



Integriertes Klimaschutzkonzept und

Teilkonzept Erschließung der verfügbaren Erneuerbare- Energien-Potenziale

der Gemeinden

Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein

-Eine Studie der Transferstelle Bingen-



Auftraggeber:

Gemeinde Hohenstein

Bauamt

Projektleiter Klimaschutzkonzept: Herr Christian Störmer, Abteilungsleiter Bauamt

Schwalbacher Straße 1

65329 Hohenstein

Tel.: 0 6120-2933

E-Mail: christian.stoermer@hohenstein-hessen.de

Internetadresse: www.hohenstein-hessen.de

Wissenschaftliche Begleitung:

Transferstelle Bingen (TSB) in der ITB gGmbH

Berlinstraße 107a

55411 Bingen

Ansprechpartner: Herr Marc Meurer

Tel.: 0 67 21 98 424 – 257

E-Mail: meurer@tsb-energie.de

Gefördert aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 03KS1853 und 03KS1854 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Projektleitung: Marc Meurer, Michael Münch

Bearbeitung: Markus Bastek; William Clauß; Joachim Comtesse; Sandor Exeler; Achim Fellner; Simon Haas; Alexandra Herrmann; Karin Höfer; Marie-Isabel Hoheisel; Birte Leibrecht, Florian Lorenz; Jonas Pies; Jochen Schied; Stefan Tkatsch; Prof. Dr. Oliver Türk; Ursula Vierhuis, Corvin Veith,



Inhalt

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	15
Abkürzungsverzeichnis	20
1 Einführung und Ziele des Klimaschutzkonzeptes	22
2 Projektrahmen und Ausgangssituation	24
2.1 Aufgabenstellung	24
2.2 Arbeitsmethodik	25
2.2.1 Partizipative Konzepterstellung	29
2.2.2 Umsetzung der Ergebnisse	32
2.3 Kurzbeschreibung der Region	33
2.4 Bisherige Entwicklungen in den Gemeinden im Untersuchungsgebiet.....	37
3 Energie- und CO₂e-Bilanzierung – Stand 2011	40
3.1 Methodik	40
3.1.1 Methodik Bilanzierung	40
3.1.2 Abschätzung Stromverbrauch und regionaler Strommix	41
3.2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte.....	45
3.2.1 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte, Aarbergen	45
3.2.2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte, Heidenrod	47
3.2.3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte, Hohenstein	49
3.2.4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte, Untersuchungsgebiet gesamt	51
3.3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen.....	53
3.3.1 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen, Aarbergen	54
3.3.2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen, Heidenrod	57
3.3.3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen, Hohenstein	60
3.3.4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen, Untersuchungsgebiet gesamt	63



3.4	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie.....	66
3.4.1	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Strom & Wärme Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie, Aarbergen	67
3.4.2	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Strom & Wärme Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie, Heidenrod.....	69
3.4.3	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Strom & Wärme Gewerbe / Handel / Dienstleistungen und Industrie, Hohenstein	70
3.4.4	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Strom & Wärme Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie, Untersuchungsgebiet gesamt	72
3.5	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Verkehr.....	73
3.5.1	Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr, Aarbergen	74
3.5.2	Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr, Heidenrod	80
3.5.3	Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr, Hohenstein.....	87
3.5.4	Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr im Untersuchungsgebiet gesamt.....	92
3.6	Zusammenfassung Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz.....	99
3.6.1	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Aarbergen	99
3.6.2	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Heidenrod.....	104
3.6.3	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Hohenstein ...	108
3.6.4	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Untersuchungsgebiet gesamt	113
4	Potenzialanalyse zur Energieeinsparung und -effizienz	121
4.1	Einsparpotenzial Privathaushalte	121
4.1.1	Einsparpotenzial Wärme in Privathaushalten	121
4.1.2	Einsparpotenzial Strom Privathaushalte	132
4.2	Einsparpotenzial öffentliche Liegenschaften	135
4.2.1	Einsparpotenzial Heizenergie Gemeinde Hohenstein	137
4.2.2	Einsparpotenzial Strom Gemeinde Hohenstein	139
4.2.3	Einsparpotenzial Heizenergie Gemeinde Heidenrod	141
4.2.4	Einsparpotenzial Strom Gemeinde Heidenrod.....	144
4.2.5	Einsparpotenzial Heizenergie Gemeinde Aarbergen	145
4.2.6	Einsparpotenzial Strom Gemeinde Aarbergen.....	147
4.2.7	Zusammenfassung	149
4.2.8	Szenarien Energieeinsparung öffentliche Einrichtungen	150
4.3	Einsparpotenzial Abwasserbehandlung	158
4.4.4	Zusammenfassung und Szenarienentwicklung.....	177



