eine Genehmigungspflicht bei Erdwärme-Sondenanlagen⁴⁶. Es ist ein Antrag bei der unteren Wasserbehörde in der Kreisverwaltung Mainz-Bingen zu stellen.

Dieser Antrag besteht aus einem zweiseitigen Vordruck und einem beigefügten Lageplan (Katasterplan M 1:1.000 oder M 1:2.000) und einem Übersichtsplan M 1:25.000 (LK Mainz 2011). Auf dem Vordruck müssen Angaben zur Anlage (Sonde oder Kollektor), zur Bohrtiefe (größer oder kleiner 100 m) und der Anzahl der Bohrungen gemacht werden. Ebenso muss die Bohrfirma namentlich genannt werden. Der Aufwand für solch einen Antrag ist also vergleichsweise gering. Die meisten Bohrunternehmen übernehmen auf Wunsch der Bauherren das Antragsverfahren.

Bei der Errichtung von Grundwasserbrunnen ist immer ein wasserrechtliches Erlaubnisverfahren nötig. Es liegt hier ein Benutzungstatbestand nach § 9 Abs. 1 Nr. 5 (WHG, 2009) vor (vgl. Kap. 5.1). Dieses Erlaubnisverfahren ist vergleichsweise aufwendig. Nach Angaben der unteren Wasserbehörde der Kreisverwaltung Mainz Bingen ist mit einer Verfahrensdauer von sechs bis acht Wochen zu rechnen.

⁴⁶ Telefongespräch Untere Wasserbehörde des Landkreises Mainz-Bingen am 09.06.2011.

Die untere Wasserbehörde der Kreisverwaltung Mainz-Bingen hat ein Merkblatt erstellt, auf dem die wichtigsten Antragsunterlagen zur Errichtung einer Grundwasserwärmenutzung aufgelistet sind (KV Mainz UW, 2011). Diese sind:

- Ein Antragsschreiben
- Übersichtslageplan mit Kennzeichnung des Standortes (M 1:25.000) und den Einträgen evtl. benachbarter Brunnen.
- Lageplan mit Nummern des Flurstücks und Einzeichnung der Brunnen und Leitungen.
- Konstruktionszeichnung der Brunnenabschlussbauwerke (M 1:50) mit Geländehöhe (mNN)
- Angaben zur Tiefe der Bohrung und Grundwasserfließrichtung
- Geologische Aufnahme (hydrogeologisches Profil) mit Angabe der angetroffenen Grundwasserabstände
- Ergebnisse des Pump- und Schluckversuches (hydrogeologisches Gutachten)
- Chemische Analyse des Grundwassers

Bei der Planung einer Grundwasser-Wärmepumpe ist also während der Antragstellung schon eine erste Bohrung notwendig, um ein hydrogeologisches Gutachten und die chemische Analyse des Grundwassers durchzuführen. Erdwärmekollektoren können, bei entsprechendem Platzangebot, überall verlegt werden. Da sie nur in einer Tiefe von 1 - 1,5 m verlegt werden, stellen sie im Normalfall keine Gefährdung für das Grundwasser dar. Im Landkreis Mainz-Bingen werden auch Erdwärmekollektoren einem Erlaubnisverfahren unterzogen.

6.5.5 Zusammenfassung

Im Bereich der Tiefengeothermie lässt sich keine Aussage zum nutzbaren Potenzial treffen. Die Datenlage im Stadtgebiet Bingen ist nicht sehr umfangreich. Aufgrund der Explorations-tätigkeiten im Erlaubnisfeld Gau-Algesheim sind neue Erkenntnisse zu erwarten.

Zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie können geschlossene Systeme wie Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren grundsätzlich überall errichtet werden. Bekannte Werte für die spezifische Entzugsleistung im Stadtgebiet sind durchschnittlich. In Bereichen mit niedrigem Grundwasserflurabstand ist das Erdreich sehr wahrscheinlich wassergesättigt. Damit sind die Wärmeleitfähigkeit und die daraus resultierende spezifische Entzugsleistung deutlich günstiger.

Da der Grundwasserflurabstand im Stadtgebiet in der Regel bei unter 10 m liegt (vgl. Abbildung 6-35) kann davon ausgegangen werden dass die Wärmeleitfähigkeit im Stadtgebiet deutlich erhöht ist.

Der Erschließungsaufwand innerhalb des Stadtgebiets Bingen ist gegenüber Gebieten mit hohem Grundwasserflurabstand vergleichsweise gering.

Die Erstellung von Brunnen zur Grundwasserwärmenutzung ist eine vergleichsweise günstige und effiziente Anwendung. Im Stadtgebiet Bingen ist stellenweise eine hohe Grundwasserergiebigkeit mit geringem Flurabstand vorhanden, was sich positiv für eine Wärmenutzung darstellt. Das Genehmigungsverfahren für eine Grundwassernutzung ist vergleichs-

weise aufwendig und eine Probebohrung ist auf Grund der hydrogeologischen Gutachten hierfür notwendig.

Die allgemeinen Vorteile eines geothermischen Heizsystems sind neben günstigen Klimaschutzpotenzialen die geringere wirtschaftliche Abhängigkeit von schwankenden Marktpreisen für den Bezug von Energieträgern, geringere Verbrauchskosten und die Möglichkeit einer kostengünstigen (passiven) Gebäudetemperierung.

7 Klimaschutzteilkonzept Wärmenutzung - Potenzialanalyse (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

In der Potenzialanalyse werden die technisch und wirtschaftlich umsetzbaren Potenziale zur Endenergieeinsparung, zur Steigerung der Energieeffizienz durch den Ausbau von Kraft-Wärme- Kopplung (KWK) und zur Nutzung erneuerbarer Energien abgeschätzt.

7.1 Potenziale zur Nutzenergieeinsparung (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

In den nachstehenden Kapiteln werden die Einsparpotenziale im Bereich Wärme der Sektoren Private Haushalte (7.1.1), Öffentliche Einrichtungen (7.1.2) und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie (7.1.3) aufgezeigt sowie die methodische Vorgehensweise erläutert.

Der Potenzialbegriff wird im Rahmen dieses Berichtes als technisches und wirtschaftliches Potenzial verwendet und in Anlehnung an (Prognos, 2007) definiert.

7.1.1 Private Haushalte

Einleitung

Die Potenzialanalyse zur Energie- und CO₂e-Einsparung des Wohngebäudebestandes der Stadt Bingen erfolgt auf der Basis der Ergebnisse aus der Energie- und CO₂e-Bilanz. Dabei wird sowohl das technische als auch das wirtschaftliche Einsparpotenzial ausgewiesen.

Für die Berechnung des Energie- und CO₂e-Einsparpotenzials der privaten Haushalte in der Stadt Bingen werden die in der Ist-Analyse identifizierten Gebäudetypen (vgl. Siedlungszellenanalyse) vor und nach einer energetischen Sanierung betrachtet. Die Maßnahmen der energetischen Sanierung der Gebäudehülle orientieren sich an den technischen Mindestanforderungen des Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW, 2011). Das Energie- und CO₂e-Einsparpotenzial bei Umsetzung aller Sanierungsmaßnahmen wird hier als technisches Einsparpotenzial bezeichnet. Hinsichtlich der Modernisierung der Anlagentechnik wird davon ausgegangen, dass im Bestand ein Niedertemperaturkessel aus den 80/90er Jahren eingesetzt wird und dieser gegen einen Brennkessel ausgetauscht wird bei gleichzeitiger Modernisierung der Wärmeverteilung und –übergabe (Dämmung der Rohrleitungen gemäß Anforderungen der Energieeinsparverordnung, Austausch der Thermostatventile, etc.).

In einem weiteren Schritt werden die Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bewertet. Bei den Sanierungsmaßnahmen handelt es sich um Handwerkerleistungen. Eigensanierung wird nicht unterstellt. Dazu wird eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf einen Betrachtungszeitraum von 25 Jahren durchgeführt, um die statische Amortisation und die Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Wärme zu bestimmen. Liegt die statische Amortisation innerhalb des Betrachtungszeitraums von 25 Jahren und sind die

Kosten für die eingesparte Energie günstiger als die Energiebezugskosten, ist die Sanierungsmaßnahme als wirtschaftlich zu bezeichnen.

Das Energie- und CO₂e-Einsparpotenzial bei Umsetzung aller wirtschaftlichen Sanierungsmaßnahmen wird als wirtschaftliches Einsparpotenzial bezeichnet.

Berücksichtigung findet auch die Tatsache, dass Gebäude beziehungsweise Gebäudeteile in der Vergangenheit bereits saniert wurden und in absehbarer Zeit vermutlich nicht noch einmal energetisch modernisiert werden. Dazu werden die Ergebnisse der Studie „Datenbasis Gebäudebestand – Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU, 2010) herangezogen und auf den Gebäudebestand der Stadt Bingen übertragen.

Aus dieser Studie können nachträglich gedämmte Bauteilflächen und die verwendeten Dämmstoffdicken für Gebäude, die bis 1978 und ab 1979 errichtet wurden, entnommen werden. In Tabelle 7-1 ist eine Übersicht über die nachträglich gedämmten Bauteilflächen gegeben:

Tabelle 7-1 Anteil der nachträglich wärmeisolierten oder energetisch modernisierten Bauteilflächen (IWU 2010)

Baualter Gebäude	Außenwand	Fenster	Dach-schräge	Oberste Geschossdecke	Kellerdecke
bis 1978	20%	38%	47%	47%	10%
nach 1979	4%	41%	11%	11%	2%

Dementsprechend wurden bei Gebäuden, die bis 1978 errichtet wurden im Mittel 20 % der Außenwandfläche gedämmt und 38 % der Fensterflächen erneuert.

Die Tabelle verdeutlicht, dass besonders Fenster, Dachschrägen und die oberste Geschossdecke bereits energetisch modernisiert wurden. Da davon auszugehen ist, dass die Bauteilflächen der Gebäude, die erst nach 1995 entstanden sind, üblicherweise bis zum heutigen Zeitpunkt noch nicht erneuert wurden, wurden für diese keine Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt.

Vorgehensweise

Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Berechnung des Einsparpotenzials zusammengefasst dargestellt.

Schritt 1: Zur Bestimmung der Wärmeverluste über die Gebäudehülle und deren Einsparpotenzial wird zunächst die Gebäudehüllfläche berechnet. Hierzu wird ein durchschnittliches Musterhaus für jeden Gebäudetyp (d.h. Gebäudeart einer bestimmten Baualtersklasse) aus der Siedlungszellenanalyse gewählt (IWU, 2003).

Schritt 2: Berechnung des Endenergiebedarfs der Mustergebäude im Ist-Zustand in Anlehnung an das vereinfachte Verfahren nach EnEV 2007 (EnEV, 2007) in Verbindung mit DIN

4108-6, DIN V 4701-10 und den Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand (BMVBS, 2009).

Schritt 3: Berechnung des Endenergiebedarfs der Mustergebäude nach energetischer Sanierung gemäß Anforderungen des KfW-Förderprogramms „Energieeffizient Sanieren“ (KfW, 2011).

Schritt 4: Ermittlung der prozentualen Endenergieeinsparung der Mustergebäude durch die energetische Sanierung unter Berücksichtigung durchschnittlicher Sanierungsraten gemäß IWU-Studie „Datenbasis Gebäudebestand“ (IWU, 2010).

Schritt 5: Übertragung der prozentualen Endenergieeinsparung auf Ergebnis der Ist-Bilanzierung der Referenzgemeinden aus Energie- und CO_{2e}-Bilanz des Wohngebäudebestandes.

Schritt 6: Hochrechnung der Energieeinsparpotenziale auf die Stadt Bingen → Technisches Endenergieeinsparpotenzial

Schritt 7: Ermittlung des CO_{2e}-Einsparpotenzials auf Basis des technischen Energieeinsparpotenzials

Schritt 8: Bewertung der energetischen Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit

Schritt 9: Berechnung des Energieeinsparpotenzials der wirtschaftlichen Sanierungsmaßnahmen der Mustergebäude

Schritt 10: Hochrechnung der Energieeinsparpotenziale der wirtschaftlichen Maßnahmen auf die Stadt Bingen → Wirtschaftliches Energieeinsparpotenzial

Schritt 11: Ermittlung des CO_{2e}-Einsparpotenzials auf Basis des wirtschaftlichen Energieeinsparpotenzials

Schritt 12: Umrechnung auf ermittelten Energieverbrauch

Ergebnisse

Technisches Einsparpotenzial Endenergieverbrauch Wärme Private Haushalte

Das technische Einsparpotenzial im Sektor private Haushalte im Bereich Wärme liegt in der Stadt Bingen bei rund 65 %. Der Endenergieverbrauch könnte von 217.000 MWh_t/a um gut 140.000 MWh_t/a auf knapp 77.000 MWh_t/a reduziert werden.

Abbildung 7-1 stellt das technische Einsparpotenzial der verschiedenen Stadtteile der Stadt Bingen gegenüber. Sie schwanken zwischen 51 und 67 %, je nach Baustruktur.

Technisches Einsparpotenzial Endenergieverbrauch für Wärmeversorgung, private Haushalte

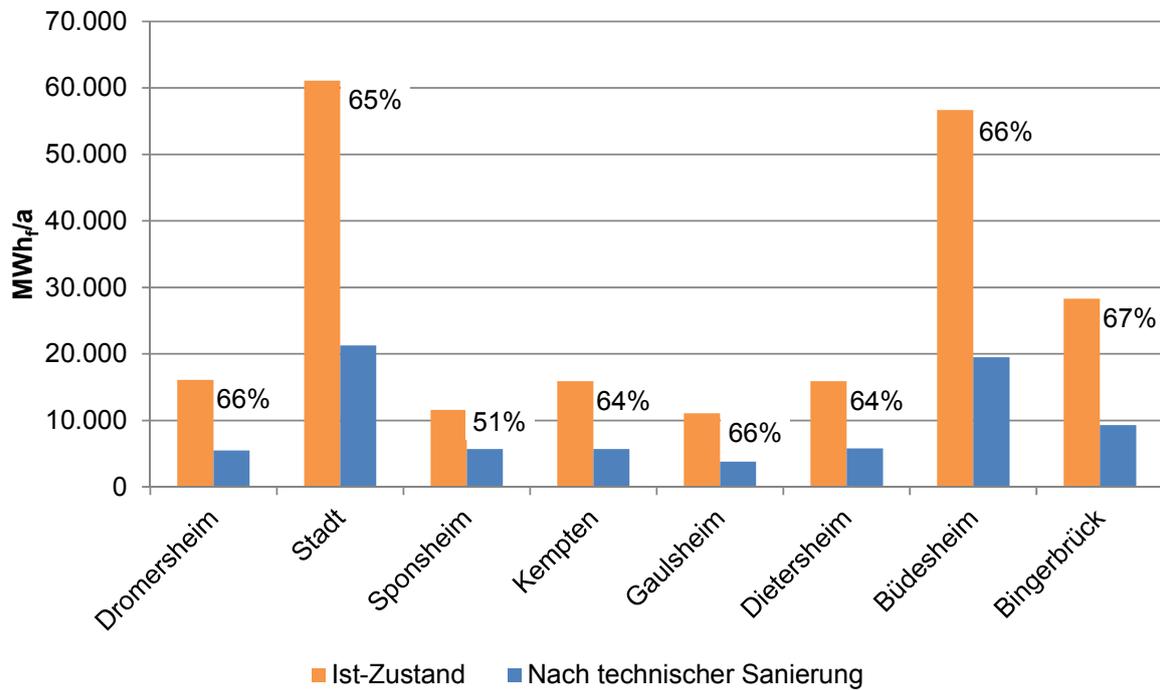


Abbildung 7-1 Technisches Einsparpotenzial nach Stadtteilen der Stadt Bingen

Abbildung 7-2 zeigt das Einsparpotenzial der verschiedenen Gebäudetypen in der Stadt Bingen. Das höchste prozentuale Einsparpotenzial findet sich in den Baualterklassen, die vor der 3. Wärmeschutzverordnung von 1995 entstanden sind. Die größte technische Energieeinsparung liegt bei den Einfamilienhäusern, die vor 1976 erbaut worden sind. Dies wird jedoch auch durch die Gebäudeanzahl stark beeinflusst.

Technisches Einsparpotenzial Endenergieverbrauch Wärmeversorgung nach Gebäudetypen

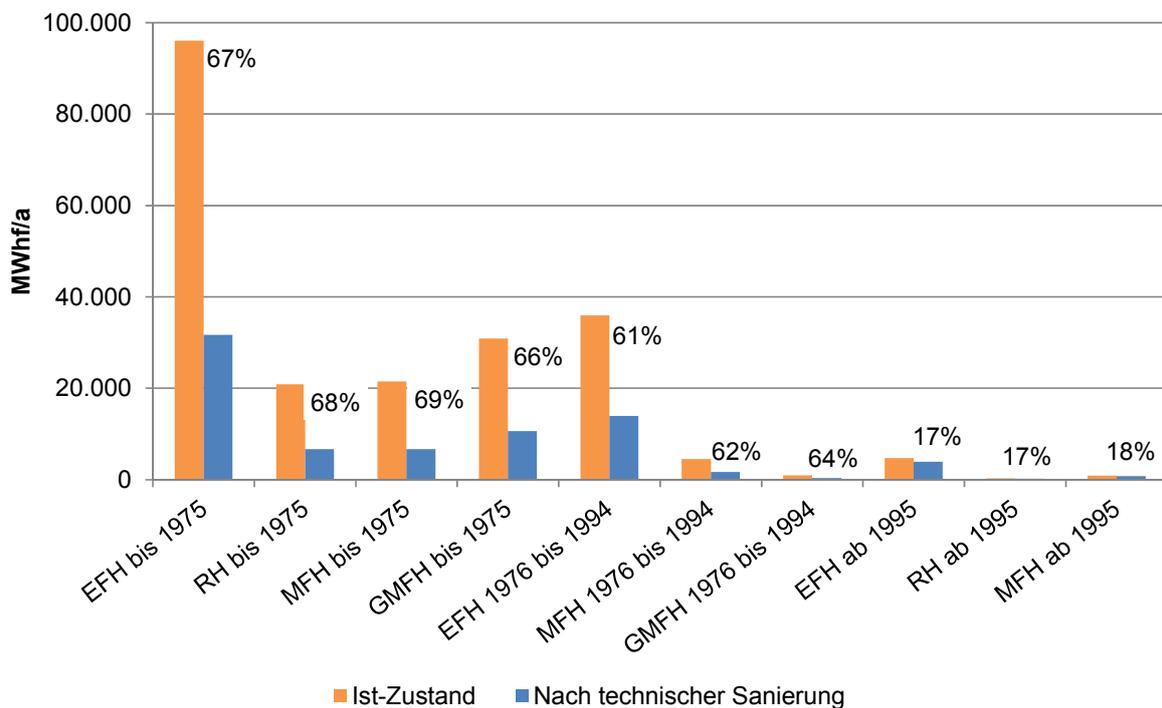


Abbildung 7-2 Technisches Einsparpotenzial nach Baualtersklassen

Der jährliche CO₂e-Ausstoß in der Stadt Bingen könnte durch diese Maßnahmen um rund 48.000 t/a reduziert werden, unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

Wirtschaftliches Einsparpotenzial Wärme Private Haushalte

Die Energieeinsparmaßnahmen wurden hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bewertet. Nicht jede Maßnahme, die aus technischer Sicht umsetzbar ist, ist auch wirtschaftlich sinnvoll. Die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit erfolgte nach heutigen Kriterien und Gesichtspunkten. Ein Kriterium ist dabei die Amortisationszeit. Als wirtschaftlich wurden Maßnahmen eingeordnet deren Investition sich innerhalb von 25 Jahren durch Kosteneinsparungen amortisiert (vergleiche Fettgedrucktes in der nachstehenden Tabelle 7-2).

Tabelle 7-2 Übersicht Amortisationszeiten der Energieeinsparmaßnahmen

Gebäudetyp	Bauteil				
	Außenwand	Fenster	Dachschräge	OGD	Kellerdecke
Amortisationszeit der Einsparmaßnahme in Jahren					
EFH bis 1975	7	33	11	12	8
RH bis 1975	8	50	0	13	8
MFH bis 1975	13	50	8	10	6
GMFH bis 1975	14	49	8	11	7
EFH 1976 bis 1994	26	52	41	35	14
MFH 1976 bis 1994	28	50	36	36	14
GMFH 1976 bis 1994	26	52	35	24	12
EFH ab 1995	92	106	78	59	29
RH ab 1995	92	106	78	59	29
MFH ab 1995	92	106	78	59	29

Wirtschaftlich sind in vielen Fällen die Dämmung der Kellerdecke zum unbeheizten Keller sowie die Dämmung der obersten Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum. Das sind in der Regel kostengünstig durchführbare Maßnahmen. Bei älteren Gebäuden ist häufig auch die Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems an der Außenwand oder an der Dachschräge wirtschaftlich, insbesondere dann, wenn ohnehin Arbeiten an der Fassade anstehen.

Der Austausch von Fenstern ist häufig nicht wirtschaftlich, sofern die Fenster im Bestand noch voll funktionstüchtig und dicht sind. Die Energieeinsparung allein ist aus wirtschaftlicher Sicht kein Argument für den Austausch von Fenstern. Ein erhöhter Wohnkomfort, die Reduzierung von unkontrolliertem Luftaustausch und die Verringerung der Gefahr von Schimmelbildung bei richtiger Ausführung sind weitere Argumente, die Fenstern zu erneuern.

Hinsichtlich der Modernisierung der Anlagentechnik wird davon ausgegangen, dass im Bestand ein Niedertemperaturkessel aus den 80/90er Jahren eingesetzt wird und dieser gegen einen Brennwertkessel ausgetauscht wird bei gleichzeitiger Modernisierung der Wärmeverteilung und -übergabe (Dämmung der Rohrleitungen gemäß Anforderungen der Energieeinsparverordnung, Austausch der Thermostatventile etc.). Diese Maßnahme ist in allen betrachteten Gebäudetypen (Baujahr bis 2001) wirtschaftlich.

Das Einsparpotenzial durch die Umsetzung wirtschaftlicher Energieeinsparmaßnahmen liegt in der Stadt Bingen im Mittel bei rund 53 %, was knapp 115.000 MWh/a entspricht. Je nach Gemeinde schwankt es in Abhängigkeit der Gebäudestruktur zwischen 37 und 56 %.

Wirtschaftliches Einsparpotenzial Endenergieverbrauch für Wärmeversorgung, private Haushalte

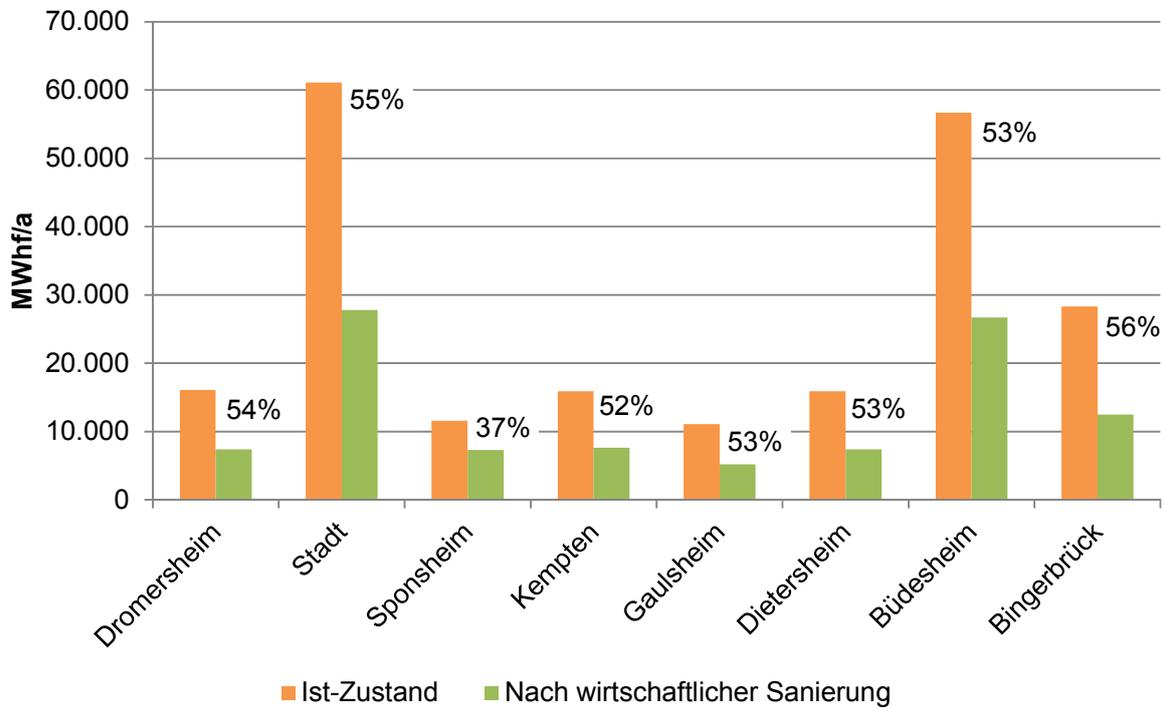


Abbildung 7-3 Wirtschaftliches Einsparpotenzial nach Stadtteilen der Stadt Bingen

Abbildung 7-4 zeigt das wirtschaftliche Einsparpotenzial der Stadt Bingen aufgeteilt nach Gebäudetypen auf. Die höchste prozentuale Einsparung wird in den Gebäuden, die vor 1976 entstanden sind, erreicht. Die größte Energieeinsparung insgesamt kann in den Einfamilienhäusern, die vor 1976 erbaut wurden, erzielt werden. Das Einsparpotenzial in den Gebäuden, die nach 1978, also nach Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung, errichtet wurden, ist deutlich geringer. In Gebäuden, die erst nach 1995 entstanden, findet sich das geringste Einsparpotenzial.

Wirtschaftliches Einsparpotenzial Endenergieverbrauch für Wärmeversorgung nach Gebäudetypen

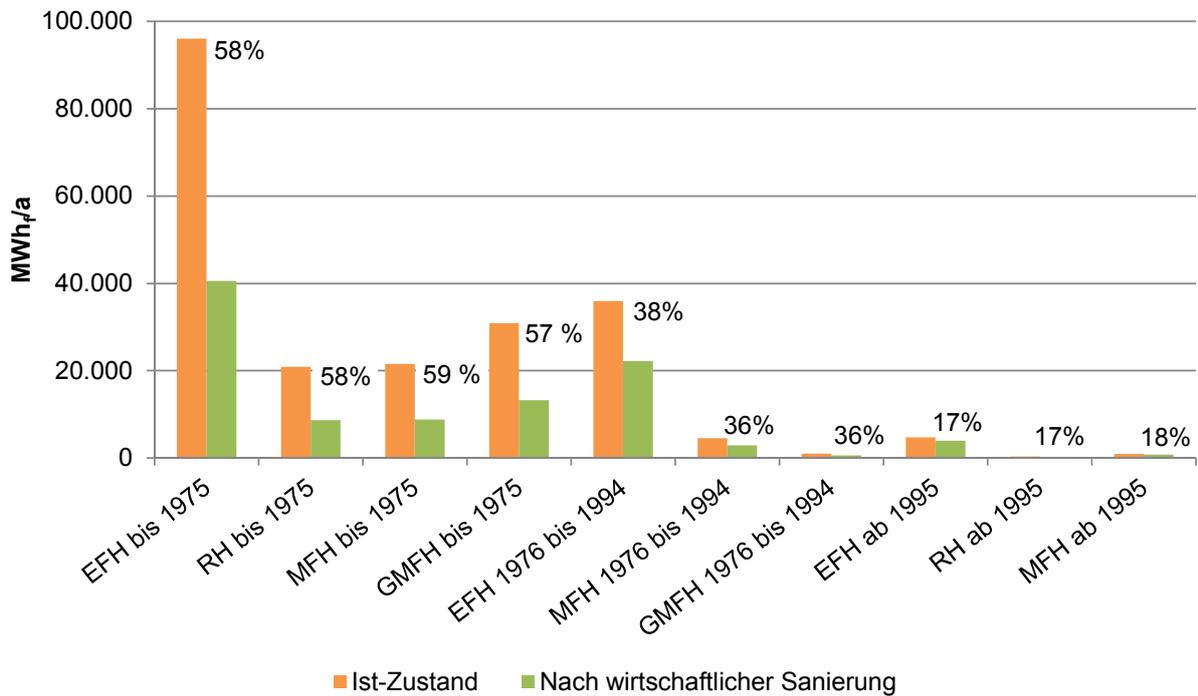


Abbildung 7-4 Wirtschaftliches Einsparpotenzial Gebäudetypen

Der jährliche CO₂e-Ausstoß in der Stadt Bingen könnte durch diese Maßnahmen um fast 40.000 t/a reduziert werden, unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

Zusammenfassung

Für den Gebäudebestand der Stadt Bingen zeigt sich, dass ein großer Teil der technischen Einsparungen wirtschaftlich sinnvoll sind. Theoretisch können dadurch rund 80 % des technischen Einsparpotenzials unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten umgesetzt werden. Insgesamt ergibt sich für den Wohngebäudebestand der Stadt Bingen das in Abbildung 7-5 dargestellte Bild.

Endenergiebedarf und Einsparpotenziale der Stadt Bingen

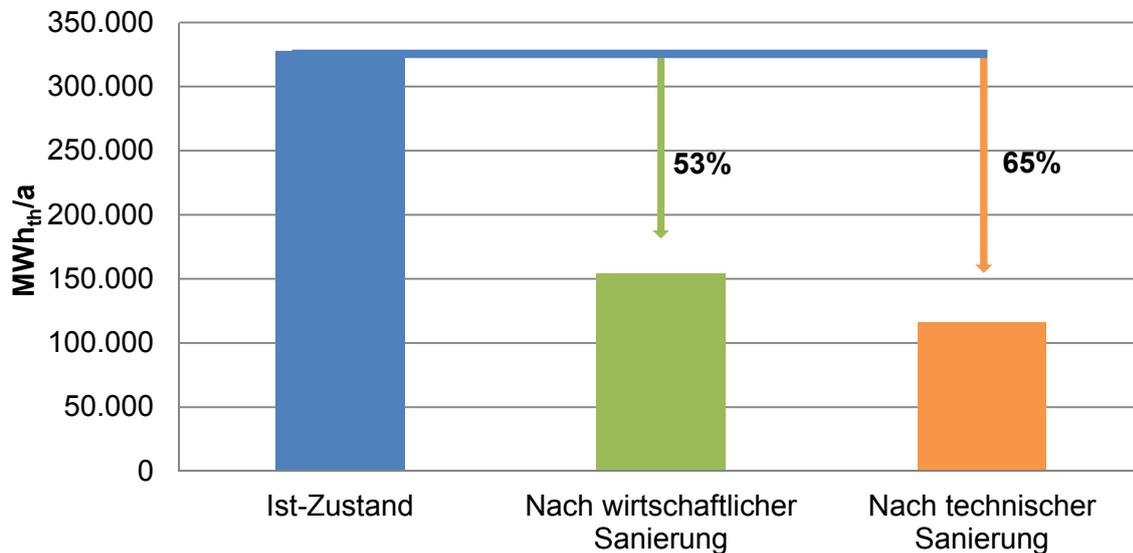


Abbildung 7-5 Übersicht Endenergiebedarf und Einsparpotenziale des Wohngebäudebestands der Stadt Bingen

7.1.2 Öffentliche Einrichtungen

Einleitung

Die Potenzialanalyse zur Energieeinsparung der kommunalen Gebäude in Bingen erfolgt auf Basis der Ergebnisse aus der Bilanz (Kapitel 4.1).

Für die Berechnung des Energieeinsparpotenzials der kommunalen Gebäude der Stadt Bingen werden die in der Ist-Analyse identifizierten Gebäudekategorien vor und nach einer energetischen Sanierung betrachtet. Hierfür wurden die Vergleichskennwerte eines Referenzgebäudes nach EnEV 2009 herangezogen und mit dem realen Verbrauch der Gebäude verglichen.

Die graphische Auswertung der Verbrauchskennwerte der einzelnen Liegenschaften im Vergleich mit ihren gebäudetypischen Vergleichskennwerten nach der EnEV 2009 können den Anhang IX „Jahresenergieverbräuche Gebäudearten“ entnommen werden.

Energieeinsparpotenzial

Es gibt viele Faktoren, den Energieverbrauch eines Gebäudes zu senken. Ein maßgeblicher Faktor ist das Nutzerverhalten. Mit wenigen Verhaltenstipps lassen sich durch ein energie-sparendes Nutzerverhalten schon deutliche Energieeinsparungen erzielen, ohne dass hierfür Kosten entstehen.

Alle weiteren Faktoren zur Energieeinsparung sind investiver Natur:

-
- **Energetische Sanierung der Gebäudehülle:** Hierunter versteht sich z. B. die Dämmung der Außenwände, des Daches/ der obersten Geschosdecke oder die Erneuerung von Fenstern.
 - **Energieeffizienz:** Eine effiziente Wärmeversorgung für Raumwärme und Warmwasser kann durch Maßnahmen an der Wärmeverteilung aber auch durch eine effiziente Anlagentechnik erreicht werden. Maßnahmen an der Wärmeversorgung wären z. B. die Nutzung von Hocheffizienzpumpen, ein hydraulischer Abgleich und die Optimierung der Regelung. Verbesserungen der Anlagentechnik können z. B. durch den Austausch eines konventionellen Heizkessels mit einem Brennwertgerät erreicht werden.
 - **Regenerative Energien:** Durch die Nutzung von Regenerativen Energien (z. B. Solarthermie und Photovoltaik) kann ein Teil des Energiebedarfes des Gebäudes gedeckt werden.

Eine beispielhafte Darstellung von Energiesparmaßnahmen kann der folgenden Abbildung 7-6 entnommen werden.

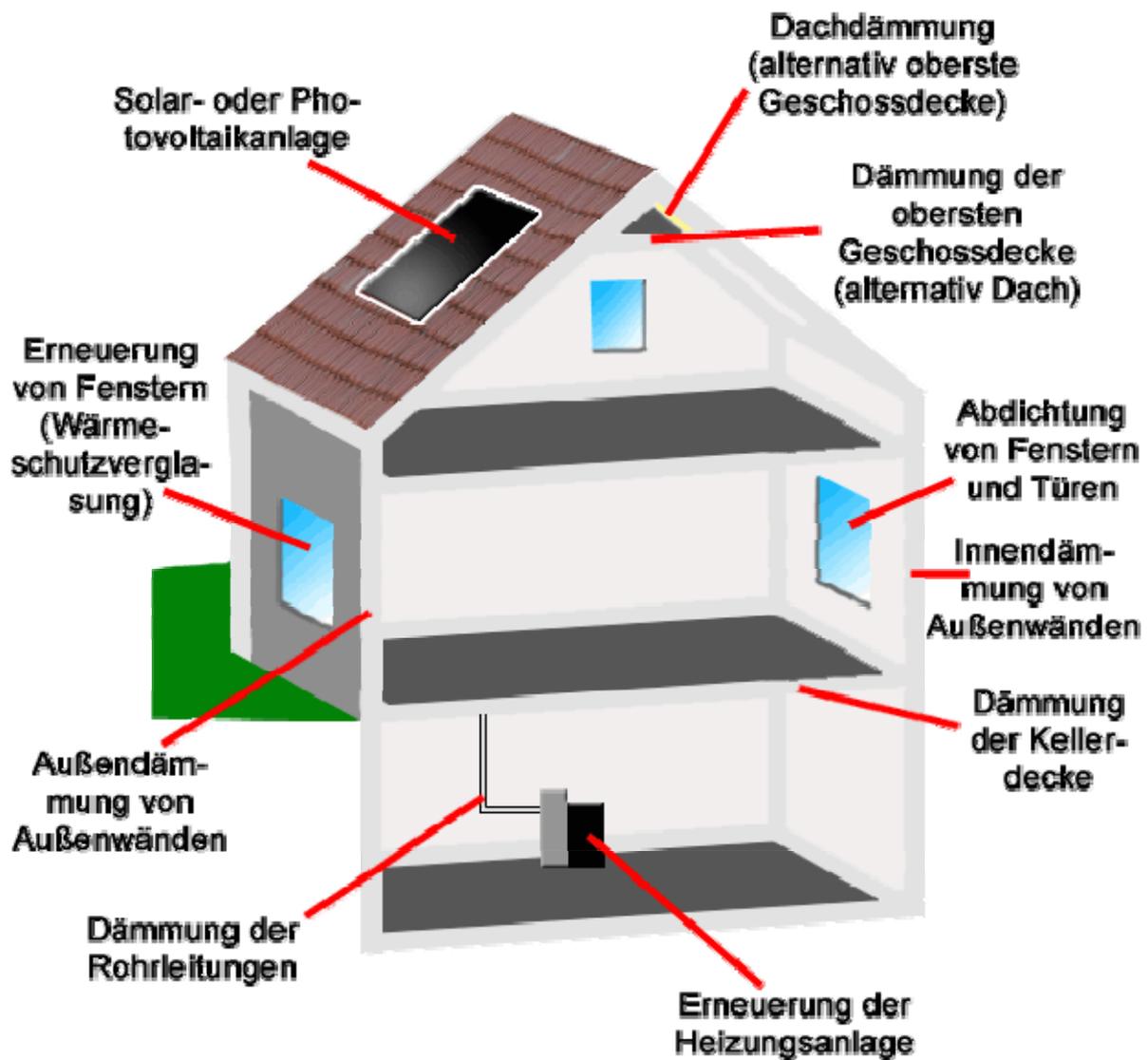


Abbildung 7-6 Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung, Darstellung nach www.holger-marx.info

Im Teilkonzept Liegenschaften sind für den Baustein 2 und 3 einzelne kommunale Liegenschaften ausgewählt und für diese energetischen Sanierungsmaßnahmen aufgezeigt (investive und nicht-investive). Für jede Maßnahme ist das Einsparpotenzial (Energie und CO₂e-Emissionen) berechnet und Investitionskosten angegeben.

Im Rahmen des vorliegenden Klimaschutzteilkonzeptes „Integrierte Wärmenutzung“ ist das Ziel, Einsparpotenziale für alle öffentlichen Einrichtungen hochzurechnen.

Vorgehensweise

Ausgehend von den ermittelten Analysedaten aus der Bilanz (Kapitel 4.1) können Energieeinsparungen für die einzelnen Liegenschaften ermittelt werden.

Die Einsparungen werden anhand von Vergleichskennwerten ermittelt. Die EnEV 2009 gibt je nach Gebäudetyp Vergleichskennwerte vor. Diese Vergleichskennwerte sind Mittelwerte

für öffentliche Gebäude und variieren je nach Nutzung (Gebäudetyp/Gebäudekategorie). Bei der Erstellung von Energieverbrauchsausweisen wird der Verbrauch der Bestandsgebäude mit diesen Kennwerten der EnEV 2009 verglichen.

Die mögliche Einsparung der einzelnen Liegenschaften wird im Folgenden für zwei Annahmen berechnet:

- Gemäß der Annahme **nach EnEV 100%** wird angenommen, dass alle Gebäude in Zukunft auf den Standard des EnEV-Vergleichskennwertes saniert werden. Die Differenz zwischen dem tatsächlichen Verbrauch und dem errechneten Verbrauch nach Sanierung auf EnEV-Niveau ergibt die mögliche Einsparung.
- Als verbesserten Standard wird wie nach der DENA (Deutsche Energie-Agentur) empfohlen ein um 20 % verbesserter Kennwert angenommen. Das heißt, nach **EnEV 80%** werden alle Gebäude auf den EnEV-Standard abzüglich nochmals 20 % saniert. Die Differenz zwischen dem tatsächlichen Verbrauch und dem errechneten Verbrauch nach Sanierung auf 80 % des EnEV-Niveaus ergibt die mögliche Einsparung.

Einzelne Gebäude unterschreiten schon heute den Verbrauch nach der Annahme „EnEV 100%“ und eventuell sogar nach der Annahme „EnEV 80%“. Dieses ist in der Regel der Fall, wenn das Gebäude nur sporadisch genutzt wird und somit nur an einzelnen Tagen in der Heizperiode beheizt werden muss. Nutzungsbedingt ist der Heizenergieverbrauch also geringer als der Vergleichskennwert. Hier liegt das Einsparpotenzial bei heutiger Nutzung bei null.

Der Endenergieverbrauchskennwert für Wärme ergibt sich aus dem Mittelwert der Wärmeverbräuche der letzten drei Jahre (2008-2010) und der Nettogrundfläche der Gebäude.

Bei der Berechnung der Energieeinsparmenge wird die Wirtschaftlichkeit von einzelnen Maßnahmen nicht berücksichtigt.

Ergebnisse

Einsparungen Heizenergie

Die Einsparung der kommunalen Gebäude für Heizenergie kann der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 7-3 Einsparpotenzial der kommunalen Gebäude für Heizenergie in der Stadt Bingen

Gebäude	Witterungs- bereinigter Endenergie- verbrauch	Fläche (NGF)	Flächen- spezifi- scher End- energie- ver- brauchs- kennwert	Vergleichs- wert EnEV 2009		Abweichung vom Ver- gleichswert = Anhaltswert Einsparpoten- zial		Einsparpotenzial	
				EnEV 100%	EnE V 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
	kWh _{HI} /a	m ²	kWh- HI/(m ² *a)	kWh _{HI} /(m ² *a)		%		kWh _{HI} /a	
Schule Büdesheim	919.100	4.182	220	105	84	52%	62%	480.900	568.800
Rundsporthalle Bingen-Stadt	353.400	2.382	148	110	88	26%	41%	90.500	142.900
Feuerwehr Büdesheim	44.200	762	58	100	80			0	0
Kindergarten Büdes- heim	105.600	644	164	110	88	33%	46%	34.800	48.900
Friedhofskapelle Büdesheim	46.300	273	170	110	88	35%	48%	16.400	22.400
Schule Bingen-Stadt	599.000	3.934	152	105	84	31%	45%	184.900	267.500

Gebäude	Witterungs- bereinigter Endenergie- verbrauch	Fläche (NGF)	Flächen- spezifi- scher End- energie- ver- brauchs- kennwert	Vergleichs- wert EnEV 2009		Abweichung vom Ver- gleichswert = Anhaltswert Einsparpoten- zial		Einsparpotenzial	
				kWh _{Hi} /a	m ²	kWh- Hi/(m ² *a)	kWh _{Hi} /(m ² *a)	%	kWh _{Hi} /a
				EnEV 100%	EnE V 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
Feuerwehr Bingen- Stadt	201.400	474	425	100	80	76%	81%	154.100	163.500
Kulturzentrum Bingen-Stadt	287.900	715	402	65	52	84%	87%	241.000	250.300
Friedhof Bingen-Stadt	35.400	573	62	110	88			0	0
Schule und Turnhalle Dietersheim	277.200	1.477	188	105	84	44%	55%	122.600	153.600
Feuerwehr Dietersheim Nahestr.	23.600	142	167	100	80	40%	52%	9.500	12.400
Schule Bingerbrück	165.300	3.341	49	105	84			0	0
Turnhalle Bingerbrück	136.500	1.038	132	110	88	17%	33%	22.800	45.700
Feuerwehr Dromers- heim	21.900	354	62	100	80			0	0
Schule Sponsheim	74.900	718	104	105	84		19%	0	14.400
Schule Kempten	133.600	1.980	67	105	84			0	0
Gartenamt Bingen-Büdesheim	35.100	171	206	80	64	61%	69%	21.500	24.300

Gebäude	Witterungs- bereinigter Endenergie- verbrauch	Fläche (NGF)	Flächen- spezifi- scher End- energie- ver- brauchs- kennwert	Vergleichs- wert EnEV 2009		Abweichung vom Ver- gleichswert = Anhaltswert Einsparpoten- zial		Einsparpotenzial	
				EnEV 100%	EnE V 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
	kWh _{Hi} /a	m ²	kWh- Hi/(m ² *a)	kWh _{Hi} /(m ² *a)		%		kWh _{Hi} /a	
Altes Rathaus	76.600	548	140	0	0	100%	100%	76.700	76.700
Kindergarten Spon- heim	53.300	374	143	110	88	23%	38%	12.300	20.600
Haferkasten (Museum)	147.000	869	169	65	52	62%	69%	90.400	101.700
Bauhof In der Weide	242.100	2.605	93	110	88			0	0
Hist. Museum am Strom	176.600	1.213	146	65	52	55%	64%	98.300	114.000
Feuerwehr Dietersheim Zur Mühle	2.800	105	26	100	80			0	0
Jugendzentrum Mainzer Str.	48.400	216	224	105	84	53%	63%	25.700	30.200
Summe	4.207.200	29.090	3.717					1.682.400	2.057.900
Einsparpotenzial "Kommunale Gebäude" gesamt:								40%	49%

Für die kommunalen Gebäude ergibt sich ein Gesamteinsparung von 40 % (Annahme EnEV 100%). Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau (Annahme EnEV 80%) ergibt sich eine Einsparung von 49 %.

Wärme: Endenergieverbrauch und Einsparpotenzial 2010 öffentliche Liegenschaften der Stadt Bingen

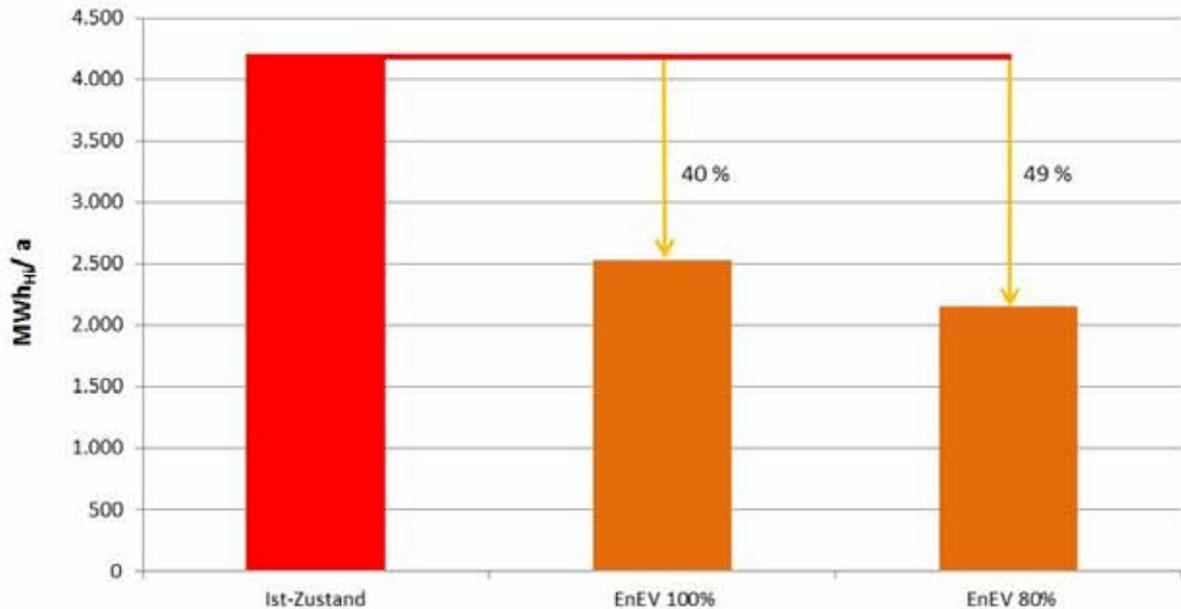


Abbildung 7-7 Endenergieverbrauch Wärme Bestand und Potenziale

Der witterungsbereinigte Jahresverbrauch des Gebäudebestandes beträgt ca. 4.200 MWh_{Hi}/a. Saniert man die Gebäude gemäß der Annahme „EnEV 100 %“ entsprechend, dann verringert sich der Jahresheizenergieverbrauch auf gut 2.500 MWh_{Hi}/a. Mit der Durchführung einer verbesserten Sanierung (Annahme EnEV 80%) könnte sich der Jahresheizenergieverbrauch auf knapp 2.150 MWh_{Hi}/a verringern. Weitere 39 Gebäude der Stadt Bingen sind in der Bilanzierung und Berechnung der Einsparung nicht enthalten. Für 30 dieser Gebäude ist der Wärmeverbrauch nicht bekannt. Die anderen neun Gebäude haben einen Jahresheizenergieverbrauch von gut 725 MWh_{Hi}/a. Da die Fläche dieser Gebäude unbekannt ist, können keine Kennwerte gebildet werden, so dass die Einsparung nicht ermittelt werden kann.

Das Einsparpotenzial für die Einrichtungen anderer öffentlicher Träger (vgl. Bilanz) kann aufgrund unzureichender Datenbasis nicht ausgewiesen werden.

7.1.3 Gewerbe-,Handel-, Dienstleistungs- und Industriesektor

Im Folgenden erfolgt eine Berechnung der möglichen technischen sowie wirtschaftlichen Einsparpotenziale im GHD + I Sektor. Diese werden für den Wärmebedarf ermittelt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich ausschließlich um den Wärmebedarf für Raumheizung handelt. Prozesswärme findet ferner keine Berücksichtigung. Der Grund hierfür liegt in der Inhomogenität der Prozessarten innerhalb der Industrie. Eine allgemeine Betrachtung so wie Bilanzierung von Prozesswärme wäre somit nicht plausibel. Bei einer speziellen Erhebung der Einsparpotenziale gewünschter Industriestätten bedarf es einer individuellen Betrachtung dieser.

Grundlage der Berechnungen bilden die bereits in Kapitel 4.3 ermittelten Endenergieverbräuche.

Die Einsparpotenziale werden über Kennwerte (Fraunhofer(ISI),FfE, 2003) erhoben und branchenspezifisch dargestellt.

Einsparpotenziale Brennstoffe für Wärme

Einsparpotenziale die bei der Raumwärme erreicht werden können, setzen sich aus verschiedenen Maßnahmen zusammen und sind aus Tabelle 7-4 zu entnehmen.

Tabelle 7-4 Einsparpotenziale (Verhältnis) Raumwärme bei entsprechenden Maßnahmen 2010

Anlage	Maßnahme	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial
Wärmeerzeuger	Ersatz durch Brennwertkessel	12,5%	6%
Gebäudehülle	Besserer Wärmedämmstandard	46%	14%

Hinweis: Je nach Branche ergibt sich von dem gesamten Jahreswärmebedarf ein unterschiedlich hoher Anteil für den Raumwärmebedarf. Eine Branche die einen hohen Raumwärmeanteil aufweist, hat somit auch ein größeres Einsparpotenzial.

Branchenspezifisch ergeben sich wie in Abbildung 7-8 dargestellt folgende Einsparpotenziale für den GHD + I Sektor in Bingen am Rhein.

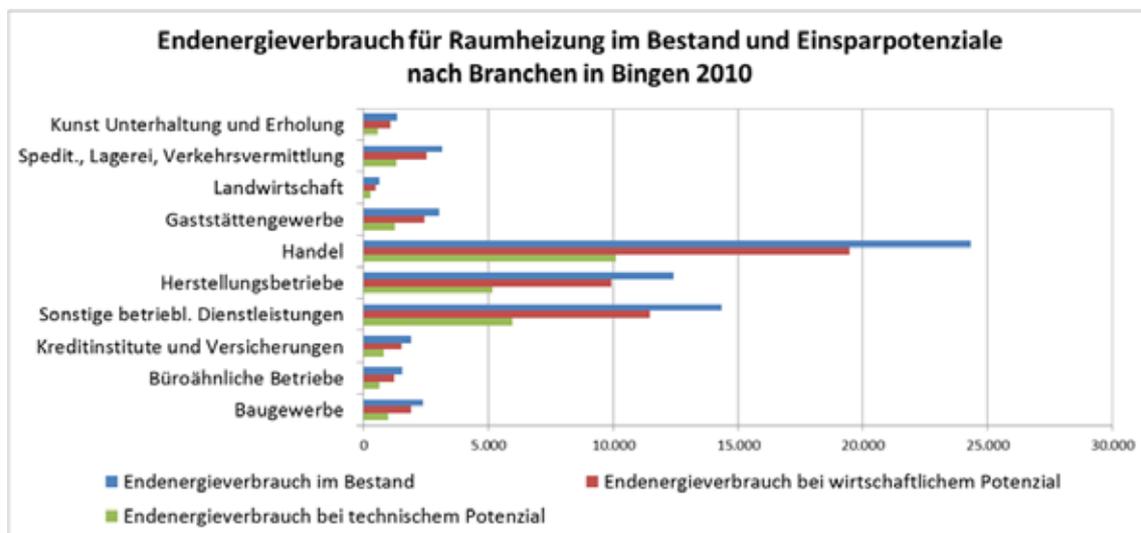


Abbildung 7-8 Einsparpotenziale Endenergieverbrauch für Raumheizung nach Wirtschaftszweigen in Bingen 2010

In Bingen dominiert mit Abstand der Handelssektor, der ein wirtschaftliches Einsparpotenzial von 4.865 MWh_f pro Jahr aufweist und einen alleinigen Anteil von 37 % des gesamten GHD+I Sektors ausmacht.

Das gesamte wirtschaftliche Potenzial dieses Sektors in der Stadt Bingen lässt sich auf **13.000 MWh_f pro Jahr** beziffern. Anteilig bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch für Raumheizung lassen sich somit ca. 20 % einsparen.

7.2 Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Anhand von Kennwerten zum Wärmeleistungsbedarf werden sinnvolle Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in der Stadt Bingen ermittelt. In der Regel bieten sich öffentliche Einrichtungen, wie beispielsweise Krankenhäuser oder Schwimmbäder, aber auch Gewerbe- oder Industriebetriebe für den Einsatz von KWK-Technologie an. Eine Abschätzung des Abwärmepotenzial aus industriellen Anlagen findet durch die Auswertung von Gesprächen und schriftlichen Anfragen an Gewerbe- und Industriebetriebe sowie eigenen Abschätzungen statt.

7.2.1 Kraft-Wärme-Kopplung in Form von BHKWs

Blockheizkraftwerke (BHKW) sind stationäre Heiz-Kraft-Anlagen, die aus einem Verbrennungsmotor mit angekoppelten Generator- und Wärmetauschersystem bestehen. Durch die gleichzeitige Gewinnung von Strom und Wärme wird der eingesetzte Brennstoff besonders effizient ausgenutzt. Dabei kann die erzeugte elektrische Energie entweder selbst verbraucht oder ins öffentliche Netz eingespeist werden. Die Auslegung eines Blockheizkraftwerkes erfolgt entweder wärme- oder stromseitig. In Zeiten höheren Wärmebedarfs ergänzt eine Spitzenlastkesselanlage die Kraft-Wärme-Kopplungs-Aggregate. In Zeiten geringen Wärmebedarfs werden Speicherelemente eingesetzt, die die überschüssige Wärme aufnehmen. Dadurch werden hohe Vollbenutzungsstunden erreicht und ein wirtschaftlicher Betrieb der Anlage ermöglicht. Das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes, wurde am 19. Juli 2012 novelliert. Es wird von Vollbenutzungsstunden von 30.000 h ausgegangen beziehungsweise 10 Jahre bei Anlagen kleiner 50 kW_{el}. Bei kleinen Anlagen größer 50 kW_{el} erfolgt eine Zuschlagszahlung nur für Vollbenutzungsstunden von 30.000 h. Die Zuschlagszahlung ist nach Leistungsanteil gestaffelt. Der KWK-Zuschlag liegt bei Anlagen bis 50 kW_{el} Leistungsanteil bei 5,41 ct/kWh_{el} selbstgenutztem oder eingespeistem Strom. Anlagen zwischen 50 und 250 kW_{el} Leistungsanteil erhalten einen Zuschlag von 4,0 ct/kWh_{el}. Anlagen größer als 250 kW_{el} Leistungsanteil erhalten einen Zuschlag von 2,4 ct/kWh_{el}. Die Einspeisevergütung vom Energieversorger ist mit dem durchschnittlichen Preis für Baseload-Strom an der Strombörse EEX des jeweils letzten Quartals festgesetzt. Dadurch ändert sich die Einspeisevergütung alle drei Monate. Im Durchschnitt der letzten sechs Quartale lag der Preis bei 4,991 ct/kWh_{el} (Infozentrum, 2012). Zusätzlich ergibt sich eine Gutschrift für die elektrische Energie bei der Einspeisung in das öffentliche Netz mit einem Zuschlag von etwa 0,4 - 1,5 ct/kWh_{el} durch vermiedene Netznutzungsentgelte. Weiterhin wird bei dem Betrieb eines BHKWs eine Energiesteuerrückerstattung abhängig vom eingesetzten Brennstoff gewährt. Um die Wirtschaftlichkeit eines BHKW zu gewährleisten, sollte der erzeugte Strom jedoch möglichst selbst verbraucht werden. Für Private können Förderprogramme, wie das KfW-Programm Erneuerbare Energien oder Zuschüsse der Bafa für Mini-KWK-Anlagen, die ab dem 01. April 2012 wieder geleistet werden, die Investition in ein Blockheizkraftwerk attraktiver machen. Für Unternehmen bietet die KfW das ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm an.