4.5	Einsparpotenziale Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	182
4.5.1	Einsparpotenziale Brennstoffe für Wärme	183
4.5.2	Einsparpotenziale Strom	185
4.5.3	Szenarien	187
4.5.4	Zusammenfassung	191
4.6.1	Handlungsfelder Mobilität	192
4.7	Ausbau Kraft-Wärme-Kopplung	198
4.8	Zusammenfassung der Einsparpotenziale zur Energieeffizienz und Energieeinsparung	202
5 Teilkonzept „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare Energien – Potenziale“		203
5.1	Energie- und CO ₂ e-Bilanz Erneuerbare Energien.....	203
5.2	Potenziale Windenergie	207
5.2.1	Ist-Situation in den Gemeinden.....	207
5.2.2	Rahmenbedingungen	208
5.2.3	Ergebnisse der Potenzialanalyse Gemeinde Hohenstein	209
5.2.4	Ergebnisse der Potenzialanalyse – Gemeinde Heidenrod.....	212
5.2.5	Ergebnisse der Potenzialanalyse – Gemeinde Aarbergen.....	215
5.2.6	Windkraftpotenziale – Zusammenfassung	218
5.3	Potenziale Solarenergie	218
5.3.1	Bestandsanlagen Solarthermie	219
5.3.2	Potenzialanalyse Solarthermie.....	220
5.3.3	Ausbauszenario Solarthermie	221
5.3.4	Bestandsanlagen Photovoltaik.....	222
5.3.5	Potenzialanalyse Photovoltaik-Dachanlagen	223
5.3.6	Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen	226
5.3.7	Ausbauszenario Photovoltaik.....	232
5.4	Potenziale Biomasse	233
5.4.1	Feste Biomassepotenziale	234
5.4.2	Flüssige Biomassepotenziale	240
5.4.3	Gasförmige Biomassepotenziale	242
5.4.4	Zusammenfassung Biomassepotenziale	245
5.4.5	Ausbauszenario Biomasse.....	246
5.5	Potenziale Wasserkraft	247
5.5.1	Ist-Analyse	248
5.5.2	Potenziale der Wasserkraft	249
5.5.3	Wasserkraftnutzung in der kommunalen Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung	252



5.6	Geothermiepoteziale.....	253
5.6.1	Tiefengeothermie.....	254
5.6.2	Oberflächennahe Geothermie	257
5.6.3	Ausbauszenario Geothermie und Wärmepumpen	259
5.7	Übersicht Potenziale für den Ausbau Erneuerbarer Energien	260
6	Akteursbeteiligung.....	261
6.1	Akteursanalyse	261
6.2	Akteursmanagement	262
6.2.1	Auftaktveranstaltung, Projektgruppentreffen.....	263
6.2.2	Akteursworkshops.....	263
6.2.3	Expertengespräche	267
7	Maßnahmenkatalog	269
7.1	Maßnahmenbeschreibung: Aufbau, Inhalte und Bewertung.....	270
7.2	Auswertung Maßnahmenkatalog	275
7.2.2	Maßnahmen nach Sektoren und Bewertung.....	277
8	Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit	283
8.1	Anforderungen an eine erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit	283
8.1.1	Zielsetzungen der Öffentlichkeitsarbeit	283
8.1.2	Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit.....	284
8.1.3	Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit.....	284
8.1.4	Kommunikationskanäle.....	285
8.1.5	Ressourcen und Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit	286
8.2	Vorarbeiten – Öffentlichkeitsarbeit	286
8.3	Ideensammlung	286
8.3.1	Zielgruppenspezifische Aktionen	286
8.3.2	Informationsmaterialien	293
8.3.3	Ausstellungen	294
9	Konzept Controlling	295
9.1	Dokumentation	295
9.2	Organisatorische Verankerung des Prozesses.....	297
9.3	Definition von Messindikatoren zur Bewertung der Zielerreichungsgrade...297	
9.4	Aus- beziehungsweise Aufbau von Controlling- und Managementsysteme.298	
10	Klimaschutzziel und Umsetzung.....	302
11	Wirtschaftliche Effekte	305
11.1	Datengrundlage/Methodik	305



11.2	Ergebnisse.....	307
12	Zusammenfassung und Fazit	310
13	Quellen	318



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1 Strategie Energieeinsparung, KWK und Erneuerbare Energienutzung 24	
Abbildung 2-2 Methodik im Klimaschutzkonzept (eigene Darstellung TSB).....	29
Abbildung 2-3 Lage der Ortsgemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein (wikipedia, 2011)	34
Abbildung 2-4 Verteilung der Flächennutzung in den Gemeinden 2010 (Statistisches Landesamt Hessen, 2011).....	35
Abbildung 3-1 Strom-Mix im Stromnetz der Gemeinde Aarbergen.....	43
Abbildung 3-2 Strom-Mix im Stromnetz der Gemeinde Heidenrod	44
Abbildung 3-3 Strom-Mix im Stromnetz der Gemeinde Hohenstein	44
Abbildung 3-4: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte Aarbergen 2011	46
Abbildung 3-5: Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte Aarbergen 2011	47
Abbildung 3-6: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte Heidenrod 2011	49
Abbildung 3-7: Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte Heidenrod 2011	49
Abbildung 3-8: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte Hohenstein 2011	51
Abbildung 3-9: Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte Hohenstein 2011	51
Abbildung 3-10: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte im gesamten Untersuchungsgebiet 2011.....	53
Abbildung 3-11: Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte im gesamten Untersuchungsgebiet 2011	53
Abbildung 3-12 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Aarbergen	55
Abbildung 3-13 Verteilung Stromverbrauch nach Anwendungen, öffentliche Einrichtungen Aarbergen	56
Abbildung 3-14 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Aarbergen	56
Abbildung 3-15 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Heidenrod.....	58
Abbildung 3-16 Verteilung Stromverbrauch nach Anwendungen, öffentliche Einrichtungen Heidenrod.....	59
Abbildung 3-17 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Heidenrod.....	60