In Wohngebäuden ist die Auslegung eines Blockheizkraftwerkes abhängig von der Heizlast des zu beheizenden Gebäudes sowie von der Bereitstellung von Trinkwarmwasser. Dabei wird die Anlage so ausgelegt, dass sie die Grundlast abdeckt und möglichst hohe Vollbenutzungsstunden erreicht. Die Spitzenlast wird durch die Installation eines weiteren Kessels gewährleistet. In Unternehmen kann ein BHKW auch zur teilweisen Abdeckung von Prozesswärme herangezogen werden. Grundsätzlich ist ein hoher ganzjähriger Wärmebedarf vorteilhaft. Der Einsatz von Blockheizkraftwerken kann z. B. in Mehrfamilienhäusern, Krankenhäusern, Altenheimen, Hallenbädern oder allgemein in Gewerbe- oder Industrieunternehmen sinnvoll sein. Nachfolgend wird der Betrieb eines Blockheizkraftwerkes exemplarisch für ein Mehrfamilienhaus, ein Hotel und ein Altenheim dargestellt. Die tatsächliche Auslegung eines Blockheizkraftwerkes muss stets genau geprüft werden und ist abhängig von den jeweiligen örtlichen Bedingungen.

7.2.2 Beispiel BHKW im Mehrfamilienhaus

In diesem Beispiel wird für ein Mehrfamilienhaus die Betriebsweise eines Erdgas-BHKW wärmegeführt ausgelegt. Für die Ermittlung des Wärmebedarfs wird die Tagesmitteltemperatur aus dem Raum Frankfurt am Main als die bestimmende Größe zugrunde gelegt. Hierbei wird die Leistung des BHKW so bemessen, dass die Grundlast des Wärmebedarfs abgedeckt und eine möglichst hohe Laufzeit erreicht wird. Oberhalb dieser Grundlast wird ein Spitzenlastkessel zur weiteren Wärmebedarfsdeckung eingesetzt. Um kurzfristige Schwankungen der Wärmegrundlast, z. B. aufgrund der überlagerten Warmwasserversorgung auszugleichen, wird in diesem Beispiel der Einsatz eines Wärmespeichers vorgesehen. Die Berechnung des Heizwärmebedarfs erfolgt beispielhaft an einem Mehrfamilienhaus mit 18 Wohneinheiten mit zentraler Trinkwarmwassererwärmung. Das Haus aus den 50er besitzt eine Wohnfläche von rund 1.300 m² und weist keinen wesentlich verbesserten Wärmedämmstandard auf, sodass ein verhältnismäßig hoher Jahreswärmebedarf vorliegt.



Abbildung 7-9 Mehrfamilienwohnhaus

Die Grundlast des Jahreswärmebedarfs ergibt sich überwiegend aus dem Wärmebedarf zur Trinkwarmwasserbereitstellung.

Jahresdauerlinie MFH

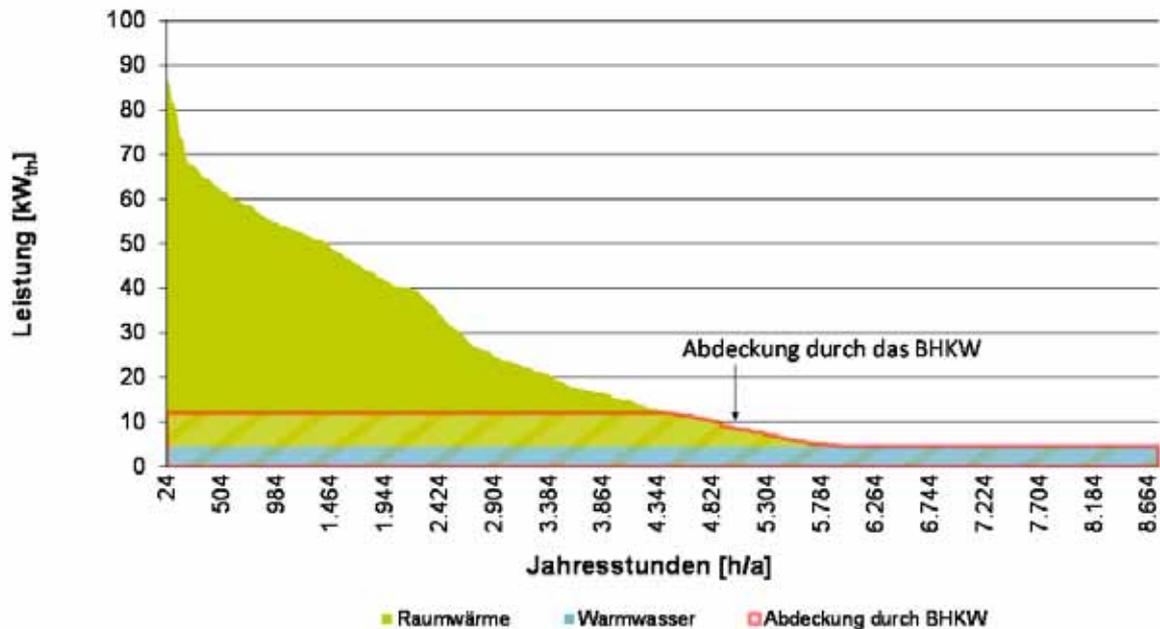


Abbildung 7-10 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Mehrfamilienhaus

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung des BHKW erfolgt unter der Annahme, dass eine Mieter-Vermieter-GbR gegründet wurde. In dieser stellt der Vermieter das Blockheizkraftwerk, die Mieter mieten das BHKW und nehmen den erzeugten Strom soweit ab, wie sie ihn benötigen. Der Rest der elektrischen Energie wird in das öffentliche Netz eingespeist. Strom, der von den Mietern darüber hinaus verbraucht wird, wird zugekauft. Eine Einspeisung in das öffentliche Netz zu 100 % durch den Vermieter wirkt sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit aus.

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergibt sich aus der Summe der Kapital- sowie der Verbrauchs- und Betriebskosten abzüglich einer Gutschrift für Strom und Wärme. Die Stromgutschrift kommt durch die Einspeisung in das öffentliche Netz und die Weitergabe des Stroms an die Mieter zustande. Die Wärmegutschrift berücksichtigt die vermiedene Erdgasmenge, die in einem Erdgaskessel verbraucht worden wäre. Eine Übersicht der angenommenen Rahmendaten zur Wirtschaftlichkeitsberechnung ist in Tabelle 7-5 dargestellt. Alle Angaben sind exklusive Mehrwertsteuer.

Tabelle 7-5 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Heizlast Gebäude	100	kW _{th}
Arbeitspreis Erdgas	5,5	ct/kWh _{Hs}
Strompreis _{Bezug}	21,0	ct/kWh _{el}
Strompreis _{Erlös: Weitergabe Mieter + KWK-Zuschlag}	24,1	ct/kWh _{el}
Strompreis _{Erlös: EEX + KWK-Zuschlag + vermiedene Netznutzung}	10,6	ct/kWh _{el}
Anteil Strom an Mieter	50	%
Anteil Strom ins öffentliche Netz	50	%

Bei der Berechnung wird angenommen, dass 50 Prozent der erzeugten elektrischen Energie von den Mietern abgenommen werden kann.

Unter den angenommenen Rahmenbedingungen könnte ein BHKW, das etwa 12 % der gesamten Wärmeleistung abdeckt, circa 40 % des Jahreswärmebedarfs erzeugen. Mit dieser Auslegung würde das BHKW (ca. 12 kW_{th} und 5,5 kW_{el}) rund 6.500 Vollbenutzungsstunden erreichen und sich in ca. 8,8 Jahren und damit innerhalb der rechnerischen Nutzungsdauer statisch amortisieren. Der Betrieb eines Blockheizkraftwerkes in einem Mehrfamilienhaus kann somit wirtschaftlich sinnvoll sein und Kosten bei Mietern und Vermietern reduzieren.

7.2.3 Beispiel BHKW im Altenheim

Für den Einsatz von Blockheizkraftwerken sind in einem Altenheim gute Voraussetzungen gegeben. Denn Altenheime zeichnen sich durch einen hohen Raumwärmebedarf und einem ganzjährigen Wärmebedarf für die Warmwasserbereitstellung aus.

Zur Ermittlung des Raumwärmebedarfs werden auch hier die Tagesmitteltemperaturen aus dem Raum Frankfurt am Main herangezogen. Die Bestimmung des Warmwasserbedarfs erfolgt anhand von Kennzahlen für Altenheime aus (Ages, 2007). Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgt für ein Altenheim mit 100 Zimmern. Das BHKW wird so ausgelegt, dass möglichst hohe Vollbenutzungsstunden erreicht werden. Die Spitzenlast wird durch die Installation eines weiteren Kessels abgedeckt. Für die Berechnung der Jahresdauerlinie ergibt sich das in Abbildung 7-11 dargestellte Bild:

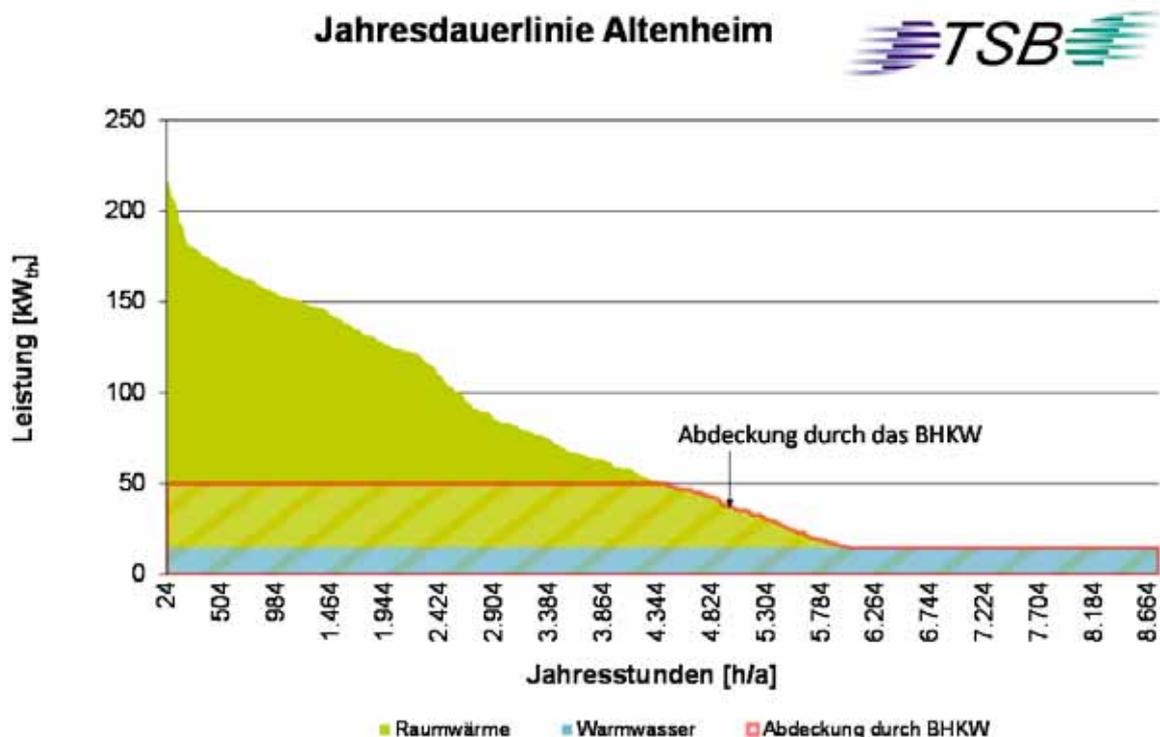


Abbildung 7-11 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Altenheim

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wird in diesem Fall angenommen, dass das BHKW durch das Altenheim selbst aufgestellt und betrieben wird. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit eines Betreiber-Modells, in der die Installation und Betriebsführung durch einen

Contractor geleistet wird. Die Vergabe an einen Contractor bietet den Vorteil, dass der Aufwand für Planung, Installation, Betrieb, Wartung und weitere Serviceleistungen sowie der anfangs relativ hohe Kapitaleinsatz nicht durch das Altenheim getragen werden müssen. Ob dieses Modell wirtschaftlich interessant ist, hängt von der Höhe der vereinbarten Strom- und Wärmepreise ab. Diese Variante kann jedoch mit höheren Kosten verbunden sein als die Betriebsführung eines Blockheizkraftwerkes in eigener Regie.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung des BHKW ergibt sich aus der Summe der Kosten abzüglich einer Gutschrift für Strom und Wärme. Es wird davon ausgegangen, dass das Altenheim den erzeugten Strom zur Hälfte selbst nutzen kann. Eine Übersicht der angenommenen Rahmendaten findet sich in Tabelle 7-6. Alle Angaben sind exklusive Mehrwertsteuer.

Tabelle 7-6 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Heizlast Gebäude	230	kW_{th}
Arbeitspreis Erdgas	6,2	$\text{ct/kWh}_{\text{HS}}$
Strompreis	14,0	$\text{ct/kWh}_{\text{el}}$
KWK-Zuschlag <small>Durchschnittlich über die Leistungsklassen</small>	5,41	$\text{ct/kWh}_{\text{el}}$
Anteil Strom Eigennutzung	50	%
Anteil Strom ins öffentliche Netz	50	%

Bei einer Auslegung von etwa $50 \text{ kW}_{\text{th}}$ und $30 \text{ kW}_{\text{el}}$ könnte ein Blockheizkraftwerk mit rund 6.200 Vollbenutzungsstunden über 50 Prozent des Wärmebedarfs abdecken. Unter diesen Annahmen liegt die statische Amortisation knapp bei 7,5 Jahren. Damit zeigt sich das BHKW als wirtschaftlich sinnvolle Maßnahme in einem Altenheim, um Kosten und Primärenergie einzusparen.

7.2.4 Beispiel BHKW im Hotel

Der Betrieb von Blockheizkraftwerken bietet sich auch im Bereich der Gastronomie an. Gerade Hotels besitzen einen hohen ganzjährigen Bedarf an Raumwärme und Warmwasser. Die Ermittlung des Wärmebedarfs erfolgt anhand der Tagesmitteltemperaturen des Raums Frankfurt am Main. Die wärmeseitige Auslegung des BHKWs soll die Grundlast abdecken und hohe Vollbenutzungsstunden erreichen. Oberhalb dieser Wärmegrundlast wird ein Spitzenlastkessel eingesetzt. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt für ein Hotel mit 80 Zimmern mit eigener Dusche. Die Auslegung beträgt über das Jahr gesehen rund 50 %. Das Warmwasser wird zentral erhitzt. Die Abbildung 7-12 zeigt die Jahresdauerlinie des Hotels.

Jahresdauerlinie Hotel



Abbildung 7-12 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Hotel

Für die ökonomische Betrachtung wird für das Hotel angenommen, dass das Blockheizkraftwerk in eigener Hand aufgestellt und betrieben wird. Die Vergabe an einen Contractor bietet sich jedoch auch für ein Hotel an und kann eine gute Alternative zum bisherigen Beheizungssystem darstellen. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung des BHKW ergibt sich aus der Summe der Kosten abzüglich einer Gutschrift für Strom und Wärme. Es wird davon ausgegangen, dass das Hotel die Hälfte des erzeugten Stroms selbst nutzen kann. Eine Übersicht der angenommenen Rahmendaten findet sich in Tabelle 7-7. Alle Angaben sind exklusive Mehrwertsteuer.

Tabelle 7-7 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Heizlast Gebäude	200	kW _{th}
Arbeitspreis Erdgas	6,2	ct/kWh _{Hs}
Strompreis	16,0	ct/kWh _{el}
KWK-Zuschlag	5,41	ct/kWh _{el}
Strompreis Erlös: EEX + KWK-Zuschlag + vermiedene Netznutzung	10,6	ct/kWh _{el}
Anteil Strom Eigennutzung	50	%
Anteil Strom ins öffentliche Netz	50	%

Unter den angenommenen Bedingungen könnte ein BHKW, das etwa 19 % der gesamten Wärmeleistung abdeckt, circa 58 % des Jahreswärmebedarfs erzeugen. Mit dieser Auslegung würde das BHKW (ca. 40 kW_{th} und 25 kW_{el}) rund 6.200 Vollbenutzungsstunden erreichen und sich in rund 7,1 Jahren und damit innerhalb der rechnerischen Nutzungsdauer statisch amortisieren.

7.2.5 Abwärmepotenzial gewerbliche Anlagen

In der Industrie wird durch vielfältige Energie- und Prozessverfahren industrielle Abwärme erzeugt. Die Abwärmequellen sind dabei sehr unterschiedlicher Natur und reichen von raumluftechnischen Anlagen über mit Elektromotoren betriebene Systeme bis hin zu Prozessanlagen wie z. B. Trocknern, Öfen oder Kesseln.

Rund 56 % der aus betrieblichen Prozessen anfallenden Abwärme fällt nach (Fraunhofer ISI, 2003) diffus durch Strahlung und Konvektion an (z. B. Oberflächenverluste von Anlagen), so dass eine gezielte Nutzung nur bedingt erfolgen kann. Bei den verbleibenden 44 % handelt es sich um mediengebundene Abwärmeströme wie z. B. Abluft- und Abgasströme, Kühlflüssigkeiten oder den Wärmeinhalt eines Produktes. Diese konzentrierte Abwärme fällt häufig auf höherem Temperaturniveau als die diffuse Abwärme an und ist prinzipiell für eine Nutzung besser geeignet.

Durch energieeffiziente Komponenten und eine effiziente Betriebsweise kann zwar die Abwärmemenge reduziert, jedoch nie vollkommen ausgeschlossen werden. Eine Abwärmeebenutzung sollte aus wirtschaftlichen Gründen nach der unten aufgelisteten Reihenfolge beurteilt werden:

- produktionsinterne Nutzung,
- betriebsinterne Nutzung,
- externe Nutzung.

Durch die Nutzung der Abwärme kann die Energieeffizienz und damit die Wirtschaftlichkeit des Betriebes häufig gesteigert werden. Die bestehende Wärmeversorgung wird dadurch entlastet. Insofern ergeben sich zahlreiche Vorteile aus Abwärmeebenutzung:

- Verminderung des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen,
- Verminderung der Energiekosten und damit Produktionskosten,
- Reduzierte Nutzung der Wärmeerzeugungsanlagen bis hin zu reduziertem Wärmeleistungsbedarf und damit niedrigeren Investitionskosten,
- Reduzierte Nutzung der Kühlanlagen bis hin zu reduziertem Kälteleistungsbedarf und damit niedrigeren Investitionskosten.

In Industrieproduktionen fällt meist Abwärme an, die nicht mehr nutzbar ist und das Gebäude z. B. über raumluftechnische (RLT-) Anlagen bzw. den eigentlichen Prozess verlässt. Genannt sei hier beispielsweise die mit Feuchtigkeit beladene warme Abluft aus Trocknern und Backöfen. Zum anderen fällt Abwärme bei elektrischen Antrieben an. Dies trifft beispielsweise charakteristisch für Druckluftkompressoren, Pumpen, Kompressionskältemaschinen etc. zu. Durch energieeffiziente Komponenten und eine effiziente Betriebsweise kann hier zwar die Abwärmemenge reduziert, jedoch nie vollkommen ausgeschlossen werden.

Nachfolgend sind die wichtigsten Abwärmequellen aufgeführt:

- Druckluft
- RLT-Anlagen
- Trocknung
- Kälteanlagen
- Abgas
- Prozessabluft
- (Brüden-)Dampf
- Abwasser
- Thermische Nachverbrennung

Bei der Abwärmenutzung kann prinzipiell zwischen der Wärmerückgewinnung (bzw. interne Abwärmenutzung) und der externen Abwärmenutzung unterschieden werden:

Bei der Wärmerückgewinnung (WRG) wird die Abwärme dem Ursprungsprozess bzw. der gleichen Anlage ohne wesentliche Zeitverschiebung wieder zugeführt. Dadurch wird der Anlagenwirkungsgrad der Anlage erhöht (z. B. RLT-Anlagen). Im Bereich der WRG stehen häufig standardisierte Verfahren zu Verfügung.

Bei der externen Abwärmenutzung (AWN) kommt die Abwärme dagegen nicht im ursprünglichen Prozess zum Einsatz. Durch die Mehrfachnutzung der Wärme wird die Energieeffizienz des Anlagenverbundes erhöht; der Wirkungsgrad der einzelnen Anlagen bleibt jedoch unverändert. Kann die Abwärme nicht betriebsintern genutzt werden, so besteht die Möglichkeit der Abgabe an Dritte. Mit den Erlösen aus der Wärmeabgabe können die Energiekosten des Betriebes reduziert werden. AWN-Anlagen sind aufgrund der Vielfalt der Kombinationsmöglichkeiten von Wärmequellen und –verbrauchern individuell zu planen.

Systeme zur Wärmerückgewinnung bzw. Abwärmenutzung können in vielen Fällen wirtschaftlich umgesetzt und betrieben werden. Voraussetzung ist, dass die Abwärmequelle und die Wärmesenken zueinander passen. Wichtige Kriterien sind daher:

- **nutzbares Temperaturniveau:** die Temperatur der Abwärme muss die der Wärmesenke übersteigen (mind. 5 - 10 K). Je höher die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Wärmesenke, umso besser ist die Übertragung der Wärme.
- **Wärmemenge und Wärmeleistung:** stimmen die zur Verfügung stehende Abwärmemenge und Wärmeleistung nicht mit dem Bedarf überein, muss ggf. die Spitzenlast durch eine weitere Anlage abgedeckt werden oder aber überschüssige Abwärme geht weiterhin verloren. Die Wirtschaftlichkeit der Wärmerückgewinnung kann auch schon bei geringen Abwärmemengen gegeben sein, wenn die Anlage kontinuierlich (= hohe Vollbenutzungsstunden) genutzt wird, der Umsetzungsaufwand nicht hoch und der substituierte Brennstoffpreis ausreichend hoch liegt.
- **Platzbedarf und räumliche Nähe:** Da die Kosten und Möglichkeiten der Einbindung entscheidend für die Wirtschaftlichkeit der Maßnahme sein können, sollten Abwärmequelle und Wärmesenke möglichst nahe beieinander liegen bzw. muss entsprechend Platz zur Installation des Systems vorhanden sein. Welche Entfernung wirtschaftlich überbrückt werden kann, hängt von der übertragenen Wärmemenge, den Investitionskosten für die restliche Wärmenutzungsanlage, dem substituierten Brenn-

stoffpreis und dem Transportmedium und damit von den spezifischen Kosten für die Wärmeübertragungsleitung ab.

- **Zeitliche Differenz zwischen Wärmeangebot und –bedarf:** Je größer die Übereinstimmung im zeitlichen Verlauf zwischen der Wärmequelle und der Wärmesenke, desto besser kann die Abwärme genutzt werden. Häufig stimmt das Bedarfsprofil jedoch nicht mit dem Angebotsprofil überein. In diesem Fall besteht die Möglichkeit mit einem Wärmespeicher Leistungsspitzen und zeitliche Differenzen abzufuffern.
- **Jährliche Betriebsstunden und Nutzungsdauer der Anlage:** Je länger eine Anlage in Betrieb ist und je höher die Vollbenutzungsstunden sind, desto besser fällt die Wirtschaftlichkeit einer entsprechenden Wärmerückgewinnungsanlage aus.
- **Betreibermodell:** Ermöglichen die technischen und ökonomischen Rahmenbedingungen eine Abwärmenutzung, muss ein denkbares Betreibermodell erörtert werden. Der Wärmeverkauf ist nicht das Kerngeschäft der Unternehmen, die die Abwärme anbieten. Für eine wirtschaftliche Erschließung müssen längerfristige Verträge abgeschlossen werden. Darin gilt es zu klären, was mit der Wärmeversorgung bei einer Produktionsumstellung passiert, mit der das Produkt zukünftig energieeffizienter und im Umkehrschluss mit weniger Abwärme hergestellt werden kann. Weiterhin muss rechtlich geklärt sein, welche Folgen eine Standortschließung oder sogar eine Insolvenz haben.

Ein weiteres ausschlaggebendes Kriterium für die Umsetzung einer Maßnahme ist die Wirtschaftlichkeit der Investition. Nicht jeder wärmefreisetzende Prozess kann wirtschaftlich genutzt werden. Die Wärme muss mit vertretbarem Aufwand erschlossen und transportiert werden können. Je aufwändiger dieser Prozess ist, desto höher liegen die Investitionskosten. Die Wirtschaftlichkeit hängt zum anderen aber auch sehr stark von den Energiepreisen ab. Bei steigenden Preisen für Strom und fossile Brennstoffe amortisiert sich die Investition umso schneller, je höher die Preise steigen.

Auch die Versorgungssicherheit und die Gewährleistung der Produktion spielen eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung. Wird ein Prozess ausschließlich mit Abwärme betrieben, ist häufig ein redundantes System vorzusehen, um den durchgängigen Anlagenbetrieb auch bei Ausfall der Abwärmequelle zu gewährleisten. Handelt es sich um einen sensiblen Prozess, bei dem beispielsweise die chemische Reaktion von einem bestimmten Temperaturniveau abhängt, müssen die prozesstechnischen Rahmenbedingungen vor einer Abwärmenutzung unbedingt im Detail geprüft werden.

Die Abbildung 7-13 zeigt, dass die Art der Nutzung der Abwärme maßgeblich vom Temperaturniveau der Abwärmequelle bestimmt wird. Es wird dargestellt, welche Abwärmequellen mit den einhergehenden Temperaturniveaus für eine Abwärmesenke genutzt werden können.

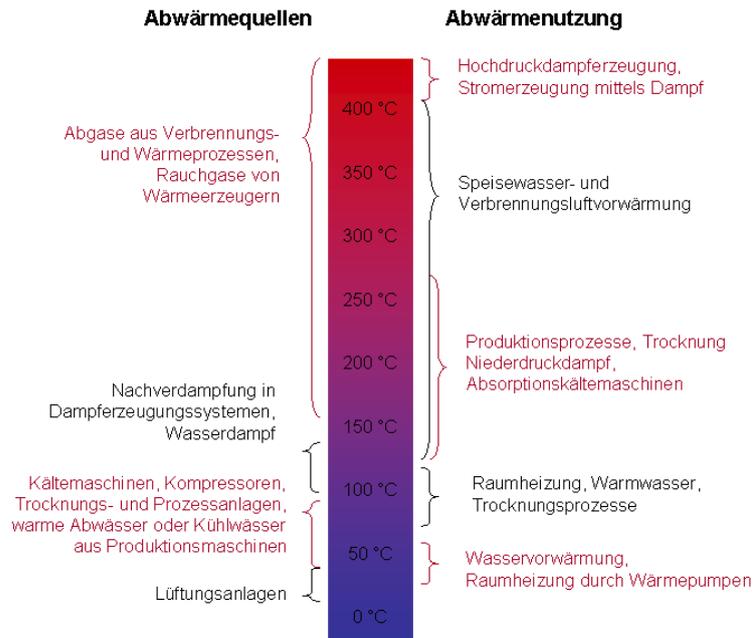


Abbildung 7-13: Beispiele Abwärmequelle und –senke

So können z. B. Kraftwerke aufgrund ihrer Verbrennungsprozesse die Abwärme zur Speisewasser- und Verbrennungsluftvorwärmung nutzen. Aber auch Absorptions- und Adsorptionskälteanlagen (AKM) können Abwärme für die Kälteerzeugung nutzen. Im Gegensatz zu Kompressionskältemaschine findet statt der mechanischen Verdichtung eine thermische Verdichtung statt. Die erforderliche Heizleistung kann bei AKM durch eine direkte oder indirekte Befuerung, d.h. durch Abwärme, bereitgestellt werden. Serienmäßige Absorptionskältemaschinen sind für die Heizmedien Heißwasser und Dampf im Temperaturbereich von 80 bis 180 °C konzipiert. Mit Adsorptionskälteanlagen können dagegen auch Temperaturen mit nur 55 °C noch genutzt werden.

Bei ausreichend hohen Abwärmemetemperaturen (95 °C – 300 °C) bietet sich die Nutzung der Abwärme zur Stromerzeugung an. Dies kann – inzwischen technisch ausgereift und von unterschiedlichen Herstellern am Markt verfügbar – über den so genannten ORC-Prozess (ORC = Organic Rankine Cycle) geschehen. Der ORC-Prozess entspricht dem Dampf-Kraft-Prozess. Anstelle von Wasser kommt ein leicht siedendes organisches Arbeitsmedium zum Einsatz. Die Abwärme wird zur Verdampfung des Arbeitsmediums im ORC-Prozess genutzt.

Die Abwärme von z. B. Kältemaschinen und Kompressoren ist schon durchaus ausreichend für eine Raumheizung und die Bereitstellung von Warmwasser (Abbildung 7-13).

Zur weiteren Spezifikation, welche Abwärmesenkentechnologie für welche Industriebranche sinnvoll ist, wurde von (Saena, 2012) eine Auswahlhilfe erarbeitet. Es wurden auf Basis des NACE-Codes (Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne) Branchen mit einem Abwärmepotenzial aufgeschlüsselt. Für die Darstellung der Einsetzbarkeit der Technologien in den Branchen wurde auf das bewährte Ampelsystem zurückgegriffen.

Für die Bewertung der Eignung einer Technologie für eine Branche wurden folgende Faktoren berücksichtigt:

- Temperaturniveau der Abwärme,
- Leistungsklasse der Abwärme,
- zeitlicher Anfall und Volllaststunden der Abwärme,
- realistischer Bedarf nach dem Produkt der Nutzungstechnologie (z. B. Kälte),
- üblicher Standort und Betriebsgröße (wichtig für externe Verwendung der Abwärme).

Einzelne Betriebe innerhalb der Branchen unterscheiden sich zum Teil deutlich voneinander, so dass sowohl die Angaben zum Temperaturniveau der Prozesswärme als auch die Erstbewertung der Technologien nicht immer allgemeingültig ist. Wie oben bereits angedeutet, ist für die potenziell nutzbare Technologie das Temperaturniveau der Abwärme ausschlaggebend. Die Temperatur der Abwärme ist jedoch sehr stark von den bereits eingesetzten Maßnahmen zur Energierückgewinnung abhängig, weshalb es nicht in diese Tabelle aufgenommen wurde.

Grundsätzlich muss ein Abwärmekonzept für jeden Betrieb einzeln ausgearbeitet werden, da die konkreten Anforderungen und Leistungsdaten stark variieren. Dazu finden sich bereits viele Handlungsleitfäden für Unternehmen, um die eigenen Potenziale zu ermitteln. Die Investitionskosten zur Errichtung eines Wärmenutzungssystems hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab und können nur nach sorgfältiger Planung und Kalkulation belastbar angegeben werden.

Ergebnis

Insgesamt konnten im Rahmen der Recherche 343 Betriebe aus verschiedenen Branchen im Stadtgebiet Bingen erfasst werden. Die meisten Betriebe lassen sich dem Dienstleistungssektor zuordnen. Aufgrund des Tätigkeitsbereichs können im Vorhinein 87 % der Betriebe für eine Abwärmenutzung ausgeschlossen werden. Hierzu gehören in erster Linie Betriebe, die sich den Kategorien „Dienstleistungen“, „Gastronomie“, „Fachhandel“ und „Einzelhandel“ zuordnen lassen. Lediglich ca. 13 % der erfassten Betriebe können dem „produzierenden Gewerbe“ zugeordnet werden, die für eine Abwärmenutzung in Frage kommen. Die Erfassung der Betriebe bzw. die Zuordnung nach Wirtschaftszweigen erfolgte auf manueller Suche (u.a. Googlemaps, Gelbe Seiten) bzw. eigenem Ermessen, da oftmals die Einteilung von Betrieben in eine Kategorie nicht zweifelsfrei möglich war. Dem entsprechend kann trotz sorgfältiger Recherche eine gewisse Ungenauigkeit nicht ausgeschlossen werden.

Die Analyse ergibt, dass typische Unternehmen mit Abwärme auf hohem Temperaturniveau (z. B. Gießereien, Zementwerke, Tuchfabriken, Kalkbrennereien) im Stadtgebiet Bingen nicht vorhanden sind. Es gibt jedoch einige Betriebe im Stadtgebiet, die Prozesswärme benötigen. Hierzu gehören u.a. Großbäckereien, Druckereien und Betriebe, die Kunststoffe produzieren. Eine genauere Betrachtung mittels Anfragen bei den entsprechenden Betrieben hat ergeben, dass Abwärmequellen in den Betrieben zwar vorhanden sind, bedingt durch den geringen Umfang und das niedrige Temperaturniveau eine Nutzung jedoch nicht oder wenn überhaupt nur unrentabel erfolgen würde. In Einzelfällen erfolgt schon eine Nutzung der Abwärme betriebsintern, z. B. zur Vorwärmung der Zuluft bzw. zur Heizungsunterstützung. Welche Ener-

gieweinsparung durch die Wärmerückgewinnung erzielt werden kann, konnte nicht beziffert werden.

7.2.6 Abwärme Abwasser

Für die Nutzung von Wärmepotenzialen aus Abwässern bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Die Gewinnung der Wärme direkt aus dem Kanalsystem vor der Kläranlage oder die Nutzung des gereinigten Abwassers hinter der Kläranlage.

Potenziale aus dem Kanalsystem

Um Wärmepotenziale aus Abwasserkanalsystemen gewinnen zu können, werden Wärmetauscher direkt in einem Abwasserkanal installiert und mit einer Wärmepumpe verbunden. Die durchschnittlichen Abwassertemperaturen betragen selbst im Winter i. d. R. rund 10 bis 15 °C und eignen sich daher gut als Wärmequelle für Wärmepumpen (DBU, 2005). Voraussetzung dabei ist, dass ausreichend große Trockenwetterabflüsse (mindestens 15 l/s) vorhanden sind (DBU, 2005), um genügend Wärme aus dem Abwasser zu ziehen und sich geeignete Abnehmer in nächster Umgebung befinden. Die Wärmeabnehmer sollten dabei nur niedrige Vorlauftemperaturen benötigen, wie sie z. B. bei Flächenheizungen oder Niedrigenergiehäusern gebraucht werden, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu gewährleisten. Meist ist die Installation von Wärmetauschern jedoch nur in Hauptsammlern möglich, da diese ausreichend groß dimensioniert sind und die erforderlichen Durchflussmengen beinhalten.

Potenziale aus gereinigtem Abwasser

Die Nutzung der Wassermengen aus dem Ablauf einer Kläranlage bietet im Vergleich zu den Abwässern im Kanalsystem zum einen den Vorteil, dass die Leistung der Wärmetauscher aufgrund des gereinigten Abwassers weniger durch Ablagerungen vermindert wird. Zudem können größere Wärmemengen aufgrund einer höheren Temperaturabsenkung entnommen werden. Denn während im Winter die Temperaturabsenkung im Zulauf einer Kläranlage durchschnittlich 0,5 °C nicht überschreiten bzw. die Zulauftemperatur von 10 °C nicht unterschritten werden sollte, um die Reinigungsleistung der Kläranlage nicht zu beeinträchtigen, darf die Ablauftemperatur in den Vorfluter auf 3 °C verringert werden (DBU, 2005). Dadurch kann ein Vielfaches der gerade im Winter benötigten Wärmemengen im Ablauf entnommen werden. Der Nachteil besteht darin, das Wärmepotenzial zu den Verbrauchern zu bringen, da sich diese i. d. R. nicht in direkter Nachbarschaft zu einer Kläranlage befinden. Um die Wärme aus dem Ablauf zum Nutzer zu transportieren, stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Erstere besteht im Aufbau eines Nahwärmenetzes. Dabei wird das gereinigte Abwasser zu einer Heizzentrale geführt, in der mittels einer Wärmepumpe und eines Spitzenlastkessels die Wärme auf das benötigte Temperaturniveau angehoben und anschließend an die Verbraucher verteilt wird. Die zweite Variante besteht in der Installation eines Kaltwassernetzes. Hierzu wird mittels Wärmetauschern Wärme aus dem Ablauf gezogen und über ein Kaltwassernetz verteilt. Jeder Verbraucher betreibt hierbei selbst eine Wärmepumpe, um das benötigte Temperaturniveau zu erreichen. Der Vorteil des Kaltwassernetzes gegenüber einem Nahwärmenetz liegt in dem geringeren Temperaturniveau, wodurch geringe Wärmeverluste entstehen und größere Entfernungen zum Abnehmer möglich sind. Jedoch muss darauf geachtet werden, dass die Wärmeabnehmer hinsichtlich ihres Heizungssystems und Wärmebedarfs für die Nutzung einer Wärmepumpe geeignet sind.

Datenbasis

Für die Abschätzung der Potenziale aus dem Zulauf und Ablauf wurden die mittleren Trockenwetterabflussmengen während der Heizperiode (Oktober bis März) bestimmt. Da für das Jahr 2012 noch keine Abflussmengen für die Monate Oktober bis Dezember vorliegen können, wurden für 2012 die Werte von Januar bis März zugrunde gelegt. Vorliegende Daten sind in Tabelle 7-8 dargestellt:

Tabelle 7-8 Trockenwetterabflussmengen der Kläranlage in Bingen am Rhein

Trockenwettermenge		2010	2011	2012	Mittel
Zulauf	l/s	18,1	22,9	27,0	22,7
Ablauf	l/s	31,1	24,0	24,9	26,7

Methodik

Anhand der mittleren Abflussmengen und minimalen Abflusstemperaturen können die Wärmemengenpotenziale berechnet werden. Dazu wurde im Zulauf von einer maximalen Temperaturabsenkung um 0,5 K und im Ablauf von einer maximalen Temperaturabsenkung auf 3 °C ausgegangen. Für die Ermittlung des Potenzials wurden die mittleren Trockenwettermengen der Jahre 2010 bis 2012, wie in Tabelle 7-8 angegeben, zugrunde gelegt. Da keine Daten zu Zulauf- und Ablauftemperaturen vorlagen, wird von einer durchschnittlichen Abflusstemperatur von 12 °C ausgegangen.

Ergebnis

Die Abflussmengen im Zulauf sind ausreichend, um Wärmetauscher im Kanalsystem zu installieren. So könnte eine Wärmepumpe von rund 60 kW_{th} installiert werden. Bei 2.000 Vollbenutzungsstunden stünden so rund 125.000 kWh_{th}/a zur Verfügung. Es muss jedoch im Vorfeld genau geprüft werden, welche Abwassermengen und -temperaturen im Kanal, in der der Wärmetauscher installiert werden soll, vorliegen.

Im Ablauf können aufgrund der größeren Temperaturabsenkung theoretisch Wärmetauscher mit einer Entzugsleistung von rund 1 MW_{th} installiert werden. In Verbindung mit einer Wärmepumpe mit einem COP (Coefficient of Performance) von 4,2 könnten rund 2.700 MWh_{th}/a zur Verfügung gestellt werden.

7.3 Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien

Im Teilkonzept zur integrierten Wärmenutzung spielt das Potenzial zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien eine wichtige Rolle. Hierzu zählen Geothermie, Biomasse und Solarenergie. Die Ergebnisse der Analysen aus der Potenzialanalyse zur Erschließung Erneuerbarer Energien können hierbei genutzt werden.

7.4 Potenziale zu Aus- und Zubau von Wärmenetzen

Um Stadtgebiete, die sich für einen Wärmeverbund eignen zu identifizieren, wird auf die Wärmekarten aus der Bilanzierung zurückgegriffen. Dort sind alle Stadtteile in Siedlungszellen eingeteilt. Eine Siedlungszelle ist charakterisiert durch den vorherrschenden Bebauungstyp (EFH oder MFH) und der Baualtersklasse, woraus mit weiteren Kenndaten auf den jeweiligen Jahreswärmeverbrauch in einer Siedlungszelle geschlossen ist.

Nicht nur der absolute Jahreswärmeverbrauch in einem Gebiet ist eine wichtige Größe zur Einschätzung eines potenziellen Wärmenetzes. Der spezifische Wärmeabsatz stellt ein wesentliches Kriterium für die Umsetzung eines Wärmeverbunds dar. Der spezifische Wärmeabsatz besagt, welche Wärmemenge pro m Wärmetrasse und Jahr über das Wärmenetz transportiert wird. Demnach sind die anzuschließenden Wärmesenken und der Trassenverlauf von Bedeutung. Je höher die Kenngröße ist, desto interessanter ist die Errichtung eines Wärmenetzes. So kann z. B. nach der „Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 11. März 2011“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ein Tilgungszuschuss für die Investition in ein Wärmenetz beantragt werden, wenn $500 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}_{\text{Trasse}}\text{a})$ als Mindestwärmeabsatz vorliegt.

Um einen spezifischen Wärmeabsatz zu errechnen, ist ein Wärmenetz entlang der Straßenverläufe gezeichnet. An diese Wärmetrasse sind die Gebäude über Hausanschlussleitungen angebunden, indem vereinfacht die Leitung ausgehend vom Gebäudemittelpunkt an die Wärmetrasse in der Straße gezeichnet ist.

Bei der Berechnung des absoluten Jahreswärmeverbrauchs sowie der Wärmedichte sind alle Gebäude berücksichtigt, die sich innerhalb der Siedlungszellen befinden und eine Grundfläche größer als 50 m^2 aufweisen. Diese Einschränkung ist nötig, um Garagen, Geräteschuppen, Gartenhäuschen, etc., die nicht beheizt werden, herauszufiltern. Eventuelle Wohngebäude die eine Grundfläche kleiner als 50 m^2 aufweisen, bleiben somit auch unberücksichtigt. Der daraus resultierende Fehler ist aber gering und kann somit in der Gesamtrechnung vernachlässigt werden.

Öffentliche Liegenschaften und Gewerbe, die als große Wärmeverbraucher angesehen werden können, sind teilweise, soweit Daten vorlagen, separat erfasst und dem Jahreswärmeverbrauch der Siedlungszelle hinzuaddiert.

Mit dem gesamten Jahreswärmeverbrauch und dem spezifischen Wärmeabsatz können Siedlungszellen ausgemacht werden, die sich für ein Wärmenetz eignen.

In der ersten Darstellung am Beispiel des Stadtteils Büdesheim ist für den heutigen Jahreswärmeverbrauch und unter der Annahme, dass alle Gebäude einer Siedlungszelle an ein Wärmenetz angeschlossen sind, der spezifische Wärmeabsatz abgebildet. Die zweite Darstellung zeigt den absoluten Jahreswärmeverbrauch in den Siedlungszellen für den heutigen Stand ebenfalls für den Stadtteil Büdesheim.

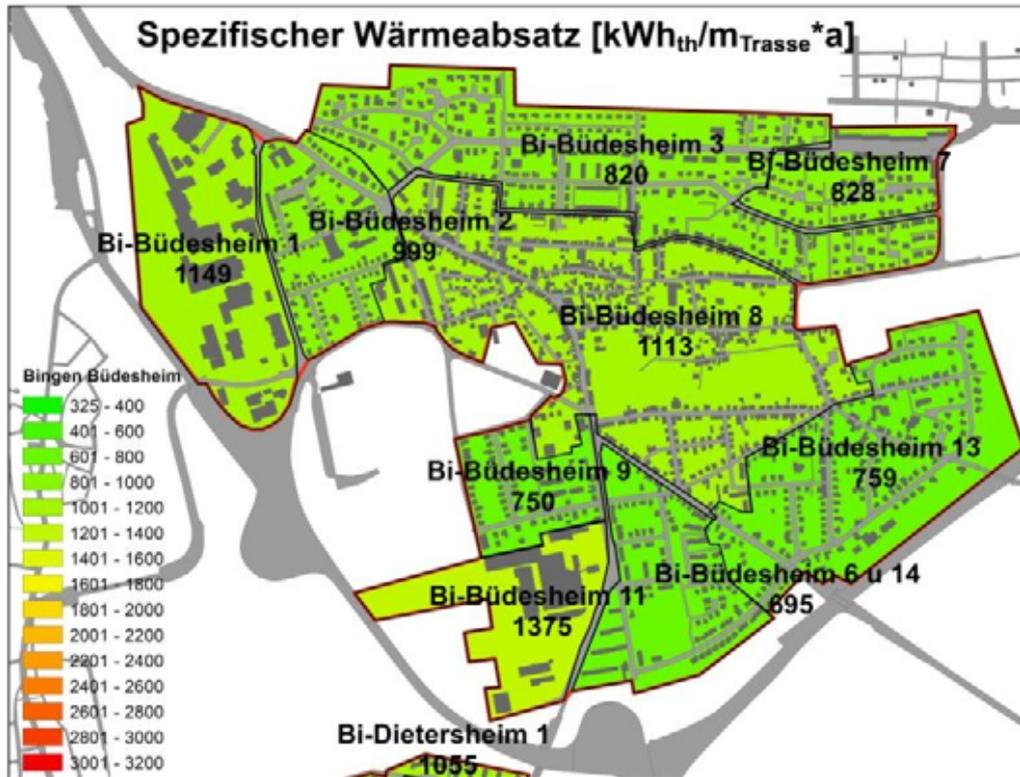


Abbildung 7-14 Spezifischer Wärmeabsatz in Bingen-Büdesheim 2010
(heutiger Jahreswärmeverbrauch, 100% Anschlussquote)

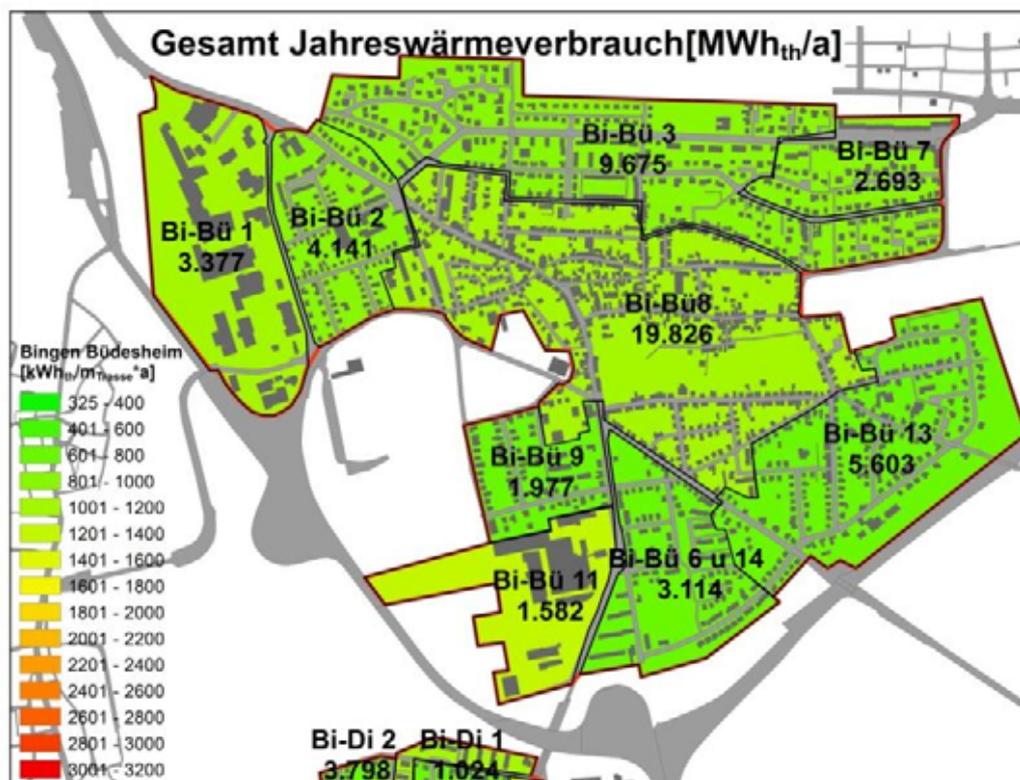


Abbildung 7-15 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim 2010
(heutiger Jahreswärmeverbrauch, 100% Anschlussquote)

Da aber eine Anschlussquote von 100 % nicht realistisch ist und der Jahreswärmeverbrauch auch noch von Faktoren wie Sanierungsgrad abhängt, wird ein zeitliches Szenario berechnet.

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass im Inbetriebnahmejahr 30 % der Haushalte an ein Wärmenetz angeschlossen sind. Die Anschlussquote wird in den folgenden Jahren um jeweils 3 % pro Jahr erhöht. Gleichzeitig sinkt der Jahreswärmeverbrauch aufgrund von Sanierungsmaßnahmen in dem Stadtteil im Mittel um 2 % pro Jahr. Im heutigen Jahreswärmeverbrauch ist ebenfalls berücksichtigt, dass ein gewisser Sanierungsstand schon besteht, was im Bilanzierungskapitel erläutert ist.

Die folgenden Karten und die Excel Tabelle im Anhang zeigen exemplarisch am Stadtteil Bingen-Büdesheim den Anfangszustand in den errechneten Szenario sowie den Zustand nach 4, 8 und 10 Jahren.

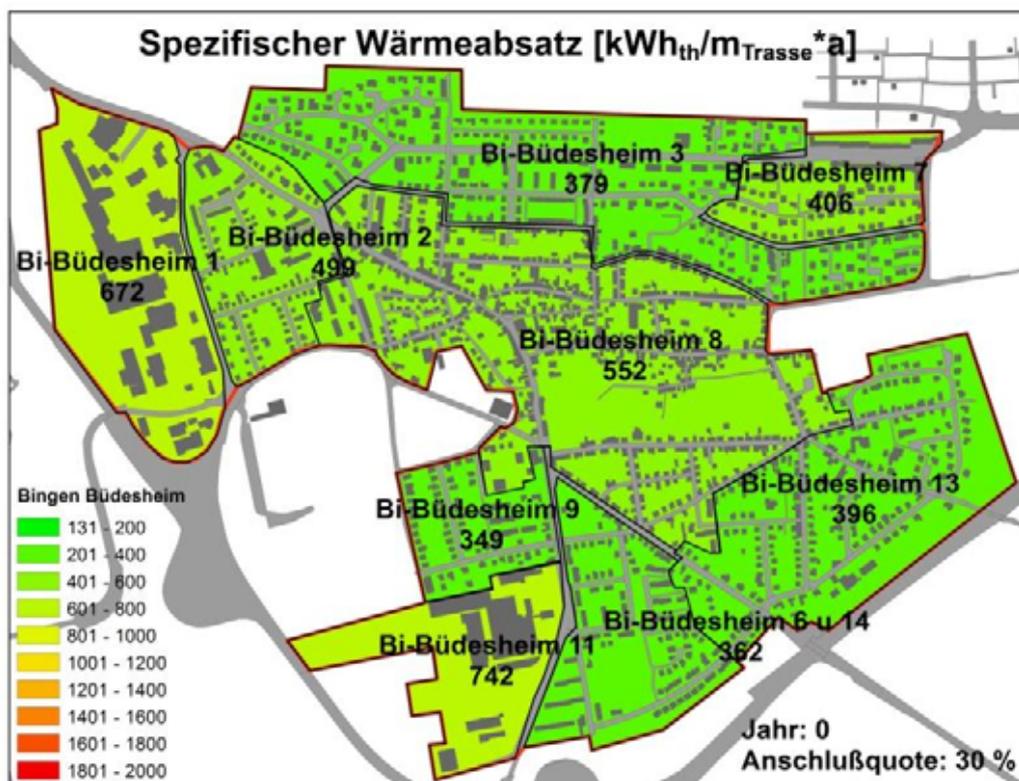


Abbildung 7-16 Spezifischer Wärmeabsatz in Bingen-Büdesheim
(Jahr 0, heutiger Jahreswärmeverbrauch, 30% Anschlussquote)

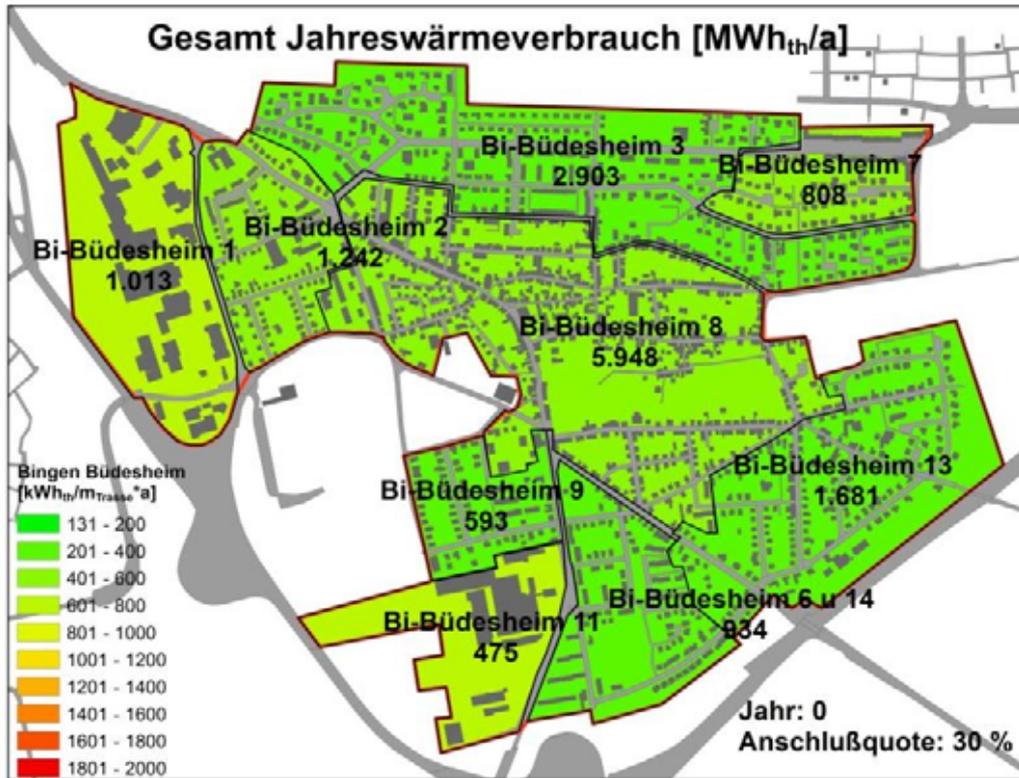


Abbildung 7-17 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim
(Jahr 0, heutiger Jahreswärmeverbrauch, 30% Anschlussquote)

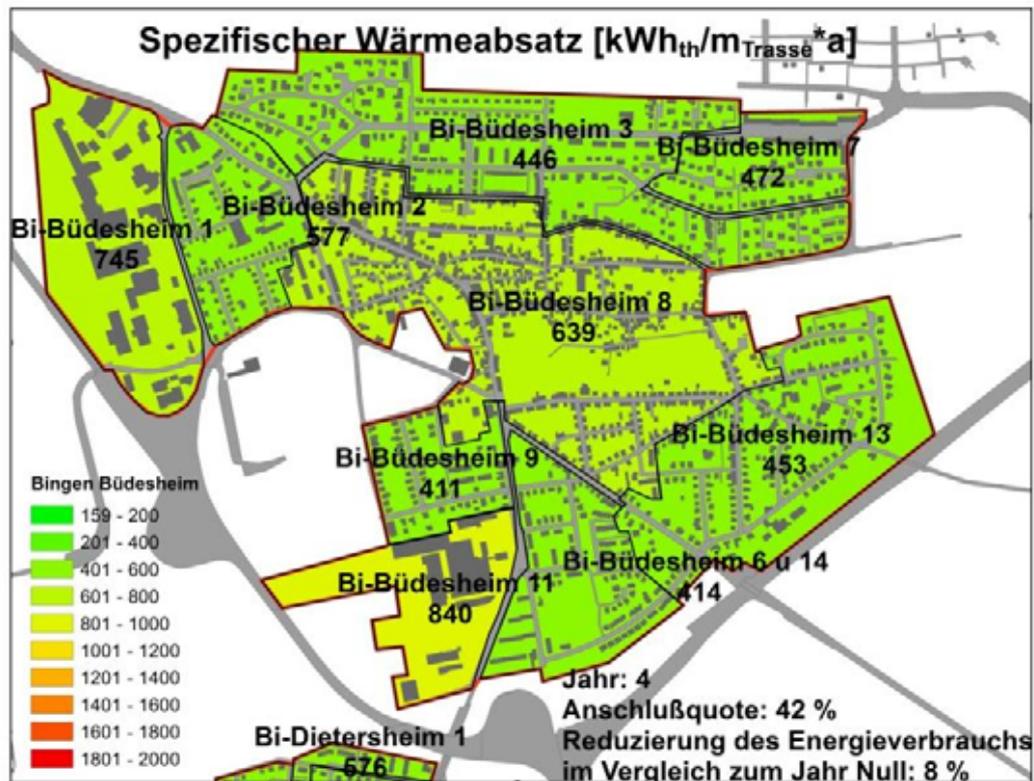


Abbildung 7-18 Spezifischer Wärmeabsatz in Bingen-Büdesheim
(Jahr 4, um 8% reduzierter Jahreswärmeverbrauch, 42% Anschlussquote)

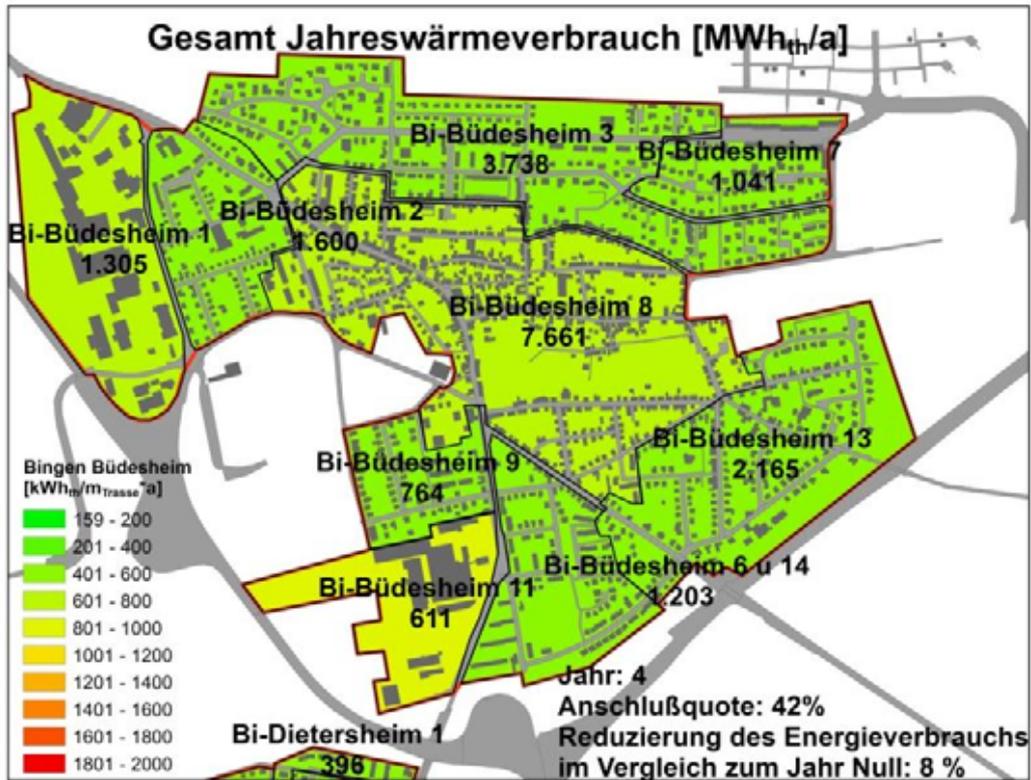


Abbildung 7-19 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim
(Jahr 4, um 8% reduzierter Jahreswärmeverbrauch, 42% Anschlussquote)

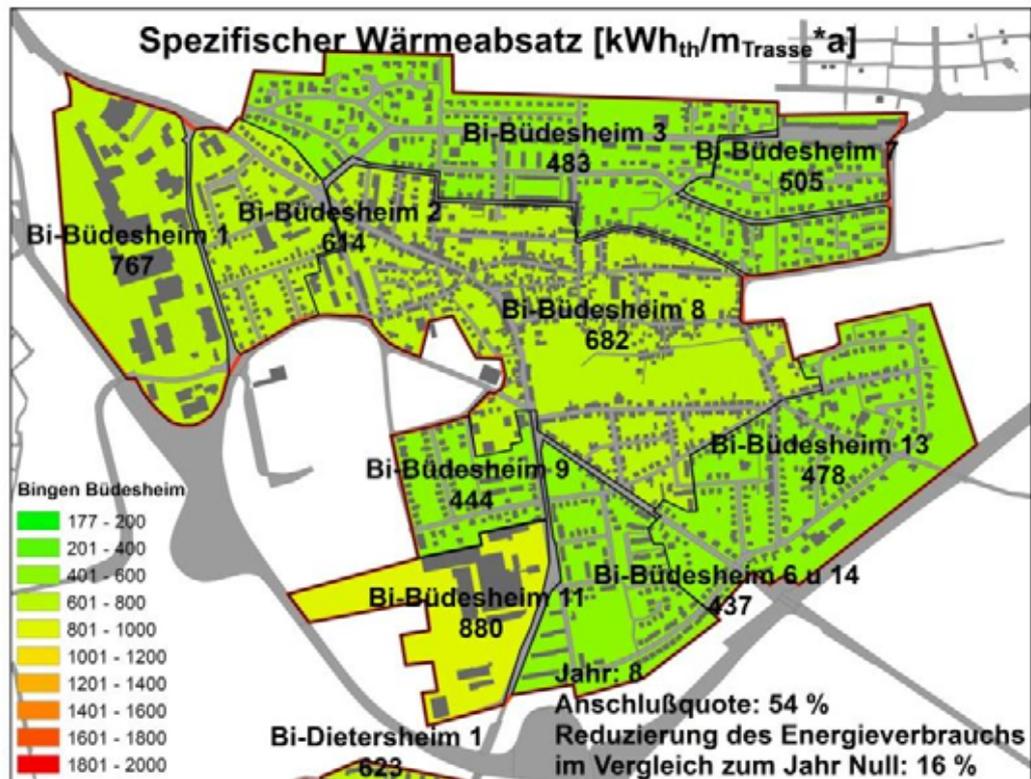


Abbildung 7-20 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim
(Jahr 8, um 16% reduzierter Jahreswärmeverbrauch, 54% Anschlussquote)

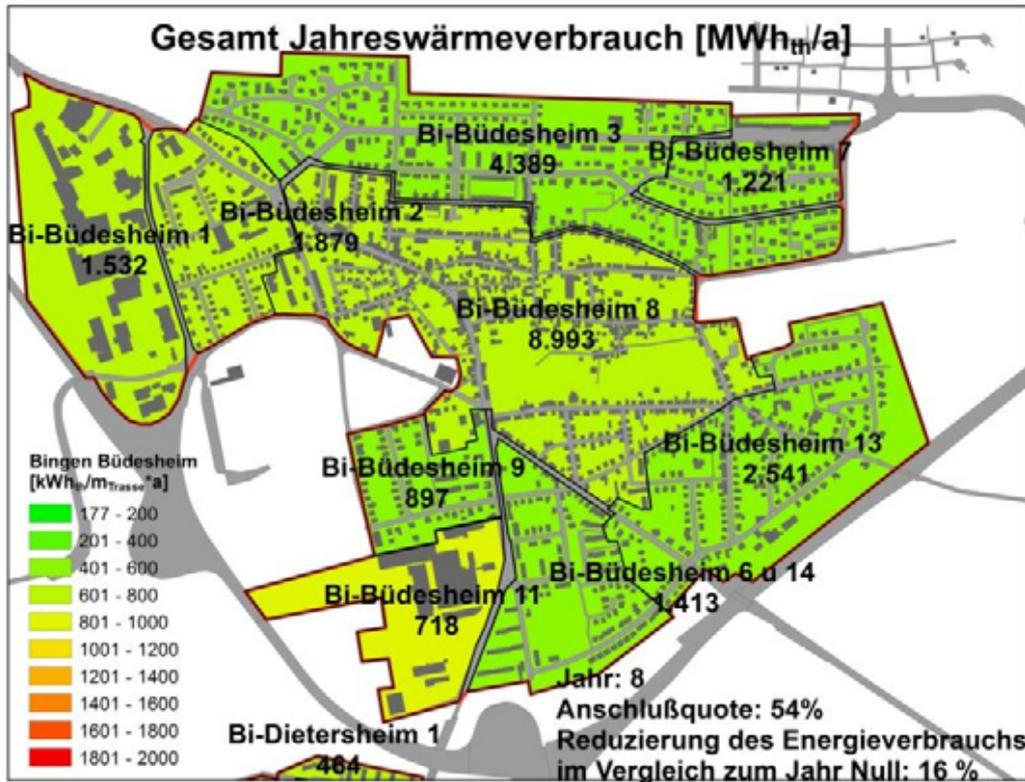


Abbildung 7-21 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim
(Jahr 8, um 16% reduzierter Jahreswärmeverbrauch, 54% Anschlussquote)

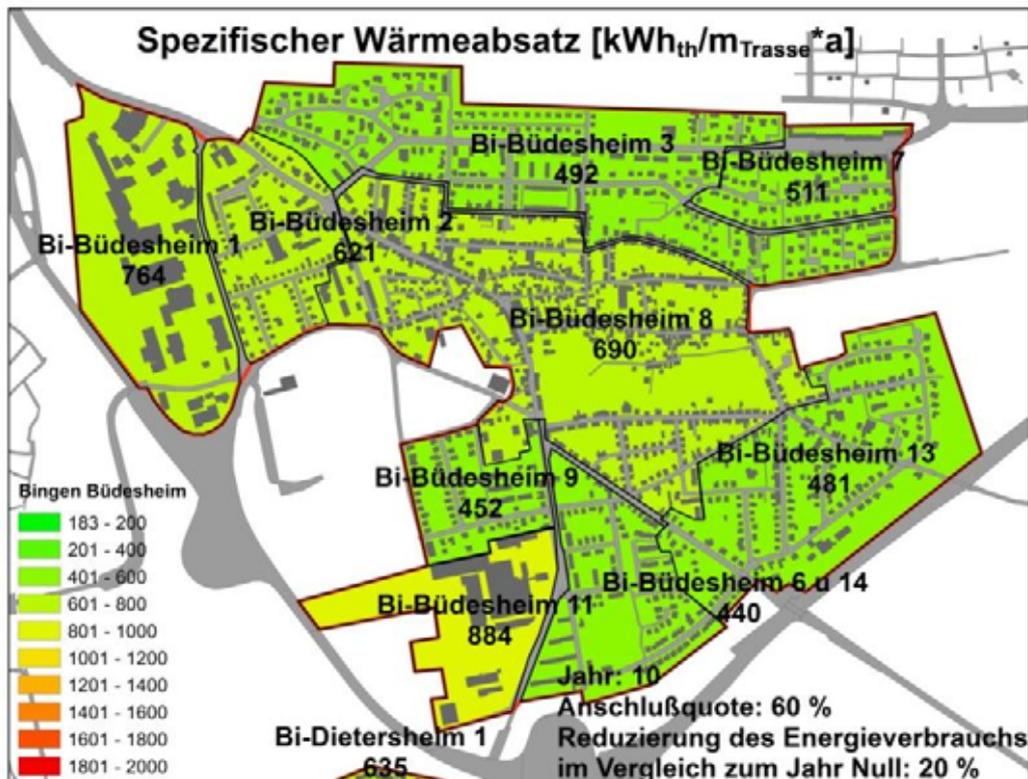


Abbildung 7-22 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim
(Jahr 10, um 20 % reduzierter Jahreswärmeverbrauch, 60% Anschlussquote)

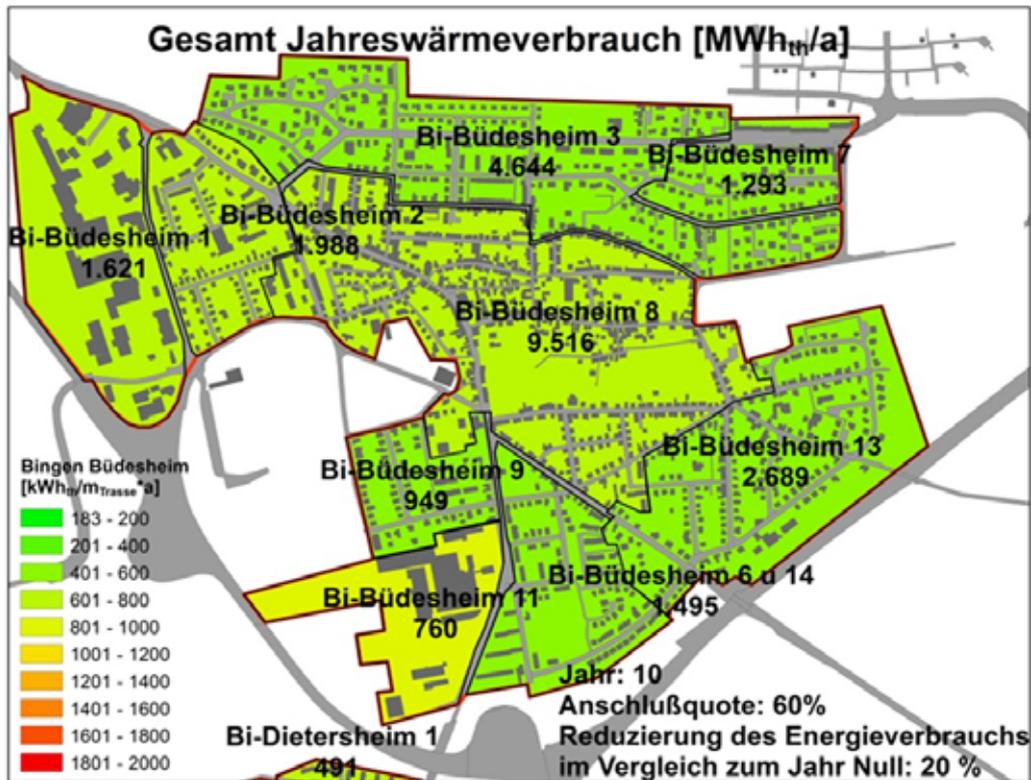


Abbildung 7-23 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim

(Jahr 10, um 20% reduzierter Jahreswärmeverbrauch, 60% Anschlussquote)

Der Ausbau der Nahwärme kann Kosten und CO₂e-Einsparungen bringen. Entsprechende Wärmesenken gilt es zu identifizieren. Dies können in räumlicher Nähe befindliche öffentliche Gebäude, erweiterbar um private und gewerbliche Gebäude sein.

In einem nächsten Schritt wäre die Machbarkeit des Ausbaus der Nahwärme mit potenziellen Betreibern mit Hilfe der Karten zu diskutieren.



Abbildung 7-24 schematisch Darstellung bestehendes Wärmenetz Neubaugebiet Bubenstück in Bingen-Büdesheim

7.5 Maßnahmen Wärmenutzung (Konkretisierung für das Klimaschutzteil-konzept Integrierte Wärmenutzung)

Ausgehend von den Ermittlungen innerhalb der Potenzialanalyse und zur Energie und CO₂-Bilanz werden Optionen zur Wärmeversorgung aufgezeigt. In Form von bewerteten Maßnahmen werden konkrete Handlungsempfehlungen abgegeben und künftige Ziele hinsichtlich des Ausbaus und Klimaschutzes in der Wärmeversorgung festgelegt. Näheres zu den Maßnahmen siehe Kapitel 9. Die Handlungsempfehlungen befinden sich im Maßnahmenkatalog im Anhang I.

7.6 Zusammenfassung (Konkretisierung für das Klimaschutzteilkonzept Integrierte Wärmenutzung)

Die Potenziale für die Energieeinsparung werden für die privaten Haushalte und den GHD+I Sektor ermittelt. Darüber hinaus werden Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz aufgezeigt. Zur Identifizierung möglicher Standorte für einen Nahwärmeverbund bzw. zur Prüfung der Machbarkeit einer Nahwärmeversorgung, wurde anhand des bestehenden Wärmeverbundes im Stadtteil Bingen-Büdesheim ein zeitliches Szenario erstellt.

In der Potenzialanalyse wurden die technisch und wirtschaftlich umsetzbaren Potenziale zur Nutzenenergieeinsparung im Bereich Wohngebäude, öffentliche Einrichtungen und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie, zur Steigerung der Energieeffizienz durch den Ausbau von Kraft-Wärme- Kopplung (KWK) und zur Nutzung erneuerbarer Energien abgeschätzt.

Für die Berechnung des Einsparpotenzials im Bereich der Wohngebäude in der Stadt Bingen wurden identifizierte Gebäudetypen vor und nach einer energetischen Sanierung betrachtet. Die Analyse stützt sich dabei u.a. auf den technischen Mindestanforderungen des Förderprogrammes „Energieeffizient Sanieren“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau, die Energieeinsparverordnung 2007 zum vereinfachten Berechnungsverfahren für Wohngebäude sowie der Gebäudetypologie des Instituts für Wohnen und Umwelt, Darmstadt.

Das technische Einsparpotenzial im Sektor private Haushalte im Bereich Wärme liegt in der Stadt Bingen bei rund 65 %. Der Endenergieverbrauch könnte von 199.500 MWh_f/a auf rund 69.500 MWh_f/a reduziert werden. Bei Betrachtung der verschiedenen Stadtteile der Stadt schwankt das technische Potenzial je nach Baustruktur zwischen 51 und 67 %. Durch Einsparmaßnahmen und unter der Annahme, dass der Anteil der unterschiedlichen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt, könnten die CO₂e-Emissionen um rund 40.000 t/a reduziert werden.

Das Einsparpotenzial durch die Umsetzung wirtschaftlicher Energieeinsparmaßnahmen liegt in der Stadt Bingen im Mittel bei rund 53 %, was knapp 105.000 MWh_f/a entspricht. Je nach Stadtteil schwankt es in Abhängigkeit der Gebäudestruktur zwischen 37 und 56 %. Als wirtschaftlich wurden Maßnahmen eingeordnet, deren Amortisationszeit unter 25 Jahren liegt.

Wirtschaftlich sinnvoll und kostengünstig durchführbare Maßnahmen sind insbesondere die Dämmung von Kellerdecke zu unbeheizten Kellerräumen sowie der obersten Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum. Bei alten Gebäuden ist zudem die Anbringung eines Wärmeverbundsystems an der Außenwand oder an Dachschrägen wirtschaftlich, insbesondere auch dann, wenn Erneuerungen an Fassaden anstehen.

Im Sektor GHD + I ergibt sich ein wirtschaftliches Einsparpotenzial für den Bereich der Raumwärme von rund 13.000 MWh_f/a. Anteilig bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch für Raumheizung lassen sich somit ca. 20 % einsparen. Prozesswärme fand aufgrund der Inhomogenität der Prozessarten im industriellen Sektor keine Berücksichtigung in der Analyse.

Bei den öffentlichen Gebäuden ergibt sich ein Einsparpotenzial bei der Heizenergie von rund 40 % bei einer Annahme, dass alle Gebäude in Zukunft auf den Standard des EnEV-Vergleichskennwertes saniert werden. Dies entspricht einem Jahresheizenergieverbrauch von rund 2.500 MWh_{Hi}/a. Bei einer Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Einsparpotenzial von 49 % bzw. eine Senkung des Jahresheizenergieverbrauchs von 4.200 MWh_{Hi}/a auf rund 2.150 MWh_{Hi}/a. Zur Methodik zur Ermittlung der Einsparmöglichkeiten ist auf Kapitel 7.1.2 zu verweisen.

Im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes „Klimaschutz in den eigenen Liegenschaften“ erfolgt eine detailliertere Potenzialanalyse für einige Gebäude.

39 Gebäude der Stadt Bingen sind in der Bilanzierung und in der Berechnung der Einsparpotenziale im Bereich Wärme, bedingt durch fehlende Angaben zu Verbrauch und Fläche nicht enthalten.

Potenziale im Bereich der Energieeffizienz lassen sich u.a. durch den Einsatz der KWK-Technologie erschließen. Im Rahmen des Konzeptes ist der Betrieb eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) für ein Mehrfamilienhaus, Hotel und ein Altenheim dargestellt. Die Darstellung hat ergeben, dass sich der Betrieb eines BHKW sowohl in einem Mehrfamilienhaus,

Altenheim und im Hotel- und Gaststättengewerbe, unter den getroffenen Rahmenbedingungen, wirtschaftlich sinnvoll sein kann und Kosten für Mieter und Vermieter als auch Energie reduziert werden können.

8 Akteursbeteiligung

8.1 Akteursanalyse

Um die gesetzten Ziele zu erreichen muss die Stadt auf der einen Seite als Vorbild vorangehen. Dies bedeutet ihre direkten Einflussmöglichkeiten geltend zu machen und den Ausbau erneuerbarer Energien und Energieeffizienz an eigenen Gebäuden sowie Flächen voranzutreiben. Jedoch können aufgrund des Energieverbrauchs und des dadurch bedingten Emissionsausstoßes öffentlicher Liegenschaften die Ziele alleine nicht erreicht werden.

Auf der anderen Seite muss die Stadt daher versuchen gesellschaftliche, private und wirtschaftliche Akteure zu gewinnen, die die Ziele mit unterstützen. In einem Akteurs- oder Klimaschutznetzwerk könnten viele Stärken gebündelt werden, und stellt somit einen wesentlichen Bestandteil zur erfolgreichen Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes dar.

Die Akteursanalyse sowie das anschließende Akteursmanagement sind der Grundstein zur Schaffung eines umfassenden und interdisziplinären Klimaschutznetzwerkes. Entsprechend wurden im Rahmen der Konzeptentwicklung lokal und regional relevante Akteure identifiziert. Mittels Veranstaltungen, Workshops sowie individueller Gespräche vor Ort konnte ein Akteurskreis aufgebaut und weiter konkretisiert werden. Damit sind die Grundsteine für ein Klimaschutznetzwerk geschaffen.

8.2 Akteursmanagement

Durch die Einbindung und aktive Mitarbeit regionaler Akteure während der Konzepterstellung, konnten Ideen zur Zielerreichung gesammelt und Potenziale verifiziert werden. Darüber hinaus wurden die Teilnehmer in den fünf Workshops und drei Einzelgesprächen über die Inhalte und Erkenntnisse des Klimaschutzkonzeptes informiert. Die von den Teilnehmern vorgeschlagenen Ideen wurden aufgenommen und finden sich zum einen im Maßnahmenkatalog und zum anderen in der Strategie zur Zielerreichung wieder.

Die Auswahl der Akteure erfolgte in enger Abstimmung mit der Stadtverwaltung sowie der Wirtschaftsförderung. Kriterium für die Auswahl der Akteure war deren Multiplikatorwirkung sowie die Möglichkeit Maßnahmen mit großer Wirkung selbst umzusetzen.

Tabelle 8-1 Überblick über die verschiedenen Themenworkshops

Datum	Veranstaltung	Ziel
21.11.2011	Akteursworkshop Energieeffizienz in Unternehmen	Akteursvernetzung, Analyse Ist-Situation und Perspektiven, Ideensammlung für regionale Maßnahmen für Energieeffizienz und Einsparmaßnahmen
01.12.2011	Akteursworkshop Kommunales Energiemanagement	Information über Inhalte und Möglichkeiten der Einführung eines Kommunalen Energiemanagement-Systems
16.12.2011	Akteursworkshop Beschaffung	Informationen über Inhalte und Möglichkeiten der Einführung eines klimafreundlichen Beschaffungswesens
11.01.2012	Akteursworkshop Klimaschutz in Schulen, Nachhaltigkeit im Schulunterricht	Akteursvernetzung, Konkretisierung von Ideen für regionale Klimaschutzmaßnahmen
02.04.2012	Akteursworkshop Energieeinsparpotenziale in Wohngebäuden aktivieren	Akteursvernetzung, Analyse Ist-Situation und Perspektiven, Ideensammlung für regionale Klimaschutzmaßnahmen

Workshop: Energieeffizienz in Unternehmen (21. November 2011)



Mit dem Klimaschutzkonzept verfolgt die Stadt Bingen das Ziel den Energieverbrauch und die CO₂e-Emissionen in allen wichtigen Sektoren in der Zukunft signifikant zu reduzieren. Im Sektor „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie“ stellt der Energieverbrauch eine wesentliche Größe in den Betriebskosten dar. Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise nimmt die Bedeutung der effizienten Energienutzung und der Energieeinsparung in diesem

Sektor stetig zu. Mit der Reduzierung des Energieverbrauchs werden gleichzeitig die Treibhausgasemissionen verringert und somit ein Beitrag zum Klimaschutz in der Stadt Bingen geleistet. Vor diesem Hintergrund ist die Stadt Bingen als Wirtschaftsstandort bestrebt den ansässigen Unternehmen Informationen zu Energiesparmaßnahmen aufzuzeigen. Von Seiten der TSB und IfaS erhielten die 30 teilnehmenden Unternehmer unter anderem einen Überblick welche Anteile Gewerbe und Unternehmer am derzeitigen Energieverbrauch in der Stadt Bingen haben und über grundlegende Vorgehensweisen zur Erreichung einer zukunftsfähigen Energieversorgung. Den Unternehmern wurden Informationen zu Anlagentechnik, Anlagenzustand und Energiekostenzusammensetzung vermittelt und wie diese technisch, wirtschaftlich und ökologisch optimiert und abgestimmt werden können. In einer anschließenden Diskussionsrunde wurde über Hemmnisse und Ideen zur Durchführung von mehr Energieeffizienzmaßnahmen in Unternehmen diskutiert. Darüber hinaus wurden Informationsmaterialien zu Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten bereitgestellt.

Workshop: Kommunales Energiemanagement (01. Dezember 2011)



Von Kommunen können durch effektive Schritte zur nachhaltigen Senkung des Energieverbrauchs entscheidende Impulse zur Entlastung des Klimas, gerade auch im Hinblick der Vorbildfunktion, ausgehen. Ein kommunales Energiemanagement ermöglicht hierbei die Bündelung von Zuständigkeiten, die Koordination und Abstimmung von energierelevanten Aufgaben zwischen den verschiedenen Ämtern der Stadtverwaltung und schafft eine Basis für eine strategische und langfristig angelegte Planung und

Koordination von Energieeinsparmaßnahmen.

Mitarbeiter der TSB stellten im Rahmen dieses Workshops Inhalte und Möglichkeiten des Einsatzes eines Kommunalen Energiemanagements (KEM). Unter den 20 Teilnehmern befanden sich Vertreter der Stadtwerke sowie Mitarbeiter aus verschiedenen Ämtern (u.a. Bauamt, Energiebeschaffung, Wirtschaftsförderung) der Stadtverwaltung Bingen. Im Mittelpunkt der Diskussion standen neben Aspekten der Energieverbrauchserfassung und –auswertung,

Durchführung von Gebäudeanalysen, die mögliche Erschließung von Kosteneinsparung sowie die Wirtschaftlichkeit eines KEM.

Workshop Beschaffung (16. Dezember 2011)



Zusammen mit Vertretern der Stadtverwaltung sowie Stadtwerken wurden Möglichkeiten für eine umweltfreundliche Beschaffung diskutiert. Nach einem einleitenden Vortrag in dem Ideen aufgezeigt wurden, konnten mit den Teilnehmern Schwerpunkte festgehalten werden, die in einem ersten Schritt umgesetzt werden könnten. Berücksichtigung einer umweltfreundlichen Beschaffung im Bereich Baumaßnahmen, Bezug von Ökostrom für die Jahre 2016/2017 (Ausschreibung in 2013), eine Beschaffungsrichtlinie

innerhalb der Stadtverwaltung sowie die Anschaffung weiterer Elektrofahrzeuge für verschiedene Abteilungen wurden von den Teilnehmern als sinnvoll erachtet.

Workshop: Bildungseinrichtungen (11. Januar 2012)



Schülerinnen und Schüler stellen eine wichtige Akteursgruppe dar. Daher wurden im Workshop zusammen mit Lehrkräften Möglichkeiten erörtert, wie eine nachhaltige Sensibilisierung der Schüler und Schülerinnen im Unterricht und in der Schule aufgebaut werden kann. Verschiedene Schulen haben bereits das Thema Klimaschutz im Unterricht behandelt, wobei eine strategische fächerübergreifende Thematisierung nicht stattgefunden hat. In der Diskussion mit den Lehrkräften wurde deutlich,

dass eine gewisse Unterstützung auf inhaltlicher Basis gewünscht ist. Die Durchführung von Projekttagen zum Thema Klimaschutz, Erneuerbare Energien und Energieeffizienz wurde als wichtig erachtet. Hierfür wurden Schulträger und die Stadt als bedeutende Partner aus Sicht der Schulen identifiziert. Auch die Bildung von Klimaschutzteams, bestehend aus Internen (Lehrer, Schüler, Hausmeister) sowie Externen (Träger, Stadt, Wissenschaft und Wirtschaft) wurde als ein erster wichtiger Schritt zur erfolgreichen Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen dargestellt.

Workshop: Energieeinsparpotenziale in Wohngebäuden aktivieren (02.04.2012)



Wohngebäude nehmen nach dem Verkehrssektor, den größten Anteil am Endenergieverbrauch in der Gebietskörperschaft ein. Um die Einsparpotenziale in Wohngebäuden zu erschließen, bedarf es der Bürgerinformation. Im Rahmen dieses Workshops wurde über die Strukturen, den Bedarf sowie Hemmnisse im Bereich der Beratung, Finanzierung und Umsetzung von Energie- und CO₂-Einsparmaßnahmen in der Stadt Bingen diskutiert. Rund 25 Vertreter aus den Bereichen regionales Handwerk (u.a. Heizungsbauer, Sanitär und Elektrik, Architekten, Energieberater und Thermografen, etc.) sowie Vertreter regionaler Banken und aus Verwaltung und Politik nahmen an dem Workshop teil. Im Mittelpunkt stand neben der praxisnahen Diskussion, die Sammlung von Maßnahmenideen wie das Nutzerverhalten der Haushalte beeinflusst werden kann und wie Bauwillige und Hausbesitzer bei Aktivitäten rund um die Themen energiebewusstes Bauen und Modernisieren sowie Erneuerbare Energien unterstützt werden können.

In den Workshops wurden rund 50 Projektideen generiert, die in weiteren Projektverlauf in enger Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten diskutiert, gefiltert, ergänzt und schließlich zu einem Maßnahmenkatalog mit insgesamt 93 Maßnahmen zusammengestellt wurden.

Beteiligungsprozess / Politik / Projektsteuerung / Expertengespräche

Während der Projektlaufzeit wurden die Arbeiten und Fortschritte innerhalb eines Steuerungskreises aus Verwaltungsspitze, Mitarbeitern der Stadtverwaltung und Projektmitarbeitern diskutiert. Hier wurden die Schwerpunkte der Bearbeitung sowie das weitere Vorgehen festgelegt.

Die politischen Gremien wurden parallel zum Partizipationsprozess regelmäßig über Vorgehen und Teilergebnisse unterrichtet.

Neben den Workshops fanden Abstimmungen und Expertengespräche mit unterschiedlichsten Institutionen statt, die direkt oder indirekt mit dem Handlungsfeld Energie- und Klimaschutz befasst sind. Die Abstimmungen erfolgten zum Beispiel mit Energieversorgungsunternehmen, verschiedenen Verwaltungsgremien, der Wirtschaftsförderung, oder den Vereinen und Initiativen. In den Gesprächen wurden regionale Daten und Maßnahmenvorschläge gesammelt.

9 Maßnahmenkatalog

Kommunale Klimaschutzkonzepte basieren auf Bilanzen zu Energieverbrauch und CO₂-Emissionen in Kommunen, des Weiteren auf Potenzialanalysen für Einsparung, Effizienz und Erneuerbare Energien und Klimaschutzentwicklungsszenarien. Aus diesen Grundlagendaten wird unter Beteiligung regionaler Akteure ein Maßnahmenkatalog entwickelt. Der Maßnahmenkatalog enthält eine Übersicht von neuen beziehungsweise auf bereits durchgeführten klimaschutzrelevanten Aktivitäten aufbauende Maßnahmen für die Stadt Bingen.

Die Unterteilung der Maßnahmen erfolgt dabei wie folgt:

1. Hauptmaßnahmen:

Bei den Hauptmaßnahmen handelt es sich um strategische Maßnahmen, mit denen die umfassenden Handlungsschritte zur Erschließung der ermittelten Energieeinspar- und Treibhausgasminderungspotenziale beziehungsweise der damit im Zusammenhang stehenden erzielbaren regionalen Wertschöpfung dargelegt werden.

2. Nebenmaßnahmen:

Hierunter sind Maßnahmen zusammengefasst, die als Werkzeug zur Erreichung der im Rahmen der Hauptmaßnahmen beschriebenen Energieeinspar- und Treibhausgasminderungspotenzial dienen. Diese Maßnahmen sind nicht oder nur schwer messbar, insbesondere wenn es um öffentlichkeitswirksame Maßnahmen geht. Die nicht messbaren Maßnahmen sind für das Gesamtkonzept jedoch sehr wichtig.

Die Maßnahmenvorschläge kamen aus verschiedensten Gruppen und Gremien, wie der der Verwaltung, den Workshopteilnehmern, der Politik, et cetera. Insbesondere die verschiedenen Workshops, die während der Projektphase durchgeführt wurden, dienten dazu, Ideen zu identifizieren, zu diskutieren und abzustimmen. Durch die Kooperation und den Dialog mit möglichen Interessensgruppen („Machern“ und „Multiplikatoren“) sowie dem Informations-transfer zwischen den bereits aktiven Klimaschutz-Akteuren ist eine breite Akzeptanz für den Klimaschutz und eine Motivation zum Handeln geschaffen. Darüber hinaus ist gewährleistet, dass ausschließlich klimarelevante Aktivitäten entwickelt wurden, die zu den strategischen Zielen der Stadt Bingen passen und politisch auch durchsetzbar sind. Eine Grundlage für die weitere Konkretisierung und erfolgreiche Umsetzung der Handlungsmaßnahmen ist somit gegeben.

Der Maßnahmenkatalog beinhaltet eine Sammlung bewerteter und nach Bedeutsamkeit und Umsetzungszeitraum sortierter Maßnahmensteckbriefe. Je Maßnahme existiert ein Maßnahmensteckbrief. Grundsätzlich soll der dargestellte Katalog von Einzelmaßnahmen dazu dienen, dem Leser knapp und übersichtlich mitzuteilen:

- welche Maßnahmen vorgeschlagen werden,
- welche Schritte und Aktivitäten zur Umsetzung erforderlich sind,
- wo und mit welcher Wirkung eine Maßnahme ansetzt,
- an welche Adressaten sich die Maßnahme richtet,
- ob begleitende Aktivitäten erforderlich sind,
- welche Hemmnisse einer erfolgreichen Umsetzung der Maßnahme entgegen stehen,
- welcher Zeitaufwand für die Umsetzung der Maßnahme erforderlich ist

- wo es weitere Erfahrungen bzw. Informationen zu der Maßnahme gibt.

Die Umsetzung der Maßnahmen ist die wesentliche Aufgabe eines einzustellenden Klimaschutzmanagers. Der Maßnahmenkatalog dient einem künftigen Klimaschutzmanager und/oder der Klimaschutzstelle in der Verwaltung als Arbeitsgrundlage für die Vorbereitung, Koordination und Umsetzung der Maßnahmensteckbriefe in Zusammenarbeit mit den weiteren Akteuren in der Stadt Bingen.

Im Folgenden werden der Aufbau und die wichtigsten Bewertungskategorien des Kataloges erläutert.

9.1 Maßnahmenbeschreibung: Aufbau, Inhalte und Bewertung

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden die ausgewählten Maßnahmen in einem standardisierten Maßnahmenraster dargestellt. Dieses erlaubt eine spätere Sortierung und Priorisierung in direktem Vergleich der einzelnen Maßnahmen.

Der Projektsteckbrief bietet einen knappen Überblick über die wesentlichen Merkmale einer Maßnahme. Dazu gehören eine kurze Beschreibung der Maßnahme, Ziele und nächste Schritte, Handlungsfeld sowie Querverweise zu Nebenmaßnahmen. Neben den eher deskriptiven Elementen werden im Bewertungsteil bewertende Kategorien berücksichtigt, welche die Grundlage für die Priorisierung von geeigneten Maßnahmen darstellen.

Die nachstehende Abbildung zeigt beispielhaft des Aufbau eines Maßnahmensteckbriefs

<input type="checkbox"/> Hauptmaßnahme <input checked="" type="checkbox"/> Nebenmaßnahme	
<h2>Maßnahmensteckbrief :Ü 1</h2> <h3>Integriertes Klimaschutzkonzept, Teilkonzept</h3> <h3>Integrierte Wärmenutzung und Erneuerbare</h3> <h3>Energien der Stadt Bingen</h3>	
Titel	Einstellung eines Klimaschutzmanagers
Sektor	Übergreifende Maßnahmen
Handlungsfeld	<input checked="" type="checkbox"/> Energieeinsparung und -effizienz <input checked="" type="checkbox"/> Erneuerbare Energien <input checked="" type="checkbox"/> Netzwerk/Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit <input checked="" type="checkbox"/> Verkehr <input checked="" type="checkbox"/> Begleitung in der Bauleitplanung <input checked="" type="checkbox"/> Abfall/Abwasser
Beschreibung	<p>Durch Information, Moderation und Projektmanagement soll die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes erzielt werden. Demnach soll der Klimaschutzmanager Klimaschutzaspekte in Verwaltungsabläufe integrieren und extern über das vorliegende Klimaschutzkonzept sowie geplanter und durchgeführter Maßnahmen informieren. Darüber hinaus initiiert er Prozesse und Maßnahmen für die übergreifende Zusammenarbeit verschiedener Akteure bzw. <u>Akteursgruppen</u>.</p> <p>Im Rahmen der Klimaschutzinitiative sind für die Umsetzung von integrierten Klimaschutzkonzepten für eine Dauer von drei Jahren, die Sach- und Personalkosten für einen Klimaschutzmanager, der im Rahmen des Projektes eingestellt werden soll, zu fördern. Der Fördersatz beträgt 65 %. Eine Anschlussförderung über einen Zeitraum von 2 Jahren zu einem Fördersatz von 40 % ist möglich. Förderanträge sind während des ganzen laufenden Jahres 2013 möglich. Ziel ist es, dass der Klimaschutzmanager sich selbst trägt und nach fünf Jahren weiterbeschäftigt wird.</p>
nächste Schritte	<p>Stadtratsbeschluss zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes, Festlegung eines quantifizierbaren Klimaschutzziels, Beschlussfassung zur Antragstellung eines Klimaschutzmanagers, Antragsformulierung auf der Grundlage des erstellten Klimaschutzkonzeptes, Stelle im Stellenplan verankern, Einreichung des Antrages bis März 2013, Einstellung des Klimaschutzmanagers</p>
Chancen und Hemmnisse	<p>Chancen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist insbesondere durch die notwendige <u>Akteursarbeit</u> sehr arbeitsintensiv. Die Förderung durch nationale Klimaschutzinitiative des BMU hilft bei der Finanzierung der Stelle
Anschubkosten	ca. 51.000 € (Eigenanteil über 3 Jahre)
Akteure	Stadt Bingen
Zielgruppe	Verwaltung
Umsetzungszeitraum	<input checked="" type="radio"/> kurzfristig <input type="radio"/> mittelfristig <input type="radio"/> langfristig
Vorschlag von	TSB, IfaS
Nebenmaßnahmen	

Abbildung 9-1 Aufbau Maßnahmensteckbrief – Beschreibungsteil

Vorauswahl Gewichtung in %							
CO ₂ e-Minderung	Wirtschaftlichkeit	Endenergie-einsparung	Wertschöpfung	Umsetzungsgeschwindigkeit	Einflussnahme durch die Kommune	Wirkungstiefe	
25 ▾	20 ▾	20 ▾	10 ▾	10 ▾	10 ▾	5 ▾	
Summe Gewichtung 100%							
Bewertung							
	Punkte	Gewicht	Bewertung		Punkte	Gewicht	Bewertung
CO ₂ e-Minderung	0 ▾	25%	0	Umsetzungsgeschwindigkeit	0 ▾	10%	0
Wirtschaftlichkeit	0 ▾	20%	0	Einflussnahme durch die Kommune	0 ▾	10%	0
Endenergie-einsparung	0 ▾	20%	0	Wirkungstiefe	0 ▾	5%	0
Wertschöpfung	0 ▾	10%	0	Gesamtwert			0

Abbildung 9-2 Aufbau Maßnahmensteckbrief – Bewertungsteil

Im Folgenden werden die Kriterien, mit der die Maßnahmen beschrieben werden kurz erläutert.

Beschreibungsteil:

Der Maßnahme wird ein „**Kürzel**“ zugewiesen, das aus der Sektorenbezeichnung und einer laufenden Nummer besteht.

Kürzel	Bezeichnung
Ü 1	Übergreifende Maßnahme 1
HH 2	Maßnahme Privathaushalte 2
Öff 3	Maßnahme Öffentliche Einrichtungen 3
GHD 4	Maßnahme GHD 4
I 5	Maßnahme Industrie 5
MOB 6	Maßnahme Mobilität 6

Der „**Titel**“ der Maßnahme wird kurz und prägnant formuliert, evtl. auftretende Abkürzungen oder zusammengesetzte Wortkreationen werden erläutert.

Das Auswahlfeld „**Sektor**“ beinhaltet die klimaschutzrelevanten Sektoren „Private Haushalte“, „Gewerbe/Handel/Dienstleistungen“, „Industrie“, „Öffentliche Einrichtungen“, „Mobilität“ sowie „übergreifende Maßnahmen“ (mehrere Sektoren gleichzeitig betreffend).

Das Auswahlfeld „**Handlungsfeld**“ beschreibt den Bereich in welchem die Maßnahme ihre Wirkung hat. Es erfolgt eine Unterteilung in

- Energieeffizienz
- Erneuerbare Energien
- Netzwerk/Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit
- Mobilität,
- Begleitung in der Bauleitplanung
- Abfall/Abwasser.

Die „**Maßnahmenbeschreibung**“ umfasst die allgemeine Beschreibung der Maßnahme. Zusätzlich sind wesentliche Informationen oder Beispiele sowie Querverweise zu anderen Maßnahmen hinterlegt.

Weiterhin werden Angaben gemacht, die für die Koordination und Umsetzung der Maßnahme relevant sind:

Im Feld „**Nächste Schritte**“ werden die nächsten Handlungsschritte, die für die Umsetzung der Maßnahmen erforderlich sind kurz beschrieben.

Als „**Chancen und Hemmnisse**“ werden die Chancen, die mit der Maßnahme verbunden sind sowie eventuelle Schwierigkeiten und Hindernisse angegeben, die die Umsetzung der Maßnahme erschweren oder blockieren können.

Im Auswahlfeld „**Anschubkosten**“ werden Kosten aufgelistet, die insbesondere bei Kampagnen / Öffentlichkeitsarbeit und so weiter anfallen (z.B. Kosten für die Erstellung von Flyer, Broschüren, und so weiter).

Als „**Akteure**“ können Projektverantwortliche, Ansprechpartner während der Umsetzung, sowie ausführende Personen samt Kontaktmöglichkeit genannt werden.

Das Auswahlfeld „**Zielgruppe**“ beschreibt, welche Akteure für diese Maßnahme zugeschnitten sind.

Das Auswahlfeld „**Umsetzungszeitraum**“ ist unterteilt in „kurzfristig“, „mittelfristig“, „langfristig“ und benennt Beginn bzw. Umsetzungszeitraum einer Maßnahme.

Das Eingabefeld „**Vorschlag von**“ enthält Namen, Funktion und die Kontaktmöglichkeit des Ideengebers der Maßnahme. Der Klimaschutzmanager erhält im Hinblick auf die Umsetzung einen konkreten Ansprechpartner.

Unter „**Nebenmaßnahmen**“ können Maßnahmen mit ihrem Kürzel genannt werden,

- die als Werkzeug zur Erreichung der in den Hauptmaßnahmen beschriebenen Energieeffizienz- und Einsparpotenziale dienen (Nebenmaßnahme)
- die sich teilweise mit der eigentlichen Maßnahme überschneiden oder sich gut in den Ablauf der Maßnahme einfügen, das heißt in dieselbe Richtung wirken
- die ohne nennenswerten Mehraufwand mitrealisiert werden können

Bewertungsteil:

Der Bewertungsteil des Maßnahmenkataloges setzt sich aus mehreren Elementen zusammen. Zu den Kriterien zählen:

- das „**CO₂-Minderungspotenzial**“, gemessen am errechneten wirtschaftlichen Gesamtminderungspotenzial,
- die „**Wirtschaftlichkeit**“ der Maßnahme, welche auf dem Verhältnis von Amortisationszeit zu Nutzungsdauer beruht,
- die „**Endenergieeinsparung**“ verglichen mit dem im Szenario berechneten wirtschaftlichen Einsparpotenzial
- die „**lokale Wertschöpfung**“: Effekte, die sich positiv auf die lokale / regionale Wirtschaft, positiv auf die Kaufkraft in der Region und positiv auf die Einnahmen im kommunalen Haushalt auswirken.
- die „**Umsetzungsgeschwindigkeit**“, welche angibt im welchen Zeitraum die Maßnahme umgesetzt werden soll
- die „**Einflussmöglichkeiten der Kommune**“ und
- die „**Wirkungstiefe**“, welche angibt, wie viele unterschiedliche Zielgruppen von der Maßnahme angesprochen werden.

Die Kriterien werden jeweils gewichtet. Diese wird von der Kommune bzw. Konzeptentwickler von Hand angepasst und gilt jeweils für ein Projekt. Das bedeutet, dass jede Maßnahme die gleiche Gewichtung erhält.

Für die Kriterien werden jeweils Punktevorschläge vergeben:

Punkte	Bedeutung
1	Keine oder sehr geringe Effekte  sehr bedeutsame Effekte
2	
3	
4	
5	

Aus der Addition der Punkte ergibt sich für jede Maßnahme ein Gesamtwert. Durch den Gesamtwert lässt sich eine Maßnahme im Hinblick auf die Umsetzung priorisieren.

9.2 Auswertung Maßnahmenkatalog

Der umfassende Maßnahmenkatalog mit detaillierten Beschreibungen zu jeder Maßnahme kann dem Anhang dieses Berichtes entnommen werden. Maßnahmenblätter kann so losgelöst vom Bericht ausgedruckt und verwendet werden. Neben den zusammengefassten Maßnahmenblättern wurden im Rahmen der Konzepterstellung zentrale Maßnahmen entwickelt, welche prioritär angegangen werden. Diese Maßnahmen sind in dem folgenden Abschnitt 9.2.1 ausführlicher beschrieben und stellen auch das zentrale Aufgabenfeld des zukünftigen Klimaschutzmanagers dar. Des Weiteren sind in den folgenden Abschnitten die im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes entwickelten Maßnahmen nach Zeitraum und Priorisierung/Bewertung (Abschnitt 9.3.1) gegliedert.

Die nachstehende Auflistung der Maßnahmen zeigt eine große Bandbreite aus einfacheren, kurzfristig realisierbaren bis hin zu komplexen, eher langfristig umsetzbaren Maßnahmen mit mehr Vorbereitungszeit. Schlüsselrollen für die Erreichung der Klimaschutzziele in der Stadt Bingen spielen insbesondere:

- der Einsatz erneuerbarer Energien
(u.a. Maßnahme ÖFF 12, ÖFF 13: ÖFF 16)
- die Erhöhung der Energieeffizienz und Einsparpotenziale in Privathaushalten
(u.a. Maßnahme HH 1)
- die langfristige Erschließung von Energieeffizienz und Einsparpotenzialen im Sektor GHD
(u.a. Maßnahme GHD 1)
- die Weiterentwicklung von Handlungsperspektiven im Bereich Kommunikation, Information und Vorbildfunktion
(u.a. Maßnahmen Ü1, Ü 2, Ü 3, Ü 16, Ü 18, Ü 28, Ü 32)

Diese Hauptmaßnahmen (siehe auch 9.3) bilden den Rahmen für jeweils einen „bunten Strauß“ an Nebenmaßnahmen und wurden als Maßnahmen eingestuft, die für die Erreichung der Klimaschutzziele in der Stadt Bingen primär umgesetzt werden sollen. Die Einstufung der Maßnahmen als kurzfristig ist im Fall der Hauptmaßnahmen so zu verstehen, dass ein sofortiger Beginn sinnvoll ist, die Maßnahmen aber jeweils längere Zeiträume für die Umsetzung benötigen.

9.3 Zentrale Maßnahmenvorschläge

Die folgenden sieben zentralen Maßnahmenvorschläge stellen die wesentlichen und regionalspezifischen Ansatzpunkte für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes dar.

(1) Team Klimaschutz

Maßnahme	Bewertung
Team Klimaschutz	3,8

Zur Umsetzung der im Klimaschutzkonzept entwickelten Maßnahmen, insbesondere Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit, Information und Kampagnen, wird die Bildung eines Klimaschutz-Teams in der Stadtverwaltung empfohlen. Mitglieder des Klimaschutz-Teams können neben dem Klimaschutzmanager, u.a. die Abteilung Pressestelle, Online-Redaktion, Umwelt sowie die Ämter Stadtbauamt und Amt für öffentliche Ordnung der Stadt Bingen sein. Zu den Aufgaben des Klimaschutz-Teams gehören u.a. die Unterstützung des Klimaschutzmanagers bei der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes und die regelmäßige Berichterstattung für städtische Gremien.

(2) Aktivierung der Einsparpotenziale in privaten Haushalten im Bereich Wärme und Strom

Maßnahme	Bewertung
Wärme- und Stromeinsparpotenziale in privaten Haushalten aktivieren	4,3

Die privaten Haushalte haben einen Anteil von 70 % am Gesamtwärmeverbrauch in der Stadt Bingen. Der Anteil am Stromverbrauch beläuft sich auf 32 %. Dem entsprechend ergeben sich in diesem Bereich hohe Energieeffizienz- und Energieeinsparpotenziale. Über bewährte Kommunikationsmethoden, wie Kampagnen, Informationsmaterialien zu Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten, Integration des Themas in Bildungseinrichtungen, das Angebot von Beratungsleistungen an BürgerInnen, et cetera sollen die Erschließung der Energieeffizienz- und Einsparpotenziale angestoßen werden. Die Wirkungen dieser vielen Einzelmaßnahmen sind Bewusstseinsbildung, Aufklärung und Wissensvermittlung bei der Zielgruppe, eine positive Außenwirkung bei den Initiatoren sowie eine forcierte Umsetzung von Maßnahmen.

(3) Aktivierung der Einsparpotenziale in Gewerbe/Handel/Dienstleistung

Maßnahme	Bewertung
Wärme- und Stromeinsparpotenziale im GHD+I Sektor aktivieren	2,7

Im Rahmen dieser Maßnahme sollen Wärme- und Stromeinsparpotenziale im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie erschlossen werden. Der Sektor GHD+I macht einen Anteil von 31 % (ohne Nutzverkehr) an den gesamten CO₂e-Emissionen in der Stadt Bingen aus, wobei mit 55 % der Anteil des Strombedarfes an den Emissionen deutlich überwiegt (Wärme: 45 %). Die Stadt Bingen hat keine unmittelbare Einwirkungsmöglichkeit zur Umsetzung von Einsparpotenzialen in diesem Sektor. Durch eine gezielte Bewerbung von Förder- und Netzwerkmöglichkeiten und Informationsveranstaltungen für Unternehmen kann die Stadt Bingen den Prozess zur Erschließung von Energieeinsparpotenzialen anstoßen.

(4) Ausbau Erneuerbarer Energien

Maßnahme	Bewertung
Umsetzung von Photovoltaik Dachanlagen bis 2030	3,65
Kurzfristige Umsetzung von PV-Freiflächen Anlagen	3,9
Umsetzung von solarthermischen Anlagen bis 2030	3,55
Umsetzung von Windkraftanlagen bis 2030	4,4

Im Bereich der Erneuerbaren Energien hat die Stadt Bingen vor allem im Bereich Windkraft und Solarenergie hohe Potenziale. Durch deren Erschließung besteht nicht nur die Möglichkeit deutliche CO₂e-Einsparungen zu realisieren, sondern auch eine umfassende regionale Wertschöpfung zu erzielen. Um dies zu erreichen, müssen zwingend regionale Akteure die Umsetzung gestalten und durchführen. Die Stadt bzw. Stadtwerke könnten somit als Betreiber von PV-Anlagen auf kommunalen Dächern sowie in der Freifläche auftreten und ein Hauptakteur bei der Umsetzung von Windkraftanlagen darstellen. Bei Großanlagen sollte immer darauf geachtet werden, dass eine Bürgerbeteiligung ermöglicht wird. Dadurch wird die Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung gesteigert und die auftretenden Finanzströme in der Region gebunden.

Die Stadtverwaltung sowie der Stadtrat sind zur Zeit in einer Zielfindungsdiskussion. Inhaltlich sollen Ziele zur CO₂e Reduktion definiert werden die bis zum Jahr 2030 erreicht werden können. Davon ausgehend wird im Klimaschutzkonzept ein Szenario entwickelt, welches als Empfehlung an die Stadt gerichtet ist und somit einen möglichen Zielhorizont aufweist.

(5) Leitbild für Energieverbrauch in städtischen Liegenschaften

Maßnahme	Bewertung
Leitbild für Energieverbrauch in städtischen Liegenschaften	2,35

Die Stadtverwaltung erstellt ein Leitbild, was den Umgang mit Energie in den eigenen Liegenschaften angeht. Hierzu gehören unter anderem die Festlegung von Zielsetzungen zur Einsparung, Standards für Neubau und Sanierung, etc..

(6) Modernisierung der Straßenbeleuchtung

Maßnahme	Bewertung
Modernisierung der Straßenbeleuchtung	4,25

Energieeffiziente Beleuchtung bietet im Bereich der Straßenbeleuchtung hohes Potenzial, Energie und Kosten einzusparen. Für die Stadt Bingen wird die Ausstattung der Straßenbeleuchtung mit energieeffizienter Technik (zum Beispiel LED-Technik) vorgeschlagen. Ein weiterer Vorteil ist die längere Haltbarkeit der Lampen und eine Verringerung des Wartungsaufwandes der einzelnen Leuchten. Durch das BMU ist im Rahmen des Programmes „Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung“ eine Förderung von bis zu 20 % der zuwendungsfähigen Ausgaben (Stand November 2012) möglich. Im Rahmen der Klimaschutzkonzepterstellung ergaben sich aus der Potenzialanalyse durch den vollständigen Austausch der bisherigen Straßenbeleuchtung durch LED-Lampen Stromeinsparungen von 790.000 kWh_{el}/a und CO_{2e}-Emissionsminderungen um 508 t CO_{2e}/a.

Konkret wären in diesem Zusammenhang im Rahmen der Organisationsstrukturen und Zuständigkeiten in der Stadt Bingen folgende Arbeitsschritte zu organisieren: Information, Beschluss, Untersuchung, Ausschreibung, Umsetzung und Evaluierung.

Die Maßnahme ist schwerpunktmäßig vom Klimaschutzmanager durchzuführen.

(7) Kampagnen und Initiativen

Maßnahme	Bewertung
Kampagnen und Initiativen	4,05

Neben Informations- und Beratungsangeboten ist die Initiierung und Durchführung von Kampagnen anzustreben, um die Realisierung konkreter Einzelprojekte in den verschiedenen Handlungsfeldern (insbesondere Energieeffizienz) bei den unterschiedlichen Zielgruppen (Private Haushalte, GHD+I und Verkehr) zu fördern.