Abbildung 3-18 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern, öffentliche Einrichtungen Hohenstein	61
Abbildung 3-19 Verteilung Stromverbrauch nach Anwendungen, öffentliche Einrichtungen Hohenstein	62
Abbildung 3-20 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Hohenstein	63
Abbildung 3-21 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Untersuchungsgebiet gesamt	64
Abbildung 3-22 Verteilung Stromverbrauch nach Anwendungen, Untersuchungsgebiet gesamt	65
Abbildung 3-23 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Untersuchungsgebiet gesamt	66
Abbildung 3-24 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD-I in Aarbergen.....	68
Abbildung 3-25 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, GHD-I in Aarbergen	68
Abbildung 3-26 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD-I in Heidenrod.....	69
Abbildung 3-27 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, GHD-I in Heidenrod	70
Abbildung 3-28 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD-I in Hohenstein	71
Abbildung 3-29 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, GHD-I in Hohenstein	72
Abbildung 3-30 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD-I im gesamten Untersuchungsgebiet	73
Abbildung 3-31 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, GHD-I im gesamten Untersuchungsgebiet.....	73
Abbildung 3-32 Verteilung der zugelassenen Kfz in Aarbergen.....	75
Abbildung 3-33 Verteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Aarbergen 2011	76
Abbildung 3-34 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Aarbergen 2011	77
Abbildung 3-35 Verteilung der Kfz-Antriebsvarianten in Aarbergen	78
Abbildung 3-36 Kfz-Antriebsvarianten in Aarbergen: Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen	79
Abbildung 3-37 Kfz-Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotte in Aarbergen: Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen	80



Abbildung 3-38 Verteilung der zugelassenen Kfz in Heidenrod nach Fahrzeugklassen	81
Abbildung 3-39 Verteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Heidenrod 2011	82
Abbildung 3-40 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Heidenrod 2011	83
Abbildung 3-41 Verteilung der Kfz-Antriebsvarianten in Heidenrod	84
Abbildung 3-42 Kfz-Antriebsvarianten in Heidenrod: Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen	85
Abbildung 3-43 Kfz-Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotte in Heidenrod: Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen	86
Abbildung 3-44 Verteilung der zugelassenen Kfz in Hohenstein nach Fahrzeugklassen	87
Abbildung 3-45 Verteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Hohenstein 2011	88
Abbildung 3-46 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Hohenstein 2011	89
Abbildung 3-47 Verteilung der Kfz-Antriebsvarianten in Hohenstein	90
Abbildung 3-48 Kfz-Antriebsvarianten in Hohenstein: Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen	91
Abbildung 3-49 Verteilung der zugelassenen Kfz im gesamten Untersuchungsgebiet nach Fahrzeugklassen.....	93
Abbildung 3-50 Verteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse im gesamten Untersuchungsgebiet 2011	94
Abbildung 3-51 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse im gesamten Untersuchungsgebiet 2011	95
Abbildung 3-52 Verteilung der Antriebsvarianten der zugelassenen Kfz im gesamten Untersuchungsgebiet.....	96
Abbildung 3-53 Kfz-Antriebsvarianten im Untersuchungsgebiet: Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen	97
Abbildung 3-54 Kfz-Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotten im gesamten Untersuchungsgebiet: Endenergieverbrauch und CO ₂ e-Emissionen.....	98
Abbildung 3-55: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Aarbergen 2011	100
Abbildung 3-56: Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Aarbergen 2011	101
Abbildung 3-57: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff in Aarbergen, aufgeteilt nach Sektoren	102



Abbildung 3-58: CO ₂ e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in Aarbergen, aufgeteilt nach Sektoren.....	103
Abbildung 3-59: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Heidenrod 2011	105
Abbildung 3-60: Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Heidenrod 2011	106
Abbildung 3-61: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff in Heidenrod, aufgeteilt nach Sektoren	107
Abbildung 3-62: CO ₂ e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in Heidenrod, aufgeteilt nach Sektoren.....	108
Abbildung 3-63: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Hohenstein 2011.....	110
Abbildung 3-64: Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Hohenstein 2011.....	111
Abbildung 3-65: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff in Hohenstein, aufgeteilt nach Sektoren	112
Abbildung 3-66: CO ₂ e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in Hohenstein, aufgeteilt nach Sektoren	113
Abbildung 3-67: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011.....	115
Abbildung 3-68: Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011.....	116
Abbildung 3-69: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff im Untersuchungsgebiet, aufgeteilt nach Sektoren.....	117
Abbildung 3-70: CO ₂ e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch im Untersuchungsgebiet, aufgeteilt nach Sektoren.....	118
Abbildung 3-71: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein.....	119
Abbildung 3-72: CO ₂ e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein	120
Abbildung 4-1 Siedlungszellen des Ortsteils Breithardt	123
Abbildung 4-2 Siedlungszellen des Ortsteils Kettenbach	124
Abbildung 4-3 Siedlungszellen des Ortsteils Laufenselden	125
Abbildung 4-4 Technisches Einsparpotenzial nach Gemeinden.....	126
Abbildung 4-5 Technisches Einsparpotenzial nach Baualtersklassen	127
Abbildung 4-6 Wirtschaftliches Einsparpotenzial nach Gemeinden.....	129
Abbildung 4-7 Wirtschaftliches Einsparpotenzial nach Baualtersklassen.....	130
Abbildung 4-8 Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme im Sektor Haushalte der Gemeinden Hohenstein, Aarbergen und Heidenrod.....	131