Wirkungen dieser Kampagnen sind Bewusstseinsbildung, Aufklärung und Wissensvermittlung bei den verschiedenen Zielgruppen, eine positive Außenwirkung bei den Umsetzern (insbesondere Stadt Bingen) sowie eine forcierte Umsetzung von Maßnahmen. Die Wirt-

schaftlichkeit von Maßnahmen kann oft erst mit entsprechender Bewerbung über Lockangebote vermittelt werden. Somit können auch quantitativ mehr Effekte erzielt werden im Vergleich zu Einzelberatungen.

Wichtige Partner bei der Initiierung und Umsetzung von Kampagnen sind je nach Handlungs- und Themenfeld Medien als Multiplikatoren, regionale Kreditinstitute als Finanzierungspartner, Unternehmen als Produktanbieter und Handwerksbetriebe als Umsetzer. Mögliche Themenfelder für Kampagnen sind der Austausch von Heizungspumpen, Einsparung und Effizienz durch den Einsatz von KWK-Anlagen, Angebote und Anreizsysteme zur Förderung einer umweltfreundlichen Mobilität, Contracting-Angebote für eine Wärmeversorgung oder Beleuchtung.

Die Aufgabe des Klimaschutzmanagers in Zusammenarbeit mit der Lenkungsgruppe „Klimaschutz“ ist es, geeignete Partner zu aktivieren und zusammenzubringen, um eine regelmäßige Initiierung und Umsetzung von neuen Kampagnen zu gewährleisten.

9.3.1 Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Bewertung

Tabelle 9-1 Kurzfristige Maßnahmen

Kurzfristige Maßnahmen		
Kürzel/Nummer	Titel der Maßnahme	Bewertung
Ü 1	Einstellung eines Klimaschutzmanagers	
Ü 2	Steuerungsgruppe Klimaschutz	
Ü 16	Klimaschutz-Controlling	
Ü 46	Umsetzung von Windkraftanlagen bis 2030	4,4
HH 1	Aktivierung der Einsparpotenziale im Sektor Haushalte im Bereich Wärme und Strom	4,3
ÖFF 16	Pyrolyse von Klärschlamm auf der Kläranlage Bingen	4,25
Ü 6	Klimafreundliche Stadtentwicklung, Bauleit- und Projektplanung	4,15
Ü 3	Durchführung von Kampagnen und Initiativen	4,05
HH 2	Einstiegsenergieberatung	3,7
ÖFF 17	Zentrale Wärmeversorgung / Wärmeinseln	3,65
Ü 18	Umsetzung einer Sanierungskampagne	3,55
Ü 44	Ausbau von Bürgerbeteiligungsanlagen / Energiegenossenschaften (Anknüpfung an Landkreis)	3,55
HH 14	Sonderaktion "Heizungspumpenaustausch" (Anknüpfung an Landkreis)	3,5
Ü 23	Umwelt- und Klimaschutzbildungsnetzwerk	3,5
ÖFF 8	Schulsanierungen "best-practice"	3,5
Ü 28	Kampagne "Klimafreundliche Mobilität"	3,5
GHD 3	Erstellung eines Branchenverzeichnis "Handwerk, Energieberatung, Finanzierung"	3,45
HH 5	Brennwertcheck	3,4
ÖFF 13	Kurzfristige Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen	3,4
Ü 34	Förderratgeber energetische Sanierung (Anknüpfung an Landkreis)	3,35
Ü 38	Initiierung/Teilnahme von Energiesparwettbewerben verschiedener Akteursgruppen	3,35

ÖFF 4	Umweltfreundliche Fahrzeuge für den städtischen Fuhrpark	3,3
Ü 39	100-Dächer Programm für Klimaschutz (Anknüpfung an Landkreis)	3,3
HH 15	Modernisierungsratgeber	3,25
HH 4	Einrichten eines moderierten Klimaschutznetzwerkes "Effiziente Wärmeversorgung und Energieeinsparung"	3,2
Ü 11	Internetbasierte Klimaschutzplattform	3,2
Ü 41	"Alt-gegen-Neu-Aktion" für Elektrogeräte (Anknüpfung an Landkreis)	3,2
GHD 4	Einrichtung eines Newsletters "Energieeffizienz im Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie"	3,1
HH 7	Bürger Testimonial Kampagne	3,05
HH 8	100-Heizungspumpenaktion Gewinnspiel (Anknüpfung an Landkreis)	3
Ü 40	100-Thermografie Aufnahmen (Anknüpfung an Landkreis)	2,95
Ü 15	Ökologischer Mietspiegel	2,95
Ü 19	Workshop Multiplikatoren	2,9
Ü 27	Thematisierung von Contracting und Finanzierungsmodellen	2,85
ÖFF 3	Einführung eines klimafreundlichen Vergabeverfahrens	2,85
Ü 33	Kosten-Nutzen Rechner Klimaschutz (Anknüpfung an Landkreis)	2,8
ÖFF 7	Qualitätssicherung bei Neubau und Sanierung - Baubegleitung Energieberater	2,75
Ü 17	Energiesparbrief	2,7
Ü 35	Entwicklung einer Stromspar-App	2,7
Ü 36	Kooperation mit DEHOGA (Anknüpfung an Landkreis)	2,7
ÖFF 9	Aufbau eines Vorschlagswesens "Energieeffizienz"	2,65
HH 9	Förderung Altbausanierung	2,6
Ü 13	Energiewanderroute und Klimaschutzkarte (auch mit Rad)	2,55
Ü 21	Auskunftsservice / FAQ	2,5
Ü 22	Anstoßen Mediationsprozess / Runder Tisch	2,5
Ü 25	Einführung 50/50 Modell für Schulen	2,45
ÖFF 10	Workshop Wohnbaugesellschaften	2,45
Ü 24	Pädagogenworkshops	2,4
Ü 32	Klimamaskottchen "Binger Maus"	2,4

Ü 45	Konfliktstelle Klimaschutz	2,4
Ü 8	Kooperation mit örtlichen Kreditinstituten	2,35
Ü 42	"Dealsplattform" für energiesparende Geräte (Anknüpfung an Landkreis)	2,35
Ü 26	Ausbau der Umweltmesse der FH Bingen	2,3
Ü 20	Hausmeisterschulungen	2,25
Ü 31	Übernahme der Dachmarke aus Konzept Rheinhessen-Nahe	2,2
Ü 43	"Treueaktion Klimaschutz" (Couponing Maßnahme) (Anknüpfung an Landkreis)	2,15
Ü 30	Testimonial Kampagne "Mobilitäts-Tagebuch"	2
Ü 5	Wasserrad Bingen	1,9
Ü 37	Integration von Klimaschutz in den Gottesdienst (Anknüpfung an Landkreis)	1,85
Ü 29	Teilnahme an der Kampagne "Kopf an- Motor aus"	1,8

Zu den mittelfristigen Maßnahmen (siehe

Tabelle 9-2) zählen insbesondere Maßnahmen, die noch genauer geplant werden müssen und eine längere Vorbereitungszeit bedürfen. Hierunter fallen insbesondere die Nebenmaßnahmen, die als Werkzeug zur Erreichung der im Rahmen der Hauptmaßnahmen beschriebenen Energieeinspar- und Treibhausgasminderungspotenzial dienen.

Tabelle 9-2 Mittelfristige Maßnahmen

Mittelfristige Maßnahmen		
Kürzel/Nummer	Titel der Maßnahme	Bewertung
ÖFF 6	Modernisierung der Straßenbeleuchtung	4,25
Ü 14	Kampagne KWK	3,85
ÖFF 14	Mittelfristige Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen	3,8
MOB 5	Einführung eines rein elektrisch betriebenen Linienbusses	3,75
Ü 10	Energiemesse Bingen	3,7
HH 10	Umsetzung von Photovoltaik-Dachanlagen bis 2030	3,65
ÖFF 12	Kommunale Photovoltaik Dachanlagen bis 2030	3,65
ÖFF 17	Zentrale Wärmeversorgung / Wärmeinseln	3,65
HH 12	Umsetzung von solarthermischen Anlagen bis 2030	3,6
MOB 2	Intermobilität - Einrichtung von Mobilpunkten und Schnittstellenoptimierung	3,45
HH 3	Mustersanierungen bei Wohngebäuden	3,2
ÖFF 5	Energetische Modernisierung stadteigener Gebäude	3,2
GHD 2	Branchenstammtisch Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	3,1
MOB 4	Analyse Fahrzeugnutzung Muster Familie	3
HH 6	Durchführung eines Wettbewerbes "Beste energetisch sanierte Haus"	3
ÖFF 11	Gutscheinaktion der Stadt Bingen für Vor-Ort Energieberatung	2,95
Ü 12	Durchführung einer Klimaschutzwoche	2,85
ÖFF 2	Klimafreundliches Beschaffungswesen	2,85
MOB 1	Workshop effizientes Fahren	2,7
Ü 7	Binger Klimaschutzfonds	2,65
Ü 4	Errichtung eines Technologie(-gründer-)zentrum "Energie und Umwelt"	2,5

Maßnahmen, die in der nachstehenden Tabelle 9-3 aufgelistet sind, sind zum Beispiel Maßnahmen die vor der Planung noch konzeptionell weiterentwickelt oder noch genauer geplant werden müssen.

Tabelle 9-3 Langfristige Maßnahmen

Langfristige Maßnahmen		
Kürzel/Nummer	Titel der Maßnahme	Bewertung
Ü 47	Umsetzung von Windkraftanlagen bis 2050	4,4
ÖFF 15	Langfristige Umsetzung von PV-Freiflächenanlagen	3,8
HH 11	Umsetzung von Photovoltaik-Dachanlagen bis 2050	3,65
HH 13	Umsetzung von solarthermischen Anlagen bis 2050	3,6
MOB 3	Gesamtkonzept Carsharing	3,1
GHD 1	Wärme- und Stromeinsparpotenziale im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie erschließen	2,7

10 Identifikation von klimarelevanten Handlungsfeldern

10.1 Soll-Bilanz

Der Gesamtendenergieverbrauch in der Stadt Bingen kann aufgrund der zuvor beschriebenen Entwicklungen („Szenarien“) in den Bereichen Energieeinsparung und -effizienz in den Handlungsfeldern (Wärme und Strom) für die Sektoren

- Private Haushalte,
- Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie und
- städtischen Einrichtungen
(Potenziale im Bereich Einsparung und Effizienz für Einrichtungen anderer öffentlicher Träger wurden aufgrund unzureichender Datenbasis nicht ausgewiesen)

von derzeit rund 390.900 MWh_f/a um ca. 31 % auf 268.100 MWh_f/a im Jahr 2030 gesenkt werden.

Die CO₂e-Emissionen könnten bis zum Jahr 2030 um rund 30 % von derzeit 165.500 t CO₂e/a auf rund 117.900 t CO₂e/a gesenkt werden.

Bei den genannten Zahlen zur Emissionsminderung in den dargestellten Sektoren ist nur der Effekt, der aus der Einsparung an Endenergie resultiert, berücksichtigt.

Eine weitere Emissionsminderung ergibt sich durch eine Änderung des Mix der eingesetzten Energieträger, zum Beispiel durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien. Hierdurch könnten die CO₂e-Emissionen bis zum Jahr 2030 um insgesamt 63 % reduziert werden (von 208.500 t CO₂e im Jahr 2010 auf rund 78.000 t CO₂e/a im Jahr 2030). Entwicklungen im Bereich des Personenverkehr sind hier berücksichtigt.

Unter Einbeziehung von Entwicklungen im Personenverkehr (unter anderem verstärkte Umstellung auf ÖPNV und alternative Antriebe), unter Ausklammerung des Nutzverkehrs bedingt durch eine geringe Einflussnahme von kommunaler Seite, ergibt sich allein im Sektor Mobilität eine Reduzierung des Endenergieverbrauchs um 21 % (rund 25.900 MWh_f/a). Die CO₂e-Emissionen können bis zum Jahr 2030 um rund 34 % beziehungsweise um ca. 14.600 t CO₂e/a auf 28.400 t CO₂e/a reduziert werden.

In der nachstehenden Tabelle ist die mögliche Entwicklung des Endenergieverbrauches und der CO₂e-Emissionen bis zum Zielhorizont 2030 dargestellt.

Tabelle 10-1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und CO₂e-Emissionen Bingen bis zum Jahr 2030 im Bereich Effizienz und Einsparung

Bereich	Sektor	Ist-Zustand		Zielszenario 2030			
		Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen	CO ₂ e-Einsparung	
		MWh/a	t/a	MWh/a	t/a	t/a	%
Wärme	Private Haushalte	199.500	64.900	133.200	43.300	21.600	33
	GHD und Industrie	77.900	30.000	40.400	15.600	14.400	48
	städtische Einrichtungen	6.600	1.800	5.100	1.400	400	22
Strom	Private Haushalte	44.800	28.800	39.400	25.400	3.400	12
	GHD und Industrie	56.400	36.300	45.900	29.500	6.800	19
	städtische Einrichtungen	3.900	2.500	3.200	2.000	500	20
	Straßenbeleuchtung	1.800	1.200	900	590	610	51
Summe (Wärme und Strom)		390.900	165.500	268.100	117.790	47.710	29
	Personenverkehr	118.500	43.000	82.400	24.900	18.100	42

Demnach steht am Ende der Szenarienannahmen eine Gesamteinsparung von rund 148.700 MWh/a beziehungsweise eine Minderung der CO₂e-Emissionen durch Effizienz und Einsparung (inklusive Personverkehr) sowie Ausbau von Erneuerbaren Energien um 130.500 t CO₂e/a.

Im Vergleich zum Jahr 2010 könnte der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Gesamtendenergieverbrauch von derzeit rund 1 % bis zum Jahr 2030 auf 65 % ausgebaut werden, unter der Annahme der oben getroffenen Annahmen zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs.

10.2 Regionale Wertschöpfung

10.2.1 Wirtschaftliche Auswirkungen aktuell

Im Folgenden werden die wirtschaftlichen Auswirkungen durch die Erschließung erneuerbarer Energiequellen in der Stadt Bingen aufgezeigt. Die wirtschaftlichen Auswirkungen umfassen zum einen die Darstellung ausgelöster Investitionen in einer Gegenüberstellung von Einnahmen (EEG-Vergütungen, Energieerlöse, Kosteneinsparungen) und Kosten (Abschreibungen, Kapitalkosten, Betriebskosten, Verbrauchskosten, Pachten und Steuern – Investitionszuschüsse⁴⁷) im Bereich der stationären Energieerzeugung von Strom und Wärme. Hierdurch wird aus ökonomischer Sicht abgeschätzt, inwiefern es lohnenswert erscheint, das derzeitige Energiesystem in der Stadt Bingen auf eine regenerative Energieversorgung umzustellen. Zuletzt werden aus den ermittelten Einnahmen und Kosten die Anteile abgeleitet, die in geschlossenen Kreisläufen der Stadt als regionale Wertschöpfung gebunden werden können.

Die ausführliche Beschreibung der Methodik zur Abschätzung wirtschaftlicher Auswirkungen und der Berechnung der regionalen Wertschöpfung ist dem Anhang XI zu entnehmen.

10.2.2 Gesamtbetrachtung 2010

Basierend auf der zuvor dargestellten Situation der Energieversorgung und -erzeugung wurden in der Stadt Bingen bis zum Jahr 2010 durch den Ausbau erneuerbarer Energien ca. 25 Mio. € an Investitionen ausgelöst. Davon sind rund 24 Mio. € dem Strombereich und etwa 1 Mio. € dem Wärmebereich zuzuordnen. Einhergehend mit diesen Investitionen sowie durch den Betrieb der Anlagen entstehen Gesamtkosten in Höhe von rund 47 Mio. €. Einnahmen und Kosteneinsparungen von rund 52 Mio. € stehen diesem Kostenblock gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Stadt Bingen liegt somit bei rund 14 Mio. € durch den im Jahr 2010 installierten Anlagenbestand.⁴⁸

Eine detaillierte Übersicht aller Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung zeigt folgende Tabelle:

⁴⁷ Investitionszuschüsse für Solarthermie-Anlagen, Biomassefeuerungsanlagen und Wärmepumpen nach dem Marktanzreizprogramm, vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, www.bafa.de, Erneuerbare Energien, o. J., abgerufen am 05.09.2011.

⁴⁸ Hier werden alle mit dem Anlagenbetrieb und den Effizienzmaßnahmen einhergehenden Einnahmen und Kosteneinsparungen über die Laufzeit dieser Anlagen und Maßnahmen bis zum Jahr 2030 berücksichtigt.

Tabelle 10-2 Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des installierten Anlagenbestandes 2010

Strom und Wärme 2010	Investitionen	Einsparungen und Erlöse	Kosten	Regionale Wertschöpfung
Investitionen (Material)	22,92 Mio. €			0,00 Mio. €
Investitionsnebenkosten (Material und Personal)	2,12 Mio. €			2,07 Mio. €
Abschreibung			25,04 Mio. €	0,00 Mio. €
Kapitalkosten (Kreditzinsen)			11,61 Mio. €	0,58 Mio. €
Betriebskosten (Versicherung, Wartung & Instandhaltung etc.)			6,55 Mio. €	6,55 Mio. €
Verbrauchskosten (Biogasssubstrat, Brennstoff)			2,09 Mio. €	1,67 Mio. €
Pachtaufwendungen			0,01 Mio. €	0,01 Mio. €
Steuern (GewSt, ESt)			1,71 Mio. €	0,25 Mio. €
Strom- und Wärmeerlöse		49,63 Mio. €		2,73 Mio. €
Stromeffizienz (Industrie)		0,00 Mio. €		0,00 Mio. €
Stromeffizienz (öff. Hand)		0,00 Mio. €		0,00 Mio. €
Stromeffizienz (Privat)		0,00 Mio. €		0,00 Mio. €
Stromeffizienz (GHD)		0,00 Mio. €		0,00 Mio. €
Wärmeeinsparung und -effizienz (Privat)		2,50 Mio. €		0,00 Mio. €
Wärmeeffizienz (Industrie)		0,00 Mio. €		0,00 Mio. €
Wärmeeffizienz (öff. Hand)		0,00 Mio. €		0,00 Mio. €
Wärmeeffizienz (GHD)		0,00 Mio. €		0,00 Mio. €
Zuschüsse (BAFA)		0,28 Mio. €		0,00 Mio. €
Summe Investitionen	25 Mio. €			
Summe Einsparungen u. Erlöse		52 Mio. €		
Summe Kosten			47 Mio. €	
Summe RWS				14 Mio. €

Aus obenstehender Tabelle wird ersichtlich, dass die Abschreibungen den größten Kostenblock an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Kapital- und den Betriebskosten. Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich der größte Beitrag aus den Betriebskosten im Sektor Handwerk und den Betreibergewinnen, die durch den Betrieb der Anlagen entstehen. Des Weiteren tragen die Verbrauchskosten erheblich zur regionalen Wertschöpfung bei, da hier davon ausgegangen wird, dass Festbrennstoffe, die die Verbrauchskosten abbilden, regional bezogen werden und somit komplett in die regionale Wertschöpfung mit einfließen.

Da das Jahr 2010 das Basisjahr zur Berechnung der regionalen Wertschöpfung darstellt und keine Datengrundlage zu den Maßnahmen im Bereich Strom- und Wärmeeffizienz der einzelnen Sektoren vorliegt, werden diesbezüglich auch keine Annahmen für das Jahr 2010 ge-

troffen. Somit werden in diesem Fall diese Bereiche über die einzelnen Sektoren mit 0 angesetzt.

Die nachstehende Abbildung fasst die Ergebnisse noch einmal grafisch zusammen.

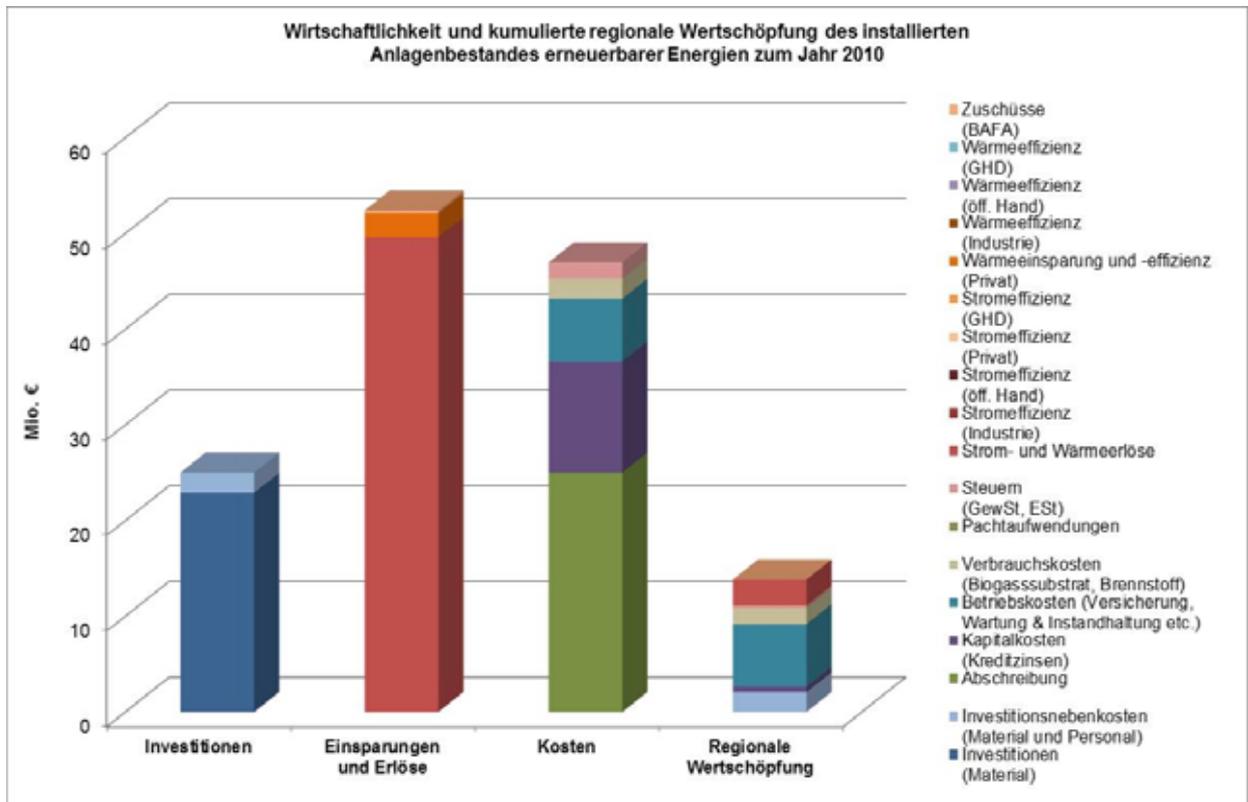


Abbildung 10-1 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Energien zum Jahr 2010

10.2.3 Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2010

Werden die Bereiche Strom und Wärme losgelöst voneinander betrachtet, so wird deutlich, dass die größte regionale Wertschöpfung im Bereich Strom durch die Betriebskosten entsteht, welche ausschließlich innerhalb des regional angesiedelten Handwerks als regionale Wertschöpfung zirkulieren. Darüber hinaus tragen im Wesentlichen noch die Betreibergewinne zur regionalen Wertschöpfung bei, die sich hier insbesondere auf den Betrieb der bisher installierten Photovoltaikanlagen zurückführen lassen. Abbildung 10-2 stellt das Ergebnis für den Strombereich grafisch dar:

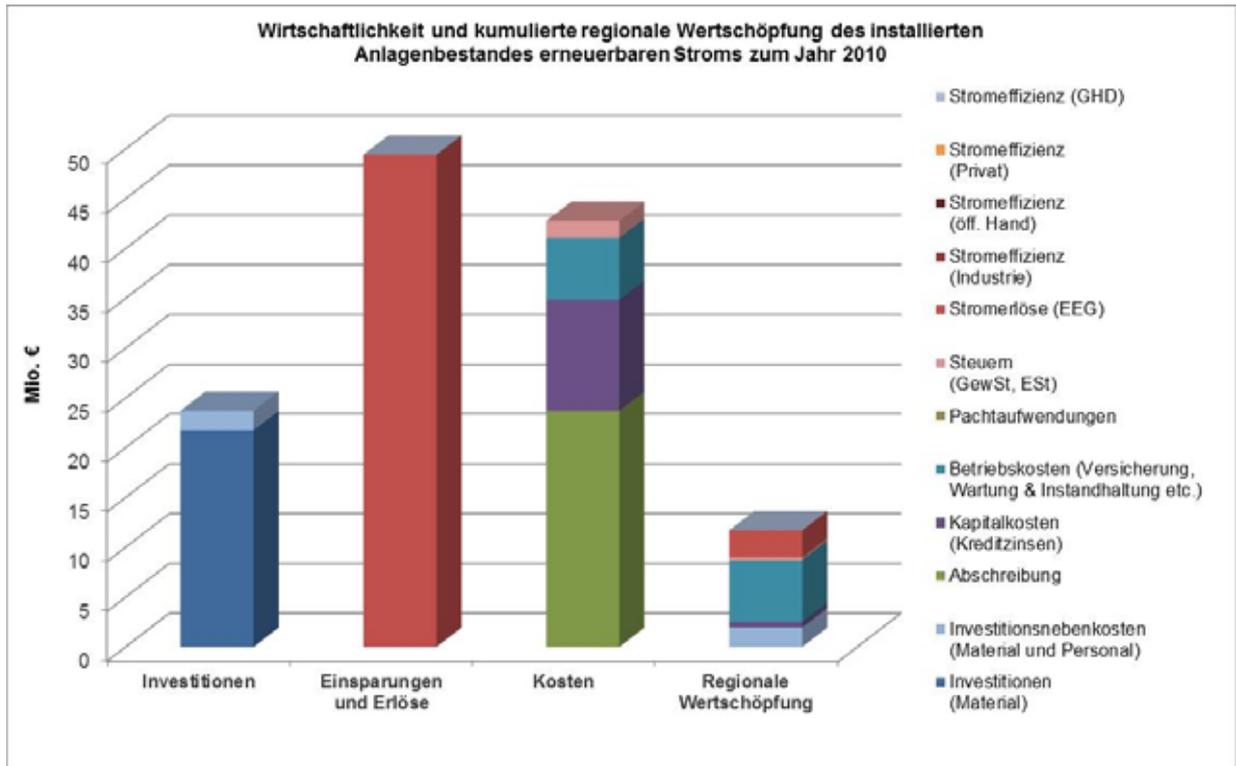


Abbildung 10-2 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbaren Stroms zum Jahr 2010

Im Bereich Wärme, ergibt sich aktuell die größte regionale Wertschöpfung aufgrund der Verbrauchskosten, da hier die Festbrennstoffe, die die Position der Verbrauchskosten abbilden, zum größten Teil aus der Region bezogen werden können und somit in die Wertschöpfung mit einfließen. Die nachstehende Abbildung 12-3 verdeutlicht dies noch einmal.

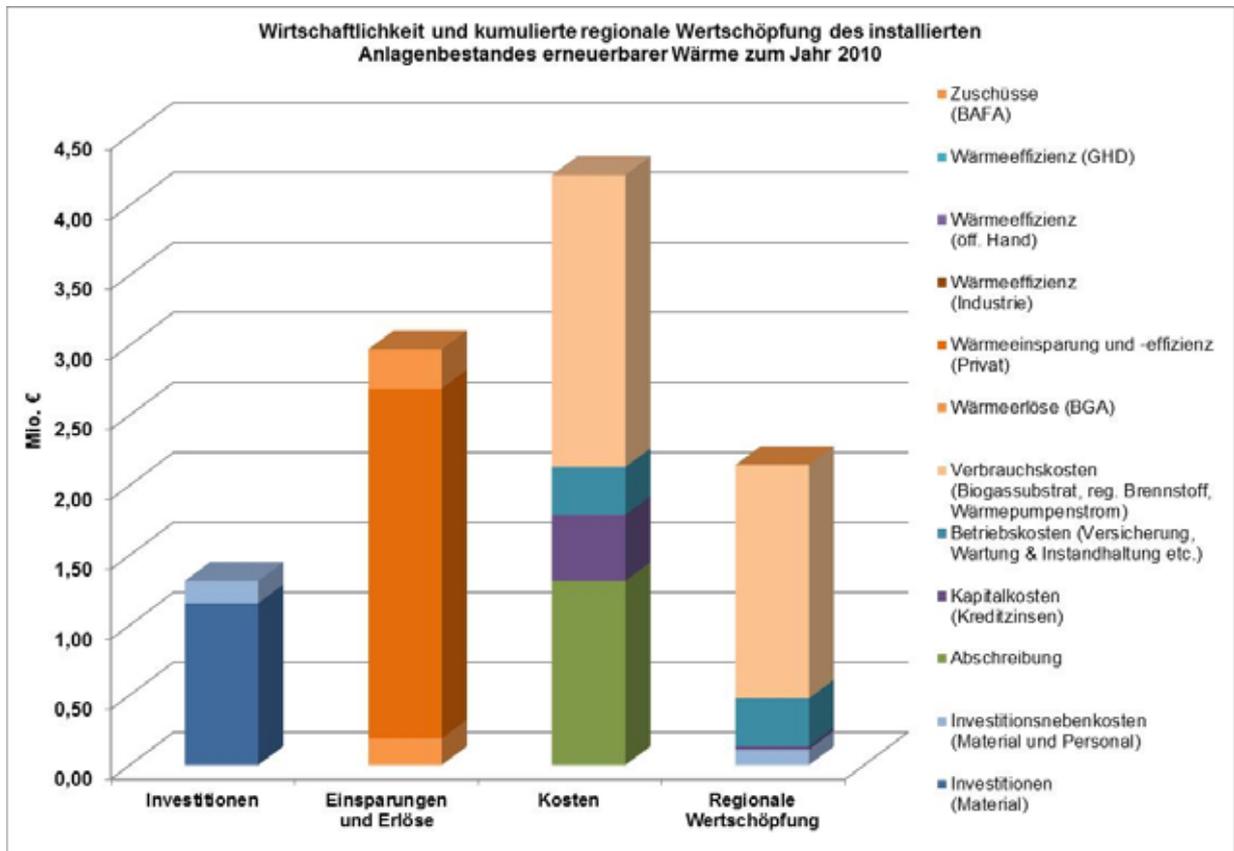


Abbildung 10-3 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Wärme zum Jahr 2010

10.3 Wirtschaftliche Auswirkungen 2030 und 2050

Im Folgenden werden die zukünftigen Auswirkungen für die Jahre 2030 und 2050 dargestellt. Hierbei ist die Bewertungsaussage für das zeitlich näher liegende Jahr 2020 als stabiler und aussagekräftiger anzusehen, da die Berechnungsparameter und die ergänzenden Annahmen wissenschaftlich fundiert sind und real abweichende Entwicklungen vom erstellten Szenario als gering eingestuft werden können. Dennoch wird die Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen über das Jahr 2020 hinaus hinsichtlich des Trends als sachgemäß eingestuft. D.h. dass trotz möglicher Abweichungen in der tatsächlichen Entwicklung eine Tendenz zur realen Entwicklung besteht. Die wirtschaftlichen Auswirkungen der Jahre 2020 und 2040 befinden sich ergänzend im Anhang XI.

10.3.1 Gesamtbetrachtung 2030

Auch bis zum Jahr 2030 ist unter den getroffenen Bedingungen eine deutliche Wirtschaftlichkeit in beiden Bereichen – Strom und Wärme – bei der Etablierung von Erneuerbaren Energien und Effizienzmaßnahmen ersichtlich. Das Gesamtinvestitionsvolumen liegt bei ca. 229 Mio. €, hiervon entfallen ca. 172 Mio. € auf den Strom- und ca. 57 Mio. € auf den Wärmebereich. Mit den ausgelösten Investitionen entstehen Gesamtkosten, auf 20 Jahre betrachtet, von rund 543 Mio. €. Diesen stehen ca. 792 Mio. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung des Bestandes bis 2030 beträgt in Summe ca. 429 Mio. €. Eine detaillierte Übersicht aller Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung 2030 zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 10-3 Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des Bestandes bis 2030

Strom und Wärme 2030	Investitionen	Einsparungen und Erlöse	Kosten	Regionale Wertschöpfung
Investitionen (Material)	186,46 Mio. €			0,00 Mio. €
Investitionsnebenkosten (Material und Personal)	42,71 Mio. €			34,38 Mio. €
Abschreibung			229,17 Mio. €	0,00 Mio. €
Kapitalkosten (Kreditzinsen)			107,88 Mio. €	24,67 Mio. €
Betriebskosten (Versicherung, Wartung & Instandhaltung etc.)			163,39 Mio. €	91,85 Mio. €
Verbrauchskosten (Biogasssubstrat, Brennstoff)			23,37 Mio. €	18,70 Mio. €
Pachtkosten			1,94 Mio. €	1,94 Mio. €
Steuern (GewSt, ESt)			17,71 Mio. €	12,49 Mio. €
Strom- und Wärmeerlöse		487,51 Mio. €		45,21 Mio. €
Stromeffizienz (Industrie)		1,21 Mio. €		1,21 Mio. €
Stromeffizienz (Privat)		3,82 Mio. €		3,82 Mio. €
Stromeffizienz (öff. Hand)		0,24 Mio. €		0,24 Mio. €
Stromeffizienz (GHD)		2,04 Mio. €		2,04 Mio. €
Wärmeeffizienz (Privat)		285,02 Mio. €		183,20 Mio. €
Wärmeeffizienz (Industrie)		4,15 Mio. €		4,15 Mio. €
Wärmeeffizienz (öff. Hand)		0,33 Mio. €		0,33 Mio. €
Wärmeeffizienz (GHD)		4,67 Mio. €		4,67 Mio. €
Zuschüsse (BAFA)		2,66 Mio. €		0,00 Mio. €
Summe Investitionen	229 Mio. €			
Summe Einsparungen u. Erlöse		792 Mio. €		
Summe Kosten			543 Mio. €	
Summe RWS				429 Mio. €

Aus obenstehender Tabelle wird ersichtlich, dass bis 2030 die Abschreibungen den größten Kostenblock an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Betriebs- und den Kapitalkosten. Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich bis 2030 der größte Beitrag aus der Wärmeeffizienz der privaten Haushalte, die aufgrund der Kosteneinsparungen zustande kommen. Des Weiteren leisten die Betreibergewinne einen erheblichen Beitrag, die durch den Betrieb der Erneuerbaren Energien Anlagen entstehen. Ein weiterer wichtiger Beitrag zur Wertschöpfung leisten auch bis 2030 die Betriebskosten im Handwerksbereich, da diese innerhalb des regional angesiedelten Handwerks als regionale Wertschöpfung zirkulieren. Darüber hinaus spielt die Wertschöpfung aus Strom- und Wärmeeffizienz in den unterschiedlichen Verbrauchergruppen eine wesentliche Rolle, die aufgrund der

Kosteneinsparungen zustande kommt. Die nachstehende Abbildung fasst die Ergebnisse noch einmal grafisch zusammen.

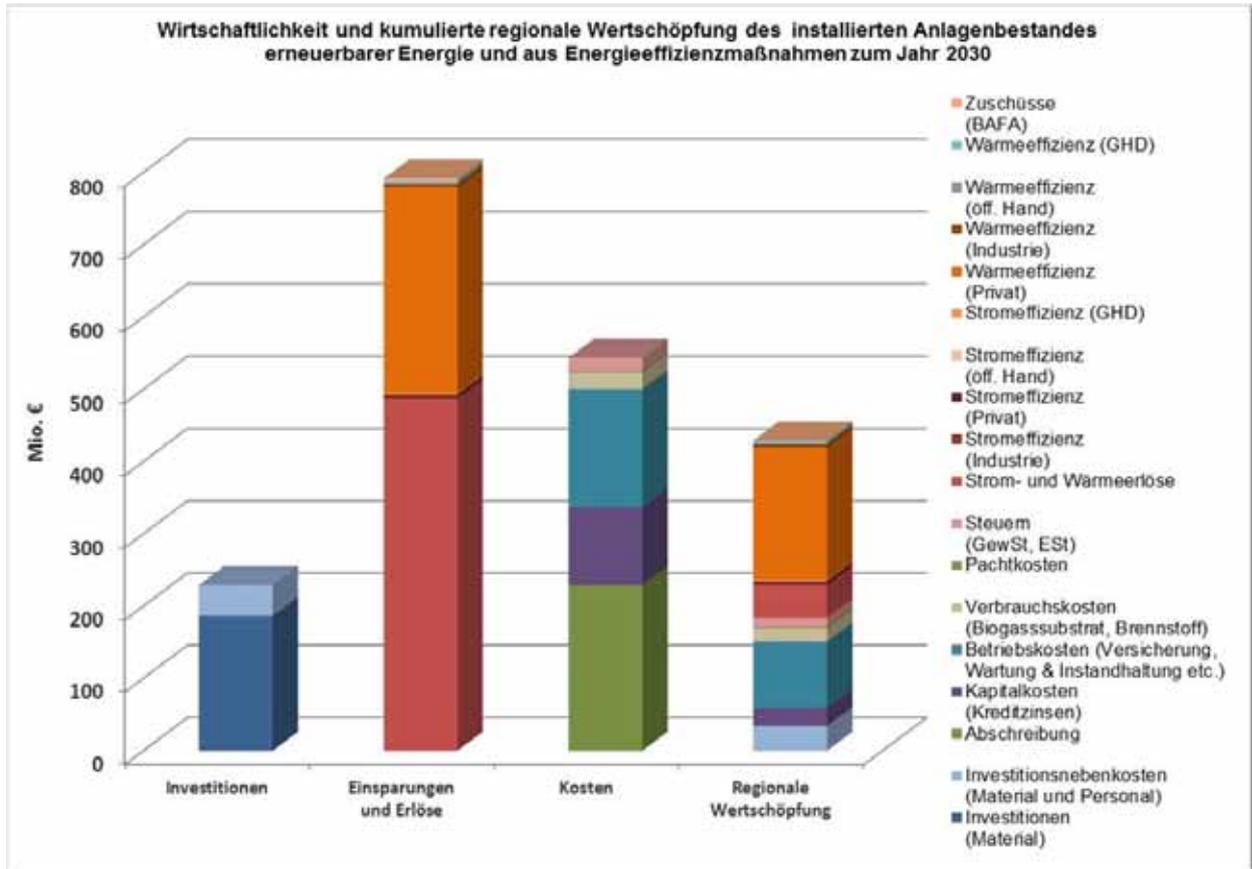


Abbildung 10-4 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030

10.3.2 Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2030

Im Strombereich ergibt sich 2030 im Vergleich zum Jahr 2020 ein ähnliches Bild. Die regionale Wertschöpfung entsteht hier insbesondere durch Betreibergewinne sowie durch die Betriebskosten im Handwerksbereich. Im Jahr 2030 erhöht sich die Wertschöpfung im Strombereich auf rund 185 Mio. €, insbesondere durch den Ausbau der Windkraft- und Photovoltaikanlagen sowie durch die Umsetzung von Stromeffizienzmaßnahmen. Die Ergebnisse für den Bereich Strom im Jahr 2030 sind in der nachstehenden Abbildung aufbereitet.

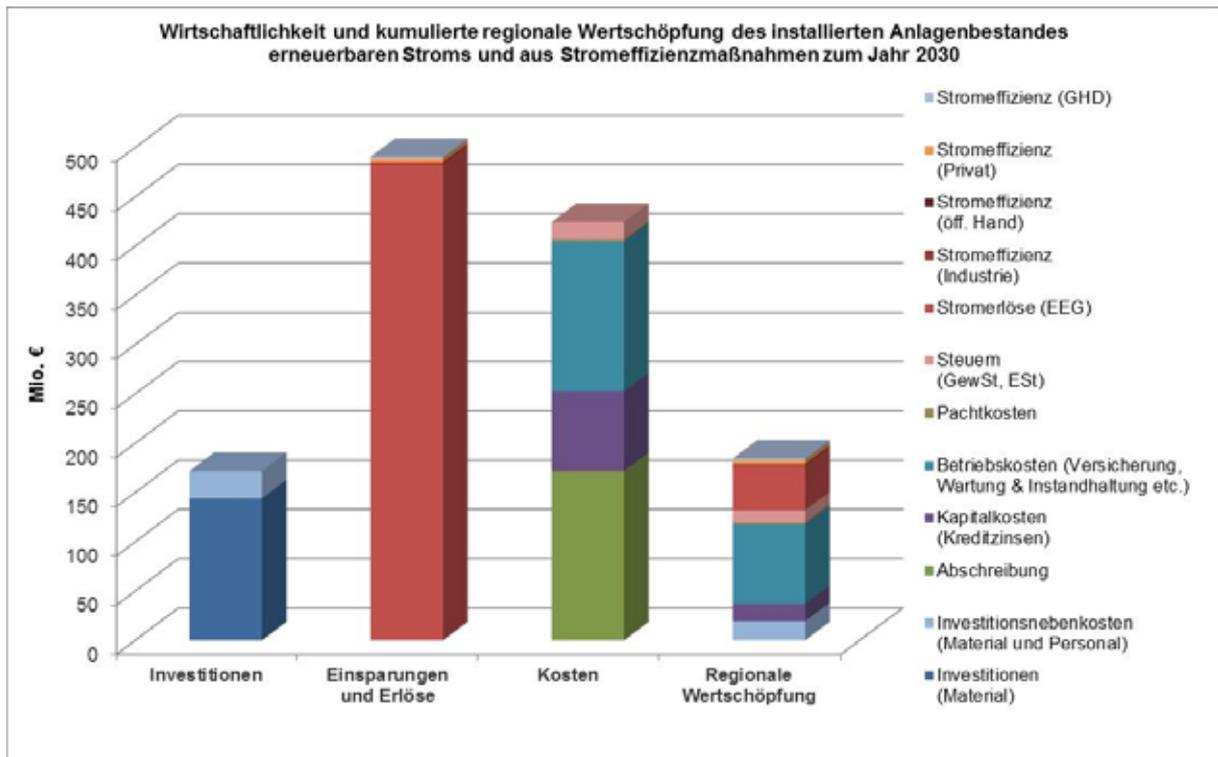


Abbildung 10-5 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms und aus Stromeffizienzmaßnahmen bis 2030

Im Wärmebereich entsteht in 2030 die größte regionale Wertschöpfung aufgrund der Kosteneinsparungen durch Wärmeeffizienzmaßnahmen im privaten Wohngebäudebestand. Diese Entwicklung lässt sich insbesondere auf erhöhte Energiepreise fossiler Brennstoffe zurückführen. Darüber hinaus tragen im Wesentlichen die Verbrauchs- sowie die Betriebskosten zur Wertschöpfung bei. Die nachstehende Abbildung verdeutlicht dies noch einmal.

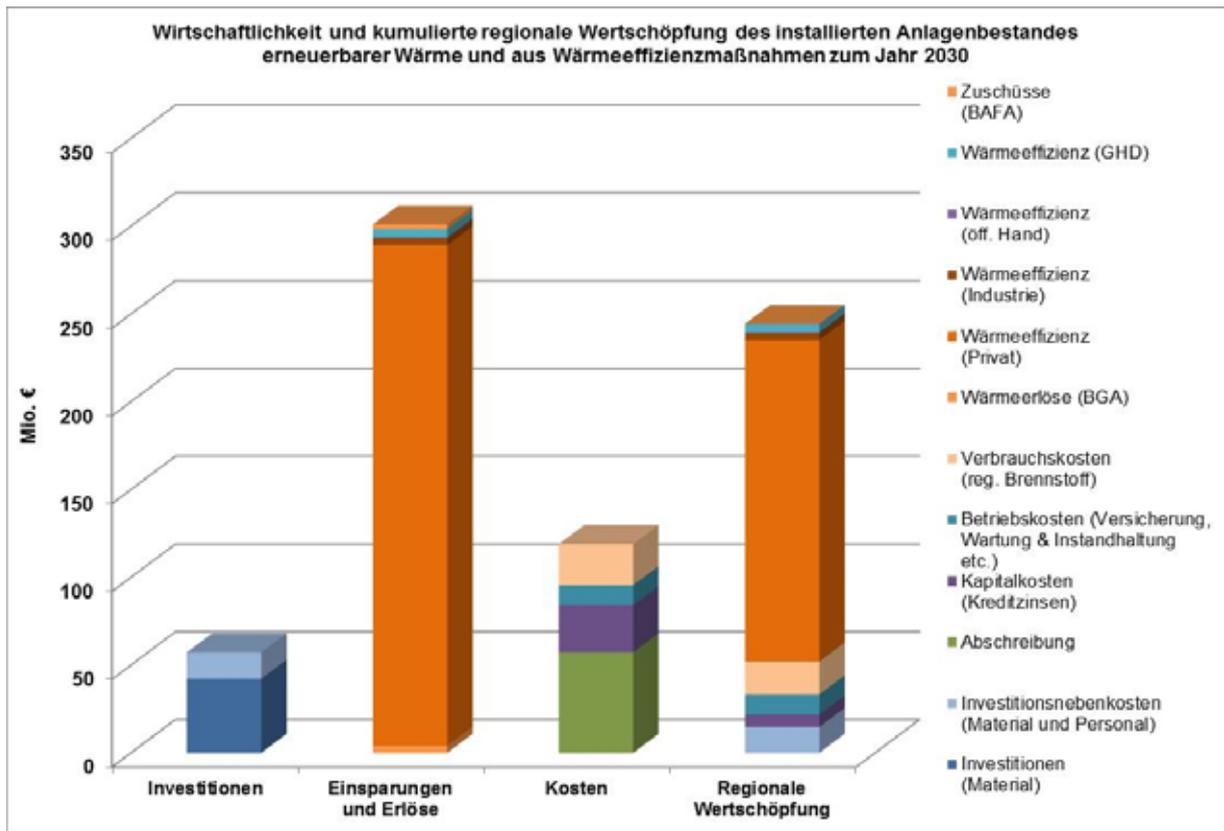


Abbildung 10-6 Kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Wärme und aus Wärmeeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030

Die regionale Wertschöpfung im Wärmebereich erhöht sich im Jahr 2030 auf ca. 244 Mio. €, wie obige Abbildung darstellt.

10.3.3 Gesamtbetrachtung 2050

Bis zum Jahr 2050 wird, unter Berücksichtigung der definierten Gegebenheiten⁴⁹, eine eindeutige Wirtschaftlichkeit der Umsetzung von erneuerbaren Energien und Effizienzmaßnahmen erreicht.

Das Gesamtinvestitionsvolumen für die Stadt Bingen liegt bei ca. 568 Mio. €⁹, hiervon entfallen ca. 338 Mio. € auf den Strom- und ca. 230 Mio. € auf den Wärmebereich. Mit den ausgelösten Investitionen entstehen Gesamtkosten, auf 20 Jahre betrachtet, von rund 1,3 Mrd. €. Diesen stehen ca. 3,4 Mrd. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Stadt Bingen liegt somit bei rund 2,8 Mrd. €.

Eine detaillierte Übersicht aller Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung zeigt folgende Tabelle:

⁴⁹ Politische Entscheidungen, die sich entgegen des prognostizierten Ausbaus erneuerbarer Energien stellen oder unvorhergesehene politische oder wirtschaftliche Auswirkungen, wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 10-4 Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des Bestandes bis 2050

Strom und Wärme 2050	Investitionen	Einsparungen und Erlöse	Kosten	Regionale Wertschöpfung
Investitionen (Material)	445,34 Mio. €			0,00 Mio. €
Investitionsnebenkosten (Material und Personal)	122,60 Mio. €			110,97 Mio. €
Abschreibung			567,94 Mio. €	0,00 Mio. €
Kapitalkosten (Kreditzinsen)			267,55 Mio. €	145,07 Mio. €
Betriebskosten (Versicherung, Wartung & Instandhaltung etc.)			377,78 Mio. €	267,63 Mio. €
Verbrauchskosten (Biogasssubstrat, Brennstoff)			88,77 Mio. €	79,75 Mio. €
Pachtkosten			8,14 Mio. €	8,14 Mio. €
Steuern (GewSt, ESt)			37,67 Mio. €	28,60 Mio. €
Strom- und Wärmeerlöse		1.020,83 Mio. €		124,44 Mio. €
Stromeffizienz (Industrie)		1,99 Mio. €		1,99 Mio. €
Stromeffizienz (öff. Hand)		0,50 Mio. €		0,50 Mio. €
Stromeffizienz (Privat)		3,94 Mio. €		3,94 Mio. €
Stromeffizienz (GHD)		3,59 Mio. €		3,59 Mio. €
Wärmeeffizienz (Privat)		2.401,09 Mio. €		2.038,98 Mio. €
Wärmeeffizienz (Industrie)		3,72 Mio. €		3,72 Mio. €
Wärmeeffizienz (öff. Hand)		0,66 Mio. €		0,66 Mio. €
Wärmeeffizienz (GHD)		3,39 Mio. €		3,39 Mio. €
Zuschüsse (BAFA)		2,66 Mio. €		0,00 Mio. €
Summe Investitionen	568 Mio. €			
Summe Einsparungen und Erlöse		3.442 Mio. €		
Summe Kosten			1.348 Mio. €	
Summe RWS				2.821 Mio. €

Es wird ersichtlich, dass die Abschreibungen bis 2050 den größten Kostenblock an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Betriebs- und den Kapitalkosten. Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich bis 2050 der größte Beitrag aus der Wärmeeffizienz der privaten Haushalte. Diese entsteht hauptsächlich aufgrund der Kosteneinsparungen, deren Entwicklung sich insbesondere auf erhöhte Energiepreise fossiler Brennstoffe zurückführen lässt. Ebenfalls einen wichtigen Beitrag leisten die Betriebskosten, die als regionale Wertschöpfung im örtlichen Handwerk zirkulieren. Die Verbrauchskosten, Betriebsgewinne, Steuer(mehr)einnahmen (u.a. Einkommen- und Gewerbesteuer) sowie die Einsparungen aus Strom- und Wärmeeffizienz aus verschiedenen Bereichen, leisten einen nicht unerheblichen Beitrag zur Wertschöpfung. Die kommt u.a. dadurch zustande, dass re-

gionale Wirtschaftskreisläufe geschlossen und die regionalen Potenziale vermehrt genutzt werden.

Sowohl die vornehmliche Nutzung erneuerbarer Energien als auch das sukzessive Erschließen von Effizienzpotenzialen sind notwendige Handlungsschritte zur Erreichung der ambitionierten Klimaschutzziele der Stadt Bingen. Die entsprechend vorgeschlagenen Maßnahmen und Strukturen erscheinen dazu als geeignetes Mittel.

Abbildung 10-7 fasst die Ergebnisse noch einmal grafisch zusammen.

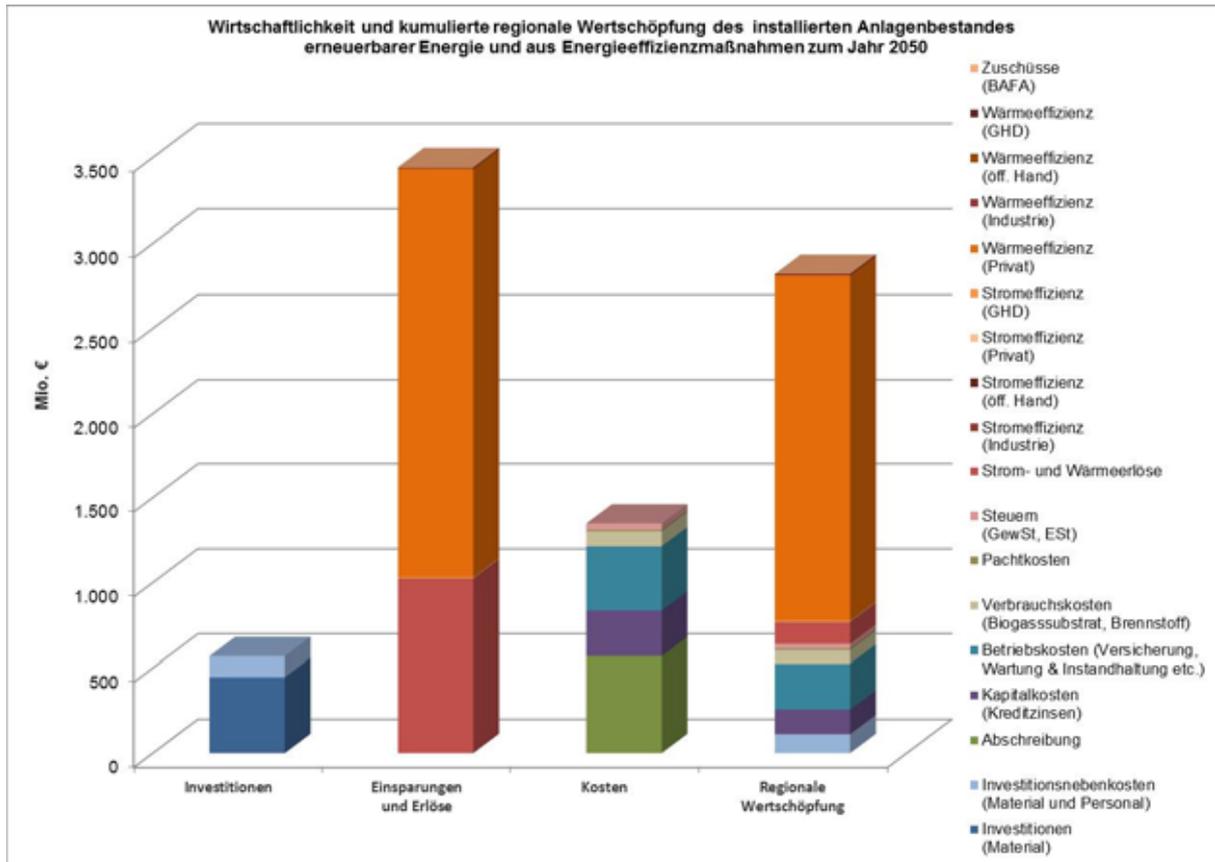


Abbildung 10-7 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050

10.3.4 Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2050

Durch Ausschöpfung aller vorhandenen Potenziale sowie die Etablierung von Effizienzmaßnahmen in den Sektoren private Haushalte, Industrie und GHD und den öffentlichen Liegenschaften ergibt sich im Jahr 2050 im Gegensatz zu 2010 ein völlig anderes Bild. Bei einer Vollaktivierung aller ermittelten Potenziale und Umsetzung aller vorgeschlagenen Effizienzmaßnahmen erhöht sich im Jahr 2050 die regionale Wertschöpfung im Strombereich auf rund 506 Mio. €.

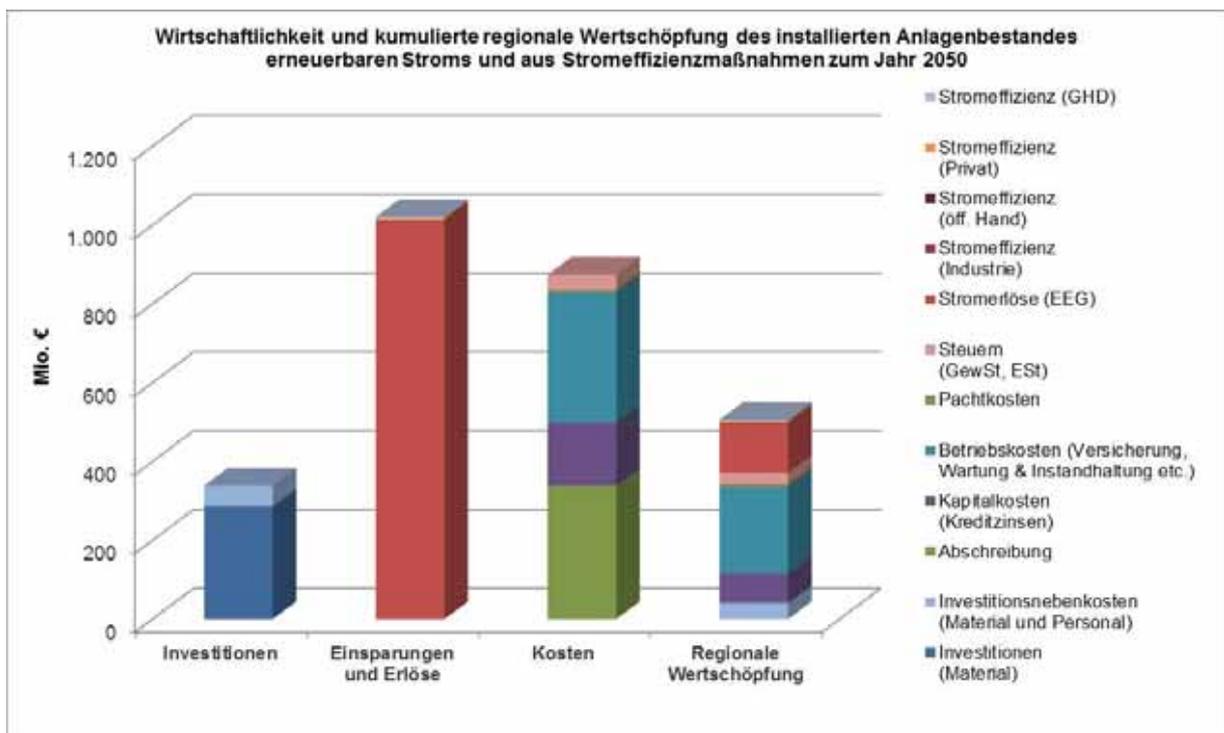


Abbildung 10-8 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbaren Stroms und aus Stromeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050

Im Bereich Wärme nehmen bis zum Jahr 2050 die Einsparungen, welche komplett als regionale Wertschöpfung in der Stadt Bingen gebunden werden können, deutlich an Volumen zu, was vor allem durch die Endlichkeit und die damit einhergehenden steigenden Energiepreise fossiler Brennstoffe sowie zu erwartende politische Rahmenbedingungen zugunsten Erneuerbarer Energien und Energieeffizienz erklärbar ist. Die regionale Wertschöpfung im Wärmebereich steigt auf rund 2,3 Mrd. €.

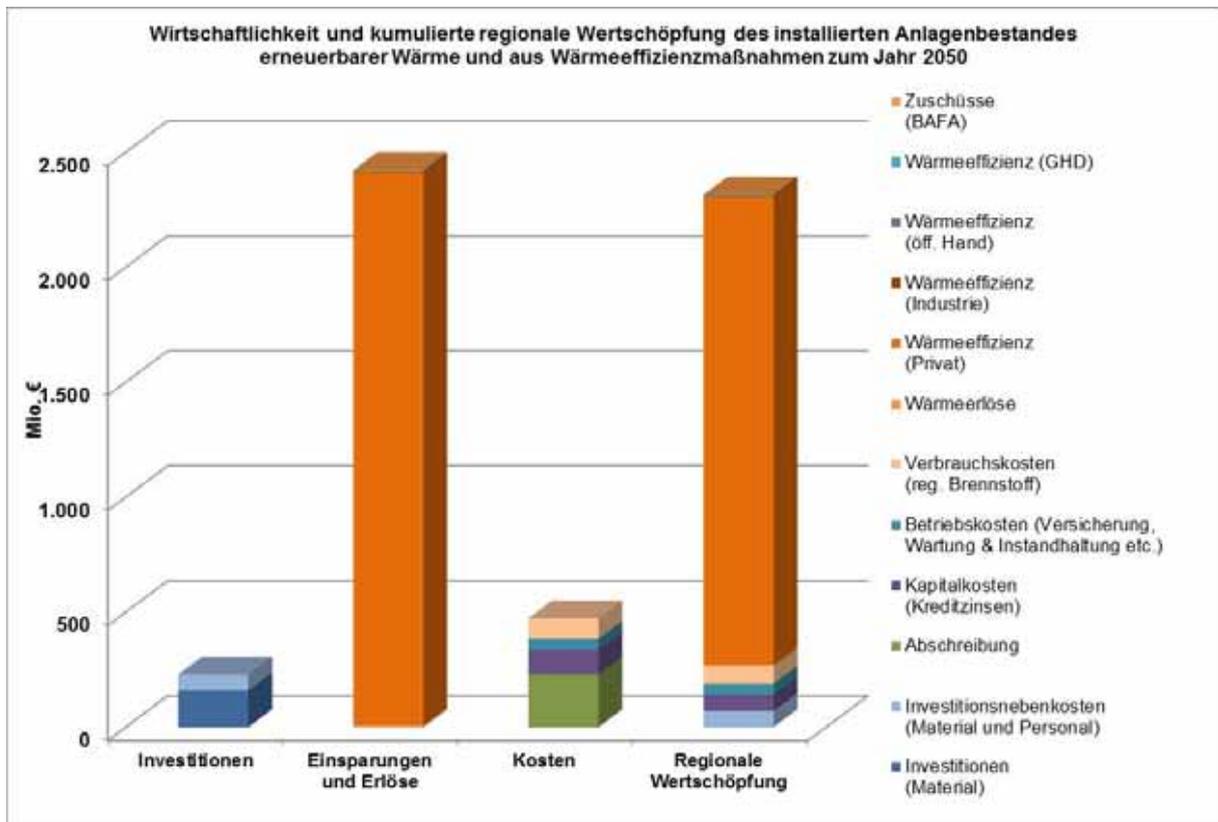


Abbildung 10-9: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Wärme und aus Wärmeeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050

10.3.5 Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung

Werden nun die einzelnen Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung betrachtet, so ergibt sich im Jahr 2050 folgende Darstellung:

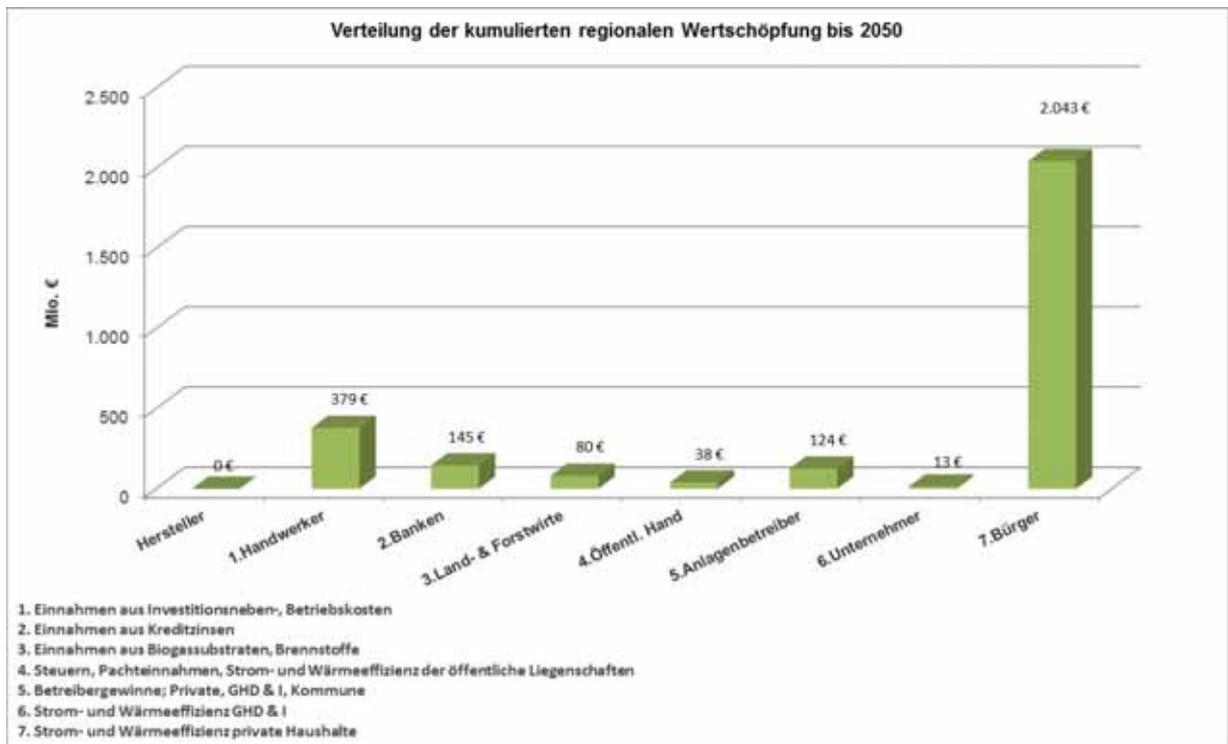


Abbildung 10-10 Profiteure der regionalen Wertschöpfung im Jahr 2050

Über 72 % der regionalen Wertschöpfung entsteht aufgrund von Kosteneinsparungen durch die Substitution fossiler Brennstoffe im Bereich privater Haushalte, womit die Bürger die größten Profiteure sind. An zweiter Stelle folgen die Handwerker mit einem Anteil von rund 13 %, aufgrund von Maßnahmen bei der Anlageninstallation sowie Wartung und Instandhaltung. Danach folgen die Anlagenbetreiber mit einem Anteil von ca. 5 %. Der Sektor Banken profitiert durch Zinseinnahmen mit ca. 5 % und die öffentliche Hand in Form von Steuer- und Pachteinnahmen in Höhe von rund 2 %. Des Weiteren haben Land- und Forstwirte durch Flächenverpachtung einen Anteil an der regionalen Wertschöpfung von 3 %. Die Herstellung von Anlagen und Anlagenkomponenten findet außerhalb der Stadt Bingen statt, wodurch keine regionale Wertschöpfung in diesem Sektor generiert wird.

11 Konzept Controlling

11.1 Allgemeines

Der Stadtrat hat am 05. Februar 2013 das Klimaschutzkonzept beschlossen und mit gleichem Beschluss eine Reduzierung der Emission von klimarelevanten Schadgasen. (CO₂-Äquivalente) in der Summe aus allen Handlungsfeldern des Klimaschutzkonzeptes mit Ausnahme der durch den Nutzverkehr verursachten Emissionen, um 50 % im Jahr 2030, auf Basis des Bilanzjahres 2010.

Um ein Erreichen dieses Ziels zu gewährleisten, bedarf es einer regelmäßigen Kontrolle und Steuerung, wodurch die personellen und finanziellen Ressourcen effektiv und effizient eingesetzt werden können. In Folge dessen ist die Einführung eines Controlling Systems erforderlich, in dessen Prozess der Zeitraum der definierten Ziele eingehalten und ggf. Schwierigkeiten (Konfliktmanagement) bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

Die Zuständigkeiten für die Betreuung und Durchführung des Controlling Systems sollte daher klar geregelt werden. Die Frage, welches Dezernat und welche Person verantwortlich sein soll, muss folglich definiert werden. Ebenso könnte eine entsprechende Stelle, des Klimaschutzmanagers geschaffen werden.

11.2 Elemente

Das Controlling Konzept verfügt über zwei feste Elemente, die Energie- und Treibhausgasbilanz sowie den Maßnahmenkatalog, die verschiedene Ansätze (Top-Down; Bottom-Up) verfolgen. Zusätzlich können andere Management Systeme (EEA, EMAS oder Benchmark kommunaler Klimaschutz) empfohlen werden, die auf den beiden festen Elementen aufbauen und im Ergebnis einen internationalen Vergleich mit anderen Regionen erlauben.

Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz (Ist/Soll) wurde im Rahmen der Konzepterstellung für die Stadt auf Excel-Basis entwickelt. Die Bilanz ist fortschreibbar angelegt, sodass durch eine regelmäßige (p.a.) Datenabfrage bei Energieversorger (Strom/Wärme), staatlichen Fördermittelgeber (Wärme) und regionalen Stellen (Verkehr) eine jährliche Bilanz aufgestellt werden kann. Die Top-Down Ebene liefert eine Vielzahl von Informationen, die eine differenzierte Betrachtung zulassen. Es können Aussagen zur Entwicklung der Energieverbräuche und damit einhergehend der CO₂e-Emissionen in den einzelnen Sektoren und Gruppen getroffen werden. Darüber hinaus können Ist und Soll Vergleiche angestellt sowie im Vorfeld festgelegte Indikatoren (z. B. Anteil EE) überprüft werden.

Maßnahmenkatalog

Der Katalog beinhaltet eine Vielzahl von Maßnahmen, die sich in verschiedene Bereiche untergliedern. Der Katalog ist ebenfalls fortschreibbar, sodass die Stadt stets neue Maßnahmen hinzufügen bzw. umgesetzte Maßnahmen markieren kann. Die aus der Konzeptphase entwickelten Maßnahmen wurden priorisiert, können aber durch die Stadt, neu bewertet werden, falls sich Rahmenbedingungen im Laufe der Zeit ändern. Durch die Untersuchung

der Wirkung von Einzelmaßnahmen können Aussagen zu Kosten, Personaleinsatz, Einsparungen (Energie/CO₂), etc. getroffen werden. Für diese Bottom-Up Ebene ist es empfehlenswert Kennzahlen nur überschlägig zu ermitteln, da eine detaillierte Betrachtung unter Umständen mit hohen Kosten verbunden sein kann. So können für „harte“, meist technische, Maßnahmen mit wenig Ressourceneinsatz Kennzahlen gebildet werden. Bei „weichen“ Maßnahmen (z. B. Informationskampagne) können diese Faktoren nur schwer gemessen werden. Hier sollten leicht erfassbare Werte erhoben werden. Die gebildeten Kennzahlen geben schließlich Aufschluss über den Erfolg oder Misserfolg und entscheiden im Anschluss über eine entsprechende Controlling Strategie.

11.3 Übersicht Controlling System

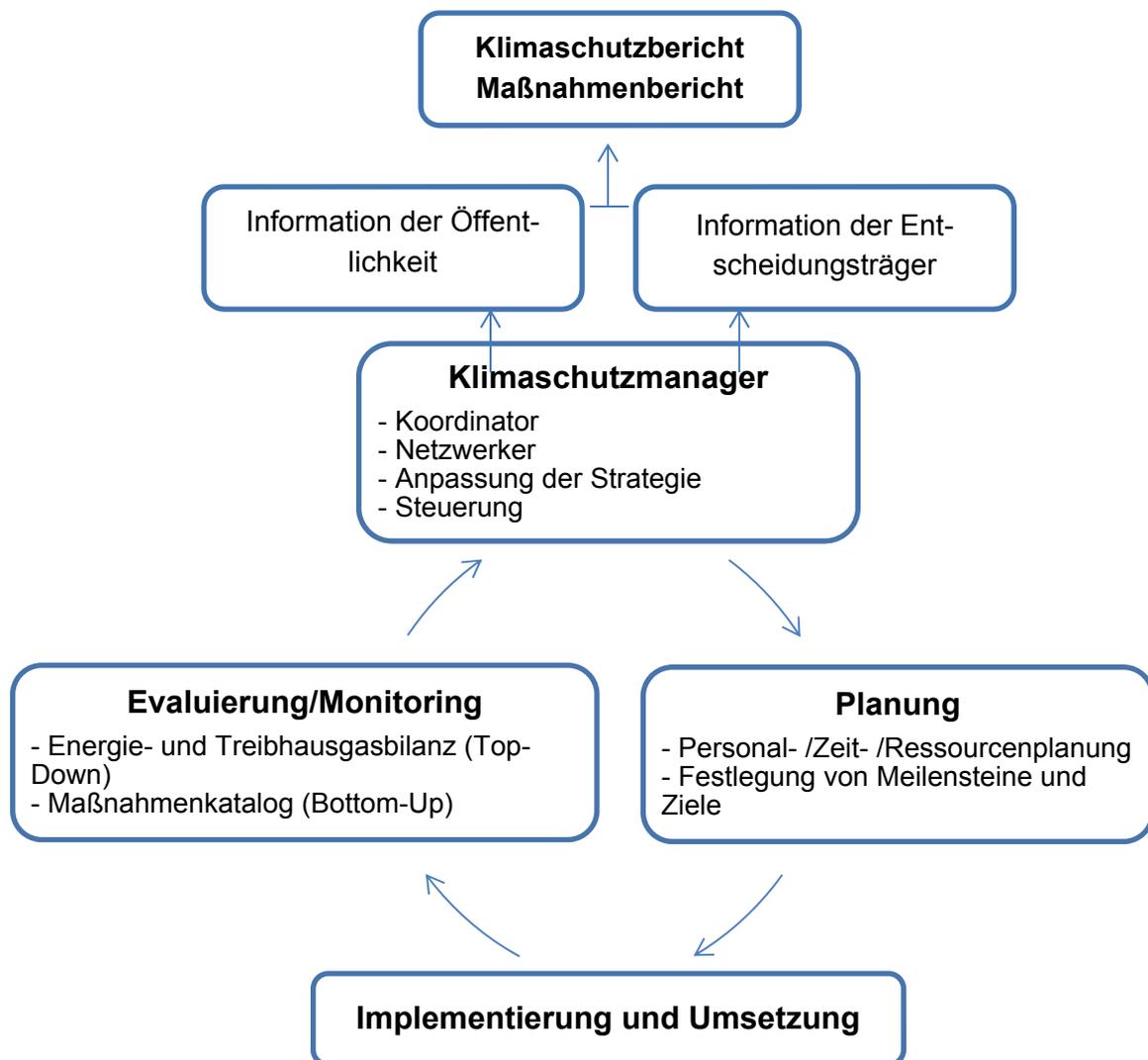


Abbildung 11-1: Übersicht Controlling System

12 Konzept Öffentlichkeitsarbeit

Der Einsatz flankierender, kommunikativer Instrumente zur Implementierung einer kommunalen Klimaschutzstrategie ist eine elementare Maßnahme zur Aktivierung relevanter, regionaler Akteure. Die Zielsetzung, die in Folge des Einsatzes von Kommunikation definiert werden kann, liegt in einer Verhaltensänderung sowie –steuerung zugunsten einer nachhaltigen Entwicklung, die bspw. durch eine Bewusstseinsbildung elementarer Zielgruppen erreicht werden kann.

Das Konzept soll als strategische Umsetzungsempfehlung sowohl für Umsetzer als auch Entscheidungsträger des kommunalen Klimaschutzkonzeptes dienen. Die folgende Grafik verdeutlicht hierbei die Bestandteile einer Klimaschutz-Kommunikations-Strategie.



Abbildung 12-1: Aufbau des Klimaschutz-Kommunikations-Konzeptes⁵⁰

Der Aufbau eines Klimaschutz-Kommunikations-Konzeptes untergliedert sich in eine Situationsanalyse, in der unter anderem die relevanten Akteure definiert sowie vorhandene Kommunikationsträger und deren Strukturen analysiert werden. Die im Rahmen des Konzeptes relevanten Ergebnisse werden hierbei in einer SWOT-Analyse zusammengefasst. Während die Situationsanalyse und in diesem Sinne die SWOT-Analyse als Auswertung der aufgenommenen Strukturen angesehen werden kann, werden im Kapitel 12.5 die Kommunikationsziele definiert, die mit dem darauf folgenden Maßnahmenkatalog erreicht werden sollen.

12.1 Situationsanalyse

Zur zielgerichteten kosten- und somit einhergehend wirkungsoptimierten Konzepterstellung sind Informationen über vorhandene Gegebenheiten und Strukturen essenziell. Diese Situationsanalyse untersucht neben den vor Ort relevanten Zielgruppen und Schlüsselakteuren auch relevante geographische, ökonomische, ökologische und kommunikative Aspekte. Hierbei werden die im Zuge der Potenzialanalyse identifizierten Zielgruppen näher erläutert. Diese Situationsanalyse erfolgt als Ist-Situation, bei der bis zum Zeitpunkt der Konzepterstellung

⁵⁰ eigene Darstellung in Anlehnung an Becker J., Marketing Konzeptionen, Seite 908ff.

lung akute Ergebnisse beachtet werden. Die Zielsetzung der Situationsanalyse liegt in der Identifizierung von umsetzungsfördernden (Stärken) und –hemmenden Aspekten (Schwächen, Risiken). Durch den Einsatz der Kommunikationsinstrumente sollen existente Stärken weiter ausgebaut und bestehende Schwächen reduziert werden.⁵¹ Die im Rahmen der Situationsanalyse resultierenden Daten wurden unter anderem im Zuge einer Internetrecherche als auch persönlichen Gesprächen vor Ort erhoben. Darüber hinaus wurden zur Profilierung der regionalen Bevölkerung als auch dem Segment der Touristen Ergebnisse einer Befragung, die im Rahmen der „Agenda 21 Bingen“ erhoben wurde, integriert. Das Ziel dieser Datenakquise war hierbei unter anderem die Identifikation bereits existenter Strukturen (z. B. relevante Akteure oder Veranstaltungen vor Ort), um den Aufbau von Doppelstrukturen im Rahmen der Maßnahmenkonzeption vermeiden zu können (siehe auch Kapitel 12.2, Rahmenbedingungen der Konzepterstellung).

12.2 Rahmenbedingungen der Konzepterstellung

Das Konzept für die Stadt Bingen soll als Handlungsempfehlung für die Umsetzer der Klimaschutz-Kommunikation verstanden werden, wobei die strategische Umsetzung durch Entwicklungen in der Region tangiert werden können. So unter anderem durch die Kombination mit dem Klimaschutzkonzept Rheinhessen-Nahe, das für die Landkreise Alzey-Worms, Bad Kreuznach und Mainz-Bingen erstellt wird. Da die Stadt Bingen auch Bestandteil dieser interkommunalen Zielregion ist, können hier Synergieeffekte generiert werden. Dies kann unter anderem durch eine Übertragung der im Rahmen des interkommunalen Konzeptes Rheinhessen-Nahe initiierten Dachmarke (siehe Corporate Identity, Kapitel 12.3) sowie einzelnen Kampagnen bzw. Maßnahmen realisiert werden.

Ein wichtiger Aspekt im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation stellt die Nutzung überregionaler als auch vorhandener regionaler Strukturen dar, insbesondere um Parallelentwicklungen vermeiden zu können. Da die Stadt Bingen sich bereits 1998 dem Agenda-21-Prozess verpflichtet hat, konnten sich dementsprechend kommunikative Strukturen entwickeln. So werden von Seiten der „Agenda 21 Bingen“ Klimaschutzmaßnahmen bereits umgesetzt, bspw. in Form von Energiespartipps auf der Homepage der Stadt Bingen. Auch die im Zuge des Agenda-21-Prozesses aufgebauten Arbeitskreise sowie der Agendakreis als Koordinationsstelle sind kommunikative Plattformen, auf die im Rahmen dieses Kommunikationskonzeptes aufgebaut wird und deren Ausbau im Maßnahmenkatalog anvisiert wird. Somit existieren in der Region eine Vielzahl von (kommunikativen) Strukturen, die für die Klimaschutz-Kommunikation der Stadt Bingen übertragen werden können.

Dabei ist zur Adaption bereits vorhandener als auch zur Schaffung neuer Strukturen die Kenntnis vor Ort situierter und im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation relevanter Akteure eine essenzielle Maßnahme, um die in Kapitel 12.5 angestrebten Kommunikationsziele erreichen zu können.

⁵¹ Vgl. Hopfenbeck W. / Roth P., Öko Kommunikation, Wege zu einer neuen Kommunikationskultur, S. 49.

Im Rahmen der Informationsbeschaffung konnte auf eine Befragung regionaler (Bürger) und überregionaler Akteure (Touristen) in der Zielregion gebaut werden, die im Zuge der Agenda 21 erhoben wurde. Diese Befragung („BINGEN AM RHEIN aus Sicht der Bürgerinnen und Bürger, Repräsentativbefragung 2010, Zusammenfassung bzw. aus Sicht der Touristen, Persönliche Befragung an touristischen Orten in Bingen 2009) dient neben der Zielgruppencharakterisierung auch zur Erfassung der kommunikativen Strukturen.

12.3 Zielgruppendefinition

Für die Stadt Bingen werden im folgenden Schaubild die wesentlichen Akteure definiert, die in die Kategorien Privathaushalte, öffentliche Verwaltung (politische Entscheidungsträger), Wirtschaftsunternehmen und Multiplikatoren untergliedert werden können. Neben der Differenzierung der unterschiedlichen Akteure kann eine weitere Unterzielgruppe definiert werden, die als Schnittmenge aller Akteure fungieren kann. Dieser Personenkreis wird in dieser Relation als potenzielle Konfliktpartei kategorisiert und im folgenden Kapitel näher erläutert. Die folgende Grafik visualisiert hierbei die unterschiedlichen relevanten Akteure der Klimaschutz-Kommunikation.

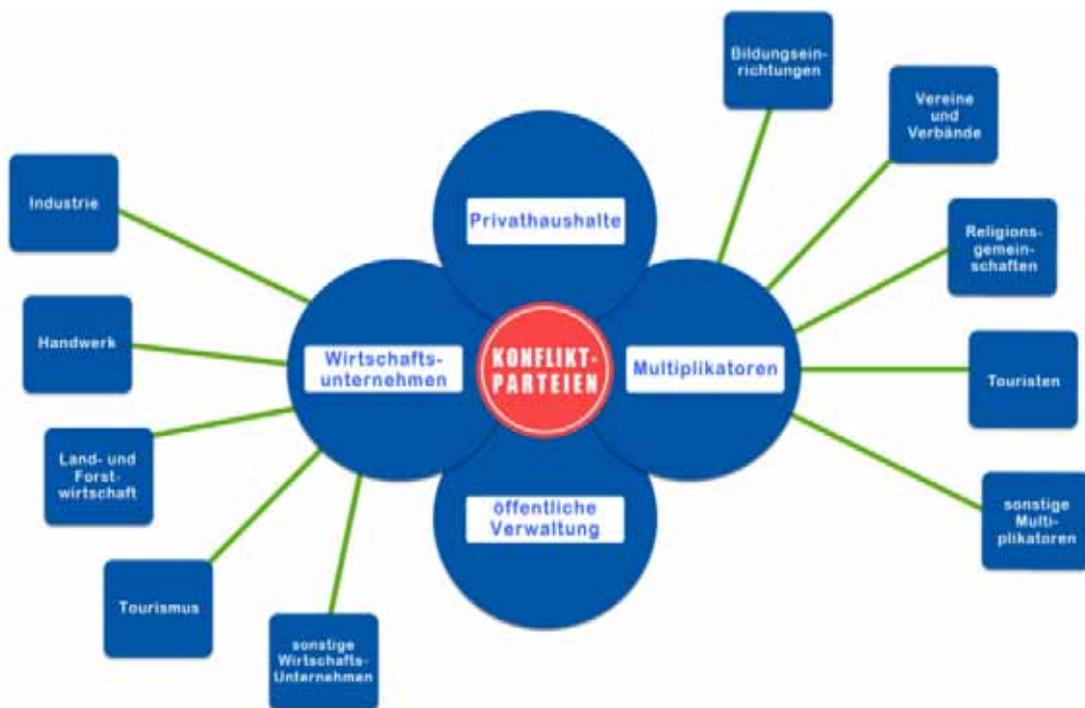


Abbildung 12-2: Zielgruppensegmente⁵²

12.3.1 Privathaushalte/ regionale Bevölkerung

Im Zuge der Potenzialanalyse wurde deutlich, dass die Privathaushalte ein enormes Einsparpotenzial klimaschädlicher Emissionen haben. Daneben sind Privathaushalte sowohl

⁵² eigene Darstellung in Anlehnung an Heck P., Praxishandbuch Stoffstrommanagement, S. 28.

wichtige Befürworter als auch potenzielle Hemmer für die Umsetzung von Erneuerbarer-Energien-Anlagen und können somit als wichtige Zielgruppe der Klimaschutz-Kommunikation definiert werden. So sind Privathaushalte Großabnehmer des Gesamtenergieverbrauchs mit insgesamt ca. 244.300. MWh/a, wobei ein Großteil auf den Wärmebereich entfällt.⁵³ Weiterhin wurde deutlich, dass der Anteil von Photovoltaik auf Dachflächen der Privathaushalte der Stadt Bingen einen sehr hohen ist, womit die Immobilienbesitzer Schlüsselakteure für den Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen mit Fokussierung auf den Bereich der Photovoltaik darstellen.

Eine wichtige Zielsetzung stellt daher die Aktivierung zu Energieeffizienzmaßnahmen im Wärme- und Strombereich von Seiten dieses Zielgruppensegmentes dar. So wurde im Rahmen der Konzepterstellung deutlich, dass Strom-Einsparpotenziale in privaten Haushalten sich insbesondere bei der Nutzung von Haushaltsgeräten und bei der Beleuchtung ergeben. Diese Potenziale können einerseits durch eine Änderung des bisherigen Nutzerverhaltens als auch durch „gering investive Maßnahmen (z. B. Aufhebung des Stand-by-Betriebes durch abschaltbare Steckerleisten)“ erschlossen werden. Im Rahmen der Konzepterstellung wurden hierbei verschiedene Hemmnisse identifiziert, die der Erschließung der oben genannten Potenziale im Wege stehen könnten:

- „Informatorische Defizite beim Kauf, Einsatz und Kennzeichnung energiesparender Geräte
- Reale Stromverbräuche sind Verbrauchern nicht genügend präsent (jährliche Stromabrechnung)
- Maßnahmen (Stand-by-Verbrauch, Effizienzklassen, etc.) sind i. d. R. bekannt, jedoch Motivation zur Umsetzung gering, Energieeffizienz als Kaufkriterium tritt hinter Preis und Ausstattung zurück“⁵⁴

Im Wärme-Sektor wurde ein technisches Einsparpotenzial von über 60 Prozent ermittelt, wobei dieses Potenzial besonders durch Gebäudesanierungen generiert werden kann.⁵⁵

Zur Erschließung von Strom- als auch Wärme-Einspar-Potenzialen ist eine primäre Aufgabe in der kommunikativen Ansprache die Kommunikation der ökonomischen und ökologischen Vorteile als auch das Ausgleichen vorhandener Informationsdefizite. Neben der Erschließung dieser Potenziale kann die regionale Bevölkerung besonders in Bezug zum Ausbau von Erneuerbarer-Energien-Anlagen eine zentrale Rolle einnehmen. So sind regionale Akteure dieses Zielgruppensegmentes auf der einen Seite in der Lage, Projekte zu fördern, bspw. auf Grund von Investitionen, auf der anderen Seite können sie aber auch als Konfliktpartei (siehe Seite 322) auftreten und den Ausbau gänzlich verlangsamen oder stoppen.

⁵³ Endbericht IfaS, Seite 31ff.

⁵⁴ Quelle: Endbericht IfaS, Seite 78 ff.

⁵⁵ Quelle: Endbericht IfaS, Seite 106 f.

12.3.2 Unternehmen

Das Segment der regionalen Wirtschaft hat im Rahmen der Konzeptumsetzung eine Doppelfunktion inne. So sind Wirtschaftsunternehmen, wobei hier der Fokus neben Gewerbe, Handel und Dienstleistung auch auf den touristischen Sektor gelegt werden kann, in der Lage, eigene Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen und somit ökologische und ökonomische Effekte zu generieren. Dadurch können auf Seiten regionaler Unternehmen Kosten eingespart und darüber hinaus CO₂-Emissionen reduziert werden. Die Übernahme einer ökologischen Verantwortung kann daneben einen positiven Marketing-Effekt für die teilnehmenden Unternehmen beinhalten. Die Fachzeitschrift Marketing Review befasste sich in der Ausgabe 4/2008 unter anderem mit den Vorteilen, die sich für Unternehmen durch Nachhaltigkeitspositionierung ergeben. Zu nennen sind hier vor allem ökonomische Potenziale, basierend auf einer Steigerung der Absatz- und Umsatzzahlen, die aus einer Erweiterung der möglichen Zielgruppenanteile und somit des potenziellen Marktanteils resultieren.

Die regionale Wirtschaft in Form von Gewerbe, Handel und Dienstleistung wurde im Zuge der Situationsanalyse als größter Stromverbraucher in der Region identifiziert. So entfallen 52 Prozent des Gesamtstromverbrauches auf den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung, womit hier ein großes Energieeinsparpotenzial begründet liegt.⁵⁶

Wichtig im Rahmen der kommunikativen Strategie ist die Kenntnis der regional vorhandenen Wirtschaftsstruktur, um die unterschiedlichen Akteure identifizieren zu können. Hierbei wurde ersichtlich, dass das Landschaftsbild überwiegend von landwirtschaftlichen Flächen geprägt ist, während der Anteil von Waldflächen relativ gering ist. Die einzelne prozentuale Flächenverteilung der Region soll mit nachfolgender Tabelle verdeutlicht werden.

Tabelle 12-1: prozentuale Flächenverteilung der Stadt Bingen⁵⁷

Im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation können auf Grund der Vielzahl landwirtschaftlicher Flächen sowie als Ergebnis der Potenzialanalyse Landwirte als wichtige Akteursgruppe identifiziert werden. Dabei stellt besonders, auch aus traditioneller Sichtweise, Weinbau, Weinerzeugung und Weinhandel ein wichtiges landwirtschaftliches Segment in der Region dar.

Neben dem landwirtschaftlichen Sektor ist besonders das Dienstleistungsgewerbe ein wichtiger Arbeitgeber in der Region. Hierbei erfährt die Stadt Bingen besonders als Lo-

⁵⁶ Quelle: Endbericht IfaS, Seite 28.

⁵⁷ Quelle: <http://www.infothek.statistik.rlp.de/neu/MeineHeimat/detailinfo.aspx?id=3537&key=0733900005&l=3&topic=2047>.

Logistikstandort eine immer stetig steigende Bedeutung, wobei die Logistikzentren von mittelständischen und global aufgestellten Unternehmen in der Stadt situiert sind (u.a. Globus, MC Donalds etc.).⁵⁸

Nicht nur im Dienstleistungsgewerbe sondern auch im touristischen Bereich ist die Stadt Bingen, auf Grund der regionalen Gegebenheiten, aktiv. So gehört die Stadt Bingen wegen der geologischen, klimatischen und besonderen baulichen Gegebenheiten seit jeher zu einer beliebten Urlaubsregion in Deutschland. Darüber hinaus ist das Mittelrheintal bei Bingen als UNESCO-Weltkulturerbe anerkannt, womit das Landschaftsbild neben dem ökologischen auch im ökonomischen Sinne einen wichtigen Aspekt der Region darstellt. Der Veränderung bestehender Landschaftsbilder, unter anderem in Folge der Nutzung Erneuerbarer-Energien-Anlagen, ist somit im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation kommunikativ zu begegnen, um auftretenden Konflikten, welche die Gefahr eines Abwehrverhaltens regionaler Akteure beinhalten könnten, präventiv zu begegnen.

Die Erfassung und Untersuchung der wirtschaftlichen Strukturen ist eine wichtige Basis zur Entwicklung adäquater Maßnahmen. Als Ergebnis der Zielgruppenanalyse konnten verschiedene Handlungsfelder identifiziert werden, die nachfolgend näher erläutert werden.

In Bezug auf die Maßnahmenkonzeption sollte auf Grund der starken touristischen Prägung der Region (siehe SWOT- Analyse, Seite 332) eine Positionierung als klimafreundliche Urlaubsregion anvisiert werden.

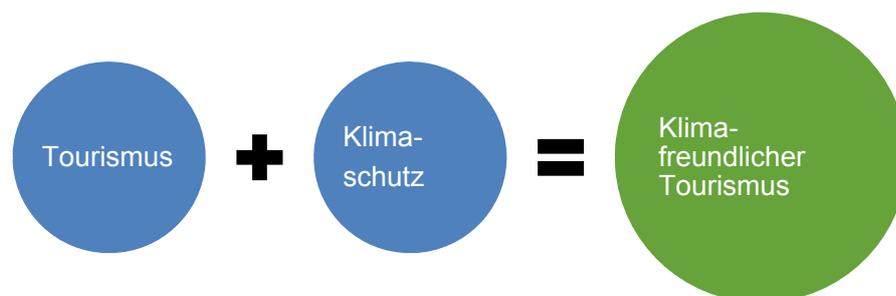


Abbildung 12-3: klimafreundliche Urlaubsregion⁵⁹

Adäquate Maßnahmen werden hierbei sowohl für das Zielgruppensegment der Touristen als auch der Beherbergungsbetriebe in den Maßnahmenkatalog integriert.

⁵⁸ Quelle: <http://www.bingen.de/de/5/wirtschaft.html>.

Neben dem touristischen Sektor ist das regionale Handwerk ein weiterer wichtiger Ansprechpartner. Dieses Zielgruppensegment kann einen wirtschaftlichen Nutzen durch die Initiierung von Klimaschutzmaßnahmen erzielen. Da ein Teil des Klimaschutzkonzeptes die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen, bspw. Sanierungen, vorsieht, kann von Auftragssteigerungen des regionalen Handwerks ausgegangen werden. Marktanreizprogramme zur Förderung von Sanierungsmaßnahmen in der Region sind in Zusammenarbeit mit diesem Zielgruppensegment für die regionalen Akteure zu initiieren. Ausgehend von der Potenzialanalyse, in der eine aktuelle Sanierungsrate von einem Prozent vorausgesetzt wird, beinhaltet eine Steigerung von energetischen Sanierungen in der Region positive wirtschaftliche Aspekte, die es zu erschließen und kommunizieren gilt.

Neben diesen sollte ein weiterer Schwerpunkt auf das Angebot von Finanzierungsmodellen gelegt werden, wobei die regionalen Finanzinstitute einen weiteren wichtigen Akteur im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation darstellen. So stärken diese die regionale Wirtschaft und bieten Unternehmen und privaten Haushalten die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Finanzierung der eigenen Erneuerbarer-Energien-Anlagen sowie von Energieeffizienzmaßnahmen. Neben der monetären Funktion übernehmen diese Akteure auch eine psychologische Funktion. Durch das Angebot von günstigen Krediten, durch niedrige Zinssätze und / oder lange Kreditlaufzeiten, wird die Motivationsbereitschaft von Akteuren für investitionsbedürftige Klimaschutzmaßnahmen gesteigert und eventuell vorhandene „Investitionshemmschwellen“ minimiert oder abgebaut.⁶⁰ Vorhandene Strukturen werden im Rahmen der SWOT-Analyse näher analysiert und vorhandenes Handlungspotenzial gegebenenfalls in den Maßnahmenkatalog integriert.

In diesem Zusammenhang ist auch die ausgeprägte Infrastruktur der Stadt Bingen für die Klimaschutz-Kommunikation zu berücksichtigen. Neben einem gut ausgebauten Straßen- und Verkehrsnetz, mit direkten Anbindungen zu verschiedenen Autobahnen, wird in diesem Kontext besonderes Augenmerk auf den öffentlichen Nahverkehr gelegt. Dieser ist in Bingen ausgeprägt und kann somit ein adäquater Ersatz für den Individualverkehr als auch ein wichtiger Aspekt für eine klimafreundliche Urlaubsregion darstellen. Diese Gegebenheiten sind zur Konzeption von Maßnahmen zum Thema „klimafreundliche Mobilität“ zu berücksichtigen. Im Zuge der Potenzialanalyse wurde hierbei deutlich, dass neben den Änderungen des Ordnungspolitischen Rahmens (z. B. durch Geschwindigkeitsbeschränkungen) auch die Änderung des Nutzerverhaltes eine wichtige Rolle zur Erreichung der Energieeinsparpotenziale in diesem Kontext spielt. Als Maßnahmen wurden hier neben der verstärkten Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln auch eine Änderung des Individual-Mobilitäts-Verhaltens anvisiert. Dieses kann unter anderem in Form von Fahrgemeinschaften und einer Änderung des Fahrverhaltens erreicht werden, wobei hier Akteure der regionalen Wirtschaft (z. B. Fahrschulen bzw. Fahrgemeinschaft-Vermittlungsportalen) in die Umsetzung integriert werden können.⁶¹

⁶⁰ Quelle: Vgl. *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)*, Referat Öffentlichkeitsarbeit, BMU Referat KI I 5 "Klimaschutz" Klimaschutzdialog Wirtschaft und Politik, Abschlussbericht der Arbeitsgruppen, S. 32 f.

⁶¹ Quelle: Endbericht IfaS, Seite 126.

Im Rahmen der Aktivierung der unterschiedlichen Zielgruppensegmenten aus dem Bereich Wirtschaft wurden innerhalb der Potenzialanalyse eine Vielzahl von Hemmnissen zur Initiierung von Einsparmaßnahmen identifiziert. Neben monetären Faktoren, wie beispielsweise fehlendes benötigtes Kapital und Kreditmöglichkeiten, sind fehlende Informationen bzgl. umsetzbarer Maßnahmen ein wichtiger Punkt.⁶² Diesen Hemmnissen gilt es im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation präventiv zu begegnen, um eine Aktivierung dieser Akteurssegmente herbeiführen zu können.

12.3.3 Öffentliche Verwaltung

Der Ansprache der öffentlichen Verwaltung sollte eine besondere Bedeutung beigemessen werden, da diese Zielgruppe Investitionen für Klimaschutz tätigt und somit die regionale Wertschöpfung steigert. Priorisiert werden sollte hierbei die Generierung von Nachahmungseffekten durch Ausnutzung der Vorbildfunktion, welche die öffentliche Verwaltung gegenüber regionalen Akteuren innehat.⁶³

Unter der öffentlichen Verwaltung der Stadt Bingen versteht man neben dem Bürgermeister alle Verwaltungsangestellten und Beamten sowie alle überregionalen, öffentlichen Institutionen, wie beispielsweise Ministerien auf Landesebene. In dieser Zielgruppe ist die Informationsvermittlung ebenso wichtig wie die konsequente Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen innerhalb der Verwaltung mit einer großen Außenwirkung. Im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation wurde bereits eine Vielzahl von Maßnahmen von Seiten der Verwaltung initiiert. Eine Übersicht über die im Rahmen der Kommunikationsstrategie relevanten Maßnahmen wird in der SWOT-Analyse erfolgen.

Zur Klimaschutz-Kommunikation wurde bereits zu Beginn der Konzepterstellung eine Steuerungsgruppe initiiert mit der Zielsetzung, eine Integration und Zusammenarbeit der Verwaltungsspitze, Mitarbeiter der Stadtverwaltung und Projektmitarbeiter gewährleisten zu können. Somit ist eine strategische Umsetzung der bisherigen und zukünftigen Maßnahmen bereits gegeben. Durch partizipative Maßnahmen auf der einen Seite als auch Einzelgespräche und regelmäßige Berichterstattung gegenüber Mitgliedern der öffentlichen Verwaltung (z. B. der politischen Gremien) andererseits, kann auch von einem hohen Informationsstand dieser Akteure ausgegangen werden. Dieser Informationsstand ist im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation zu nutzen, um eine weitere Aktivierung dieser Zielgruppensegmente (Mitarbeiter der öffentlichen Verwaltung im Allgemeinen sowie die Mitglieder der Steuerungsgruppe im Speziellen) erreichen zu können.

Im Zuge der Potenzialanalyse wurde ersichtlich, dass der Energieverbrauch von kommunalen Liegenschaften durch eine Änderung des Nutzerverhaltens als auch investiven Maßnahmen gesenkt werden kann. Diese Maßnahmen können durch den Einsatz von Klimaschutz-Kommunikation auf der einen Seite begünstigt werden sowie umgesetzte Maßnahmen als Benchmark für regionale Akteure (z. B. private Haushalte) dienen, so dass Synergieeffekte

⁶² Quelle: Endbericht IfaS, Seite 118 f.

⁶³ Vgl. *Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)*, Referat Öffentlichkeitsarbeit, BMU Referat KI I 5 "Klimaschutz" Klimaschutzdialog Wirtschaft und Politik, Abschlussbericht der Arbeitsgruppen, S. 34.

erschlossen und die Vorbildfunktion dieses Akteurs entsprechen werden kann. Adäquate Maßnahmen hierzu werden im Rahmen der Kommunikationsstrategie konzipiert.

12.3.4 Multiplikatoren

Der Begriff des Multiplikators beschreibt in diesem Kontext Personen oder Institutionen die Informationen im hohen Maße streuen.⁶⁴ Diese Streuung findet hierbei oftmals im Sinne einer Meinungsführerschaft statt. Als Meinungsführer werden diejenigen Akteure bezeichnet, die einen verhaltensbestimmenden Einfluss auf andere Personen oder Institutionen ausüben können.⁶⁵ Diese Beeinflussung kann durch die kommunikative Übermittlung von positiven bzw. negativen Informationen erfolgen. Durch diese Verhaltensbeeinflussung von Dritten, die meist aus einer sozialen Gruppe heraus resultiert, können Grundeinstellungen und darüber hinaus soziale Normen und Werte beeinflusst werden. Es besteht durch die positive Multiplikatorenfunktion die Möglichkeit, mit Hilfe von Meinungsführern eine weitere Sensibilisierung bis hin zur Aktivierung von Akteuren zu erreichen.⁶⁶

Die anvisierten Multiplikatoren haben jedoch meist eine Doppelfunktion inne. Neben der bereits erwähnten Multiplikation von Informationen sind Mitglieder dieser Zielgruppe überdies in der Lage, eigene Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen und somit einen aktiven Beitrag zum kommunalen Klimaschutz leisten zu können. Somit erweitert sich deren Aufgabenspektrum über die Rolle als Meinungsführer hinaus. Wichtige regionale Multiplikatoren sind unter anderem Bildungseinrichtungen, Vereine und Verbände der Region sowie Religionsgemeinschaften. In der Region wurde im Rahmen der Zielgruppenprofilierung eine Vielzahl von potentiellen Multiplikatoren identifiziert, die in der SWOT-Analyse näher beschrieben werden.

12.3.5 Konfliktparteien

Der Einsatz von Erneuerbarer-Energien-Anlagen beinhaltet ein Reaktanzverhalten⁶⁷ verschiedenster Akteure. Sowohl die frühzeitige Einbindung potenzieller Konflikttreiber und -führer in die strategische Umsetzung als auch der Einsatz kommunikativer Instrumente zur Integration dieser Akteure ist notwendig, um präventiv dem Thema Konfliktentstehung begegnen zu können. Dieses Konfliktpotenzial liegt in den regionalen Verbänden und Initiativen begründet, die dem Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen, z. B. aufgrund touristischer-, natur- und tierschutzrechtlicher Aspekte, entgegenstehen könnten. Besonders im Hinblick auf die starke touristische Prägung der Region und damit verbunden die Bedeutung der Naturlandschaft muss dies im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation berücksichtigt werden.

⁶⁴ Vgl. Poth L. G. / Poth G. S., Gabler Kompakt-Lexikon Marketing, S. 338.

⁶⁵ Vgl. Poth L. G. / Poth G. S., Gabler Kompakt-Lexikon Marketing, S. 338.

⁶⁶ Vgl. Schneider K., Werbung in Theorie und Praxis, S. 294 f.

⁶⁷ Der Begriff Reaktanz beschreibt in diesem Kontext ein Abwehrverhalten gegen eine subjektiv empfundene Bedrohung oder eine tatsächliche Beschränkung einer individuellen Verhaltensfreiheit.

12.3.6 Untersuchung der kommunikativen Struktur

Kommunikative Strukturen, die als existente, regional und überregional verfügbare Kommunikationswege beschrieben werden können, bilden in der Konzeption einer Kommunikationsstrategie einen essenziellen Bestandteil. Die Nutzung bereits existenter Strukturen ermöglicht dem Sender der Kommunikation die Streuung seiner Kommunikationsbotschaft.

Die folgende Untersuchung hat die Zielsetzung, vorhandene Strukturen zu identifizieren und nach wichtigen Kriterien, wie beispielsweise Mediennutzungsverhalten regionaler Akteure, zu analysieren. Diese Analyse soll den Umsetzern der Klimaschutz-Kommunikations-Strategie für die Stadt Bingen als Übersicht über Handlungspotenziale dienen. Dabei kann eine Unterscheidung in die Bereiche Corporate Identity sowie das Mediennutzungsverhalten regionaler Akteure erfolgen.

Corporate Identity (CI)

Die Stadt verfügt bereits über eine Corporate Identity, die in der Region etabliert ist. Diese CI differenziert sich hierbei in die Wortmarke „BINGEN AM RHEIN...einfach sympathisch“, die nachfolgend auch abgebildet wird.

BINGEN AM RHEIN
... einfach sympathisch

Abbildung 12-4: Coporate Identity Bingen⁶⁸

Neben dieser Wortmarke finden überdies auch der Mäuseturm als auch das Maskottchen „Binger Maus“ Verwendung im Rahmen der regionalen Kommunikation.



Abbildung 12-5: Logobeispiele der Stadt Bingen⁶⁹

⁶⁸ Quelle: <http://www.bingen.de/>.

⁶⁹ Quelle: http://www.bingen.de/de/3/agenda_070323_anfang.html

Diese bereits etablierten Logos sollten, aufgrund des jetzigen Bekanntheitsgrades sowie dem hohen Wiedererkennungswert, innerhalb der Klimaschutz-Kommunikation der Stadt Bingen eingesetzt werden.⁷⁰ Als Ergebnis der in Kapitel 12.2 erwähnten Bürgerbefragung wurde ersichtlich, dass besonders der Mäuseturm als wichtiges regionales Identifikationsmerkmal sich herauskristallisierte. So gaben 33 Prozent der Befragten an, den Begriff Bingen mit dem Mäuseturm zu assoziieren.⁷¹ Auch für das Segment der Touristen konnte der Mäuseturm als wichtiges Merkmal für die Stadt identifiziert werden. So antworteten 76 Prozent der Befragten, dass dieser „eine große Bedeutung für Bingen“ habe.⁷² Der Mäuseturm als regionales Kennzeichen ist somit in die Klimaschutz-Kommunikation der Stadt Bingen zu integrieren, um eine Identifikationsfähigkeit mit den anvisierten Zielgruppen erreichen zu können. Eine Integration ist besonders in der visuellen Ansprache mittels Printmedien (z. B. Anzeigen oder Plakaten) möglich. Neben der Integration von regionalen Identifikationsmerkmalen ist überdies die Auswertung des regionalen Mediennutzungsverhaltens von großer Bedeutung, um eine Kosten-Nutzen-Maximierte Medienauswahl zur Streuung der kommunikativen Botschaft gewährleisten zu können.

Die Datenrecherche zur Erfassung des Mediennutzungsverhaltens erfolgte mittels Auswertung der Befragung im Rahmen der „Agenda 21 Bingen“, die unter anderem die Fragestellung „Wo informieren Sie sich über das politische Geschehen in Bingen?“ beinhaltet. Ziel war hierbei die Untersuchung des Mediennutzungsverhalten zu politischen Themen, wobei eine Übertragung auf das generelle Mediennutzungsverhalten erfolgt.

Zur Anpassung der kommunikativen Strategie an das jeweilige Mediennutzungsverhalten ist die Untersuchung dieses Verhaltens von essenzieller Bedeutung, um eine zielgruppenoptimierte Medienauswahl erzielen zu können. Im Rahmen der Bürgerbefragung wurden hierbei die Kommunikationskanäle zur Informationsaufnahme des politischen Geschehens ermittelt. Diese Ergebnisse dienen als Meinungstendenz, zur Orientierung für die Informationsaufnahme im Allgemeinen als auch zur Ermittlung der Intensität der Nutzung der Medien im Speziellen.

Printmedien zur Informationsaufnahme des politischen Geschehens

Medium Mehrfachnennung möglich	Prozent
Tageszeitung	75
Neue Binger Zeitung	63
Wochenblatt	62

http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bingen.de%2Fupload%2Fleitbild_buergerbefragung_9622.pdf&ei=mkuiUM3TKJHlTQbN4oGqCw&usq=AFQjCNFhYS75dRCDnyEAY4adiE41KxK53A

⁷⁰ Quelle: http://www.bingen.de/upload/leitbild_buergerbefragung_9622.pdf, S. 8

⁷¹ Vgl. BINGEN AM RHEIN aus Sicht der Bürgerinnen und Bürger, Repräsentativbefragung 2010, Zusammenfassung, Seite 8.

⁷² Vgl. BINGEN AM RHEIN aus Sicht der Touristen, persönliche Befragung an touristischen Orten in Bingen 2009, Seite 24.

Tabelle 12-2: Mediennutzungsverhalten_Bevölkerung⁷³

Wie in der obigen Tabelle ersichtlich, sind besonders Printmedien in Form von Zeitungen und Wochenblättern ein beliebtes Informationsmedium für die Binger Bevölkerung. Besonders regionale Tageszeitungen werden von der Bevölkerung priorisiert. Danach folgt die „Neue Binger Zeitung“ als auch das Wochenblatt der Stadt Bingen. Die Ergebnisse dieser Befragung sollen bzgl. der Medienauswahl im Rahmen der Kommunikationsstrategie zum Einsatz kommen.

Online Medien

Die Stadt Bingen setzt eine Vielzahl von Online-Kommunikationsmedien ein und verfügt hierbei über unterschiedliche Online-Plattformen für regionale (z. B. Bevölkerung) als auch überregionale (z. B. Touristen) Akteure. Hierbei kommt besonders die Homepage der Stadt (<http://www.bingen.de/>) zum Einsatz.



Abbildung 12-6: Internetplattform Bingen Stadt⁷⁴

⁷³ Quelle: http://www.bingen.de/upload/leitbild_touristenbefragung_9624.pdf, Seite 31.

⁷⁴ Quelle: <http://www.bingen.de/>.

Auf der Internetplattform der Stadt Bingen werden verschiedene Beiträge zu klimaschutzrelevanten Themen, unter anderem in Form von Pressemitteilungen, veröffentlicht und klimaschutzfördernde Initiativen (z. B. das grüne Klassenzimmer, Lokale Agenda 21) vorgestellt. Eine Rubrik „Klimaschutz“, die auch die Punkte Energie- und Energieeffizienz thematisiert, wurde bisher noch nicht in die Homepage integriert.

Im Zuge der Befragung im Rahmen der „Agenda 21 Bingen“ wurde einerseits die Nutzung des Internets als Kommunikationsmedium (21 Prozent der Befragten erkundigen sich über das politische Geschehen durch die Internetpräsenz der Stadt) als auch der Bekanntheitsgrad des städtischen Internetauftritts abgefragt. Hierbei wurde ersichtlich, dass über 40 Prozent den Webauftritt nicht kennen. Somit sollte der Einsatz von Online-Medien im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation flankierend mit anderen Kommunikationsmedien (z. B. Print) erfolgen. Dies resultiert unter anderem aus der besonderen Charakteristik dieses Mediums, welches in Anlage XII, „Werbewirkung von Kommunikationsmaßnahmen“ näher erläutert werden wird.

Der Einsatz von Social-Media-Communities als Informationsmedium findet in der Region auch bereits Verwendung. So hat die Stadtverwaltung ein Nutzerkonto bei Facebook eingerichtet, unter dem regelmäßig Veranstaltungen und Events publiziert werden. Dieses Online-Medium ist hierbei auch auf das Zielgruppensegment der Touristen ausgerichtet.



Abbildung 12-7: Facebook-Profil der Stadt Bingen⁷⁵

Die Verwendung weiterer sozialer Plattformen (z. B. WerKenntWen oder Twitter) als auch Online-Video-Plattformen (z.B Youtube) konnte jedoch im Rahmen der Internetrecherche nicht identifiziert werden. Auch werden die bereits verwendeten Medien noch nicht zur Streuung von klimaschutzrelevanten Aspekten verwendet. Die Nutzung dieser Online-Medien wird im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation empfohlen und ist bei der Maßnahmenkonzeption berücksichtigt worden.

Neben der Untersuchung des Mediennutzungsverhalten der regionalen Bevölkerung wurde auch das Informationsverhalten der Zielgruppe der Touristen im Rahmen dieser Befragung erfasst. Diese ergab, dass jeder zehnte Tourist die Tourist-Info der Stadt nutzt, um sich über die Region zu erkundigen. Dieser Aspekt sollte im Rahmen der kommunikativen Strategie für das Segment der Touristen beachtet werden, wobei Informationen über diese Kanäle gestreut werden können.

⁷⁵ Quelle: <http://www.facebook.com/bingenamrhein>.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Stadt starke kommunikative Strukturen vorweist, auf denen im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation aufgebaut werden kann. Die jeweiligen Instrumente sind im Maßnahmenkatalog näher ersichtlich.