Abbildung 4-9 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Wärme im Sektor Haushalte der Gemeinden Hohenstein, Aarbergen und Heidenrod.....	132
Abbildung 4-10 Entwicklung Endenergieverbrauch Strom im Sektor Haushalte im Untersuchungsgebiet.....	134
Abbildung 4-11 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Strom im Sektor Haushalte im Untersuchungsgebiet.....	135
Abbildung 4-12 Endenergieverbrauch Wärme Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Hohenstein.....	139
Abbildung 4-13 Jahresstromverbrauch Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Hohenstein.....	141
Abbildung 4-14 Endenergieverbrauch Wärme Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Heidenrod.....	143
Abbildung 4-15 Jahresstromverbrauch Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Heidenrod.....	145
Abbildung 4-16 Endenergieverbrauch Wärme Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Aarbergen.....	147
Abbildung 4-17 Jahresstromverbrauch Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Aarbergen.....	149
Abbildung 4-18: Entwicklung des Endenergieverbrauchkennwertes.....	152
Abbildung 4-19: Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme.....	154
Abbildung 4-20: Entwicklung Endenergieverbrauch Strom.....	155
Abbildung 4-21: Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Wärme in gemeindeeigenen Gebäuden.....	156
Abbildung 4-22 Entwicklung CO ₂ e-Emissionen Strom in gemeindeeigenen Gebäuden.....	157
Abbildung 4-23 Kläranlagen der Gemeinden Aarbergen, Hohenstein und Heidenrod mit Einwohnerwerten unten (Kartengrundlage: Openstreetmap).....	158
Abbildung 4-24 Typische Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs von Kläranlagen (Kremer, Schmidt, 2012).....	163
Abbildung 4-25: Natriumdampflampe.....	166
Abbildung 4-26: LED Straßenlampe warmweiß-kaltweiß.....	167
Abbildung 4-27: Alters- und Leuchtmittelverteilung.....	170
Abbildung 4-28: Alters- und Leuchtmittelverteilung Aarbergen.....	172
Abbildung 4-29: Variantenvergleich Aarbergen.....	173
Abbildung 4-30: Alters- und Leuchtmittelverteilung Heidenrod.....	174
Abbildung 4-31: Variantenvergleich Heidenrod.....	175
Abbildung 4-32: Alters- und Leuchtmittelverteilung Hohenstein.....	176
Abbildung 4-33: Variantenvergleich Hohenstein.....	177
Abbildung 4-34: Alters- und Leuchtmittelverteilung.....	179



Abbildung 4-35: Variantenvergleich	180
Abbildung 4-36: Szenarientwicklung CO ₂ e-Emissionen	181
Abbildung 4-37 Branchenspezifische Einsparpotenziale für Raumheizung	184
Abbildung 4-38 Branchenspezifische Einsparpotenziale und Gesamtverbrauch von Strom für TGA.....	186
Abbildung 4-39: Anteile wirtschaftliches Einsparpotenzial.....	187
Abbildung 4-40: Entwicklung Endenergieverbrauch Raumwärme im Sektor GHD+I	188
Abbildung 4-41: Entwicklung Endenergieverbrauch Strom im Sektor GHD+I im Untersuchungsgebiet	190
Abbildung 4-42 Szenarien Mobilität.....	198
Abbildung 4-43: Entwicklung des Endenergieverbrauchs Mini-KWK.....	200
Abbildung 4-44: Entwicklung CO ₂ e-Gutschrift KWK Ausbau	201
Abbildung 5-1: Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011.....	204
Abbildung 5-2: CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011.....	204
Abbildung 5-3 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien im gesamten Untersuchungsgebiet	206
Abbildung 5-4 Restriktionskarte Gemeinde Hohenstein	210
Abbildung 5-5 Potenzialflächen Gemeinde Hohenstein	211
Abbildung 5-6 Restriktionskarte Gemeinde Heidenrod.....	213
Abbildung 5-7 Potenzialflächen Gemeinde Heidenrod.....	214
Abbildung 5-8 Restriktionskarte Gemeinde Aarbergen.....	216
Abbildung 5-9 Potenzialflächen Gemeinde Aarbergen.....	216
Abbildung 5-10 Luftbild Flächen südlich von Burg Hohenstein (Quelle: Google maps)	227
Abbildung 5-11 Luftbild Flächen nördlich des Bahnhofs Hohenstein (Quelle: Google maps).....	228
Abbildung 5-12 Luftbild Flächen nördlich von Rückershausen (Quelle: Google maps)	228
Abbildung 5-13 Luftbild Fläche südlich von Hausen über Aar (Quelle: Google maps)	229
Abbildung 5-14 Luftbild Fläche westlich Michelbach (Quelle: Google maps).....	229
Abbildung 5-15 Luftbild Fläche südlich von Rückershausen (Quelle: Google maps)	230
Abbildung 5-16 Luftbild Altablagerung in Michelbach (Quelle: Google maps)	231
Abbildung 5-17: Vergleich der Energieerträge bezogen auf die Fläche	241
Abbildung 5-18 Zusammenfassung Biomassepotenzial	245
Abbildung 5-19: Pegel der Aar am Messpunkt in Michelbach (HLUG, 2012).....	251