12.4 SWOT-Analyse

Zur Erfassung der Ist-Situation erfolgt eine umfassende Recherche, die als Basis der Klimaschutz-Kommunikation dient und die Zielsetzung hat, lokale Strukturen zu identifizieren. So können adäquate Maßnahmen konzipiert und Parallelentwicklungen vermieden werden. Diese Abfrage erfolgt, neben der Recherche mittels Onlinemedien, auch in Form von persönlichen Gesprächen und einer Befragung regionaler Akteure, mit der Zielsetzung, für die Klimaschutz-Kommunikation relevante Informationen zu erhalten. Eine weitere Datenquelle war in diesem Kontext auch eine repräsentative Umfrage des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit bezüglich des Umweltbewusstseins der deutschen Bevölkerung, welche mit den Ergebnissen einer von der Initiative „Lokale Agenda 21 Bingen“ durchgeführten regionalen Bürgerbefragung für die Stadt Bingen kombiniert und ausgewertet wurde.⁷⁶

Die Auswertung der für die Klimaschutz-Kommunikation relevanten Gegebenheiten erfolgt im Zuge einer SWOT-Analyse. Aufbauend auf den Empfehlungen der Potenzialanalyse, unter Berücksichtigung der Ergebnisse der nachfolgenden SWOT-Analyse, erfolgt dann die Maßnahmenkonzeption. Während Stärken und Schwächen aktuelle Aspekte berücksichtigen, werden bei Chancen und Risiken auch potenzielle, zukünftige Gegebenheiten benannt.

Stärken

Eine Vielzahl kommunikativer Strukturen ist in der Region bereits vorhanden

Wie in Punkt 12.3.6 (Analyse der kommunikative Strukturen) bereits dargestellt, verfügt die Stadt Bingen über eine Vielzahl kommunikativer Strukturen sowohl in Form von Print und Hörfunkmedien als auch in Form von diversen Onlinemedien, wie bspw. die Homepage der Stadt.

Die Nutzung bereits existenter Strukturen ermöglicht eine Streuung der Kommunikationsbotschaft über in der Bevölkerung bekannte Medien. So kann durch den Einsatz bereits etablierter Kommunikationswege eine kosteneffiziente Umsetzung der Kommunikationsziele gewährleistet und Reaktanzverhalten vermieden werden.

Für die Umsetzung der Klimaschutz-Kommunikation wird die Nutzung dieser vorhandenen

⁷⁶ Quelle:

http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bingen.de%2Fupload%2Fleitbild_buergerbefragung_9622.pdf&ei=mkuiUM3TKJHlTQbN4oGgCw&usq=AFQjCNFhYS75dRCDnyEAY4adiE41KxK53A

Strukturen empfohlen und infolgedessen in den Maßnahmenkatalog integriert. In diesem Zusammenhang ist hier auch das Klimaschutzkonzept der Region Rheinhessen-Nahe zu erwähnen, zu dessen Zielgebiet auch die Stadt Bingen gehört. In diesem Konzept finden sich eine Vielzahl von Maßnahmen, die auch für die Stadt Bingen anwendbar sind.

Sensibilisierung der Bevölkerung aufgrund von Informationsveranstaltungen bzw. Kampagnen

Der Sensibilisierungsprozess in der regionalen Bevölkerung für das Thema Klimaschutz hat durch eine Vielzahl von Kampagnen, Veranstaltungen und Aktionen bereits begonnen.

Zu erwähnen ist diesbezüglich die Initiative „Agenda 21 Bingen“, die sich seit 1998 für eine nachhaltige Entwicklung einsetzt und in diesem Rahmen bereits eine Reihe von Informationsveranstaltungen und Energiespartipps anbietet. Des Weiteren dient auch die Binger Umweltmesse⁷⁷, die 2012 zum zweiten mal von der FH Bingen durchgeführt wird, regionalen sowie überregionalen Akteuren wie Unternehmen, Verbände, Schüler/ Studenten und interessierten Bürger als Informations- und Kontaktplattform.

Daneben trägt die Wärmeversorgung des Neubaugebietes „Im Bubenstück“, der FH Bingen und der Stadtgärtnerei über ein Nahwärmesystem auf Basis einer Holzhackschnitzelanlage und eines BHKWs zur Sensibilisierung bei.⁷⁸ Durch das Aufzeigen eines praktischen Beispiels, das die Einsparpotenziale beim Einsatz von Erneuerbaren Energien belegt, kann die Sensibilisierung für solche Klimaschutzmaßnahmen gefördert werden.

Die Sensibilisierung der regionalen Bevölkerung für Klimaschutzmaßnahmen dient in diesem Zusammenhang der Erreichung der Kommunikationsziele, da so Reaktanzverhalten abgebaut und Konfliktpotenziale verringert oder sogar ganz vermieden werden können.

Diese Sensibilisierung zeichnet sich auch als Ergebnis der von der Initiative „Agenda 21 Bingen“ durchgeführten regionalen Bürgerbefragung ab, im Rahmen derer 43% der Bürger konstatierten, dass der Begriff „umweltbewusst“ auf die Stadt Bingen zutreffen würde.⁷⁹

Gleichzeitig wurde, aus einer Liste mit 18 möglichen Schwerpunkten für die Entwicklung der Stadt in den nächsten 10 Jahren, der Wunsch nach einer Intensivierung des Umweltschutzes im oberen Drittel, noch vor dem Ausbau des Schulangebots und der Verbesserung der Verkehrssituation, geäußert. Der weitere Ausbau bereits vorhandener Programme, Kampagnen und Aktionen bietet daher ein enormes Sensibilisierungspotenzial bis hin zur Aktivierung klimaschutzrelevanter Akteure.

Bürgerenergiegenossenschaft in der Region bereits vorhanden

Energiegenossenschaften bieten Bürgern die aktive Teilnahme am Klimaschutz und damit verbunden eine Partizipation an den stattfindenden Folgeeffekten (z. B. Steigerung regionaler Wertschöpfung). Auf Empfehlung des Arbeitskreises Energie & Nachhaltigkeit der Agenda 21 Bingen wurde im August 2012 die Bürgerenergiegenossenschaft „Energie Nahe am Rhein

⁷⁷ Quelle: <http://www.fh-bingen.de/aktuelles/veranstaltungen/umweltmesse.html>.

⁷⁸ Quelle: http://www.bingen.de/de/3/agenda_energiespartipp_14.html.

⁷⁹ Quelle: http://www.bingen.de/upload/leitbild_buergerbefragung_9622.pdf, S.15.

eG“ in Bingen gegründet. Ein Schwerpunkt dieser Energiegenossenschaft ist der Aufbau von Bürgerbeteiligungsmodellen, so bspw. die Übernahme einer Bürgerbeteiligung am Windpark Kandrich II.⁸⁰ Daher ist die Energiegenossenschaft ein wichtiges Instrument bei der Realisierung der angestrebten Informations-, Partizipations- und Aktivierungsziele im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation. Die aktive Beteiligung der regionalen Bevölkerung an der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in Form von Bürgerbeteiligungsmodellen trägt zur Verminderung von psychologischen und monetären Reaktanzverhalten bei und lässt die Bürger gleichzeitig an den ökologischen sowie ökonomischen Vorteilen partizipieren. Die vorhandenen Strukturen sind somit weiter auszubauen.

Regionale als auch überregionale Akteure im Klimaschutz aktiv

Im Rahmen der Situationsanalyse wurden verschiedene regionale und überregionale Akteure identifiziert, die bereits einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Auf kommunaler Ebene ist auch hier die Initiative „Agenda 21 Bingen“ zu nennen. Geplant werden die von der „Agenda 21 Bingen“ durchgeführten Veranstaltungen und Projekte von Arbeitskreisen, die wiederum durch den Agendakreis koordiniert werden. Der Agendakreis setzt sich aus Vertretern der Arbeitskreise, der Verwaltung, der FH Bingen sowie jeweils einem Vertreter der Fraktionen zusammen und ist gleichzeitig auch die Kontaktstelle zwischen Stadtrat, Verwaltung und Arbeitskreisen. Auf Grund der vielschichtigen Besetzung ist die „Agenda 21 Bingen“ ein wichtiger Multiplikator, der bei der Maßnahmenumsetzung auch weiterhin eingesetzt werden sollte.⁸¹

Im Rahmen der Internetrecherche konnten auch unter den in Bingen ansässigen Vereinen Akteure identifiziert werden, die bereits Klimaschutzmaßnahmen umsetzen bzw. umgesetzt haben. So hat beispielsweise die Teilnahme am Wettbewerb „Umweltfreundlicher Sportverein Rheinland-Pfalz 2011“, einer Initiative des Ministeriums für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung, dem Landessportbund und den drei regionalen Sportbünden in Rheinland-Pfalz, auf Grund des im Rahmen des Wettbewerb angebotenen Öko-Checks dazu geführt, dass die Vereinsanlage des Schützenvereins SG 1481 Bingen energetisch saniert wurde.⁸² Ein weiterer wichtiger Aspekt im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation ist die Tatsache, dass die Binger Sportvereine dem Sportbund Rheinhessen angeschlossen sind, so dass eine kommunikative Ansprache sowie Kooperationen auf überregionaler Ebene erfolgen können.

Ebenfalls besonders aktiv im Klima- und Umweltschutz in der Region Bingen ist der Naturschutzbund Deutschland e.V., der als „NABU Bingen und Umgebung“ in der Stadt angesiedelt ist. Der NABU, als wichtiger lokaler Partner zur Umsetzung von Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen, ist in der Region bereits stark etabliert. Im Rahmen des Auenservices setzt sich der NABU in der Region besonders für den Erhalt der Rheinaue zwischen Mainz und Bingen ein. Dieser Naturraum, der ein wertvolles Naturgebiet einerseits und ein beliebtes Naherholungsgebiet andererseits darstellt, steht in einem Interessenskonflikt zwischen Na-

⁸⁰ Quelle: <http://www.burkart.info/529Watt/?p=77>.

⁸¹ Quelle: http://www.bingen.de/de/3/agenda_070323_arbeitskreise.html.

⁸² Quelle: <http://www.mwkel.rlp.de/File/Internetinformation-Oeko-Check-in-Sportvereinen-pdf/>.

turschutz und Tourismus, dessen Entschärfung wichtiger Bestandteil des NABU in der Region darstellt.⁸³ Zu erwähnen ist hierbei besonders das Naturschutzzentrum Rheinauen, das als Umweltbildungszentrum verstanden werden kann. Im Rahmen der Umweltbildung findet hierbei eine Vielzahl von Projekten für unterschiedliche Zielgruppen Verwendung. Daneben findet regelmäßig die Ausbildung von Personen als ehrenamtliche Natur- oder Wassertrainer statt, die in Kindertagesstätten oder Schulen im Rahmen der Umweltbildung eingesetzt werden.⁸⁴ Diese Maßnahmen der Umweltbildung sind von Seiten der Klimaschutzkommunikation auch weiter anzuvisieren und auszubauen.

Als besondere Multiplikatoren kann man die lokalen Winzer der Region betrachten, die mit ihren Weingütern die Region prägen. So antworteten 20 Prozent der Befragten im Rahmen der Bürgerbefragung, dass die Assoziation des Weinanbaus mit dem Begriff Bingen verbunden wird. In der Region selbst gibt es 70 Winzer im Haupt- und Nebenerwerb, die eine Fläche von 531 Hektar bewirtschaften.⁸⁵ Zur Vermarktung der Weinregion gibt es den Verein „Weinsenat Binger Mäuseturm“, der unter anderem Veranstaltungen durchführt wie Verkaufsmessen, Infoveranstaltungen oder Weinproben. Darüber hinaus werden jährlich Ehrensenatoren ernannt, die aus dem Kreis von Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens gewählt werden.⁸⁶ In ihrer Funktion als Multiplikatoren besitzen die lokalen Winzer ein großes Potenzial zur Informationsstreuung der regionalen Bevölkerung als auch den Touristen gegenüber. Die Zusammenarbeit mit diesen Akteuren eröffnet somit weitere Kommunikationswege, die im Rahmen der Klimaschutzkommunikation genutzt und ausgebaut werden können. Daneben sind die Winzer auch potenzielle Umsetzer von Klimaschutzmaßnahmen, bspw. durch den Einsatz nachhaltiger Produktionsverfahren zur Förderung des Naturerhaltens.

Als Kommunikationsmedium für regionale Handwerksbetriebe kann unter anderem die Kreisgewerkschaft Mainz-Bingen fungieren. Diese versteht sich als Interessensvertretung des Handwerks nach außen sowie als Ansprechpartner und Ratgeber für Mitglieder nach innen. Die Themen Klimaschutz und Energieeinsparung werden jedoch noch nicht öffentlich auf der Online-Plattform kommuniziert.⁸⁷

Die Verwendung bereits vorhandener kommunikativer Strukturen empfiehlt sich im Rahmen der Klimaschutzkommunikation um Parallelstrukturen zu vermeiden und somit die Kosteneffizienz zu steigern. Daneben kann, auf Grund der Etabliertheit dieser Strukturen, ein Reaktanzverhalten vermindert oder sogar verhindert werden.

Bildungseinrichtungen sind bereits aktiv im Klimaschutz

Die Stadt Bingen bietet in Form des „grünen Klassenzimmers“ ein pädagogisches Bildungszentrum für Kindergärten, Schulklassen, Kinder- und Jugendgruppen aller Altersklassen, aber auch private Gruppen an. Das Ziel, das mit dem grünen Klassenzimmer verfolgt wird, ist die Vermittlung umweltpädagogischer Inhalte, die eine Sensibilisierung dieser Zielgruppen-

⁸³ Quelle: <http://www.nabu-rheinauen.de/projekte/rheinauenentwicklung/>.

⁸⁴ Quelle: <http://www.nabu-rheinauen.de/mitmachen/projekte-f%C3%BCr-freiwillige/naturtrainer/>.

⁸⁵ Quelle: http://www.bingen.de/de/2/bingerwein_070226.html.

⁸⁶ Quelle: <http://www.binger-weinsenat.de/ehrensensatoren.htm>.

⁸⁷ Quelle: <http://www.khs-mainz-bingen.de/index.php>.



segmente herbeiführen können. Diese Bewusstseinsbildung soll neben Experimenten und Vorlesungen auch mit Hilfe von Veranstaltungen erzielt werden.

So werden unter anderem die Themen Natur und Umwelt ebenso wie Energie im Rahmen unterschiedlichen Veranstaltungen behandelt. Die angebotenen Veranstaltung, die oft kostenlos oder gegen einen Unkostenbeitrag von maximal 4,50 Euro besucht werden können, finden in regelmäßigen Abständen statt.⁸⁸ Die Verwendung des „Grünen Klassenzimmer“ als Bildungszentrum für Umweltbildungsaktivitäten, die im Rahmen des vorliegenden Klimaschutz-Kommunikations-Konzept vorgeschlagen

werden, ist auf Grund der Etabliertheit bei regionalen Akteuren zu empfehlen.

Neben dem „Grünen Klassenzimmer“ ist auch die Fachhochschule Bingen ein aktiver Umsetzer von Klimaschutzmaßnahmen. Neben dem Angebot verschiedener umweltbezogener Studiengänge, wodurch die Thematik Umweltschutz in die Lehre integriert wird, konnten auch die Ausrichtung der Umweltmesse als auch die Teilnahme an der „Agenda 21 Bingen“ als aktive Maßnahmen zum Klimaschutz identifiziert werden.⁸⁹

Umweltbildung ist ein essenzieller Bestandteil der Klimaschutz-Kommunikation, da die jungen Menschen von heute die Klimaschützer von morgen sind. In diesem Kontext empfiehlt es sich die bereits vorhandenen und etablierten Strukturen weiter auszubauen und miteinander zu verknüpfen, adäquate Maßnahmen hierfür sind im Maßnahmenkatalog integriert.

Hohes Engagement regionaler Finanzinstitute im Klimaschutz

Die Sparkasse Rhein-Nahe in Bingen thematisiert bereits Klimaschutz und bietet regionalen Akteuren in diesem Zusammenhang verschiedene Hilfen zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen an. Dieses Angebot umfasst, neben einem online gestützten Modernisierungrechner mit dessen Hilfe die Einsparpotenziale unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen errechnet werden können, auch die günstige Finanzierung energieeffizienter Sanierungsmaßnahmen.⁹⁰

⁸⁸ Quelle: http://www.bingen.de/upload/de_3_Veranstaltungskatalog2012_gk_15373.pdf.

⁸⁹ Quelle: <http://www.fh-bingen.de/hochschule/daten-fakten-entwicklung.html>.

⁹⁰ Quelle: <https://www.sparkasse-rhein-nahe.de/module/gsw/energiesparen/vorteile/index.php?n=%2Fmodule%2Fgsw%2Fenergiesparen%2Fvorteile%2F>

Wie viel Sparpotential steckt in Ihrem Eigenheim?
Jetzt Modernisieren
Machen Sie Ihr Zuhause fit für die Zukunft.

1,75% Zinssatz für die Finanzierung

Info: Mit diesem Musterhaus erfahren Sie, was Sie sich und der Umwelt alles sparen können.

Maßnahmen auswählen:

- Heizung modernisieren
- Fassade dämmen
- Dach dämmen
- Kellerdecke dämmen
- Thermosolaranlage
- Fenster erneuern

Energiekosten: 3440 €/Jahr
CO₂-Ausstoß: 13.11 t/Jahr

Kostenersparung/Jahr: 0 €
Umbaukosten: 0 €

Sie sehen: Modernisieren lohnt sich. Natürlich kann dieses Musterhaus nur einen ersten Eindruck vermitteln, aber auch in Ihrem Eigenheim steckt wahrscheinlich mehr Sparpotential als Sie denken.

Service Telefon: 067194-50020
E-Mail schreiben
Rückruf anfordern
Filiale finden
Notfallnummer

Energie und Umwelt
Noch mehr Infos zum Energiesparen und Klimaschutz

Jetzt informieren

Abbildung 12-8: Modernisierungsrechner, Sparkasse Bingen

Neben der Sparkasse bietet überdies die Mainzer Volksbank e.G. ein Förderprogramm für energieeffizientes Sanieren an.⁹¹ Die Einbindung der regionalen Finanzinstitute als Partner zur Finanzierung von Energieeffizienz-Maßnahmen für regionale Akteure ist von Seiten der Verwaltung auch weiterhin anzustreben, da diese neben der monetären Funktion auch eine psychologische Funktion inne haben. Durch das Angebot von günstigen Krediten durch niedrige Zinssätze und/oder langen Kreditlaufzeiten wird die Motivationsbereitschaft von Akteuren für investitionsbedürftige Klimaschutzmaßnahmen gesteigert und somit eventuell vorhandene „Investitionshemmschwellen“ minimiert oder abgebaut.

Etablierung als Tourismusregion

Die Stadt Bingen gehört auf Grund der geologischen, klimatischen und besonderen baulichen Gegebenheiten seit jeher zu einer beliebten Urlaubsregion in Deutschland, deren Wertschöpfung für den Tourismussektor durch die Anerkennung des Mittelrheintals bei Bingen als UNESCO-Weltkulturerbe noch gesteigert wird.

Im Rahmen dieser Profilierung erfolgte eine Untersuchung des Tourismussegmentes bezüglich der Beweggründe für einen Besuch der Stadt Bingen, die mit nachfolgender Tabelle näher erläutert wird.

⁹¹ Quelle: [http://www.mvb.de/privatkunden/bauen_ wohnen/energieeffizient_sanieren.html](http://www.mvb.de/privatkunden/bauen_wohnen/energieeffizient_sanieren.html).

Grund der Reise Mehrfachnennungen möglich	Prozent
Erholungsurlaub	36
Besuche bei Freunden	17
Hildegard von Bingen	13
Aktivurlaub: Wandern, Radfahren	13
Welterbe Mittelrhein	11
Tagesausflug	11
sonstiges	59

Tabelle 12-3: Urlaubsgründe für die Stadt Bingen⁹²

Die Stadt Bingen wird vorrangig als Erholungsurlaubs-Domizil vom Zielgruppensegment der Touristen gewählt. Daneben besuchen 13 Prozent der Befragten die Stadt mit der Zielsetzung ihren Aktivurlaub, der sich in Wandern sowie Radfahren untergliedern kann, in Bingen zu verbringen. Tagesausflüge werden von elf Prozent der Befragten als Urlaubsgrund genannt. Sonstige Gründe für eine Reise nach Bingen sind unter anderem Veranstaltungen in der Region (sieben Prozent) oder berufliche Gründe (fünf Prozent).

Mit insgesamt 58.384 Gästen und 94.781 Übernachtungen ist der Tourismus ein wichtiger Wirtschaftszweig der Region.⁹³ Dabei wird die Region primär von Tagestouristen (ca. 62 Prozent) besucht, von denen die meisten aus einem Radius von 100 Kilometer um Bingen herum leben.⁹⁴ 23 Prozent der Touristen verbringen einen mindestens drei Tage dauernden Urlaub in der Stadt und lediglich 15 Prozent bleiben nur zwei Tage in Bingen.⁹⁵

Die Vermarktung der touristischen Angebote findet unter anderem auf der Internetplattform der Stadtverwaltung statt.

⁹² Quelle: http://www.bingen.de/upload/leitbild_touristenbefragung_9624.pdf, Seite 14.

⁹³ Quelle: <http://www.infothek.statistik.rlp.de/neu/MeineHeimat/detailinfo.aspx?id=3537&key=0733900005&l=3&topic=2047>.

⁹⁴ Quelle: Touristenbefragung Stadt Bingen, http://www.bingen.de/upload/leitbild_touristenbefragung_9624.pdf, Seite 7.

⁹⁵ Quelle: http://www.bingen.de/upload/leitbild_touristenbefragung_9624.pdf, Seite 31.

Startseite | Sitemap | Kontakt |  >>

BINGEN AM RHEIN
... einfach sympathisch

RAT UND VERWALTUNG | **TOURISMUS UND TAGUNGEN** | **KULTUR UND FREIZEIT** | **FAMILIE UND BILDUNG** | **WIRTSCHAFT UND WOHNEN**



Startseite > Tourismus und Tagungen

Tourismus und Tagungen

- Info & Service
- Highlights
- Stadt erleben
- Region erleben
- Tagungen
- Touristische Angebote
- Geocaching
- Wandern
- Radfahren
- Vital Parcours Bingen
- Übernachten
- Essen und Trinken
- Weinwelt Bingen
- Kontakt

**DAS TOR ZUM
UNESCO WELTERBE
»OBERES MITTELRHEINTAL«
WO ALLES IM FLUSS IST**

RHEIN IN FLAMMEN® - das Original -
in Bingen am 6. Juli 2013

Erleben Sie sieben Prachtfeuerwerke, „brennende“ Burgen und eine imponierende Beleuchtungsflotte von mehr als fünfzig Schiffen im romantischen Rheintal, dem UNESCO Welterbe »Oberes Mittelrheintal«. Lassen Sie sich verzaubern, wenn sich die Sterne regen und Feuerfontänen im Rhein widerspiegeln und sich der Donnerhall an den



Rhein in Flammen

Info & Service

- Anliegen von A - Z
- Prospektbestellung
- Veranstaltungskalender
- Anreise
- Stadtplan
- Wetter
- Flughafen Hahn
- Vermieter Login

Newsletter

>>

 **Besuchen Sie uns auch auf Facebook**

Abbildung 12-9: Tourismus und Tagungsangebot Bingen⁹⁶

Durch diese Seite wird ersichtlich, dass es bereits ein umfangreiches Angebot mit Naturbezug für die Touristen in der Region gibt, das auch für unterschiedliche Zielgruppensegmente zugeschnitten ist. So gibt es beispielsweise den Erlebnispfad Binger Wald, der als Zielgruppe Familien mit Kindern anvisiert. Dieser Erlebnispfad erstreckt sich über eine Strecke von 5,5 km und wirkt mittels Informationstafeln bewusstseinsbildend.⁹⁷

Diese gut ausgebauten Strukturen können auch im Rahmen dieses Klimaschutzkonzeptes weiter zur Umsetzung der angestrebten Kommunikationsziele genutzt und ausgebaut werden. Adäquate Maßnahmen sind dementsprechend im Maßnahmenkatalog integriert worden.

Schwächen

Hohe Abhängigkeit der Tourismusbranche von Naturerhalt

Die Erfolge in Bezug zur Positionierung der Stadt Bingen als klimafreundliche Urlaubsregion sind in hohem Maße von der Mitarbeit der Wirtschaftsunternehmen aus der Tourismusbran-

⁹⁶ Quelle: http://www.bingen.de/de/2/aktiv_070226_wandern.html.

⁹⁷ Quelle: <http://www.bingen.de/de/tourismus/tagungen.html>.

che abhängig. Darüber hinaus sind der Naturerhalt und die Positionierung hin zu einem „sanften Tourismus“ essenzieller Bestandteil zum Erhalt und Ausbau einer klimafreundlichen Tourismusbranche in der Region. Dies begründet sich in der Tatsache, dass die Region größtenteils auf Grund von Natur- und Aktivurlauben als Urlaubsdomizil gewählt wird⁹⁸. Daher ist der Erhalt der Naturregion ein wichtiger Aspekt, der bei dem Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen beachtet werden muss. Darüber hinaus sind relevante Akteure (z. B. Privathaushalte, Hotel- und Gastronomieunternehmen) über die Abhängigkeit einer intakten Naturlandschaft zu informieren und die Bedeutung des Klimaschutzkonzeptes zum Erhalt dieser Landschaft zu kommunizieren.

Diese Maßnahmen dienen dem Abbau von Konfliktpotenzialen und der Schaffung von Win-Win-Effekten, da sowohl die Umwelt als auch der Tourismussektor hiervon profitieren. Die Umsetzung dieses Informations- und Kommunikationsanspruchs wurde im Maßnahmenkatalog integriert.

Hohe individuelle Mobilität

Im Rahmen der Bürgerbefragung wurde auch das Einkaufsverhalten der Bürger analysiert. Das Einkaufsverhalten der ansässigen Bevölkerung ist weitgehend regional geprägt. Im Hinblick auf Elektroartikel wurde z. B. deutlich, dass Elektroartikel von 42 Prozent der Befragten in der Innenstadt gekauft werden. Lediglich 13 Prozent kaufen diese Artikel bei Online-Anbietern bzw. nur jeder zwölfte außerhalb der Region. Im Zuge der Bürgerbefragung wurde jedoch deutlich, dass über 80 Prozent der Befragten ihre Einkäufe überwiegend mit dem PKW erledigen, während 60 Prozent dieses Fortbewegungsmittel zu Sport- oder Freizeitveranstaltungen und 49 Prozent zur Fahrt zu Arbeitsplatz oder Ausbildungsstätte nutzen. Lediglich 10 – 12 Prozent der Befragten nutzen öffentliche Verkehrsmittel um Einkäufe zu erledigen, Sport- oder Freizeitveranstaltungen zu besuchen oder Arbeits- bzw. Ausbildungsstätte zu erreichen. Auf Grund der Möglichkeit von Mehrfachnennungen können kumulierte Prozentwerte 100 Prozent übersteigen.

Auf Grund der bereits in der Situationsanalyse erwähnten guten Infrastruktur stellt eine Änderung des Nutzerverhaltens hin zu einer klimafreundlichen Mobilität einen wichtigen Bestandteil im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation dar. Hierzu werden im Zuge der Maßnahmenkonzeption eine Kampagne entwickelt mit der Zielsetzung, eine Bewusstseinsbildung bis hin zur Verhaltensänderung regionaler Akteure (insbesondere private Haushalte) herbeiführen zu können. Dazu ist, wie bereits in der Zielgruppenanalyse erläutert, die Integration verschiedener Netzwerkpartner notwendig, die in der Maßnahmenbeschreibung näher erläutert werden.

Chancen

⁹⁸ Quelle <http://www.nuembrecht.de/index.php?id=23>.

Die Vernetzung der unterschiedlichen Akteure in der Region ist ausbaufähig

Im Rahmen der Briefinggespräche mit den unterschiedlichen Akteuren in der Region wurde deutlich, dass es eine Vielzahl unterschiedlicher Programme und Maßnahmen gibt, die untereinander abgestimmt werden können. Diese Symbiose unterschiedlicher Aktionen ist ein wichtiger Aspekt zur Generierung von Synergieeffekten sowie der Vermeidung von Parallelentwicklungen. So können beispielsweise in Kooperation mit dem NABU Klimaschutzprogramme aufgelegt und gemeinsam initiiert werden. Ebenso können bereits bestehende Programme von Vereinen, Verbänden oder überregionaler Akteure (z. B. Bundesprogramme zum Thema Klimaschutz) sowie bereits existente Informationsmaterialien, beispielsweise die Broschüre „Klimaneutral leben: Verbraucher starten durch beim Klimaschutz“ des Umweltbundesamtes (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4014.pdf>), für die regionale Klimaschutz-Kommunikation verwendet werden.

Regionale Akteure können in die Klimaschutz-Kommunikation integriert werden

Wie bereits in der SWOT-Analyse (Schwächen, hohe individuelle Mobilität) bereits beschrieben, ist die Integration von Akteuren in der Region eine essenzielle Maßnahme zur erfolgreichen Umsetzung von Kommunikations-Kampagnen. Hierbei können verschiedene Handlungsfelder als auch Akteure identifiziert werden, die nachfolgend näher erläutert werden.

Wirtschaftsunternehmen

Als Kommunikationsträger für regionale Wirtschaftsunternehmen kann unter anderem die Industrie- und Handelskammer (IHK) fungieren, die eine Geschäftsstelle in Bingen betreibt.⁹⁹

Die Industrie- und Handelskammer Rheinhessen, als IHK Regionalvertretung für die Region, bietet eine Vielzahl von Informationen und Dienstleistungen zum Thema Umwelt- und Energie an.¹⁰⁰ Die Integration dieses Akteurs in Planung und Umsetzung verschiedener Maßnahmen ist von Seiten des Senders der kommunikativen Botschaft zu veranlassen.

Zur Umsetzung der Klimaschutz-Kommunikation für die Zielgruppe der regionalen Wirtschaft ist überdies die Einbindung von Partnern aus dem Bereich Marketing und Kommunikation notwendig, um Synergieeffekte nutzen zu können. Potenzielle Partner sind hierbei neben der Werbegemeinschaft Bingen e.V. auch die „BUZ Bingen Unternehmen Zukunft e.V.“.

Die Werbegemeinschaft Bingen e.V. selbst ist eine Kooperation von Unternehmen der Stadt Bingen mit der Zielsetzung, durch Werbemaßnahmen und Veranstaltungen die „Frequenz in der Innenstadt“ zu erhöhen.¹⁰¹ Daneben vertritt das BUZ – Bingen Unternehmen Zukunft e.V. ebenfalls die Interessen regionaler wirtschaftlicher Akteure mit dem Ziel, neben der Stärkung

⁹⁹ Quelle:

http://www.rheinhessen.ihk24.de/servicemarken/ueber_uns/dienstleistungszentren/521430/AnfahrtBingen.html;jsessionid=B9F12729F3E7A102E77E5D0102004EA5.repl21.

¹⁰⁰ Quelle: http://www.rheinhessen.ihk24.de/innovation_und_umwelt/Umwelt/.

¹⁰¹ Quelle: <http://www.werbegemeinschaft-bingen.de/>.

des Wirtschaftsstandortes unter anderem auch die Attraktivität für Bewohner und Gäste der Stadt Bingen zu steigern.¹⁰²

Landwirtschaft

Einen wichtigen Ansprechpartner für den Bereich der Landwirtschaft stellt die Arbeitsgemeinschaft der Binger Bauernvereine und Winzer dar. Diese Vereinigung hat die Zielsetzung, als Interessensvertretung für dieses Zielgruppensegment fungieren zu können. Die Ansprache dieser Vereinigung ist zu empfehlen, um als Kommunikationsplattform für Akteure der Landwirtschaft dienen zu können und diese für die Thematik Klimaschutz zu sensibilisieren, informieren und aktivieren. Potenzielle Maßnahmen hierzu sind unter anderem die Initiierung von Kampagnen, wie beispielsweise „Landwirtschaft – von heute für morgen“ die vom Bayerischen Bauernverband umgesetzt wurde.¹⁰³

The screenshot shows the website of the Bayerischer Bauernverband. The main navigation bar includes: Landfrauen, Landjugend, Weiterbildung, Landwirtschaft und Schule, Märkte & Preise, Sonderkonditionen, ZLF 2012. The page title is "Bayerischer Bauernverband". The main content area features a news article dated 02.02.2012 titled "BauernHof-Check: Energie und Geld sparen Seminar zur Energieeffizienz". The article text discusses the importance of energy efficiency for agricultural operations and mentions a seminar on 15. Februar 2012 in Dachau. A sidebar on the left lists various themes like "Kampagnen und Erfolge", "Politik", "Ernährung und Verbräucher", "Klima und Umwelt", etc. A right sidebar contains a login form and a list of popular search terms.

Abbildung 12-10: Internetauftritt des Bayerischen Bauernverbandes¹⁰⁴

¹⁰² Quelle: <http://www.buz-bingen.de/index.html>.

¹⁰³ Quelle: <http://kampagne.bayerischerbauernverband.de/startseite-507006>.

¹⁰⁴ Quelle: <http://www.bayerischerbauernverband.de/bauernhofcheck-energieeffizienz>.

Das Ziel einer solchen Kampagne ist die Imagesteigerung regionaler landwirtschaftlicher Betriebe und somit die Vermarktung regionaler Produkte. Hier kann durch die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen eine Steigerung der regionalen Wertschöpfung generiert werden. Adäquate Maßnahmen werden im Maßnahmenkatalog integriert werden.

Stärkung der Nachfrage nach Contracting- und Finanzierungsmodellen

Durch den Ausbau von Contracting- und Finanzierungsmodellen kann der regionalen Wirtschaft und privaten Haushalten die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Finanzierung der eigenen Erneuerbarer-Energien-Anlagen sowie von Energieeffizienzmaßnahmen geboten werden. Wie in der SWOT-Analyse unter Stärken aufgeführt, bieten sowohl die Sparkasse Rhein-Nahe als auch die Mainzer Volksbank e.G. bereits günstige Finanzierungsmodelle an. Eine verstärkte Vermarktung dieser Angebote, bspw. im Rahmen der Vernetzung relevanter Akteure auch auf der Homepage der Stadt Bingen, kann in diesem Zusammenhang bei regionalen Akteuren zur Stärkung der Nachfrage nach solchen Contracting- und Finanzierungsmodellen führen. Neben der monetären Funktion kann in Folge der Umsetzung dieser Maßnahmen auch der bereits erwähnten psychologischen Funktion der Finanzinstitute im Sinne einer Anreizsetzung für investitionsbedürftige Klimaschutzmaßnahmen entsprochen werden und somit als Instrument zum Ausbau Erneuerbarer Energien in der Region dienen.

Steigerung der Urlauberzahlen aufgrund einer Nachhaltigkeitspositionierung

Das Thema Klimaschutz gewinnt für das Segment der Touristen in Zukunft stetig an Bedeutung. Dies resultiert aus einer Studie der FUR (=Forschungsgemeinschaft Urlaub und Reisen) im Zuge einer Befragung bei Privatpersonen bzgl. deren Buchungsverhalten in Bezug zu Umweltkriterien. Hierbei wurde ersichtlich, dass bereits fünf Prozent der Deutschen zu den Kunden von den Reiseveranstaltern zählen, die umweltverträgliche Reisen im Produktportfolio haben. Acht Prozent der deutschen Urlauber buchen bereits Urlaubsreisen, die bestimmte Umweltstandards berücksichtigen, über 25 Prozent beabsichtigen in Zukunft die Thematik Umweltstandards in die Reiseplanung zu integrieren.

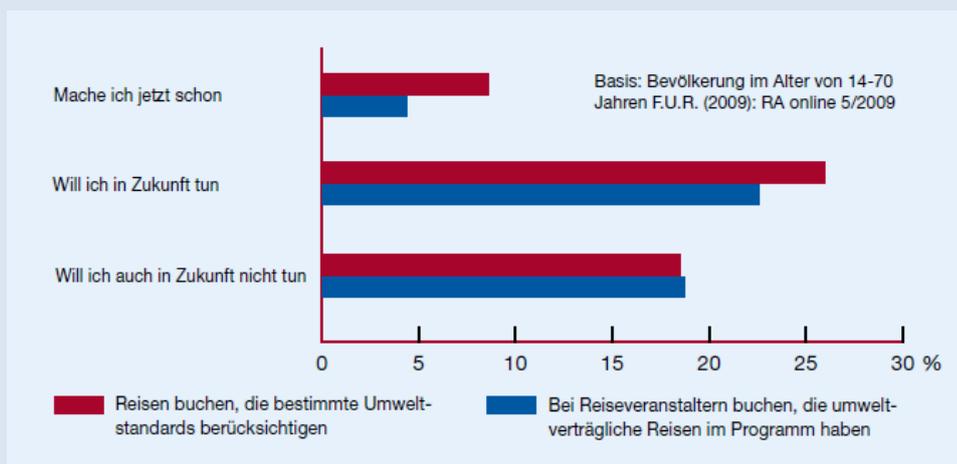


Abbildung 12-11: Integration von Umweltaspekten in die Reiseplanung¹⁰⁵

Die Befragung thematisierte auch Verhaltensoptionen der Befragten, angesichts des Klimawandels,

¹⁰⁵ Quelle: www.wwf.de/touristischer-klima-fussabdruck, Seite 7.

beim Reisen. Hierbei gab die Mehrheit der Befragten an, im Sinne des Klimaschutzes am ehesten „den Urlaub zu Hause zu verbringen“ (45 %) oder „ein Urlaubsziel in der Nähe“ (43%) wählen zu wollen.¹⁰⁶ Die Stadt Bingen ist bereits eine beliebte Urlaubsregion, wobei besonders Kurzreisen das Urlaubsverhalten widerspiegeln (durchschnittliche Urlaubsdauer drei Tage).¹⁰⁷ Im Rahmen der Internetrecherche wurden diesbezüglich auch die Vermarktungsinstrumente für die Urlaubsregion untersucht und wie im Folgenden ausgewertet. Über die Tourismusplattform „Romantischer Rhein“ findet im hohen Maße eine Vermarktung des Rad- und Wandertourismus statt.



Abbildung 12-12: Vermarktung Tourismusregion Bingen¹⁰⁸

Diese Angebote, die in einer hohen Korrelation zur Naturlandschaft stehen, gilt es auch weiterhin auszubauen. Klimaschutz im Urlaub wird von Seiten des Anbieters hier noch nicht thematisiert. Als Orientierungsbeispiel kann in diesem Zusammenhang die Tourismusregion Rügen genannt werden. Das Touristenangebot „Urlaubsranger“, das von der AVR Ferienanlagen GmbH Rügen in enger Kooperation mit dem Biosphärenreservat Süd-Ost Rügen und dem NABU Rügen initiiert wird, dient hier als Best-Practice-Beispiel. Hier haben Touristen die Möglichkeit, Urlaub und Naturschutz durch die Beteiligung an regionalen Naturschutzprojekten (z. B. Vogelzählungen) während der Urlaubszeit zu kombinieren. Der Aufbau eines solchen Urlaubsangebotes und somit eine stärkere Fokussierung auf das Zielgruppensegment der Naturtouristen ist daher anzustreben und wird im Maßnahmenkatalog in Kapitel 12.6 integriert. Eine Nachhaltigkeitspositionierung als klimafreundliche Urlaubsregion kann dabei dazu dienen, neue Kundensegmente erschließen und bestehende Segmente binden zu kön-

¹⁰⁶ Quelle: www.wwf.de/touristischer-klima-fussabdruck, Seite 7.

¹⁰⁷ Quelle: http://www.saarland.de/dokumente/thema_statistik/staa_GIV1J_Kreise%283%29.pdf.

¹⁰⁸ Quelle: <http://www.romantischer-rhein.de/angebote/radurlaub.html>.

nen.

Somit besteht die Möglichkeit, das kommunikative Potenzial, das von Seiten der Internetplattform geboten wird, intensiver zu nutzen und relevante Themen zentral und komprimiert übermitteln zu können.

Nutzung von Synergieeffekten durch Verwendung der bereits existenten kommunikativen Strukturen

Durch die Verwendung bereits existenter, kommunikativer Strukturen (z. B. Binger Wochenblatt) können Parallelentwicklungen vermieden und dadurch die Kosten-Nutzen-Relation der kommunikativen Umsetzung optimiert werden.



Abbildung 12-13: Binger Wochenblatt¹⁰⁹

So kann bspw. im Zuge von Informationskampagnen auf bereits existente Kampagnen (z. B. Bundeskampagne „Kopf an: Motor aus. Für null CO₂ auf Kurzstrecken“ unter <http://www.kopf-an.de/>) oder Materialien (Broschüre „Klimaneutral leben: Verbraucher starten durch beim Klimaschutz“ des Umweltbundesamtes (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4014.pdf>)) zurückgegriffen werden. Adäquate Maßnahmen werden hierbei im Rahmen der Maßnahmenkonzeption integriert.

Schaffung von Arbeitsplätzen

Die Umsetzung von Klimaschutz kann zu einer Steigerung der regionalen Wirtschaft führen, da hieraus neue Arbeits- und Ausbildungsstellen entstehen können.

¹⁰⁹ Quelle: <http://epaper.rhein-main-wochenblatt.de/book/read/id/0000A3DB410D9197>.

Arbeitslosenquoten bezogen auf									
alle zivilen Erwerbspersonen	4,8	4,7	4,8	x	x	x	4,6	4,8	4,9
Männer	4,9	4,7	4,8	x	x	x	4,6	4,7	4,8
Frauen	4,8	4,8	4,8	x	x	x	4,7	4,8	4,9
15 bis unter 25 Jahre	4,9	5,4	5,1	x	x	x	4,7	5,6	6,1
15 bis unter 20 Jahre	3,3	4,1	5,3	x	x	x	3,0	4,4	4,8
50 bis unter 65 Jahre	5,1	4,9	4,8	x	x	x	5,2	5,2	5,2
55 bis unter 65 Jahre	5,4	5,3	5,3	x	x	x	5,6	5,7	5,7
Ausländer	12,0	10,9	10,8	x	x	x	10,4	10,1	10,8
abhängige zivile Erwerbspersonen	5,4	5,3	5,3	x	x	x	5,2	5,3	5,4
Gemeldete Arbeitsstellen									
Zugang	192	187	172	5	2,7	-28	-12,7	-34,8	-53,1
Zugang seit Jahresbeginn	2.046	1.854	1.667	x	x	-730	-26,3	-27,5	-26,5
Bestand	476	489	501	-13	-2,7	-179	-27,3	-31,3	-34,8

1) Bei den Arbeitslosenquoten werden die Vorjahreswerte ausgewiesen.

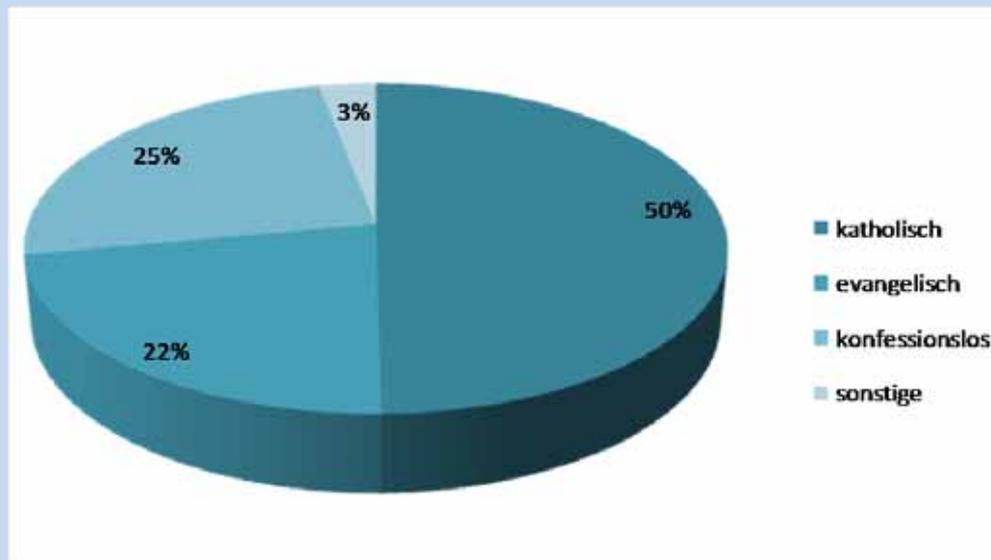
© Statistik der Bundesagentur für Arbeit

Abbildung 12-14: Arbeitslosenquote Stadt Bingen¹¹⁰

Wie in der obigen Tabelle ersichtlich, liegt die Arbeitslosenquote in Bingen insgesamt bei 4,8 Prozent, im Bereich der 15 bis 25 jährigen zeichnet sich hierbei eine Quote von 4,9 Prozent ab. Durch eine Steigerung der regionalen Wertschöpfung, wie sie unter anderem durch den Ausbau von Erneuerbaren-Energien-Anlagen als auch Energieeffizienzmaßnahmen (z. B. in Form von energetischen Sanierungen) resultiert, können sozialversicherungspflichtige Arbeits- und Ausbildungsverhältnisse erhalten bzw. geschaffen werden. Besonders im Hinblick auf einem drohenden Fachkräftemangel auch in Folge des demographischen Wandels sind Ausbildungs- und Weiterbildungsangebote adäquate Maßnahmen, jüngere Zielgruppensegmente halten bzw. in die Region ziehen zu können.

Religionsgemeinschaften einbinden

Weitere in der Zielgruppenansprache relevante demographische Daten stellen die Konfessionszugehörigkeiten dar. Religionsgemeinschaften haben im Hinblick auf klimarelevante Themen ein erhebliches Multiplikatorenpotenzial (z. B. Gottesdienst, Pfarrblättchen), das es zu erschließen gilt.



¹¹⁰Quelle: <http://www.arbeitsagentur.de/Dienststellen/RD-RPS/Mainz/AA/A06-Zahlen/Arbeitsmarktberichte/2012/Arbeitsmarktbericht-Oktober-2012.pdf>.

Abbildung 12-15: Religionszugehörigkeit¹¹¹

Wie in der obigen Abbildung ersichtlich, gehört der Großteil der Bevölkerung der katholischen Kirche an (50 Prozent). Daneben sind knapp ein Viertel (22 Prozent) der evangelischen Kirche zuzuordnen, während ein weiteres Viertel (25 Prozent) konfessionslos ist. Lediglich drei Prozent gehören einer anderen als der katholischen oder evangelischen Konfession an. Im Hinblick auf die Klimaschutz-Kommunikation der Stadt Bingen besteht für das Zielgruppen-segment der Bürger mit evangelischer als auch katholischer Konfession die Möglichkeit, Kirchenmedien (z. B. Gottesdienst, Pfarrbrief) als Informationsträger nutzen zu können und somit diesen Personenkreis aktivieren zu können.

Das Thema Klimaschutz spielt bereits bei einigen kirchlichen Akteuren in der Region eine wichtige Rolle. So thematisierte ein Zeitungsbericht in der Allgemeinen Zeitung im Oktober 2011 die energetische Sanierung in der Johanneskirche Bingen. Zur Finanzierung dieser Maßnahme werden unter anderem Erlöse aus Benefizgalen verwendet.¹¹² Daneben bieten sowohl die katholische als auch die evangelische Kirche einen gemeinsamen Leitfadens zur Integration klimaschutzrelevanter Themen in den Gottesdienst in Form eines „Nachhaltiges Predigtbuch“¹¹³ an. Weitere regionale Klimaschutzaktionen der unterschiedlichen Glaubensrichtungen konnten jedoch im Rahmen der Internetrecherche nicht identifiziert werden. Die Einbindung dieser Glaubenseinrichtungen in die Klimaschutz-Kommunikation begründet sich vor allem in der Multiplikatorenfunktion der Kirchen, da diese ein großes Streuungspotenzial der Kommunikationsbotschaft besitzen. Durch die Bildung von Synergien können hier Parallelentwicklungen vermieden sowie durch die Steigerung der Kosten- Nutzen- Effizienz Win-Win-Effekte generiert werden (Aktivierung regionaler Akteure wie private Haushalte als auch Kosteneinsparungen in kirchlichen Liegenschaften).

Risiken

Anbau von Energiepflanzen könnte ein Reaktanzverhalten regionaler Akteure hervorrufen

Wie in der Potenzialanalyse beschrieben, wird der weitere Anbau von Energiepflanzen zur regenerativen Energieerzeugung und zur Erreichung der Klimaschutzziele vorgeschlagen. Dieses Vorgehen kann auf Grund einer möglichen verstärkten Monokultur ein Reaktanzverhalten regionaler Akteure hervorrufen, da oftmals Energiepflanzen missverständlich als Synonym für den alleinigen Anbau von Maispflanzen verstanden wird. Zu Energiepflanzen zählen aber auch bspw. Gräser und Getreide. Zur Prävention dieses Abwehrverhaltens ist die Initiierung von Bewusstseins- und Sensibilisierungskampagnen eine potenzielle Maßnahme.

¹¹¹

Quelle:

<http://www.ewois.de/Statistik/user/pdfgen.php?stichtag=31.08.2011&ags=33900005&type=VFG&linkags=0733900005>.

¹¹² Quelle: <http://www.allgemeine-zeitung.de/region/bingen/bingen/11258268.htm>.

¹¹³ Quelle: <http://nachhaltig-predigen.de/>.

Als Beispiel kann die Initiative des Fachverbandes Biogas e.V. „Farbe ins Feld“ genannt werden. Diese hat die Zielsetzung in einer Bewusstseinsbildung und Akzeptanzschaffung bei der regionalen Bevölkerung in Bezug auf den Ausbau von Energiepflanzen. Durch Bepflanzungsanleitungen und verschiedene Werbe- und Kommunikationsmittel soll einem Reaktanzverhalten präventiv begegnet werden. Weitere Informationen und Aktionen zur Kampagne sind unter <http://www.farbe-ins-feld.de/> abrufbar.

Problematik EEG-Vergütung

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wurde in den letzten drei Jahren viermal novelliert, außerdem wird es in den Medien oftmals negativ dargestellt. Auf der anderen Seite propagiert die Stadt den Ausbau von Erneuerbaren Energien (Nahwärmesystem Neubaugebiet, FH, Stadtgärtnerei). Durch diese Unstimmigkeit kann sich in der Bevölkerung eine Unsicherheit entwickeln, der, als weitere Maßnahme im Rahmen der Maßnahmenkonzeption, mit Hilfe von Workshops, Informationsabenden, Printmedien und Expertenmeinungen vorbeugend zu begegnen ist.

Zur Umsetzung der in Kapitel 9 vorgeschlagenen Maßnahmen ist, zur Vermeidung von Streuverlust¹¹⁴, eine genauere Zielgruppenprofilierung notwendig. Auch zur Prävention der Entwicklung von Parallelstrukturen und in Bezug auf die damit verbundene Ausnutzung von Synergieeffekten ist dies zu beachten. Eine genauere Zielgruppenprofilierung beinhaltet unter anderem die explizite und umfassende Auswertung des regionalen Bewusstseins- und Sensibilisierungsgrades gegenüber klimaschutzrelevanten Themen und auch des regionalen Mediennutzungsverhaltens, die unter anderem im Zuge von Befragungen im Rahmen der Agenda 21 (siehe Kapitel 12.4) erfasst werden konnten und die es stetig zu untersuchen gilt.

12.5 Kommunikationsziele

Für die Klimaschutz-Kommunikation der Stadt Bingen werden vier grundlegende Ziele definiert, die es mit dem Einsatz kommunikativer Instrumente zu erreichen gilt.¹¹⁵ Diese Ziele sind hierbei hierarchisch in Sekundär- und Primärziel (Basisziel) untergliedert. In Anlehnung an die in der Kommunikationsforschung gültigen Werbewirkungsmodelle (z. B. AIDA-Modell nach Lewis¹¹⁶) können die einzelnen Ziele der Kommunikation als Prozess verstanden werden. Dabei sind zur Erreichung des Primärziels der Aktivierung die vorgelagerten sekundären Ziele zu erfüllen. Die einzelnen Stufen der Kommunikationsziele bauen aufeinander auf und sind somit in unterschiedliche Wirkungsstufen untergliedert. Diese Gliederung soll mit Hilfe folgender Grafik visualisiert werden.

¹¹⁴ Der Begriff Streuverlust unterdessen beschreibt eine kommunikative Ansprache von Personen, die nicht zur anvisierten Zielgruppe gehören (Vgl. Poth L. G. / Poth G. S., Gabler Kompakt-Lexikon Marketing, S. 487).

¹¹⁵ Vgl. Ziemann A., Handbuch Nachhaltigkeitskommunikation -Grundlagen und Praxis, S. 128f.

¹¹⁶ Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Ziemann A., Handbuch Nachhaltigkeitskommunikation -Grundlagen und Praxis, S. 128f.



Abbildung 12-16: Ziele der Klimaschutz-Kommunikation¹¹⁷

12.5.1 Popularisierungsziel

Das Angebot von Klimaschutz als Handlungsorientierung sowie die ökologischen und ökonomischen Vorteile sind bei regionalen Akteuren unter Berücksichtigung der zielgruppenindividuellen Mediennutzungsverhalten mit Hilfe von Kommunikationsträgern bekannt zu machen.

Im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation der Zielregion bedeutet dies die Steigerung des Bekanntheitsgrades, aber auch aller dazugehörigen inhaltlichen, visuellen und verbalen Elemente. Dieses Spektrum reicht vom Klimaschutzslogan bis hin zur Etablierung einer neuen Corporate Identity (siehe Seite 308). Darüber hinaus soll die Aufmerksamkeit aller relevanten Zielgruppen auf die einzelnen informativen und aktivierenden Maßnahmen gelenkt und somit ein Interesse zur Informationsaufnahme sowie ein Anreiz zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen geschaffen werden.

12.5.2 Partizipationsziel

Durch eine Integration und Vernetzung relevanter Akteure wird die Zielsetzung verfolgt, vorhandene psychologische Restriktionen zu mindern bzw. zu eliminieren und Konfliktpotenzial abzubauen. Durch Mitwirkungs- als auch Gestaltungsmöglichkeiten haben regionale Akteure die Gelegenheit sich intensiv in Planungs- sowie Umsetzungsverfahren von Klimaschutzmaßnahmen zu integrieren und somit potenzielle bzw. vorhandene Konflikte zu entschärfen oder gar völlig zu eliminieren. Für die Stadt Bingen kann so eine Partizipation regionaler (z. B. Bevölkerung) und überregionaler Akteure (z. B. Touristen) erreicht werden, da Bürgerbeteiligungsmodelle für Erneuerbare-Energien-Anlagen das Risiko psychologischer und monetärer Reaktanzverhalten vermindern können. Diese haben, neben einer Bewusstseinsbildung von regionalen Akteuren, die Zielsetzung, BürgerInnen am Ausbau der Erneuerbaren

Energien zu beteiligen und diesen so die Möglichkeit zu bieten, neben Klimaschutz auch an den ökonomischen Vorteilen partizipieren zu können.

12.5.3 Informationsziel

Neben der Steigerung des Bekanntheitsgrades, was mit dem Popularisierungsziel verfolgt wird, ist Aufklärung auf der einen sowie Bildung auf der anderen Seite ein elementarer Bestandteil zur Änderung aktuell etablierter Normen und Verhaltensweisen von Individuen, bis hin zur Etablierung einer ökologisch orientierten gesellschaftlichen Werthaltung. Für die Klimaschutz-Kommunikation der Stadt Bingen bedeutet dies die Aufklärung relevanter Zielgruppensegmente, ebenso wie die Information über klimaschutzrelevanten Themenbereichen, wie z. B. Förderprogramme für Erneuerbare-Energien-Anlagen oder Energieeffizienzmaßnahmen im Haushalt. Das Informationsziel kann unter anderem durch den Einsatz von Kommunikationsmaßnahmen aus dem Bereich Beratung (z. B. Energieberatung der Verbraucherzentrale) oder aber auch mittels Online- und Print-Medien erreicht werden.

12.5.4 Aktivierungsziel

Die Aktivierung von regionalen Akteuren zu Klimaschutzmaßnahmen ist als Primärziel der Klimaschutz-Kommunikation anzusehen. Durch die Initiierung bzw. Partizipation von Klimaschutzmaßnahmen der unterschiedlichen Zielgruppensegmente sollen die Zielsetzungen des Klimaschutzkonzeptes erreicht werden.

Dabei dienen die oben genannten Sekundärziele der Erreichung dieser primären Zielsetzung. In Anlehnung an das Stimuli-Response-Modell nach Bruhn sind Reaktionen erst durch vorherige Reize zu erzielen. Im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation der Region sind die unterschiedlichen Kommunikationsziele als Prozess zu verstehen, wobei die sekundären Zielsetzungen (wie Popularisierung-, Partizipations- und Informationsziele) als vorgelegte Anreizsetzung zu verstehen sind, die zu einer Aktivierung (Primärziel) beitragen. Während somit Vorbereitungsmaßnahmen dazu dienen, eine kommunikative Struktur zur Umsetzung der Kommunikationsstrategie bereitzustellen, sollen Sensibilisierungsmaßnahmen ein Bewusstsein relevanter Zielgruppen (z. B. private Haushalte) für die Thematik schaffen und die Aufmerksamkeit darauf lenken. Darauf aufbauend dienen informative Maßnahmen dazu, einem evtl. vorherrschenden Investitionsdefizit (siehe Zielgruppenanalyse, Privathaushalte) präventiv begegnen zu können und vorherrschende Fehlinformationen und Unsicherheiten zu vermeiden bzw. zu vermindern (z. B. Neuerungen der Erneuerbaren Energien Gesetzes) und somit den Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen zu fördern und Konfliktpotenzial zu vermeiden. Nachfolgend auf informative Elemente sind aktivierende Maßnahmen umzusetzen, um die im Zuge der Kommunikation sensibilisierten und informierten Akteure für Klimaschutz zu aktivieren. Diese Aktivierung kann entweder in Folge einer Änderung des Nutzerverhaltens (Energieeffizienz) als auch dem Ausbau von Erneuerbarer-Energien-Anlagen begründet liegen. Die einzelnen Maßnahmen der grundlegenden Zielset-

zung sind hierbei nach dem AIDA-Modell aufgebaut und werden in Kapitel 12.5 näher erläutert.

Neben den Primär- und Sekundärzielen gilt es, die Zielsetzungen der Potenzialanalyse zu identifizieren und die mittels kommunikativer Elemente zu erreichen. Diese Ziele können wie folgt definiert werden:

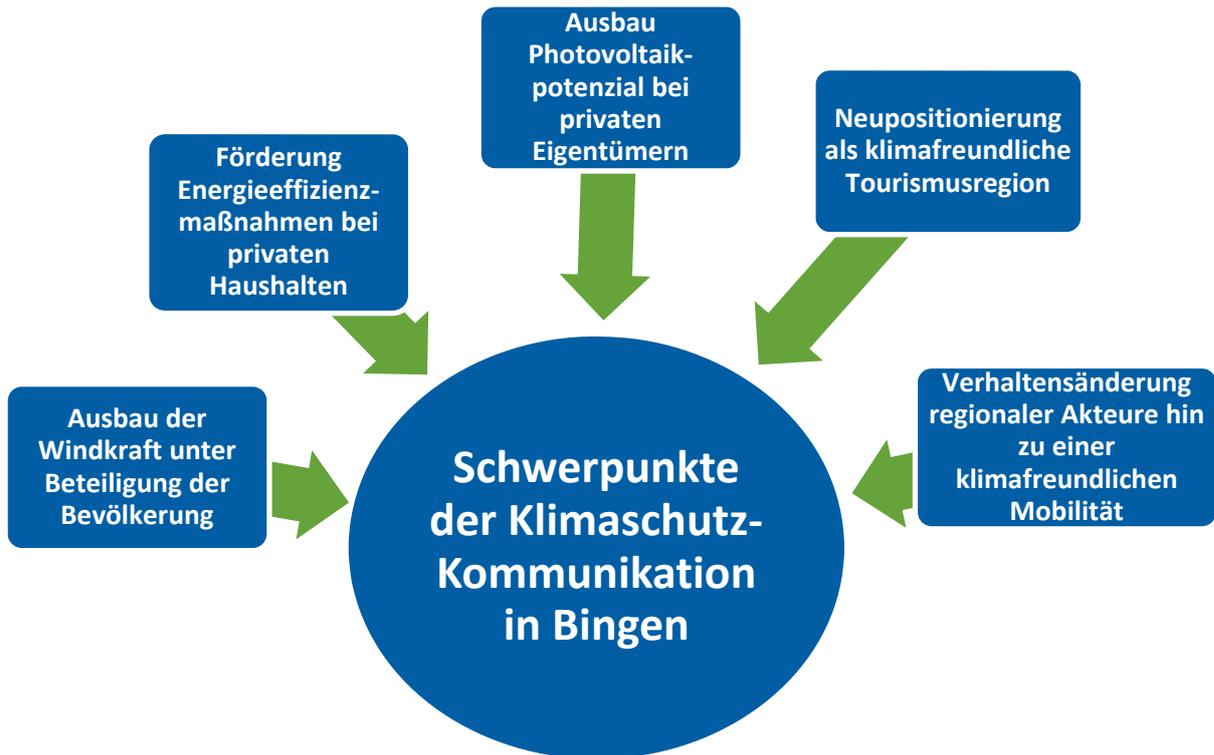


Abbildung 12-17 Schwerpunkte der Klimaschutz-Kommunikation in Bingen

Die primäre und sekundäre Zielsetzung sowie die projektspezifischen Ziele sind mit Hilfe des nachfolgenden Maßnahmenkataloges zu erreichen.

12.6 Maßnahmenkatalog

Der Maßnahmenkatalog untergliedert sich in die Copy- und die eigentliche Umsetzungsstrategie. Während die Copy-Strategie als visuelle und kommunikative Leitlinie wirkt und nachfolgend erläutert wird, bezeichnet die Umsetzungsstrategie die einzelnen Kampagnen bzw. Maßnahmen, die zur Zielerreichung notwendig sind. In diesen Arbeitsschritten werden die für die Realisation der vorgeschlagenen Kommunikationsmaßnahmen erforderlichen Kommunikationsträger näher bestimmt. Zur optimalen Kosten-Nutzen-Relation ist hierbei die Untersuchung der kommunikativen Strukturen in einem separaten Arbeitsschritt, z. B. in Form einer Befragung regionaler Akteure, zu empfehlen. Der Einsatz dieser bereits regional etablierten Strukturen ist im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation auch weiterhin zu fokussieren, wobei jedoch die Möglichkeit zur Erschließung von Synergieeffekten anvisiert werden sollte. Wie bereits in Punkt 2. „Rahmenbedingungen der Konzepterstellung“ erwähnt, können überregionale Strukturen, die im Rahmen des Konzeptes Rheinhessen-Nahe geschaffen werden, auf die Zielregion Bingen übertragen werden. Somit wird einerseits im Rahmen der Maßnahmenkonzeption auf überregionale Maßnahmen aufgebaut als auch speziell auf die Region zugeschnittene Maßnahmen konzipiert werden. Die Maßnahmen selbst untergliedern sich in die nachfolgende Copy-Strategie als auch die eigentlichen Kommunikationsmaßnahmen, die im Maßnahmenkatalog (siehe Anhang I) hinterlegt sind.

So konnten im Rahmen der Untersuchung der kommunikativen Strukturen für die Stadt Bingen in Kapitel 12.4 bereits existente und regional etablierte Wort- und Bildmarken identifiziert werden, die es in der nachfolgenden Copy-Strategie zur Erschließung von Synergieeffekten mit den Strukturen aus dem Konzept Rheinhessen-Nahe zu kombinieren gilt.

Copy-Strategie

Die Vorgabe der visuellen, kommunikativen Leitlinie dient in diesem Kontext lediglich als Umsetzungsempfehlung, die kommunikative Ausführung obliegt letztendlich den verantwortlichen Akteuren. Die nachfolgende Strategie enthält, neben der Konzeptionsbeschreibung der empfohlenen Corporate Identity als Dachmarke für das Klimaschutzvorhaben, auch Gestaltungsvorgaben für die Entwicklung von visuellen sowie verbalen Kommunikationsmaßnahmen.

Zur strategischen und zieloptimierten Umsetzung der Klimaschutz-Kommunikation ist die Untersuchung der Charakteristik der anvisierten Zielgruppen von hoher Bedeutung. So sind, bspw. im Zuge von Befragungen, das Mediennutzungsverhalten sowie Wünsche und Wertvorstellungen (z. B. Grundeinstellung gegenüber dem Ausbau Erneuerbarer-Energien-Anlagen) zu erfassen und die kommunikative Ansprache nach diesen Gegebenheiten auszurichten. Besonders gegenüber der regionalen Bevölkerung ist der Einsatz von Testimonials¹¹⁸ zu empfehlen, wobei diese aus regionalen Akteuren bestehen sollten. Darüber hin-

¹¹⁸ Der Begriff Testimonial bezeichnet in diesem Kontext den Einsatz von (berühmten) Persönlichkeiten als „Testperson“ zur Streuung einer Kommunikationsbotschaft. Die Zielsetzung im Einsatz eines Testimonials in der Klimaschutz-Kommunikation liegt hierbei in der Weitergabevon positiven Erfahrungswerten gegenüber dem Ausbau von Erneuerbaren-Energien-Anlagen

aus ist zum Aufzeigen von ökologischen und ökonomischen Folgeeffekten der Einsatz von praxisnahen Rechenbeispielen, z. B. Kosten-Nutzen-Rechnung bei Contracting-Modellen, sinnvoll.

Corporate Identity

Die Corporate Identity, die sich im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation in die Bestandteile Corporate Design und Corporate Communication untergliedert (siehe Anlage XII „Werbewirkung von Kommunikationsinstrumenten“) wird im nachfolgenden näher erläutert. Dabei kann, wie in Abschnitt 12.2, Rahmenbedingungen der Konzepterstellung, teilweise auf geschaffene Strukturen durch das Konzept Rheinhessen-Nahe aufgebaut werden.

Corporate Communication

Die im Rahmen der Klimaschutz-Kommunikation definierten Ziele für die Stadt Bingen gilt es als kommunikative Leitlinie auch verbal zu repräsentieren. Diese Leitlinie ist im Vorfeld der strategischen Umsetzung zu konzeptionieren. Dabei sollte der Bestandteil der bereits regional etablierte Corporate Communication „BINGEN AM RHEIN...“ weiter Verwendung finden, während der kommunikative Zusatz eine steigende Orientierung hin zur Thematik Klimaschutz erfahren sollte (z. B. Klimaschutz erleben). Durch die Umsetzung eines Ideenwettbewerbes bei regionalen Akteuren (insbesondere private Haushalte) soll eine Identifikation dieses Zielgruppensegmentes mit der Corporate Communication erzielt werden, was darüber hinaus zur Erreichung des Popularisierungsziels beitragen kann. Die im Zuge des Wettbewerbes entwickelte verbale Richtlinie soll, auch aus Gründen der Wiedererkennung, in allen kommunikativen Maßnahmen Einsatz finden. Die einzelnen Wettbewerbsschritte sind im Maßnahmenkatalog unter der Einzelmaßnahme „Wettbewerb Corporate Communication“ indes näher beschrieben.

Corporate Design

Aufbauend auf der im Zuge des Wettbewerbes entwickelten Corporate Communication wird zur Visualisierung der Corporate Communication darüber hinaus die Übertragung des für die Klimaschutz-Region Rheinhessen-Nahe entwickelten Logos empfohlen, wobei aus Gründen der regionalen Identität und der Wiedererkennungsrate gewisse Teilsegmente des bestehenden Logos der Stadt integriert werden können (z. B. Mäuseturm). Ähnlich wie beim Klimaschutzslogan ist auch für das Corporate Design der stetige Einsatz in allen Kommunikationsmaßnahmen zu empfehlen, um eine Positionierung der Bildmarke erreichen zu können.

bzw. Maßnahmen zur Energieeffizienz und damit einer Aktivierung der anvisierten Zielgruppensegmenten (vgl. Gabler (Herausgeber), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Testimonial, online im Internet unter: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/archiv/81531/testimonial-v5.html>).

Umsetzung der Kommunikationsstrategie

Die einzelnen Maßnahmenvorschläge mit der Zielsetzung der Vorgabe einer Handlungsstrategie an die Umsetzer der Klimaschutz-Kommunikation im Rahmen der Klimaschutzstrategie der Stadt Bingen sind integriert. Dabei soll diesen eine Sammlung von Instrumentarien zur Verfügung gestellt werden, um die in Kapitel 12.3 definierten kommunikativen Ziele erreichen zu können. Während die Konzeption einer Corporate Identity für die Klimaschutz-Kommunikation der Zielregion eine essenzielle Maßnahme darstellt, die im Vorfeld der strategischen Umsetzung zu realisieren ist, sollen die unterschiedlichen Instrumentarien, die zur Generierung von Synergieeffekten und zur wirkungsoptimierten Zielgruppenansprache dienen, aufbauend nach dem AIDA-Modell aufeinander abgestimmt werden. Die folgende Übersicht gibt hierbei einen möglichen Strategieablauf wider, wobei sich die einzelnen Maßnahmen im Rahmen dieser Arbeit in vier grundsätzliche kommunikative Leit-Kampagnen untergliedern. Diese orientieren sich an den Zielen der Klimaschutz-Kommunikation und unterteilen sich nochmals in einzelne Unter-Kampagnen, die sich in Einzelmaßnahmen diversifizieren und im Maßnahmenkatalog näher erläutert werden.

Wichtig zur zielgerichteten und wirkungsoptimierten Zielgruppenansprache ist neben der reinen Umsetzung der im Maßnahmenkatalog empfohlenen Maßnahmen ein professionelles „Umsetzungsmangement“. Hierbei ist besonders neben der einheitlichen visuellen und verbalen Umsetzung (z. B. in Form einer Vorgabe einer Richtlinie an die betreuende Agentur) auch ein effizientes „Kampagnentiming“ sowie das dazugehörige Projektmanagement unabdingbar.

Unter dem Begriff „Kampagnentiming“ soll in diesem Kontext die strategische Zusammenstellung der einzelnen Maßnahmenbausteine zu einer ganzheitlichen Themen-Kampagne verstanden werden, wobei zur Wirkungsmaximierung die einzelnen Stufen der Werbewirkung berücksichtigt werden müssen. So sind die einzelnen Maßnahmen unterteilt in Vorbereitungs-, Sensibilisierung-, Informations- und Aktivierungsmaßnahmen, die hierbei eigene Werbewirkungsziele verfolgen (siehe Punkt 12.5, Kommunikationsziele). Ein Beispiel für ein erfolgreiches Kampagnentiming wird mit nachfolgender Grafik am Beispiel einer Sanierungskampagne erläutert.

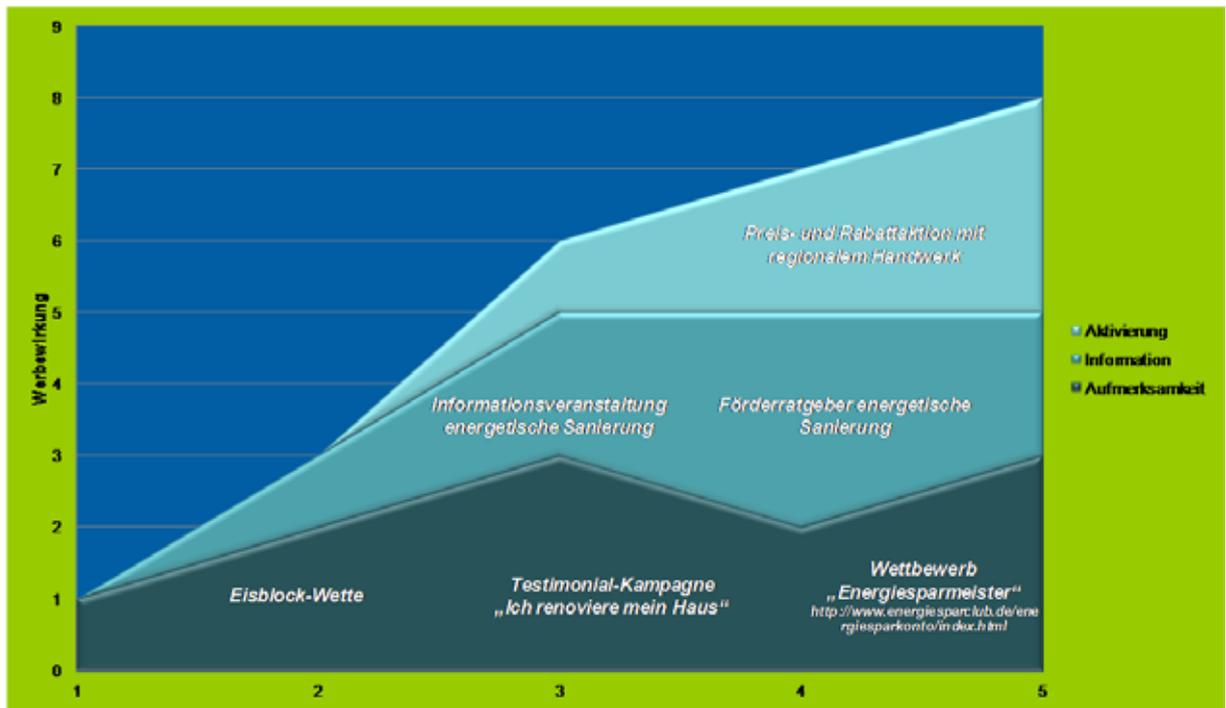


Abbildung 12-18: Kampagnen-Timing Sanierungskampagne

Der optimaltypische Verlauf der Sanierungskampagne wird mit der obigen Darstellung skizziert, wobei gute vorherrschende kommunikative Strukturen vorausgesetzt werden. Während die Eisblockwette als sensibilisierendes und Aufmerksamkeit erregendes Element fungieren sollte, kann nachfolgend eine Informationsveranstaltung initiiert werden, um die sensibilisierten Akteure über potenzielle Maßnahmen, Unklarheiten und Fördermöglichkeiten zum Thema „energetische Sanierung“ zu informieren. Zeitgleich sollte überdies eine weitere Maßnahme erfolgen, um den in Folge der Eisblock-Wette errichteten Aktivitätsgrad der anvisierten Zielgruppe konstant zu halten bzw. erhöhen zu können. Nach der Schaffung eines hohen regionalen Aufmerksamkeits- als auch Informationsgrades sind nun aktivierende Maßnahmen zu initiieren. Dies ist im Falle der Sanierungskampagne eine Preis- und Rabattaktion, die in Kooperation mit dem regionalen Handwerk initiiert werden sollte. Parallel dazu sind auch hier flankierend informierende als auch sensibilisierende Maßnahmen umzusetzen. So dient der Förderratgeber dazu, eine Absatzmaximierung in Folge der Preisaktionen herbeizuführen, indem über vorhandene Möglichkeiten informiert wird. Der Wettbewerb „Energiesparmeister“ hat in Folge einer Benchmarkfunktion ebenfalls eine absatzfördernde Wirkung, die flankierend zur Preis- und Rabattaktion initiiert werden sollte.

Die Zusammenstellung der einzelnen Maßnahmen ist von regionalen Strukturen abhängig. Diese sind im Rahmen von Befragungen vor Ort (z. B. in Relation des vorhandenen Sensibilisierungs- als auch Informationsgrades) zu erfassen und zusammenzustellen. Wichtig hierbei ist der Tatbestand, die Maßnahmenbündel zielgerichtet und umfassend zu konzeptionieren und realisieren, da eine einzelne umgesetzte Maßnahme nur punktuell wirken kann.

Neben der strategischen Bündelung von Maßnahmen ist die jeweilige mediale Umsetzung von essenzieller Bedeutung. Somit ist der Erfolg und damit verbunden die Kosten-Nutzen-Relation einer Kampagne sehr stark von der Wahl und der Einsatzhäufigkeit von Kommunikationsmedien abhängig (Medienmix, siehe Anhang XII, Werbewirkung von Kommunikationsinstrumenten). Die strategische Planung und Umsetzung, die in Form eines Mediaplanes erfolgt, ist von einer professionalen Stelle (z. B. Werbe- oder Marketingberatungen) zu initiieren.

13 Zusammenfassung und Schlussbetrachtung

Die Bundesregierung hat mit dem Energiekonzept (BMU; BMWI, 2010) das Ziel definiert, bis zum Jahr 2050 die Emissionen an Treibhausgasen (THG als Kohlenstoffdioxidäquivalente CO₂e) um 80-95 % gegenüber der Emission des Jahres 1990 zu verringern.

Die Stadt Bingen unterstützt dieses Ziel und hat sich mit Beschluss des Rates am 05. Februar 2013 ein eigenes, zeitnäheres Ziel gesetzt:

„Reduzierung der Emission von klimarelevanten Schadgasen (CO₂-Äquivalente) in der Summe aus allen Handlungsfeldern des Klimaschutzkonzepts, mit Ausnahme der durch den Nutzverkehr verursachten Emissionen, um 50 % im Jahr 2030 bezogen auf das Bilanzjahr des Klimaschutzkonzepts 2010“

Das vorliegende „Integrierte Klimaschutzkonzept“ sowie die Klimaschutzteilkonzepte „Integrierte Wärmenutzung“ und „Erschließung Erneuerbarer-Energien Potenziale“ für die Stadt Bingen wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert. Das Konzept wurde von den politischen Gremien und der Verwaltung der Stadt Bingen initiiert und in Zusammenarbeit mit der Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen (TSB), einem Aninstitut der Fachhochschule Bingen, und dem Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) am Umweltcampus in Birkenfeld der Fachhochschule Trier, entwickelt.

Das integrierte Klimaschutzkonzept und die Teilkonzepte für die Stadt Bingen in Verbindung mit dem Beschluss der Umsetzung und konkreten Klimaschutzziele soll den Akteuren in der Stadt (insbesondere den politischen Gremien und der Verwaltung) helfen, richtungsweise Entscheidungen zu treffen und Projekte anzugehen, die den bereits angestoßenen Prozess für mehr Klimaschutz, weniger Energieverbrauch mehr Effizienz, Wertschöpfung und Erneuerbare Energien zu intensivieren.

Die wesentlichen Inhalte des folgend zusammengefassten Klimaschutzkonzepts waren:

1. Identifikation von bisherigen Klimaschutzaktivitäten und relevanten Akteuren
2. Erstellung einer Energie- und CO₂e-Bilanz
3. Ermittlung von Einsparpotenzialen
4. Identifikation von Potenzialen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie KWK
5. Akteursbeteiligung: Durchführung von Arbeitsgruppen und Workshops; partizipative Ideenfindung
6. Entwicklung und Abstimmung eines Maßnahmenkatalogs sowie einer Prioritätenliste
7. Entwicklung eines Konzeptes für die Öffentlichkeitsarbeit und für das Klimaschutz-Controlling

Basisjahr des Konzeptes ist das Jahr 2010, einige Daten zu Energieverbrauch und Statistik (Gebäude, Branchen, Kfz-Zulassung,...) konnten nicht explizit für das Bilanzjahr ermittelt werden und wurden trotz abweichender Bezugsjahre (alle im Zeitraum 2008-2011) im Konzept für das Basisjahr 2010 verwendet.

Zielhorizont des Konzeptes ist das Jahr 2030. Entwicklungsszenarien wurden bis in das Jahr 2050 projiziert, um einen Blick in die weitere Zukunft zu ermöglichen.

Bezugsjahr für die Zielsetzung ist abweichend zu den Zielen der Bundesregierung das Basisjahr 2010. Ältere Energie- und CO₂e-Bilanzen lagen nicht vor.

Die wichtigsten Ergebnisse aus den oben genannten Schwerpunkten sind im Folgenden zusammengefasst:

Erstellung einer Energie- und CO₂e-Bilanz:

Im Bezugsjahr 2010 wurden durch den Energieverbrauch von rund 764.000 MWh_f (ohne Nutzverkehr: 522.000 MWh_f/a) in der Stadt Bingen 303.000 Tonnen (ohne Nutzverkehr: 213.000 t/a) CO₂e emittiert.

Die Bilanzierung ergab sektorenübliche Emissionswerte, die abgesehen von wenigen sektorellen Abweichungen (bspw. Nutzverkehr) als üblich für die Größenordnung der Stadt interpretiert werden können. Der Schwerpunkt des Energieverbrauchs und der CO₂e-Emissionen liegen bei den privaten Haushalten (insbesondere Wärmeverbrauch). Private Haushalte verursachen 44 %, Industrie und Gewerbe 31 % der Emissionen. Der Anteil der öffentlichen Einrichtungen liegt bei etwa 2 Prozent, die der städtischen Einrichtungen bei 3 %. Der Nutzverkehr bleibt in den Prozentwerten unberücksichtigt.

Eine Ausnahme bildet die Mobilität mit sehr hohen CO₂e-Emissionen beim Nutzverkehr, bedingt durch die extrem günstige Lage der Stadt Bingen an den Bundeautobahnen A61/A60 und ihrer Randlage zur Metropolregion Frankfurt Rhein-Main.

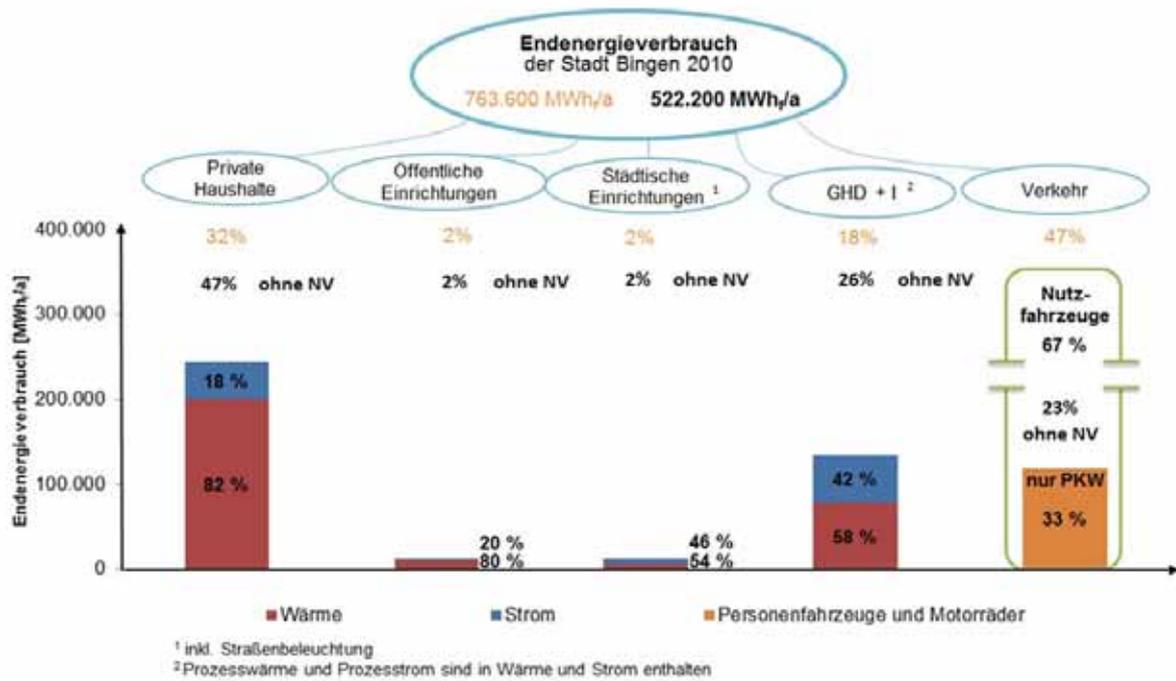


Abbildung 13-1 Bilanz Endenergieverbrauch in der Stadt Bingen 2010

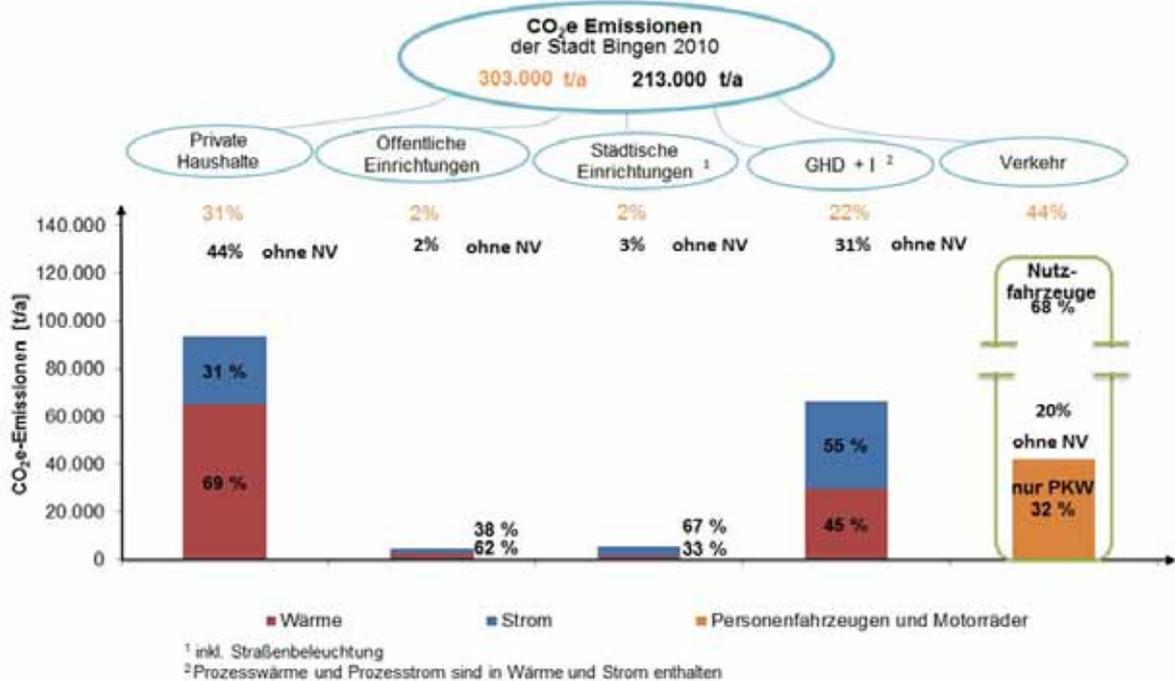


Abbildung 13-2 CO₂e-Emissionsbilanz der Stadt Bingen 2010

In der nachstehenden Abbildung 13-3 sind die sektorübergreifenden Energieaufwendungen für die Hauptenergieträger nach üblichen Endenergieverbraucherpreisen abgeschätzt. Die Darstellung basiert auf den Endenergieverbräuchen des Jahres 2010.

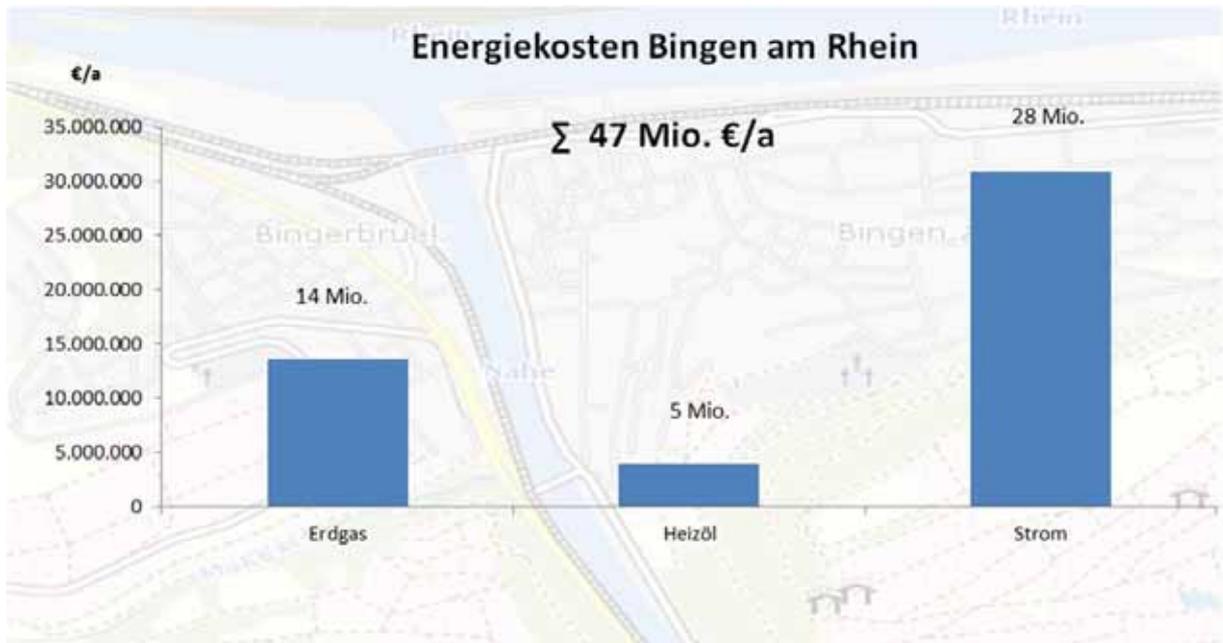


Abbildung 13-3 Energiekosten in der Stadt Bingen nach Hauptenergieträger 2010 (geschätzt)

Ermittlung von Einsparpotenzialen:

Hohe wirtschaftliche Einsparpotenziale bestehen insbesondere im Bereich der Wärmeversorgung bei privaten Haushalten. Hieraus ergibt sich ein Schwerpunkt für die Akteursbeteiligung und die Entwicklung von Maßnahmen. Das Einsparpotenzial bei kommunalen Gebäuden im Bereich Wärmeversorgung beträgt 40 %. Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Gesamteinsparpotenzial von 49 %. Im Bereich Strom ergeben sich Einsparpotenziale von 58 % (Sanierung auf Standard des EnEV Vergleichskennwertes) beziehungsweise 65 % (verbesserter Standard um 20 % gegenüber dem EnEV Vergleichskennwertes). Im Gewerbe-, Handel-, Dienstleistungs- und Industrie-Sektor ergeben sich wirtschaftliche Einsparpotenziale im Bereich Wärme von 13.000 MWh_t/a (16 %) und im Bereich Strom von 10.800 MWh_{el}/a (19 %).

Für alle Sektoren und Handlungsfelder wurde eine mögliche Entwicklung („Szenarien“) aufgestellt. Für jeden Bereich wurden mindestens ein Trend und ein ambitioniertes Szenario für die Umsetzung (Klimaschutz-Szenario) gezeigt. Die Szenarien sind sowohl für den Endenergieverbrauch als auch für die Entwicklung der CO₂e-Emissionen ausgearbeitet. Sie werden, soweit diese identifiziert und quantifiziert wurden, den Potenzialen gegenübergestellt. Die Szenarien dienen dazu, den politischen Entscheidungsprozess für die Findung eines quantifizierbaren Klimaschutzziels zu unterstützen.

Erneuerbare Energienpotenziale:

Im Bereich der Erneuerbaren Energien hat die Stadt Bingen vor allem im Bereich Windkraft und Solarenergie hohe Potenziale. Durch deren Erschließung besteht nicht nur die Möglichkeit deutliche CO₂e-Einsparungen zu realisieren, sondern auch eine massive regionale Wertschöpfung zu erzielen. Um dies zu erreichen, müssen zwingend regionale Akteure die Umsetzung gestalten und durchführen. Die Stadt bzw. Stadtwerke könnten somit als Betreiber von PV-Anlagen auf kommunalen Dächern sowie in der Freifläche auftreten und ein Hauptakteur bei der Umsetzung von Windkraftanlagen darstellen. Bei Großanlagen sollte immer darauf geachtet werden, dass eine Bürgerbeteiligung ermöglicht wird. Dadurch wird die Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung gesteigert und die auftretenden Finanzströme in der Region gebunden.

Die Stadtverwaltung sowie der Stadtrat sind zur Zeit in einer Zielfindungsdiskussion. Inhaltlich sollen Ziele zur CO₂e Reduktion definiert werden die bis zum Jahr 2030 erreicht werden können. Davon ausgehend wird im Klimaschutzkonzept ein Szenario entwickelt, welches als Empfehlung an die Stadt gerichtet ist und somit einen möglichen Zielhorizont aufweist.

Im Bereich der Erneuerbaren Energien wurde folgende Entwicklung zu Grunde gelegt:

Tabelle 13-1 Übersicht der Erneuerbaren Energien Potenziale

Ausbauszenarien Erneuerbare Energie				
Bereich	Technisches Potenzial	Bestand 2010	Ausbauszenario	
	Gesamt		2020 2030	CO ₂ Reduktion ab 2030
Wind	72.000 kW	0 kW	42.000 kW 27.000 kW	40.770 t/a
PV - Dach	99.543 kW _p	5.000 kW _p	linear 50.000 kW _p	19.887 t/a
PV - FFA	20.655 kW _p	400 kW _p	1.300 kW _p 4.700 kW _p	4.077 t/a
Solarthermie	93.716 m ²	1.372 m ²	linear 45.000 m ²	1.622 t/a
Biogas (KWK)	390 kW	0 kW	200 kW 190 kW	1.978 t/a
Gesamte CO₂ Einsparung				68.334 t/a

Windkraft

- Der Ausbau erfolgt in 2 Stufen, bei der zum einen 18 Anlagen mit durchschnittlich 2,3 MW (~42 MW) bis 2020 und zum anderen in der darauffolgenden Dekade 6 Anlagen á 4,5 MW (~27 MW) zugebaut werden.

PV – Dach:

- In den letzten Jahren erfolgte ein starker Ausbau von Photovoltaikanlagen, vor allem im Bereich der privaten Haushalte. Es wurde ein linearer Zubau von ca. 2 % angenommen, aufgrund der Tatsache, dass die Eigenstromnutzung, aufgrund der steigenden Strompreise, in Zukunft immer stärker an Bedeutung gewinnen wird.

-

PV – FFA:

- Die Analyse zeigt EEG-vergütungsfähige Standorte auf. Während der Untersuchung wurden Restriktionen sowie Ausrichtung und Neigung jeder einzelnen Fläche betrachtet. Die Resultate wurden mit der Stadt diskutiert, mit dem Ergebnis, dass mehrere Flächen in den folgenden Jahren detaillierter zu prüfen und ggf. umzusetzen sind.

Solarthermie:

- Auch hier wurde ein linearer Zubau von 2 % angenommen. Die steigenden Preise fossiler Energieträger, die verbesserten Förderbedingungen von Bund und Land sowie das stärkere Bewusstsein innerhalb der Bevölkerung wird dazu führen, dass ein verstärkter Ausbau von Solarthermieanlagen stattfindet.

Biogas:

- Unter der Prämisse, dass vereinzelt auch kleinere Nahwärmeverbünde entstehen könnten, wurde angenommen, dass auf Basis von Biogas eine Grundlast des Wärmeverbrauchs gedeckt wird.

Akteursbeteiligung:

Die Akteursbeteiligung erfolgte auf verschiedenen Ebenen. Hierzu zählen zum Beispiel politische Gremien, Verwaltung, Projektleitung, Einzelgespräche, Workshops und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Gremien in der Stadt Bingen legen strategische Ziele zur Umsetzung und Steuerung des Klimaschutzkonzeptes fest. Die Ergebnisse des Klimaschutzkonzeptes wurden vorab in Abstimmungsgesprächen und Ausschüssen beraten (siehe nachstehende Tabelle 13-2). Eine abschließende Beschlussfassung durch den Rat der Stadt Bingen erfolgte am 05. Februar 2013.

Tabelle 13-2 Termine

Termin	
10.05.2011	Auftaktworkshop (Gremien und Verwaltung)
12.01.2012	Vorstellung der Zwischenergebnisse im Haupt- und Finanzausschuss
06.09.2012	Abschlusspräsentation im Haupt- und Finanzausschuss
16.10.2012	1. Beratung über Klimaschutzziel
20.11.2012	2. Beratung über Klimaschutzziel

Die Erstellung und Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes obliegt der Abteilung Wirtschaftsförderung. Der Fachbereichs-/Abteilungsleiter und seine MitarbeiterInnen waren jederzeit an

der Konzepterstellung beteiligt und informierten, je nach Belang, ämterübergreifend in der Verwaltung.

Regelmäßig fanden Abstimmungsgespräche zwischen der Projektleitung der Stadt Bingen und der Projektleitung des Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement und der Transferstelle Bingen als Konzeptentwickler statt.

Im Rahmen der Konzepterstellung fanden Einzelgespräche mit allen relevanten Mitarbeitern in der Verwaltung und weiteren regionalen Akteuren statt.

Im Rahmen von themenspezifischen Workshops zu den Themen Energieeffizienz in KMU, Kommunales Energiemanagement, Beschaffung, Klimaschutz in Bildungseinrichtungen und Energieeinsparung in Wohngebäuden wurden engagierte Akteure identifiziert. Neben den Workshops fanden Abstimmungen und Expertengespräche mit unterschiedlichsten Institutionen statt, die direkt oder indirekt mit dem Handlungsfeld Energie- und Klimaschutz befasst sind. Im Workshop „Energieeffizienz in KMU“ wurden mehrere Projektideen im Bereich der Vernetzung und Beratung sowie über Fördermöglichkeiten diskutiert. Hier sahen die Teilnehmer die Notwendigkeit, diese Ideen koordiniert voranzubringen. Im Rahmen des Workshops „Kommunales Energiemanagement“ wurden Inhalte und Möglichkeiten, Vor- und Nachteile des Einsatzes eines Kommunalen Energiemanagementsystems diskutiert. Die Teilnehmer des Workshops „Beschaffung“ sahen die Einführung einer umweltfreundlichen Beschaffungsrichtlinie als sinnvoll an, um beispielsweise einen Modernisierungstau in städtischen Wohnungen zu mindern. Des Weiteren wurde die Anschaffung von umweltfreundlichen Dienstfahrzeugen diskutiert, da hier bereits Erfolge zu verzeichnen sind.

Im Workshop Klimaschutz in Bildungseinrichtungen wurde die Durchführung von Projekttagen zum Thema Klimaschutz, Erneuerbare Energien und Energieeffizienz als wichtig erachtet. Hierfür wurden Schulträger und die Stadt als bedeutende Partner aus Sicht der Schulen identifiziert. Auch die Bildung von Klimaschutzteams, bestehend aus Internen (Lehrer, Schüler, Hausmeister) sowie Externen (Träger, Stadt, Wissenschaft und Wirtschaft) wurde als ein erster wichtiger Schritt zur erfolgreichen Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen dargestellt. Wichtige Ergebnisse waren in dem Workshop „Wohngebäude“, zum Beispiel, dass Bedürfnis nach Pilotprojekten und guten Beispielen in der Stadt Bingen sowie Schaffung von Strukturen für eine Einstiegsenergieberatung.

Öffentlichkeitskonzept

Im Rahmen der Konzepterstellung wurden die bestehenden Strukturen untersucht. Die Stadt Bingen nutzt hier verschiedene Kanäle, um Akteure zu informieren. Neben Social Media Communities, werden auch Zeitungen und Zeitschriften genutzt. Auf diese Struktur kann und sollte für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes zurück gegriffen werden.

Der Landkreis Mainz-Bingen, der in Kooperation mit den Kreisen Bad-Kreuznach und Alzey-Worms ebenfalls ein Klimaschutzkonzept entwickelt, definiert im Bereich Öffentlichkeitsarbeit Dachkampagnen und Initiativen an die sich die Stadt angliedern könnte. Auch ein Corporate Design steht in der Region Rheinhessen-Nahe zur Diskussion, um ein einheitliches Auftreten bei der Umsetzung zu gewährleisten. Jedoch sollte die Stadt auch eigene Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit in Angriff nehmen. Hierzu wurden im Maßnahmenkatalog verschiedene Ideen und Ansätze gelistet.

Maßnahmenkatalog und Prioritätenliste:

Bei der Entwicklung des Maßnahmenkatalogs wurden die Schwerpunkte Information und Kommunikation, Erneuerbare Energien und Energieversorgung, Energieeffizienz, übergreifende Maßnahmen und sonstige Maßnahmen, die nicht den vorgenannten Schwerpunkten zuzuordnen sind, berücksichtigt. Im Vordergrund standen Maßnahmen, mit denen sich mit geringen Mittelausgaben Maßnahmen anstoßen lassen, um Emissionsminderungen zu erreichen. Hier bietet sich vor allem der Bereich Netzwerkbildung, Kampagnen, Öffentlichkeitsarbeit an. Beispiele sind der Aufbau eines Klimaschutznetzwerkes, Kampagnen für Energieeffizienzmaßnahmen und Ausbau erneuerbarer Energien sowie die Durchführung von Aktionen im Bereich der Mobilitätsberatung. Zur Finanzierung der Maßnahmen können weitere Akteure (zum Beispiel Kammern und Wirtschaftsverbände, Energieversorger, Finanzinstitute) mit einbezogen und als Sponsoren gewonnen werden. Der Arbeitskreis der lokalen Agenda und die neu gegründete Bürgergenossenschaft Rhein-Nahe Energie, die EDG mbH und die FH Bingen mit ihren Instituten können Partner der Verwaltung in der Umsetzungsphase darstellen. Für die operative Maßnahmenkoordination und –umsetzung ist die Einstellung eines Klimaschutzmanagers für die Stadt Bingen nahezu unabdingbar.

Die wichtigsten Maßnahmen wurden in einer Prioritätenliste zusammengefasst und können dem Anhang entnommen werden.

Fazit

Wie das vorliegende Klimaschutzkonzept aufzeigt, zeigen die Ergebnisse der Energie- und CO₂e-Bilanz übliche Verbrauchs- und Emissionswerte. Die Ausnahme stellt der Sektor Mobilität, speziell der Nutzverkehr, dar.

Die Potenzialanalyse zeigt auf mögliche Entwicklungen für Energieeinsparung und die Nutzung erneuerbarer Energien auf, die zur Minderung der Emissionen führen können. Wege zur Minderungen der Emissionen werden im Maßnahmenkatalog ausgearbeitet.

Die folgende Abbildung zeigt die Gegenüberstellung von Bilanz (Verbräuche 2010) und Potenzialen in den Bereichen der Wärme- und Stromversorgung:

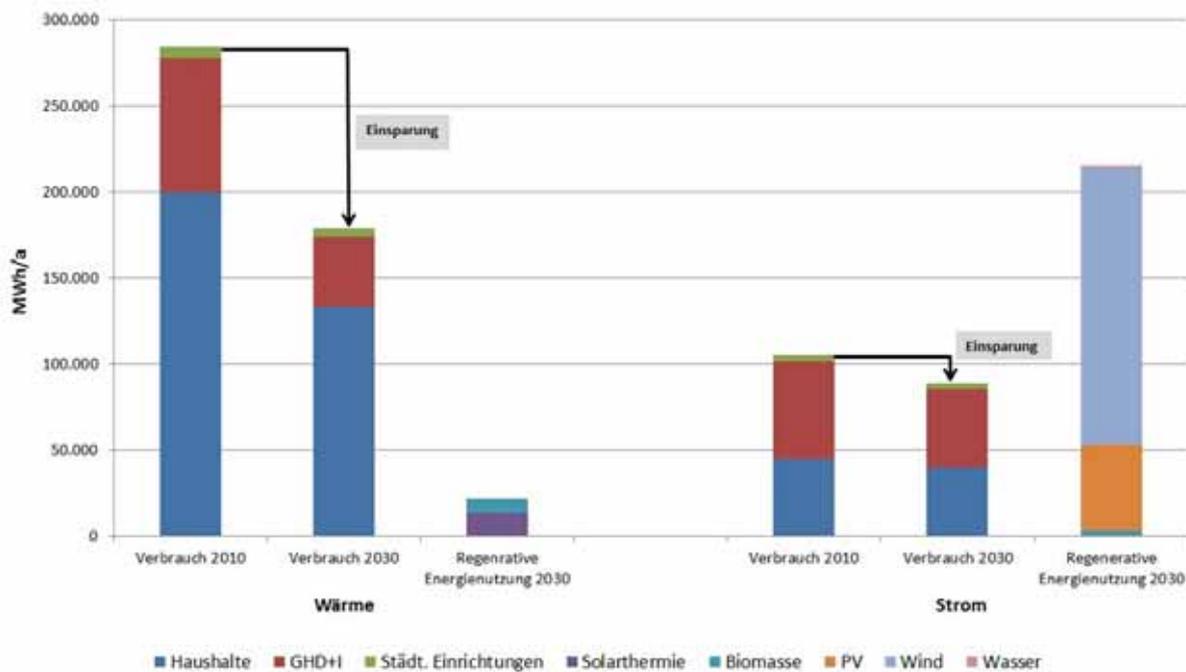


Abbildung 13-4 Gegenüberstellung Bilanz (Verbrauch 2010) und Potenziale Wärme- und Stromversorgung der Stadt Bingen

Die Abbildung 13-4 zeigt, dass im Bereich der Wärmeversorgung große wirtschaftliche Potenziale zur Verbrauchminderung bestehen. Die Nutzung von Erneuerbaren Energien (EE) zur Wärmeerzeugung hingegen zeigt vergleichsweise wenig lokale, umsetzungsnahe Potenziale. Im Bereich der Stromversorgung zeigt sich ein anderes Bild: Während die eruierten wirtschaftlichen Potenziale zur Verbrauchminderung vergleichsweise klein sind, gibt es ein enormes Potenzial zur Stromeigenerzeugung aus EE.

Aus den beschriebenen Ergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Die Umsetzung der Potenziale zur Energieeffizienz hat den größten Klimaschutzeffekt, neben dem Ausbau der Erneuerbaren Stromversorgung. Aufgrund des fehlenden unmittelbaren Einflusses der Stadt Bingen zur Aktivierung von Einsparpotenzialen im Bereich des Wärme- und Stromverbrauchs im Sektor der privaten Haushalte und dem Gewerbe-, Handel, Dienstleistungs- und Industriesektor müssen Maßnahmen im Bereich Öffentlichkeitsarbeit umgesetzt werden.

- Im Bereich der Erneuerbaren Energien hat die Stadt Bingen insbesondere hohe Potenziale im Bereich Windkraft und Solarenergie. Durch Erschließung dieser besteht nicht nur die Möglichkeit deutlich CO₂e-Einsparungen zu realisieren, sondern auch eine massive regionale Wertschöpfung zu erzielen. Um dies zu erreichen müssen zwingend regionale Akteure die Umsetzung gestalten und durchführen.
- Aufgrund des relativ kleinen Anteils der Emissionen in den öffentlichen Einrichtungen müssen zur Aktivierung von Einsparpotenzialen im Bereich des Strom- und Wärmeverbrauchs, aber auch im Bereich des Personenverkehrs Maßnahmen im Bereich Kampagnen, Förderungen und Öffentlichkeitsarbeit umgesetzt werden. Dieses ist ein zeitaufwendiges Unterfangen. Hier bedarf es eines „Kümmerers“.
- Die Stadt Bingen lässt derzeit ein Klimaschutzteilkonzept „Klimaschutz in den eigenen Liegenschaften“ erstellen. Die Umsetzung dieses Teilkonzepts und auch die Modernisierung der Straßenbeleuchtung und weitere eigene Investitionen können langfristig eine CO₂e-neutrale Verwaltung entwickeln. Diese Bausteine sind weiter zur Wahrung der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand und zur Glaubwürdigkeit bei dem Bestreben, Dritte zu Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen zu motivieren, wichtig.
- In der Umsetzungsphase sind funktionierende Zuständigkeiten und Organisationsstrukturen wichtig. Hier empfehlen wir die Einführung einer Lenkungsgruppe als Aufsichts- und Steuerungsorgan für einen Klimaschutz-Prozess. Die Verantwortlichkeit sollte bei einem Klimaschutzmanager (s.u.) liegen, der im entsprechenden Fachbereich der Stadtverwaltung Bingen eingegliedert ist. Die zuständigen Verwaltungsmitarbeiter für Wirtschaftsförderung und Öffentlichkeitsarbeit sollten kontinuierlich in den Umsetzungsprozess integriert und informiert werden
- Klimaschutzmanager: Wir empfehlen Ihnen die Schaffung der Stelle eines Klimaschutzmanagers in Vollzeit. Die beschriebenen Aufgaben, insbesondere die Aktivierung von Einsparpotenzialen im Bereich des Strom- und Wärmeverbrauchs bei Dritten sind sehr zeitaufwendig und können nur mit einer neuen Stelle erfolgreich umgesetzt werden.

Umsetzung konkreter Ziele bis 2030, abgeleitet aus den Szenarien (priorisiert):

1. Umsetzung Klimaschutzszenario: Einsparung Wärme- und Stromverbrauch Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie (etwa 46.200 t CO₂e/a)
2. Ausbau der Windenergie (Klimaschutzpotenzial: etwa 40.800 t CO₂e/a)
3. Ausbau Solarstromerzeugung (Klimaschutzpotenzial: etwa 24.000 t CO₂e/a)
4. Umsetzung Klimaschutzszenario Einsparung Strom- und Wärmeverbrauch in den städtischen Einrichtungen und der Straßenbeleuchtung (Klimaschutzpotenzial: etwa 1.400 t CO₂e/a)
5. Verstärkte Umstellung auf ÖPNV und alternative Antriebe im Personenverkehr (Klimaschutzpotenzial: 14.500 t CO₂e/a)

Die beschriebenen Teilziele führen zu einer Reduktion der Treibhausgase um etwa 127.000 t CO₂e/a im Jahr 2030. Die weiteren Klimaschutzeffekte (in Summe etwa 3.500 t CO₂e/a) resultieren aus einer Änderung des Wärmemixes (Ausbau Solarthermie und Biomassenutzung) sowie aus Strom- und Wärmeverbrauchsentwicklungen, die sich im Trend ergeben.