Abbildung 5-20 jahreszeitliche Temperaturschwankungen der oberen Erdschichten (BINE).....	254
Abbildung 5-21 Temperaturfeld in Deutschland in 3.000 m Tiefe (LIAG, 2011-2)...	256
Abbildung 6-1: Akteure des Klimaschutzkonzeptes	261
Abbildung 6-2: Beispielhafter Ablaufplan und Bilder der Workshops.....	265
Abbildung 7-1: Maßnahmensteckbrief (Beschreibungsteil).....	271
Abbildung 7-2: Maßnahmensteckbrief (Bewertungsteil).....	272
Abbildung 8-1 Muster Gebäudesteckbrief	289
Abbildung 9-1: Aktivitätsprofil einer Musterstadt „Benchmark kommunaler Klimaschutz“ (Dena, 2012).....	301
Abbildung 11-1 Übersicht lokale Wertschöpfung bis 2020	308
Abbildung 11-2 Investitionen zur Zielerreichung 2020.....	309
Abbildung 12-1: Bilanz Endenergieverbrauch 2011 im gesamten Untersuchungsgebiet	312
Abbildung 12-2: CO ₂ e-Emissionsbilanz 2011 im gesamten Untersuchungsgebiet....	312
Abbildung 12-3: Energiekosten Privathaushalte nach Hauptenergieträger 2011	313



Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Arbeitspakete des integrierten Klimaschutzkonzeptes und des Teilkonzeptes Erneuerbare Energien.....	25
Tabelle 2-2 Zusammensetzung der Projektgruppe	30
Tabelle 2-3 Überblick über Termine der Projektgruppentreffen.....	31
Tabelle 2-4 Überblick über Termine und Themen der Workshops	32
Tabelle 2-5 Überblick über erfolgte Einzelgespräche und Experteninterviews.....	32
Tabelle 2-6 Kenndaten des Untersuchungsgebiets: Fläche, Einwohnerzahl und -dichte	34
Tabelle 2-7 Entwicklung Einwohner- und Beschäftigtenzahlen in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein	36
Tabelle 3-1 Regenerative Stromproduktion in Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein	42
Tabelle 3-2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte, Aarbergen	45
Tabelle 3-3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte, Heidenrod	48
Tabelle 3-4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte, Hohenstein.....	50
Tabelle 3-5 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte, gesamtes Untersuchungsgebiet.....	52
Tabelle 3-6 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Liegenschaften, Aarbergen	54
Tabelle 3-7 Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Art der Verbraucher, öffentliche Liegenschaften und Einrichtungen in Aarbergen.....	55
Tabelle 3-8 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Liegenschaften, Heidenrod	57
Tabelle 3-9 Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Art der Verbraucher, öffentliche Liegenschaften und Einrichtungen in Heidenrod.....	58
Tabelle 3-10 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Liegenschaften, Heidenrod	60
Tabelle 3-11 Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Art der Verbraucher, öffentliche Liegenschaften und Einrichtungen in Hohenstein	61
Tabelle 3-12 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz öffentliche Liegenschaften, Untersuchungsgebiet gesamt.....	63
Tabelle 3-13 Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Art der Verbraucher, öffentliche Liegenschaften und Einrichtungen im gesamten Untersuchungsgebiet...	65
Tabelle 3-14 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz GHD+I in Aarbergen 2011.....	67
Tabelle 3-15 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz GHD+I in Heidenrod 2011.....	69
Tabelle 3-16 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz GHD+I in Hohenstein 2011	70
Tabelle 3-17 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz GHD+I im gesamten Untersuchungsgebiet 2011.....	72



Tabelle 3-18 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Fahrzeugklasse in Aarbergen 2011	75
Tabelle 3-19 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Antriebsart in Aarbergen 2011.....	77
Tabelle 3-20 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Antriebsart, kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Aarbergen 2011	79
Tabelle 3-21 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Fahrzeugklasse in Heidenrod 2011	81
Tabelle 3-22 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Antriebsart in Heidenrod 2011.....	83
Tabelle 3-23 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Antriebsart, kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Heidenrod 2011	86
Tabelle 3-24 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Fahrzeugklasse in Hohenstein 2011	88
Tabelle 3-25 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Antriebsart in Hohenstein 2011	89
Tabelle 3-26 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Antriebsart, kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Hohenstein	92
Tabelle 3-27 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Fahrzeugklasse im gesamten Untersuchungsgebiet 2011	93
Tabelle 3-28 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Antriebsart im gesamten Untersuchungsgebiet 2011	95
Tabelle 3-29 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Antriebsart, kommunale Fahrzeugflotten der Gemeinden im gesamten Untersuchungsgebiet 2011.....	97
Tabelle 3-30 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Aarbergen ...	99
Tabelle 3-31 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Heidenrod....	104
Tabelle 3-32 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Hohenstein ..	109
Tabelle 3-33 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Untersuchungsgebiet gesamt.....	114
Tabelle 4-1 Anteil der nachträglich gedämmten beziehungsweise erneuerten Bauteilflächen	122
Tabelle 4-2 Übersicht Amortisationszeiten Energieeinsparmaßnahmen.....	128
Tabelle 4-3 Einsparpotenzial Heizenergie kommunale Gebäude Hohenstein	138
Tabelle 4-4 Einsparpotenzial Strom kommunale Gebäude Hohenstein.....	140
Tabelle 4-5 Einsparpotenzial Heizenergie kommunale Gebäude Heidenrod.....	142
Tabelle 4-6 Einsparpotenzial Strom kommunale Gebäude in Heidenrod.....	144
Tabelle 4-7 Einsparpotenzial Heizenergie kommunale Gebäude Aarbergen.....	146
Tabelle 4-8 Einsparpotenzial Strom kommunale Gebäude Aarbergen	148