14 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Entwicklung der Energiedaten bis 2050	1
Abbildung 2-1: Ganzheitliche und systemische Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements	4
Abbildung 2-2: Struktureller Aufbau des Klimaschutzkonzeptes	7
Abbildung 3-1 Aufteilung Stromverbrauch nach Sektoren 2010	13
Abbildung 3-2 Lokaler Strommix Stadt Bingen 2010	15
Abbildung 3-3 Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte 2010	17
Abbildung 3-4 Aufteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte 2010....	17
Abbildung 3-5 Vergleich Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen private Haushalte 2010	18
Abbildung 3-6 Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, städtische Liegenschaften 2010	20
Abbildung 3-7 Aufteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, städtische Liegenschaften 2010	21
Abbildung 3-8 Vergleich Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen städtische Liegenschaften 2010	22
Abbildung 3-9 Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen 2010.....	23
Abbildung 3-10 Aufteilung Stromverbrauch öffentliche Einrichtungen 2010.....	24
Abbildung 3-11 Aufteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen 2010	25
Abbildung 3-12 Vergleich Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen öffentliche Liegenschaften 2010	26
Abbildung 3-13 Endenergieverbrauch Wärme-, Kälte- und Stromversorgung, GHD + I 2010	29
Abbildung 3-14 Aufteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD+I 2010.....	31
Abbildung 3-15 Aufteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, GHD+I 2010	32
Abbildung 3-16 Vergleich Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen GHD + I 2010.....	32
Abbildung 3-17 Verteilung PKW auf Größenklassen in Deutschland	35
Abbildung 3-18 Verteilung Fahrzeuge in Bingen entsprechend der Zulassungsstatistik 2010	37
Abbildung 3-19 Antriebsart der Fahrzeuge in Bingen.....	38
Abbildung 3-20 Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugart 2010	39

Abbildung 3-21 CO ₂ e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugart 2010	40
Abbildung 3-22 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger (inklusive Nutzverkehr), Gesamtbilanz	42
Abbildung 3-23 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger (inklusive Nutzverkehr), Gesamtbilanz	43
Abbildung 3-24 Endenergiebilanz nach Sektoren und Nutzung (Prozentangaben gerundet) 2010	44
Abbildung 3-25 CO ₂ e-Bilanz nach Sektoren und Nutzung 2010	45
Abbildung 3-26 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern, Private Haushalte 1990	48
Abbildung 3-27 Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen nach Energieträger 1990	50
Abbildung 3-28 Aufteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger öffentliche Einrichtungen 1990	50
Abbildung 3-29 Endenergieverbrauch GHD+I 1990	52
Abbildung 3-30 Aufteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger GHD+I 1990	53
Abbildung 3-31 Entwicklung des Verbrauch von Diesel- und Ottomotoren.	54
Abbildung 3-32 Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugart 1990	55
Abbildung 3-33 CO ₂ e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugart 1990	55
Abbildung 3-34 Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz 1990.....	56
Abbildung 3-35 CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz 1990.....	57
Abbildung 3-36 Vergleich Endenergieverbrauch nach Sektoren und Nutzung – Referenzjahr 1990	57
Abbildung 3-37 CO ₂ e-Emissionen nach Sektoren und Nutzung – Referenzjahr 1990	58
Abbildung 3-38 Vergleich Endenergieverbrauch nach Energieträgern, 1990 und 2010.....	60
Abbildung 3-39 Vergleich CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, 1990 und 2010.....	61
Abbildung 4-1 Schematische Darstellung des Nahwärmenetzes im Neubaugebiet Bubenstück – Bingen/Büdesheim.....	62
Abbildung 4-2 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch, Raumheizung und Trinkwassererwärmung in privaten Haushalten (Teilkonzept Wärme).....	65
Abbildung 4-3 Endenergieverbrauch zur Wärmeherzeugung in den privaten Haushalten nach Stadtteilen (Teilkonzept Wärme)	67
Abbildung 4-4 Anteile der Energieträger an CO ₂ e-Emissionen, private Haushalte Wärmeversorgung	68
Abbildung 4-5 Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte 2010 Wärmeversorgung	69

Abbildung 4-6 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch für Raumheizung und Trinkwassererwärmung, städtische Liegenschaften.....	71
Abbildung 4-7 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch für Raumheizung und Trinkwassererwärmung, öffentliche Liegenschaften	73
Abbildung 4-8 Anteile der Energieträger an den CO ₂ e-Emissionen, städtische Liegenschaften	74
Abbildung 4-9 Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, städtische Liegenschaften 2010	75
Abbildung 4-10 Anteile der Energieträger an den CO ₂ e-Emissionen, öffentliche Liegenschaften	76
Abbildung 4-11 Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, öffentliche Liegenschaften 2010.....	77
Abbildung 4-12 Endenergieverbrauch Wärmeversorgung nach Wirtschaftszweigen	80
Abbildung 4-13 Endenergieverbrauch Kälteversorgung nach Wirtschaftszweigen	81
Abbildung 4-14 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung in GHDI.....	82
Abbildung 4-15 CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger GHD + I 2010	83
Abbildung 4-16 Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, GHD + I 2010	84
Abbildung 4-17 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen Stadt 2010	85
Abbildung 4-18 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Bingerbrück 2010	86
Abbildung 4-19 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Büdesheim 2010.....	87
Abbildung 4-20 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Dietersheim 2010	88
Abbildung 4-21 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Dromersheim 2010	89
Abbildung 4-22 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Gaulsheim 2010	90
Abbildung 4-23 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Kempton 2010	90
Abbildung 4-24 Jahreswärmeverbrauch und Dichte des Wärmeverbrauchs in Bingen-Sponsheim 2010.....	91
Abbildung 4-25 Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch, Gesamtbilanz 2010 ...	93
Abbildung 4-26 Anteile der Energieträger an den CO ₂ e-Emissionen, Gesamtbilanz 2010 ...	94

Abbildung 4-27 Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, Gesamtbilanz 2010.....	95
Abbildung 4-28 Verteilung Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung nach Sektoren	96
Abbildung 4-29 Verteilung CO ₂ e-Emissionen zur Wärmeversorgung nach Sektoren 2010 ..	97
Abbildung 4-30 Endenergieverbrauch nach Energieträger private Haushalte 1990.....	99
Abbildung 4-31 CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger private Haushalte 1990.....	100
Abbildung 4-32 Endenergieverbrauch nach Energieträger öffentliche Einrichtungen 1990	101
Abbildung 4-33 CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger öffentliche Einrichtungen 1990	101
Abbildung 4-34 Verteilung Endenergieverbrauch auf Energieträger GHD + I 1990	102
Abbildung 4-35 Verteilung CO ₂ e-Emissionen auf Energieträger	103
Abbildung 4-36 Vergleich Endenergie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, 1990 und 2010	105
Abbildung 4-37 Vergleich Endenergieverbrauch nach Energieträgern, 1990 und 2010.....	106
Abbildung 4-38 Vergleich CO ₂ e-Emissionen nach Energieträgern, 1990 und 2010.....	107
Abbildung 4-39 Endenergieverbrauch Wärme nach Sektoren in der Stadt Bingen 2010	109
Abbildung 5-1 Entwicklung Endenergieverbrauch Strom im Sektor Haushalte in der Stadt Bingen	112
Abbildung 5-2 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Strom im Sektor Haushalte in der Stadt Bingen	113
Abbildung 5-3 Jahresstromverbrauch Bestand im Vergleich mit Annahmen zur Einsparung	117
Abbildung 5-4 Entwicklung Endenergieverbrauch Strom Kommunale Gebäude in Bingen	119
Abbildung 5-5 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Strom in städtischen Gebäuden in Bingen..	120
Abbildung 5-6 Natriumdampflampe	121
Abbildung 5-7 LED Straßenlampe warmweiß-kaltweiß	122
Abbildung 5-8 Leuchtmittelverteilung.....	125
Abbildung 5-9 Variantenvergleich.....	127
Abbildung 5-10 Szenarientwicklung Stromverbrauch Straßenbeleuchtung.....	129
Abbildung 5-11 Szenarientwicklung CO ₂ e-Emissionen Straßenbeleuchtung.....	129
Abbildung 5-12 Einsparpotenzial Endenergieverbrauch für Strom TGA nach Wirtschaftszweigen in Bingen 2010.....	132
Abbildung 5-13 Endenergieverbrauch Strom – Szenario bis 2050	133
Abbildung 5-14 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Strom im Sektor GHD+I	134
Abbildung 5-15 Übersicht Endenergiebedarf und Einsparpotenziale des Wohngebäudebestands der Stadt Bingen.....	135

Abbildung 5-16 Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme im Sektor Private Haushalte	136
Abbildung 5-17 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Wärme der Haushalte in Bingen	137
Abbildung 5-18 Endenergieverbrauch Wärme Bestand im Vergleich mit dem Annahmen zur Einsparung	140
Abbildung 5-19 Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung, Darstellung nach www.holger-marx.info	141
Abbildung 5-20 Entwicklung des Endenergieverbrauchskennwertes	143
Abbildung 5-21 Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme	144
Abbildung 5-22 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Wärme in städtischen Gebäuden	145
Abbildung 5-23 Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme im Sektor GHD+I	147
Abbildung 5-24 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Wärme im Sektor GHD+I	148
Abbildung 5-25 Wirtschaftliches Einsparpotenzial in Bingen für GHD und Industrie	150
Abbildung 5-26 Szenario Personenverkehr Stadt Bingen	156
Abbildung 6-1 Landnutzung in der Stadt Bingen mit Stadtwald Bingen	163
Abbildung 6-2: Aufteilung der Anbauflächen für Ackerfrüchte in der Stadt Bingen (Zahlen von 2007/2010)	163
Abbildung 6-3: Technische Biomassepotenziale	175
Abbildung 6-4: Ausbau-Biomassepotenziale	176
Abbildung 6-5: Technische Potenziale und Ausbaupotenziale im Vergleich	176
Abbildung 6-6: Windpotenzialflächen der Stadt Bingen mit den Windgeschwindigkeiten ab 5,5 m/s und Naturschutzgebieten	182
Abbildung 6-7: Anlagenstandorte im Windpark (Flachland)	183
Abbildung 6-8: Repowering eines eindimensionalen Windparks	185
Abbildung 6-9 Gewässer im Stadtgebiet Bingen	195
Abbildung 6-10 Anlagen-Übersicht	197
Abbildung 6-11 Pegel der Nahe am Messpunkt in Grolsheim	199
Abbildung 6-12 Strömungsgeschwindigkeit an der Teststelle der KSB-Flussturbine	199
Abbildung 6-13 Beispielhafte Leistungsverläufe eines Strömungskraftwerks bei einem Rotordurchmesser von 1,5 m und 2,5 m	200
Abbildung 6-14 Strömungsgeschwindigkeit und Wassertiefenmessung des Wasserschifffahrtsamt Bingen mittlerer Wasserstand, Messstelle Bingen	201
Abbildung 6-15 Strömungsgeschwindigkeit und Wassertiefenmessung des Wasserschifffahrtsamt Bingen niedriger Wasserstand, Messstelle Bingen, Rhein	202
Abbildung 6-16 Flussturbine der KSB AG	203

Abbildung 6-17 Strom-Boje.....	204
Abbildung 6-18 Maßstabsmodell einer P.E.A.C.E-Power-Turbine	205
Abbildung 6-19 Rotationskörper	206
Abbildung 6-20 Wasserwirbelkraftwerk	206
Abbildung 6-21 Jahreszeitliche Temperaturschwankungen der oberen Erdschichten	208
Abbildung 6-22 Geothermisches Heizkraftwerk in Landau.....	211
Abbildung 6-23 Schema ORC-Prozess	213
Abbildung 6-24 Temperaturverteilung in 2.000 m Tiefe in Deutschland (LIAG, 2011)	216
Abbildung 6-25 Ausschnitt Temperaturfeld in 2.000 m Tiefe.....	218
Abbildung 6-26 Hydrothermale Vorkommen in Deutschland.....	219
Abbildung 6-27 Lage Erlaubnisfeld Gau Algesheim	221
Abbildung 6-28 Vergleich CO ₂ e Emissionen Geothermie und Konventionell	224
Abbildung 6-29 Erdwärmekollektoranlage	225
Abbildung 6-30 Erdwärmesonde	226
Abbildung 6-31 Erdwärmenutzung mittels Grundwasser.....	227
Abbildung 6-32 Schema Kompressionswärmepumpe.....	228
Abbildung 6-33 Beispielhafte Leistungskurve einer Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmequellen- und Senkentemperatur. Werte basieren auf Herstellerangaben nach	229
Abbildung 6-34 Geologische Übersichtskarte mit rot markierten Bohrungen über 100m....	231
Abbildung 6-35 Grundwasserergiebigkeit im Stadtgebiet Bingen.....	232
Abbildung 6-36 Kritische (orange) und unkritische (grün) Gebiete im Stadtgebiet Bingen..	234
Abbildung 7-1 Technisches Einsparpotenzial nach Stadtteilen der Stadt Bingen	240
Abbildung 7-2 Technisches Einsparpotenzial nach Baualtersklassen.....	241
Abbildung 7-3 Wirtschaftliches Einsparpotenzial nach Stadtteilen der Stadt Bingen	243
Abbildung 7-4 Wirtschaftliches Einsparpotenzial Gebäudetypen	244
Abbildung 7-5 Übersicht Endenergiebedarf und Einsparpotenziale des Wohngebäudebestands der Stadt Bingen.....	245
Abbildung 7-6 Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung, Darstellung nach www.holger-marx.info.....	247
Abbildung 7-7 Endenergieverbrauch Wärme Bestand und Potenziale.....	252
Abbildung 7-8 Einsparpotenziale Endenergieverbrauch für Raumheizung nach Wirtschaftszweigen in Bingen 2010.....	253
Abbildung 7-9 Mehrfamilienwohnhaus.....	255

Abbildung 7-10 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Mehrfamilienhaus	256
Abbildung 7-11 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Altenheim	257
Abbildung 7-12 Schematische Darstellung einer Jahresdauerlinie für ein Hotel	259
Abbildung 7-13: Beispiele Abwärmequelle und –senke.....	263
Abbildung 7-14 Spezifischer Wärmeabsatz in Bingen-Büdesheim 2010.....	268
Abbildung 7-15 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim 2010.....	268
Abbildung 7-16 Spezifischer Wärmeabsatz in Bingen-Büdesheim.....	269
Abbildung 7-17 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim.....	270
Abbildung 7-18 Spezifischer Wärmeabsatz in Bingen-Büdesheim.....	270
Abbildung 7-19 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim.....	271
Abbildung 7-20 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim.....	271
Abbildung 7-21 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim.....	272
Abbildung 7-22 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim.....	272
Abbildung 7-23 Jahreswärmeverbrauch in Bingen-Büdesheim.....	273
Abbildung 7-24 schematisch Darstellung bestehendes Wärmenetz Neubaugebiet Bubenstück in Bingen-Büdesheim.....	274
Abbildung 9-1 Aufbau Maßnahmensteckbrief – Beschreibungsteil	284
Abbildung 9-2 Aufbau Maßnahmensteckbrief – Bewertungsteil	285
Abbildung 10-1 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Energien zum Jahr 2010.....	303
Abbildung 10-2 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbaren Stroms zum Jahr 2010.....	304
Abbildung 10-3 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Wärme zum Jahr 2010	305
Abbildung 10-4 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030	308
Abbildung 10-5 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms und aus Stromeffizienzmaßnahmen bis 2030	309
Abbildung 10-6 Kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Wärme und aus Wärmeeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030.....	310

Abbildung 10-7 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050.....	312
Abbildung 10-8 Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbaren Stroms und aus Stromeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050.....	313
Abbildung 10-9: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des installierten Anlagenbestandes erneuerbarer Wärme und aus Wärmeeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050.....	314
Abbildung 10-10 Profiteure der regionalen Wertschöpfung im Jahr 2050.....	315
Abbildung 11-1: Übersicht Controlling System.....	317
Abbildung 12-1: Aufbau des Klimaschutz-Kommunikations-Konzeptes.....	318
Abbildung 12-2: Zielgruppensegmente.....	320
Abbildung 12-3: klimafreundliche Urlaubsregion.....	323
Abbildung 12-4: Coporate Identity Bingen.....	327
Abbildung 12-5: Logobeispiele der Stadt Bingen.....	327
Abbildung 12-6: Internetplattform Bingen Stadt.....	329
Abbildung 12-7: Facebook-Profil der Stadt Bingen.....	331
Abbildung 12-8: Modernisierungsrechner, Sparkasse Bingen.....	337
Abbildung 12-9: Tourismus und Tagungsangebot Bingen.....	339
Abbildung 12-10: Internetauftritt des Bayrischen Bauernverbandes.....	342
Abbildung 12-11: Integration von Umweltaspekten in die Reiseplanung.....	343
Abbildung 12-12: Vermarktung Tourismusregion Bingen.....	344
Abbildung 12-13: Binger Wochenblatt.....	345
Abbildung 12-14: Arbeitslosenquote Stadt Bingen.....	346
Abbildung 12-15: Religionszugehörigkeit.....	347
Abbildung 12-16: Ziele der Klimaschutz-Kommunikation.....	349
Abbildung 12-17 Schwerpunkte der Klimaschutz-Kommunikation in Bingen.....	351
Abbildung 12-18: Kampagnen-Timing Sanierungskampagne.....	355
Abbildung 13-1 Bilanz Endenergieverbrauch in der Stadt Bingen 2010.....	359
Abbildung 13-2 CO ₂ e-Emissionsbilanz der Stadt Bingen 2010.....	359
Abbildung 13-3 Energiekosten in der Stadt Bingen nach Hauptenergieträger 2010 (geschätzt).....	360
Abbildung 13-4 Gegenüberstellung Bilanz (Verbrauch 2010) und Potenziale Wärme- und Stromversorgung der Stadt Bingen.....	365

15 Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1 Bilanzierungsprinzipien.....	11
Tabelle 3-2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte 2010 nach Energieträger.....	16
Tabelle 3-3 Aufteilung CO ₂ e-Emissionen nach Anwendungsbereich; private Haushalte 2010 (gerundete Werte)	19
Tabelle 3-4 Energie- und CO ₂ e-Bilanz städtische Einrichtungen 2010	20
Tabelle 3-5 Energie- und CO ₂ e-Bilanz öffentliche Einrichtungen 2010	23
Tabelle 3-6 Stromverbrauch öffentliche Einrichtungen 2010.....	24
Tabelle 3-7 Endenergieverbrauch nach Wirtschaftszweigen.....	28
Tabelle 3-8 Endenergieverbrauch GHD+I nach Anwendung und Energieträger.....	30
Tabelle 3-9 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz GHD-/ Industriesektor.....	31
Tabelle 3-10 Energie- und Emissionsbilanz Fuhrpark der Stadt Bingen am Rhein.....	36
Tabelle 3-11 Energie-/Emissionsbilanz Sektor Verkehr Bingen am Rhein.....	39
Tabelle 3-12 Gesamtenergie- und Gesamtemissionsbilanz 2010	41
Tabelle 3-13 Gesamtenergiebilanz Stadt Bingen 2010	45
Tabelle 3-14 Gesamtemissionsbilanz Bingen 2010.....	46
Tabelle 3-15 Energie- und CO ₂ e-Bilanz private Haushalte 1990.....	48
Tabelle 3-16 Energie- und CO ₂ e-Bilanz öffentliche Liegenschaften 1990.....	49
Tabelle 3-17 Stromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen 1990.....	51
Tabelle 3-18 Energie- und CO ₂ e-Bilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistung+ Industrie 1990 ...	52
Tabelle 3-19 Energie-/Emissionsbilanz Sektor Verkehr 1990	54
Tabelle 3-20 Gesamtenergie- und -emissionsbilanz 1990	56
Tabelle 3-21 Vergleich Endenergie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz 1990 und 2010.....	59
Tabelle 4-1 Aufteilung Endenergieverbrauch zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung private Haushalte 2010	64
Tabelle 4-2 CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte	67
Tabelle 4-3 Aufteilung Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung, Liegenschaften der Stadt Bingen	71
Tabelle 4-4 Aufteilung Endenergieverbrauch Raumheizung und Trinkwassererwärmung, öffentliche Liegenschaften gesamt 2010	72
Tabelle 4-5 CO ₂ e-Emissionsbilanz Raumheizung und Trinkwassererwärmung, Liegenschaften der Stadt Bingen	73

Tabelle 4-6 CO ₂ e-Emissionsbilanz Raumheizung und Trinkwassererwärmung, öffentliche Liegenschaften gesamt 2010	76
Tabelle 4-7 Verteilung Anzahl sozialversicherungspflichtig Beschäftigten auf Branchen.....	78
Tabelle 4-8 Endenergieverbrauch Wärme- und Kälteversorgung GHD+I nach Energieträger	82
Tabelle 4-9 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz GHD-/ Industriesektor	83
Tabelle 4-10 Gesamtendenergie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz 2010	91
Tabelle 4-11 Endenergie- und CO ₂ e-Bilanz private Haushalte 1990.....	98
Tabelle 4-12 Endenergie- und CO ₂ e-Bilanz öffentliche Einrichtungen 1990	100
Tabelle 4-13 Endenergie- und CO ₂ e-Bilanz für GHD und Industrie 1990.....	102
Tabelle 4-14 Vergleich Endenergie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz 1990 und 2010.....	104
Tabelle 5-1 Einsparung Strom städtische Gebäude	116
Tabelle 5-2 Merkmale HSE.....	122
Tabelle 5-3 LED Kenndaten auf Bezug von Herstellerangaben	123
Tabelle 5-4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz 2010.....	124
Tabelle 5-5 Modernisierungsvarianten	126
Tabelle 5-6 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz.....	127
Tabelle 5-7 Einsparpotenziale (Verhältnis) TGA bei entsprechenden Maßnahmen (ISI, FfE, 2003).....	131
Tabelle 5-8 Stromverbrauch GHD+I von Beleuchtung, Klimakälte und Raumheizung.....	132
Tabelle 5-9 Einsparpotenzial Endenergieverbrauch Wärme (Heizenergie und Warmwasser)	139
Tabelle 5-10 Überblick über Hemmnisse.....	149
Tabelle 5-11 Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2030	157
Tabelle 5-12 Entwicklung der CO ₂ e-Emissionen bis 2030	158
Tabelle 5-13 Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2050	159
Tabelle 5-14 Entwicklung der CO ₂ e-Emissionen bis 2050	160
Tabelle 6-1 Ausbaupotenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen	164
Tabelle 6-2: Reststoff-Potenziale aus Ackerflächen	166
Tabelle 6-3: Raufutterbedarf (berechnet als erntefrisches Material)	167
Tabelle 6-4: Technisches Potenzial für Gras aus Dauergrünland	167
Tabelle 6-5: Tierbesatz in der Stadt Bingen	168
Tabelle 6-6: Zusammenfassung der technischen Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft	169

Tabelle 6-7: Potenziale aus der Forstwirtschaft.....	171
Tabelle 6-8: Energetische Kennwerte für Biomassen aus Kommunen und Gewerbe	172
Tabelle 6-9: Potenzialrelevante Straßenlängen in der Stadt Bingen nach Streckentyp	174
Tabelle 6-10: Zusammenfassung der technischen Biomassepotenziale aus organischen Siedlungsabfällen	175
Tabelle 6-11: Pufferabstände der „harten“ Restriktionsflächen	179
Tabelle 6-12: Prüfgebiete der Windpotenzialermittlung für die Stadt Bingen	180
Tabelle 6-13: Nabenhöhe der in 2010 in Deutschland errichteten Windenergieanlagen	183
Tabelle 6-14: Windenergieanlagenkennwerte für verschieden Anlagengrößen	183
Tabelle 6-15: Übersicht Potenzialflächen und Anlagenzahl	183
Tabelle 6-16: Ergebnisse der Windpotenzialanalyse der Stadt Bingen am Rhein	184
Tabelle 6-17 Anlagengrößen und Anzahl der Stadt Bingen	184
Tabelle 6-18 Ausbauszenario Windenergieanlagen Stadt Bingen am Rhein	186
Tabelle 6-19: Ergebnisse der Windpotenzialanalyse.....	187
Tabelle 6-20: Abstandsrestriktionen von Freiflächenanlagen.....	188
Tabelle 6-21: Photovoltaikpotenzial auf Freiflächen der Stadt Bingen	188
Tabelle 6-22: Azimutbereich zur Auswahl der Modularten im Bereich PV	190
Tabelle 6-23: Ausbaupotenziale im Bereich Photovoltaik I.....	191
Tabelle 6-24 Ausbaupotenziale im Bereich Photovoltaik II.....	191
Tabelle 6-25 Prognostiziertes Photovoltaikpotenzial bis 2050 bei einer Zubaurate von 2,6% p.a.	192
Tabelle 6-26 Ausbaupotenzial im Bereich Solarthermie auf den Dachflächen privater Haushalte der Stadt Bingen.....	192
Tabelle 6-27 Gewässer im Stadtgebiet Bingen	195
Tabelle 6-28 KWKA (Nahe) Stadt Bingen - Leistung und Jahresarbeit	196
Tabelle 6-29 Jahres-Stromerträge der Sponsheimer Mühle 2006-2010	196
Tabelle 6-30 Wasserkraftpotenzial e im Stadtgebiet Bingen	202
Tabelle 6-31 Technische Daten Landau.....	223
Tabelle 7-1 Anteil der nachträglich wärmeisolierten oder energetisch modernisierten Bauteilflächen (IWU 2010).....	238
Tabelle 7-2 Übersicht Amortisationszeiten der Energieeinsparmaßnahmen.....	242
Tabelle 7-3 Einsparpotenzial der kommunalen Gebäude für Heizenergie in der Stadt Bingen	249

Tabelle 7-4 Einsparpotenziale (Verhältnis) Raumwärme bei entsprechenden Maßnahmen 2010	253
Tabelle 7-5 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	256
Tabelle 7-6 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	258
Tabelle 7-7 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	259
Tabelle 7-8 Trockenwetterabflussmengen der Kläranlage in Bingen am Rhein.....	266
Tabelle 8-1 Überblick über die verschiedenen Themenworkshops	278
Tabelle 9-1 Kurzfristige Maßnahmen.....	294
Tabelle 9-2 Mittelfristige Maßnahmen	297
Tabelle 9-3 Langfristige Maßnahmen	298
Tabelle 10-1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs und CO ₂ e-Emissionen Bingen bis zum Jahr 2030 im Bereich Effizienz und Einsparung	300
Tabelle 10-2 Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des installierten Anlagenbestandes 2010.....	302
Tabelle 10-3 Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des Bestandes bis 2030	307
Tabelle 10-4 Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des Bestandes bis 2050	311
Tabelle 12-1: prozentuale Flächenverteilung der Stadt Bingen.....	322
Tabelle 12-2: Mediennutzungsverhalten_Bevölkerung.....	329
Tabelle 12-3: Urlaubsgründe für die Stadt Bingen.....	338
Tabelle 13-1 Übersicht der Erneuerbaren Energien Potenziale	361
Tabelle 13-2 Termine.....	362

16 Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
A60	Bundesautobahn 60
A61	Bundesautobahn 61
Abs.	Absatz
AG	Aktiengesellschaft
AWN	Abwärmenutzung
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BbergG	Bundesberggesetz
BH	Brenn- und Energieholz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BRD	Bundesrepublik Deutschland
bspw.	Beispielsweise
BWI ²	Bundeswaldinventur II
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CE	Akronym für Communautés Européennes
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (carbon dioxide equivalent, nach ISO 14067-1 Pre-Draft)
COP	Coefficient of Performance
d.h.	das heißt
DENA	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DEWI	Deutsches Windenergie-Institut
DGS	Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e. V.
DIN	Deutsches Institut für Normung
DLR	Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt
DOS	Duale Oberschule
€	Euro
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EFH	Einfamilienhaus
Efm	Erntefestmeter
EMAS	Akronym für Eco-Management Audit Scheme
EnEV	Energieeinsparverordnung
EOR	EffizienzOffensive Energie Rheinland-Pfalz e. V.
ErP	Akronym für Energy-related Products
ET	Erweichungstemperatur
etc.	et cetera

EU	Europäische Union
EVG	Elektronisches Vorschaltgerät
EW	Einwohner
EWR	Elektrizitätswerk Rheinhessen AG Worms
Fb	Fachbereich
FFA	Freiflächenanlagen
FM	Frischmasse
FNR	Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e. V.
FT	Fließtemperatur
g	Gramm
GbR	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
GEMIS	Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme
ggf.	gegebenenfalls
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPS	Ganzpflanzensilage
GV	Großvieheinheit
GWh	Gigawattstunden
GWP	Gemeinschaftswindpark
h	Stunde
H _i	Heizwert (lat. interior)
H _s	Brennwert (lat. superior)
ha	Hektar
HHS	Holz hackschnitzel
HME	Quecksilberdampf Lampe
HSE	Natriumdampf Lampe
HT	Halbkugeltemperatur
ICE	Intercity-Express
i. d. R.	in der Regel
IfaS	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
ICH	Industrieholz
Index el	Elektrische Energie
Index f	Endenergie, DIN V 18599
Index th	Wärme
Index geo	Geologisch
Inkl.	Inklusive
IPN	Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
ITB	Institut für Innovation, Transfer und Beratung gGmbH
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
K	Kelvin
k.A.	keine Angaben
Kap.	Kapitel
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
km	Kilometer

kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KV	Kreisverwaltung
l	liter
landw.	landwirtschaftlich
LED	light emitting diodes = Leuchtdiode
LEP	Landesentwicklungsplan
LGB	Landesamt für Geologie und Bergbau
LK	Landkreis
LKW	Lastkraftwagen
LL	Leuchtstofflampen
LPG	Flüssiggas
LUWG	Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
M	Maßstab
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MAP	Marktanreizprogramm
MFH	Mehrfamilienhaus
Mio.	Millionen
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
NGF	Nettogrundfläche
NH	nicht aufgearbeitetes Holz
OG	Ortsgemeinde
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
p.a.	per anno
PKW	Personenkraftwagen
PtJ	Projekträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH
PV	Photovoltaik
RLP	Rheinland-Pfalz
RLT	Raumlufttechnische Geräte
RWE	Rheinland Westfalen Netz AG
SH	Stammholz
SSM	Stoffstrommanagement
ST	Solarthermie
SvB	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
t	Tonne
THG	Treibhausgase
TM	Trockenmasse
TSB	Transferstelle Bingen
u.a.	unter anderem
u.ä.	und ähnlichem
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² K]

VDI	Verein Deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche
W	Einheit der Leistung
w35	Wassergehalt von 35%
w50	Wassergehalt von 50%
WaAbBo	Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz
WEA	Windenergieanlagen
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WSchV	Wärmeschutzverordnung
WRG	Abwärmerückgewinnung
www	world wide web
z. B.	zum Beispiel
λ	Wärmeleitfähigkeit
§	Paragraph

18 Quellenverzeichnis

- AEE. (2010). *Agentur für Erneuerbare Energien* . Von <http://www.unendlich-viel-energie.de> abgerufen
- Ages. (2007). *Verbrauchskennwerte 2005 - Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland*.
- Altrock et al. . (2009). Altrock, Martin; Große, Andreas; Lehnert, Wieland: Gutachterliche Äußerung: Rechtshemmnisse für die Genehmigung Tiefengeothermischer Anlagen. Berlin: Becker, Büttner & Held .
- Amprion GmbH. (25. Juli 2011). www.amprion.de. Abgerufen am 25. Juli 2011 von EEG-Jahresabrechnung 2009: <http://amprion.de/eeg-jahresabrechnung-2009>
- Ank, H. (20. Juli 2011). Energieverbrauchsabrechnungen der Fachhochschule für die Jahre 2008-2010. Fachhochschule Bingen.
- Aqua Libre. (2011). *Aqua Libre*. Abgerufen am 31. . Mai 2011 von <http://www.aqualibre.at/>
- Aqua Libre. (17.. Juni 2011b). Fritz Mondl. Geschäftsführender Gesellschafter der Aqua Libre Energieentwicklungs-GmbH. Aussage aus E-Mail Verkehr.
- Aqua Power . (2011). *Aqua Power GmbH. Erneuerbare Energie aus Wasserkraft*. Abgerufen am 15. . Juni 2011 von http://aquapower-mainz.de/Projects_De.htm
- Arge. (07. März 2011). Sozialversicherungspflichtige Arbeitnehmer der Stadt Bingen aufgeteilt nach Berufsgruppen. Bingen am Rhein: Bundesagentur für Arbeit.
- BAFA. (2011). Abgerufen am 09. Mai 2012 von Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Förderung von effizienten Wärmepumpen: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/index.htm
- BAFA. (29. März 2011). Geförderte Anlagen nach dem Marktanzreizprogramm für die Stadt Bingen am Rhein. Eschborn: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle.
- BAFA. (29. März 2011). über Marktanzreizprogramm geförderte Anlagen in der Stadt Bingen.
- BauGB. (2004). *Baugesetzbuch* .
- BergG. (2009). *Bundesberggesetz* .
- Becker, Y. (15. März 2011). Kontaktdaten der zuständigen Bezirksschornsteinfegermeister der Stadt Bingen am Rhein. Bingen am Rhein: Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Amt für öffentliche Ordnung.
- Bilek + Schüll GmbH . (2011). *Bilek und Schüll GmbH*. Abgerufen am 31.. Mai 2011 von http://www.bilek.at/pages_neu/prod_galerie.php
- BINE. (2011). *BINE Informationsdienst: Geologische und Geophysikalische Grundlagen* . Abgerufen am 09. Mai 2012 von <http://www.bine.info/hauptnavigation/themen/erneuerbare-energien/geothermie/publikation/geothermie/geologische-physikalische-grundlagen/>
- Blesl, M., Kempe, S., Ohl, M., Fahl, U., König, A., Jenssen, T., et al. (2008). *Wärmeatlas Baden-Württemberg*. Stuttgart: Universität Stuttgart.
- BMU. (2010). *Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale Entwicklung*. Berlin : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Referat Öffentlichkeitsarbeit.
- BMU; BMWI. (28.. September 2010). *Energiekonzept. für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. BMWI, BMU.

- BMVBS. (30. Juli 2009). *Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung - Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand*.
- BMWi. (2010). *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin.
- BMWi Energiekonzept. (28. September 2010). Abgerufen am 9. 10 2012 von <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/energiekonzept-2010,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- Born, R., Diefenbach, N., & Loga, T. (2003). *Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie Studie im Auftrag des Impulsprogramms Hessen*. Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt (IWU).
- Brüggemann, A. (2005). *KfW-Beratung zu den Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen*. Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe, Abteilung Volkswirtschaft.
- BWP. (2012). *Bundesverband Wärmepumpe e.V.: Die Wärmepumpe, Wärmequellen*. Abgerufen am 09. 05 2012 von <http://www.waermepumpe.de/endverbraucher/die-waermepumpe/waermequellen/erdsonde.html>
- DBU. (2005). *Deutsche Bundesstiftung Umwelt - Energie aus Kanalabwasser*.
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (2010). *Energiemap.info*. (D. G. e.V., Hrsg.) Abgerufen am 03. August 2011 von <http://www.energiemap.info/energieregionen/118/193/467/14507.html>
- Deutscher Wetterdienst. (2011). Klimadaten Standort Würzburg aufgearbeitet durch das IWU Institut bis zum 31.12.10. IWU Institut.
- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. (2008). *Wochenblatt Nr. 50/2008*. Offenburg: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung.
- DHV. (2010). *Deutscher Heilbäderverband: Begriffsbestimmungen - Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen*. Bonn.
- Die Zeit. (02. 08 2010). *Kraftstoffverbrauch: Motoren bieten noch viel Sparpotenzial*. Abgerufen am 22. Juni 2012 von <http://www.zeit.de/auto/2010-07/verbrennungsmotoren-effizienz-diesel-benziner/seite-1>
- Difu. (2011). *Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden*. Berlin.
- DLR. (2012). *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) et. al., Stuttgart.
- DLR. (2012). *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) et. al., Stuttgart.
- DLR; Fraunhofer IWES; IfnE. (2012). *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und Global. Datenanhang II zum Schlussbericht*.
- DStGB (Deutscher Städte- und Gemeindebund. (2009). *Dokumentation Nr 92. Öffentliche Beleuchtung. Analyse, Potenzial und Beschaffung*.

- DStGB. (2009). *Dokumentation Nr. 92 Öffentliche Beleuchtung Analyse, Potenzial und Beschaffung Deutscher Städte und Gemeindebund 2009* .
- ebök. (2005). *Gebäudetypologie der Stadt Dortmund - Hausdatenblätter*. Dortmund.
- EEG. (2012). *Erneuerbare Energien Gesetz* .
- EEWärmeG. (2011). *Erneuerbare Energien Wärmegesetz 2011*.
- Energie und Technik . (2011). *Energie durch Strudel* . *Energie & Technik. Ausgabe 1/2011* .
- Energieeinsparverordnung 2009. (2009). *Einsparverordnung für Wohngebäude*. Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland.
- energymap. (2011). *Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie* . Von <http://energymap.info/energieregionen/DE/105/118.html> 25.01.2012 abgerufen
- EnEV. (2007). *Energieeinsparverordnung 2007 - Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung für Wohngebäude. Anlage 1 Nr. 3*.
- Erneuerbare Energien Magazin. (07. . Januar 2011). *Die Kraft des Wirbels* . Abgerufen am 14. . Juni 2011 von <http://www.erneuerbareenergien.de/die-kraft-des-wirbels/150/489/29877/>
- Evangelische Johanniskirchengemeinde Bingen. (10. Mai 2011). *Verbrauchsangaben der Liegenschaften*. Evangelische Johanniskirchengemeinde Bingen.
- EWR. (10. Juni 2011). *Entnahmemengen an Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicheröfen, Stromverbrauch nach Sektoren, Einspeisemengen an EEG-Strom ins Netz der EWR für die Jahre 2008-2010*. Worms: EWR Netz GmbH.
- EWR Netz GmbH. (10. Juni 2011). *Entnahmemengen an Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicheröfen, Stromverbrauch nach Sektoren, Einspeisemengen an EEG-Strom ins Netz der EWR für die Jahre 2008-2010*. Worms: EWR Netz GmbH.
- FAZ.NET. (10. . Oktober 2010). *Frankfurter Allgemeine Zeitung. Propellerräder unter Wasser liefern Strom. Georg Küffner*. Abgerufen am 14. . Juni 2011 von <http://www.faz.net/artikel/C31374/flussturbine-propellerraeder-unter-wasser-liefern-strom-30001541.html>
- Fraunhofer ISI. (2003). *Möglichkeiten, Potenzial, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch*. Karlsruhe/München: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Forschungsstelle für Energiewirtschaft.
- Fraunhofer(ISI),FfE. (Juli 2003). *Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch*. Karlsruhe/München.
- GEMIS 4.6. (kein Datum). *Globales Emissionsmodell Integrierter Systeme. Datenbank* .
- Gensch, C.-O., Gießhammer, R., Götz, K., & Birzle-Harder, B. (2004). *PROSA-PKW-Flotte*. Freiburg: Öko-Institut e.V.
- geo x GmbH. (2011). *Geothermiekraftwerk Landau*. Abgerufen am 09. Mai 2012 von http://www.geox-gmbh.de/media/contentbilder/Schema_Landau.jpg
- Geoportal Wasser RLP . (2012). *Geoportal Wasser RLP. Geoexplorer Wasserkarten* . Von <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/2025/> abgerufen
- Giesecke, J., & Mosonyi, E. (2005). *Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb. 4. Auflage* . Heidelberg: Springer Verlag .
- GTK. (2011). *Geothermische Kraftwerke GmbH* . Abgerufen am 28. März 2011 von <http://gtk-gmbh.com/gtk-messgebiet/uebersichtskarte/>

- GTV. (2011). *Bundesverband Geothermie (GTV): Einteilung der geothermischen Quellen*. Abgerufen am 09. Mai 2012 von <http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/einstieg-in-die-geothermie/einteilung-der-geothermiequellen.html>,
- GTV. (2011-2). *Bundesverband Geothermie (GTV): Kalinaprozess*. Abgerufen am 09. 05 2012 von <http://www.geothermie.de/wissenswelt/glossar-lexikon/k/kalinaprozess.html>
- GTV. (2011-3). *Bundesverband Geothermie (GTV): Tiefe Erdwärmesonden*. Abgerufen am 09. 05 2012 von <http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/technologien/tiefe-erdwaermesonden.html>
- GWKK . (2011). *Genossenschaft Wasserwirbelkraftwerke Schweiz* . Abgerufen am 31. . Mai 2011 von http://www.gwwk.ch/aa_httpdocs_2/
- Habicht, H. (1966). *Die permakarbonischen Aufschlussbohrungen der Nahe-Senke, des Mainzer Beckens und der Zweibrücker Mulde*.
- Herr, W. (2007). *Vortrag: Geothermische Erschließung einer Störungszone im Erlaubnisfeld Trebur, EGE-Everlasting Geoenergies* .
- Heyn, K.-P. (12. Mai 2011). Anzahl, Laufleistung und Antriebsart der Fahrzeuge des Fuhrparks. Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Bauhof.
- Hitschler, W. (2010). *Vortrag: Geothermie im Oberrheingraben-Standortvorteil Rheinland-Pfalz, Energietag Bingen 2010*.
- IEU. (2007). *Institut für Energetik und Umwelt GmbH: Bericht: Tiefe Geothermie in Deutschland* .
- Inboden, J. (11. März 2011). Angaben über den Fuhrpark. Bingen am Rhein: Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Garten und Friedhofamt.
- Infas, & DLR. (2010). *Mobilität in Deutschland 2008. Kurzbericht. Struktur-Aufkommen-Emissionen-Trends*. Bonn, Berlin.
- Infozentrum, B. (2012). *BHKW, Infozentrum*. Abgerufen am 23.. Februar 2012 von http://www.bhkw-infozentrum.de/statement/ueblicher_preis_bhkw.html
- ISI, FfE. (2003). Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch. Karlsruhe, Münschen: Fraunhofer Institut Systemtechnik und Innovationsforschung, Forschungsstelle für Energiewirtschaft.
- IWU. (22. Januar 2003). *Institut für Wohnen und Umwelt - Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie. im Auftrag des Impulsprogramms Hessen*.
- IWU. (Dezember 2010). *Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand*. Darmstadt.
- Jagnow, K., & Wolff, D. (kein Datum). *Umweltkommunikation in der mittelständischen Wirtschaft am Beispiel der Optimierung von Heizungssystemen durch Information und Qualifikation zur nachhaltigen Nutzung von Energieeinsparpotenzialen*. OPTIMUS-Gruppe.
- Kaltschmitt , M., Wiese, A., & Streicher , W. (2003). *Kaltschmitt, M.; Wiese, A.; Streicher, W.:Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. Berlin 2003.

- KBA. (2011). *Kraftfahrzeug Bundesamt. Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge. Verkehrsaufkommen. Eigenschaft der Fahrt Jahr 2010.*
- KfW. (März 2011). *Energieeffizient Sanieren - Tabelle 2 der Anlage - Technische Mindestanforderungen und ergänzende Informationen für Maßnahmen zur Sanierung zum KfW-Effizienzhaus und für Einzelmaßnahmen .*
- Kiehn, H.-K. (09. Mai 2011). Angaben zum Energieverbrauch der Liegenschaften in Bingen am Rhein 2008-2010. Kirchengemeinde Bingen-Gaulsheim.
- Kinderheim St. Hildegardis e.V. (16. Mai 2011). Verbrauchsangaben der Liegenschaft für die Jahre 2008-2010. Kinderheim St. Hildegardis e.V.
- Klumb, T. (24. Mai 2011). Verbrauchsangaben der Liegenschaften Binger-Brück. Bistum Trier.
- Kokott, M. (17. Mai 2011). Verbrauchsangaben der Liegenschaften der Jahre 2008-2010. katholisches Pfarramt Dromersheim.
- Kreisverwaltung Alzey-Worms. (2011). *www.kreis-alzey-worms.eu*. Abgerufen am 05. August 2011 von http://www.kreis-alzey-worms.eu/verwaltung/umwelt/Bekanntgabe_Immissionsschutzbehoerde.php?navid=181
- Kreisverwaltung Mainz-Bingen. (28. März 2011). Zulassungszahlen für die Stadt Bingen am Rhein. Bingen am Rhein: Kreisverwaltung Mainz-Bingen.
- Krowas, J. (06. Juni 2011). Verbrauchsangaben der Liegenschaften der Jahre 2008-2010. Evangelische Christuskirchengemeinde Bingen-Büdesheim.
- Kuhn, D.-G., Omi LL.B., M., Schubert, D.-S., & Unterpertinger M.A., H. (2011). *Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden*. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.
- KV Mainz UW. (19. Mai 2011). Kreisverwaltung Mainz-Bingen, Untere Wasserbehörde: Merkblatt für Erlaubnisverfahren von Wasser/Wasser Wärmepumpen. Von Kreisverwaltung Mainz-Bingen, Untere Wasserbehörde: Merkblatt für Erlaubnisverfahren von Wasser/Wasser Wärmepumpen . abgerufen
- Lader. (06. April 2011). Energieverbrauchsangaben der Liegenschaften LBB betreut. Landesbetrieb LBB.
- Layer, G., Arndt, U. D.-I., & Duschl, A. D.-I. (2003). *Kurzbericht_Senkungenergieverbrauch*. Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V FfE.
- LfU. (2009). *Leitfaden für effiziente Enrgienutzung in Industrie und Gewerbe*.
- LGB . (2011-1). Abgerufen am 09. Mai 2012 von http://mapserver.lgb-rlp.de/php_erdwaerme/index.phtml?suche_id=12296
- LGB. (2003). *Landesamt für Bergbau und Geologie Rheinland-Pfalz: Geologische Übersichtskarte von Rheinland-Pfalz*.
- LGB. (2005). Landesamt für Bergbau und Geologie Rheinland-Pfalz: Geologie von Rheinland-Pfalz. Stuttgart.
- LGB. (2011-2). *Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz: Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Prüfgebiete*. Abgerufen am 08. April 2011 von <http://www.lgb-rlp.de/pruefgebiete.html>
- LIAG. (2011). Abgerufen am 09. Mai 2012 von Leibnitz Institut für Angewandte Geophysik (LIAG): Temperaturkarten Deutschlands unterschiedlicher Tiefe: <http://www.liag-hannover.de/online-dienste-downloads/downloads/digitale-karten.html>

- LIAG. (2011). *Leibniz Institut für angewandte Geophysik: Karten des Temperaturfeldes im Untergrund Deutschlands*. Abgerufen am 10. Mai 2011 von <http://www.liag-hannover.de/methodenforschung-sektionen/geothermik-informationssysteme/forschungsfelder/temperaturfeld-des-tieferen-untergrundes/karten-des-temperaturfeldes-im-untergrund-deutschlands.html>
- Liegenschaft Stift St. Martin . (16. Mai 2011). *Verbrauchsangaben der Liegenschaft Stift St. Martin 2008-2010*. Carl Puricelli'sche Stiftung „Sophienhaus“ Bingen am Rhein.
- LK Mainz 2011. (kein Datum). *Landkreis Mainz-Bingen online: Formular zum Antrag aus Errichtung einer Erdwärmesondenanlage* . Abgerufen am 22. Juni 2011 von http://www.mainz-bingen.de/deutsch/formulare/Umwelt/antrag_erdwaermesonde.pdf
- LUWG. (2007). *Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG): Standardauflagen zum Bau von Erdwärmesonden in unkritischen Gebieten* .
- MAP. (2011). *Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt* .
- MUFV. (2007). *Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz: Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mittels Erdwärmesonden*.
- NABU. (2011). *Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan*. Naturschutzbund Deutschland (NABU) e. V. Berlin: Druckhaus Berlin-Mitte GmbH.
- Ochsner, K. (2007). *Wärmepumpen in der Heizungstechnik*. Heidelberg.
- Öko-Institut. (1994). *Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 2.1: Aktualisierter und erweiterter Endbericht*. Darmstadt: Öko-Institut.
- Öko-Institut. (2010). www.oeko.de. Abgerufen am 22. Juli 2011 von <http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>
- Öko-Institut. (28. Juni 2011). *Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme*. Abgerufen am 03. August 2011 von <http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>
- Ornth, W. (2009). *Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.
- Ornth, Wolfgang. (30. Juli 2009). *Energieeinsparverordnung 2009, Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand*. Berlin: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.
- Ornth, Wolfgang. (30. 07 2009). *EnEV 2009 Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand*. Berlin.
- P.E.A.C.E Power. (2011). *P.E.A.C.E Power. Präsentation zur P.E.A.C.E Power-Turbine. Stand 01.05.2011*. Abgerufen am 14. Juni 2011 von http://www.peace-power.de/index.php/downloads.html?file=tl_files/PEACEPower/downloads/DIE%20P.E.A.C.E-POWER-Turbine.ppt
- Paschen, H., Oertel, D., & Grünwald, R. (2003). *Bericht: Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland. Büro für Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag (TAB)*.
- Pehnt, M. (2001). *Ökologische Nachhaltigkeitspotenziale von Verkehrsmitteln und Kraftstoffen* . Stuttgart: Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt.

- PK TG. (2007). Personenkreis Tiefe Geothermie: Nutzung der geothermischen Energie aus dem tiefen Untergrund-Arbeitshilfe für die geologischen Dienste.
- Pongratz, K.-E., Fritzsich, U., Sturm, F., & Mehlem, M. (18. Juli 2011). Feuerungsstatistik der Kehrbezirke in Bingen am Rhein.
- Potthof, M., & Leitner, D. (07. April 2011). Kartenmaterial, Luftbilder, Bebauungspläne sowie GIS Daten und Liegenschaftskartaster der Stadt Bingen am Rhein. Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Bauamt.
- Prognos ; Öko Institut e.V. (2009). *Modell Deutschland. Klimaschutz bis 2050. Vom Ziel her denken*. Basel / Berlin.
- Prognos. (2007). *Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen. Endbericht*.
- Prognos. (31.. August 2007). *Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen*. Basel und Berlin.
- Prognos. (2007). *Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen. Endbericht 18/06*. Basel und Berlin: Prognos und Protrans.
- Prognos AG. (2007). *Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen. Endbericht*.
- Prognos; Öko Institut. (15.. Oktober 2009). *Modell Deutschland. Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken*.
- Rheingans, R. (1993). *Diplomarbeit. Energiepotentiale von Kleinwasserkraftanlagen*. FH Bingen. Fachbereich Elektrotechnik .
- RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH. (kein Datum). *RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH*. Abgerufen am 25. Juli 2011 von <http://www.rwe-rhein-ruhr-verteilnetz.com/web/cms/de/201768/rwe-rhein-ruhr-verteilnetz/netzzugang-gas/netzkennzahlen/netzbezogene-daten/>
- Saena. (Juni 2012). *Technologien der Abwärmenutzung. Energieeffizienz in Unternehmen*. Dresden: Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH.
- Sass, I., & Bär, K. (2008). *3-D Modell der geothermischen Tiefenpotenziale in Hessen - Erste Ergebnisse, Tiefengeothermieforum Darmstadt* .
- Schaumann, G., Heinrich, H., Schuch, P.-G., Braune, D., Hopp, R., & Pohl, C. (1994). *Modellstudie Energiekonzept*. Bingen am Rhein: Ministerium für Wirtschaft und Verkehr.
- Schlomann, B., Gruber, E., Geiger, B., Ieberger, H., Wehmöhrner, U., Herzog, T., et al. (2009). *Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006*. Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung (ISI).
- Schönborn, K. (4. März 2011). Wohnungsbestand Stadt Bingen am Rhein 2009. Bad Ems.
- Schwarz, C. (30. Juni 2011). Liste der Versorgten Liegenschaften und Verbräuch der Jahre 2008 bis 2010. Nieder-Olm: EDG mbH.
- Schweitzer, H. (11. Mai 2011). Verbrauchsangaben der Liegenschaften. Kempten: Pfarrei Heilige Dreikönige .
- Schweizbart, E. (2011). *Über die Tektonik des Pfälzer Berglandes zum Mainzer Becken* . Abgerufen am 28. März 2011 von http://www.schweizerbart.de/papers/zdgg_alt/detail/108/50281
- Simon, R. (2010). *Vortrag: Tiefengeothermie-Anlagenbau und Kühltechnik, Tiefengeothermieseminar Bingen 2010 (unveröffentlicht)*.

- Späte, F., & Ladener, H. (2007). *Solaranlagen Handbuch der thermischen Solarenergienutzung*. Staufen bei Freiburg, Baden-Württemberg: ökobuch Verlag.
- Stadt Dortmund, Umweltamt. (2005). *Dortmunder Gebäudetypologie Neuauflage der Hausdatenblätter*. Dortmund: Dortmund Agentur.
- Stadtverwaltung Bingen. (07. April 2011). Kartenmaterial, Luftbilder, Bebauungspläne sowie GIS Daten und Liegenschaftskartaster der Stadt Bingen am Rhein. Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Bauamt.
- Stadtverwaltung Bingen am Rhein . (1. Juni 2011). Anzahl der Fahrzeuge, Laufleistung und Antriebsart der Stadtverwaltung Bingen. Bingen am Rhein: Stadtverwaltung Bingen am Rhein.
- Stadtverwaltung Bingen am Rhein . (09. März 2011). Liste der Gewerbebetriebe der Stadt Bingen aus der Wirtschaftsförderung. Bingen am Rhein: Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Kämmerei.
- Stadtverwaltung Bingen am Rhein . (30. Mai 2011). Liste der Liegenschaften und Energieverbrauch der Stadt Bingen am Rhein. Bingen: Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Kämmerei.
- Stadtverwaltung Bingen am Rhein . (30. Mai 2011). Liste der Liegenschaften und Energieverbrauch der Stadt Bingen am Rhein. Bingen: Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Kämmerei.
- Stadtverwaltung Bingen am Rhein. (11. März 2011). Konzessionsabgabebescheide der Netzbetreiber für Strom und Erdgas für die Jahre 2006-2008. Bingen am Rhein: Stadtverwaltung Bingen am Rhein, Kämmerei.
- Stadtwerke Bingen. (13. Juli 2011). Erdgasverbrauch der Stadt Bingen aufgeteilt nach Sektoren der RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH. Bingen: Stadtwerke.
- Stadtwerke Bingen am Rhein . (13. Juli 2011). Entnahmemengen an Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicheröfen sowie Stromverbrauch der Sektoren und Einspeisemengen an EEG-Strom in das Netz der RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH. Bingen: Stadtwerke Bingen am Rhein.
- Stadtwerke Bingen am Rhein . (27. 09 2012). Trockenwetterabflussmengen Kläranlage Bingen am Rhein.
- Statistisches Bundesamt Deutschland. (11. November 2011). www.destatis.de. (S. B. Deutschland, Herausgeber, & Statistisches Bundesamt) Abgerufen am 11. November 2011 von http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/STATmagazin/Arbeitsmarkt/2009__03/ErwerbstaetigeVGR,templateId=renderPrint.psm
- Stumm, K. (13. Juli 2011). Entnahmemengen an Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicheröfen sowie Stromverbrauch der Sektoren und Einspeisemengen an EEG-Strom in das Netz der RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH. Bingen: Stadtwerke Bingen am Rhein.
- Stumm, K. (13. Juli 2011). Erdgasverbrauch der Stadt Bingen aufgeteilt nach Sektoren der RWE Rhein-Ruhr Verteilnetz GmbH. Bingen: Stadtwerke.
- TG, P. (2007). *Personenkreis Tiefe Geothermie: "Nutzung der geothermischen Energie aus dem tiefen Untergrund-Arbeitshilfe für die geologischen Dienste"*.

- TG, PK. (2007). *Personenkreis Tiefe Geothermie: "Nutzung der geothermischen Energie aus dem tiefen Untergrund - Arbeitshilfe für die geologischen Dienste"*.
- Thommessen, G. (28. März 2011). Zulassungszahlen für die Stadt Bingen am Rhein. Bingen am Rhein: Kreisverwaltung Mainz-Bingen.
- Transferstelle Bingen . (1994). *Modellstudie Energiekonzept*.
- Transferstelle Bingen . (1994). *Modellstudie Energiekonzept* .
- Transverpello. (2008). *Transverpello*. Abgerufen am 07. Juli 2011 von http://www.transverpello.de/html_dt/ADCP-Mess_Ehrental.htm
- TSB. (2007). *Transferstelle Bingen (TSB): Bericht: Machbarkeitsstudie zur optimalen Wärmenutzung des Geothermiekraftwerkes Landau*.
- TSB. (2010). *Transferstelle Bingen (TSB): Bericht: 30 % Regenerativstrom 2020- Machbarkeitsstudie für die Stadt Mainz unter Berücksichtigung des Versorgungsgebietes der Stadtwerke Mainz AG (unveröffentlicht)* .
- UBA. (März 2010). *CO2 Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale*. Dessau-Roßlau.
- UBA. (2010). *CO2 Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale. Ein Sachstandsbericht des Umweltbundesamtes*.
- UBA. (2011). *Umweltbundesamt: Presseinformation 020/2011. Treibhausgase deutlich unter dem Limit*. Abgerufen am 27.. August 2012 von http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/2011/pd11-020_treibhausgase_deutlich_unter_dem_limit.htm
- Ukko-wc. (02. . Februar 2008). *Ukko-wc*. Abgerufen am 31. . Mai 2011 von <http://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AWasserwirbelkraftwerk.jpg>
- VBI. (2009). Verein Beratender Ingenieure (VBI): *VBI Leitfaden oberflächennahe Geothermie*. Berlin .
- VDI 4640-1 . (2010). *Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4660 Blatt 1 Thermische Nutzung des Untergrundes* .
- VDI 4640-2. (2001). *Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4640 Blatt 2: Thermische Nutzung des Untergrundes - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen*.
- VDInachrichten. (2012). *VDI nachrichten*. (V. nachrichten, Herausgeber) Abgerufen am 9. Juli 2012 von Contracting macht Gebäudesanierung kostenneutral: <http://www.vdi-nachrichten.com/artikel/Contracting-macht-Gebaeudesanierung-koste>
- von Dobschütz, A., & Reif, T. (2009). *Finanzierung und Wirtschaftlichkeit von Projekten der Tiefengeothermie* .
- Waterkotte. (2009). *Waterkotte Fachinformationen* .
- WHG. (2009). *Wasserhaushaltsgesetz* .
- WSA. (16. November 2012). Wasser- und Schifffahrtsamt Bingen. Überlagerung von 2 ADCP-Messungen mit Agila 6.5. Bingen (Rhein) Messungen. Bingen.
- Zukunft Mobilität . (19.. Juni 2012). *30 Stundenkilometer als Regelgeschwindigkeit Innerorts. Welche Wirkungen hätte eine Änderung (Pro und Contra)?* Abgerufen am 11. Januar 2013 von <http://www.zukunft-mobilitaet.net/?s=30+Stundenkilometer>