Tabelle 4-9 Übersicht zum Strom- und Erdgasverbrauch der Kläranlagen der Gemeinde Aarbergen.....	159
Tabelle 4-10 Stromverbrauch der Kläranlagen der Gemeinde Hohenstein.....	160
Tabelle 4-11 Gesamtübersicht der Kläranlagen der Gemeinde Hohenstein.....	160
Tabelle 4-12 Stromverbrauch der Kläranlagen der Gemeinde Heidenrod	161
Tabelle 4-13 Übersicht der Kläranlagen der Gemeinde Heidenrod	162
Tabelle 4-14: LED Kenndaten auf Bezug von Herstellerangaben	168
Tabelle 4-15: Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz	169
Tabelle 4-16: Modernisierungsvarianten.....	171
Tabelle 4-17: Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Aarbergen	172
Tabelle 4-18: Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Heidenrod	174
Tabelle 4-19: Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Hohenstein.....	176
Tabelle 4-20: Bestandsanalyse	178
Tabelle 4-21: Modernisierungsvarianten.....	178
Tabelle 4-22: Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz	179
Tabelle 4-23: Einsparpotenziale (Verhältnis) Raumwärme bei entsprechenden Maßnahmen.....	183
Tabelle 4-24: Einsparpotenziale (Verhältnis) TGA bei entsprechenden Maßnahmen.....	185
Tabelle 4-25 Überblick über Hemmnisse	191
Tabelle 4-26 KWK-Anlagen im Untersuchungsgebiet.....	199
Tabelle 4-27 Zusammenfassung der Szenarien auf Basis der Jahre 2020 und 2030.....	202
Tabelle 5-1 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Wärme.....	203
Tabelle 5-2 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, Gemeinde Aarbergen	205
Tabelle 5-3 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, Gemeinde Heidenrod	205
Tabelle 5-4 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, Gemeinde Hohenstein...	206
Tabelle 5-5 Übersicht Windkraftpotenziale der Gemeinde Hohenstein	212
Tabelle 5-6 Übersicht Windkraftpotenziale der Gemeinde Heidenrod.....	215
Tabelle 5-7 Übersicht Windkraftpotenziale der Gemeinde Aarbergen	217
Tabelle 5-8 Zusammenfassung Windkraftpotenziale.....	218
Tabelle 5-9 Solarthermische Anlagen Stand 31.12.2010.....	220
Tabelle 5-10 Ausbaupotenzial Solarthermie.....	221
Tabelle 5-11 Photovoltaik-Anlagen Stand 31.12.2011	223
Tabelle 5-12 Einteilung der Dachflächen nach Eignung	223
Tabelle 5-13 Ergebnisse Potenzialanalyse PV-Dach, Hohenstein	224
Tabelle 5-14 Ergebnisse Potenzialanalyse PV-Dach, Heidenrod.....	225
Tabelle 5-15 Ergebnisse Potenzialanalyse PV-Dach, Aarbergen.....	225
Tabelle 5-16 Übersicht Ergebnisse Potenzialanalyse PV-Dach	226
Tabelle 5-17 Ausbaupotenzial PV-Dachanlagen	226
Tabelle 5-18 Potenziale Photovoltaik-Freiflächenanlagen.....	232



Tabelle 5-19 Flächenbestand in den Gemeinden (Statistisches Landesamt Hessen, 2011)	233
Tabelle 5-20 Nutzung der Landwirtschaftsfläche [Hessische Gemeindestatistik].....	234
Tabelle 5-21 Brennholzmengen und Energiegehalt	236
Tabelle 5-22 Aufkommen Landschaftspflegeholz.....	237
Tabelle 5-23 Potenziale Kurzumtriebsplantagen.....	237
Tabelle 5-24 Korn-Stroh-Verhältnis.....	239
Tabelle 5-25 Zusammenfassung der Potenziale aus fester Biomasse.....	239
Tabelle 5-26 Energieertrag aus Wirtschaftsdünger.....	242
Tabelle 5-27 Potenziale Dauergrünland.....	243
Tabelle 5-28 Potenzial Nachwachsende Rohstoffe Biogas.....	243
Tabelle 5-29 Zusammenfassung gasförmige Biomasse.....	245
Tabelle 5-30 Gewässer im Untersuchungsgebiet.....	248
Tabelle 5-31: Wasserkraftanlagen im Untersuchungsgebiet (RP Darmstadt_Nina Boxen, 2012)	248
Tabelle 5-32 Wasserkraftanlagen im Bestand – Technische Daten (RP Darmstadt_Nina Boxen, 2012); (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., 2010).....	249
Tabelle 5-33: Wasserkraftpotenziale im Untersuchungsgebiet Hohenstein, Heidenrod, Aarbergen.....	253
Tabelle 5-34 Übersicht Potenziale und Szenarien Ausbau Erneuerbarer Energien...	260
Tabelle 6-1: Überblick über die verschiedenen Veranstaltungen	263
Tabelle 6-2: Ablauf der Workshops.....	264
Tabelle 6-3 Übersicht Einzelgespräche, Expertengespräche, sonstige Termine.....	267
Tabelle 7-1 Maßnahmen im Sektor Privathaushalte.....	277
Tabelle 7-2 Maßnahmen im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung + Industrie	278
Tabelle 7-3 Maßnahmen im Sektor Öffentliche Einrichtungen	279
Tabelle 7-4 Maßnahmen im Sektor Mobilität.....	279
Tabelle 7-5 Maßnahmen Erneuerbare Energien	280
Tabelle 7-6 Kurzfristige Maßnahmen.....	281
Tabelle 7-7 Mittelfristige Maßnahmen	281
Tabelle 8-1 Steckbrief Öffentlichkeitsarbeit Privatpersonen	290
Tabelle 8-2 Steckbrief Öffentlichkeitsarbeit Unternehmen	291
Tabelle 8-3 Steckbrief Öffentlichkeitsarbeit Autofahrer.....	292
Tabelle 8-4: Übersicht Programme zur Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit.....	293
Tabelle 9-1: Harte Maßnahmen- und Indikatorenliste	299
Tabelle 9-2: Weiche Maßnahmen- und Indikatorenliste.....	299
Tabelle 10-1 CO ₂ e-Emissionen 2020 im Untersuchungsgebiet nach Sektoren	303
Tabelle 10-2 „CO ₂ e-Gutschrift“ Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2020	303
Tabelle 11-1 Kennwerte Brutto-Investitionskosten und lokale Wertschöpfung	306





Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BRD	Bundesrepublik Deutschland
cbm	Kubikmeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO _{2e}	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (carbon dioxide equivalent, nach ISO 14067-1 Pre-Draft)
DENA	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DGS	Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e. V.
DIN	Deutsches Institut für Normung
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
Fb	Fachbereich
FNR	Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e. V.
g	Gramm
Index f	Endenergie, DIN V 18599
H _i	Heizwert (lat. interior)
H _s	Brennwert (lat. superior)
Index th	Wärme
Index el	Elektrische Energie
IPN	Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kWh	Kilowattstunden
kW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
m ²	Quadratmeter
MWh	Megawattstunden
NGF	Nettogrundfläche
OG	Ortsgemeinde
PtJ	Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH
t	Tonne



UfU
THG
WSchV

Unabhängiges Institut für Umweltfragen e. V.
Treibhausgase
Wärmeschutzverordnung



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 (BMW Energiekonzept, 2010). 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.

Im Rahmen des Hessischen Energiegipfels im Jahr 2011 hat sich das Land Hessen folgende Ziele gesetzt:

- Deckung des Endenergieverbrauchs in Hessen (Strom und Wärme) möglichst zu 100 Prozent aus Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050
- Steigerung der Energieeffizienz und Realisierung deutlicher Energieeinsparungen
- Ausbau der Energieinfrastruktur zur Sicherstellung der jederzeitigen Verfügbarkeit - „so dezentral wie möglich und so zentral wie nötig“
- Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz der energiepolitisch notwendigen Schritte in der Zukunft

Der Rheingau-Taunus-Kreis möchte Schritt für Schritt die benötigte Wärme und den benötigten Strom aus eigenen Ressourcen erzeugen und hat mit der Bildung des Kompetenzzentrums Erneuerbare Energien den ersten Schritt in diese Richtung getan. Für 2020 hat sich der Kreis eine CO₂- Minderung von 40 Prozent zum Ziel gesetzt.

Bestärkt durch die Zielsetzung des Kreises haben sich die Gemeinden Hohenstein, Aarbergen und Heidenrod zusammengeschlossen, um für ihre Gemeinden ein Klimaschutzkonzept auf den Weg zu bringen und als Referenzregion wesentlich zur Umsetzung der Klimaschutzziele im Rheingau-Taunus-Kreis beizutragen.

Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes werden Strategien zur Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen entwickelt und konkrete Ziele formuliert.

Das Klimaschutzkonzept setzt sich zusammen aus dem

Klimaschutzkonzept für die Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein,

zuzüglich der Detailbetrachtung im



Klimaschutz-Teilkonzept zur Erschließung der Erneuerbaren-Energien-Potenziale in den Gemeinden Hohenstein, Aarbergen und Heidenrod

Die Gemeinden Heidenrod, Aarbergen und Hohenstein haben von ihren Gemeindegremien den generellen Auftrag erhalten, alle Möglichkeiten der interkommunalen Zusammenarbeit auszuloten und zu nutzen. Eines der beauftragten Themen ist „Klimaschutz und Nutzung Erneuerbarer Energien“.

Die beteiligten Gemeinden haben sich darauf verständigt, bei der Bearbeitung der Themen arbeitsteilig vorzugehen. Die Federführung zum vorliegenden Themenbereich liegt bei der Gemeinde Hohenstein, die auch die formale Antragstellung für eine Bundeszuwendung übernommen hat.

Zur sprachlichen Vereinfachung wird im Konzept teilweise anstelle „Gemeinde Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein“ der Begriff „Untersuchungsgebiet“ verwendet.



2 Projektrahmen und Ausgangssituation

2.1 Aufgabenstellung

Mit dem integrierten Klimaschutzkonzept und dem Klimaschutzteilkonzept „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale“ wird es den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein ermöglicht, die bisherigen Ausarbeitungen, insbesondere im Bereich des Erzeugungspotenzials Erneuerbarer Energien auszuweiten und in ein Gesamtkonzept zu fassen.

Einsparpotenziale in allen klimarelevanten Bereichen sollen aufgedeckt und in einem langfristigen, umsetzbaren Handlungskonzept zur Reduzierung der CO₂e-Emissionen und Optimierung hin zu nachhaltigen Energieversorgungsstrukturen im Gebiet der drei betrachteten Gemeinden entwickelt werden.

Mit dem Prozess zur Erstellung dieses Klimaschutzkonzeptes erhalten die Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein sowie lokale Akteure eine Datengrundlage und einen Handlungsleitfaden in Form eines Maßnahmenkatalogs, um die Energie- und Klimaschutzarbeit sowie die zukünftige Klimaschutzstrategie konzeptionell vorbildlich und nachhaltig zu gestalten.

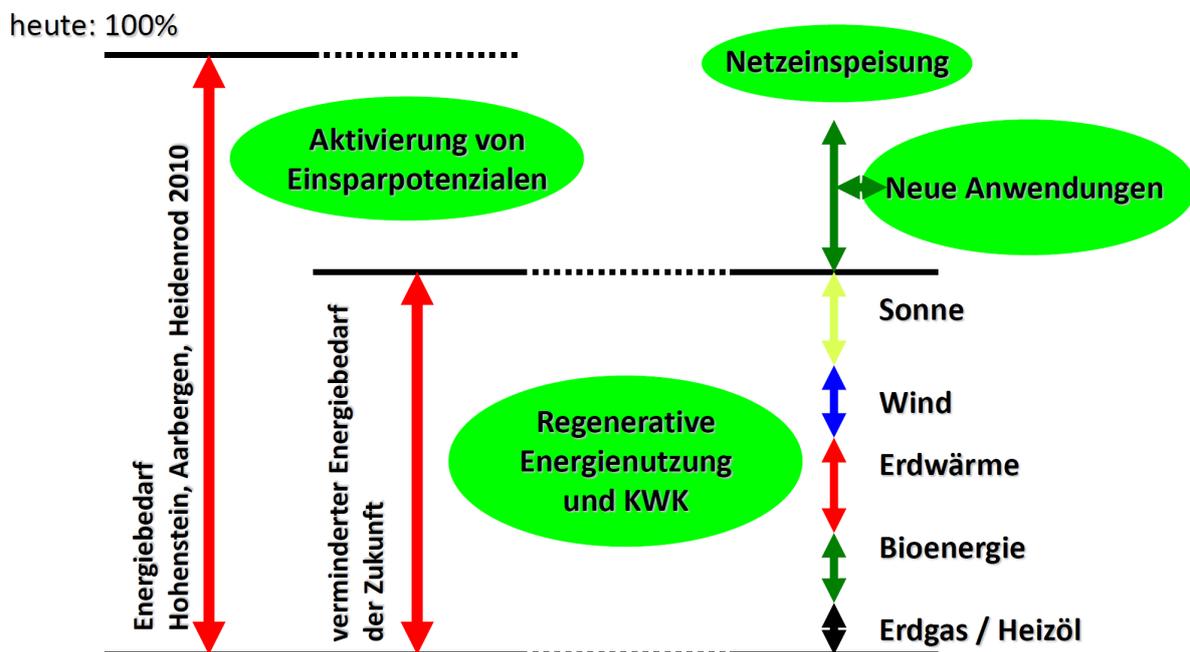


Abbildung 2-1 Strategie Energieeinsparung, KWK und Erneuerbare Energienutzung



2.2 Arbeitsmethodik

Basis der Erarbeitung des Klimaschutzkonzeptes bildet ein durch die Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein sowie die TSB abgestimmtes Anforderungsprofil. 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 in der Fassung vom 01.12.2010 ergeben, werden ebenfalls berücksichtigt.

Die einzelnen Arbeitspakete der Konzepterarbeitung (sowie Gegenüberstellung zur Beantragung) sind in nachstehender Tabelle dargestellt und werden im Folgenden kurz erklärt. Die entsprechende Methodik wird jeweils in den betreffenden Kapiteln erläutert.

Tabelle 2-1 Arbeitspakete des integrierten Klimaschutzkonzeptes und des Teilkonzeptes Erneuerbare Energien

Konzepterarbeitung
Modul 1: Energie- und CO ₂ e-Bilanz
Modul 2: Potenzialanalyse Energieeinsparung und Energieeffizienz
Modul 3: Teilkonzept Erneuerbare Energien: Energie- und CO ₂ e-Bilanz
Modul 4: Teilkonzept Erneuerbare Energien: Potenzialanalyse
Modul 5: Akteursbeteiligung
Modul 6: Maßnahmenkatalog
Modul 7: Konzept für Öffentlichkeitsarbeit
Modul 8: Konzept für Controlling

Die Module 5, 6, 7 und 8 schließen sowohl das integrierte Klimaschutzkonzept als auch das Teilkonzept Erneuerbare Energien ein. In diesen Modulen sind die Vorgehensweise und die Ergebnisse so stark verzahnt, dass eine getrennte Darstellung wenig sinnvoll ist.

Energie-/CO₂e-Bilanzierung

Auf Basis der erhobenen Datengrundlage wird zunächst der Endenergieverbrauch im Bilanzjahr 2011 jeder der drei einzelnen Gemeinden sowie des Untersuchungsgebiets aus den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein insgesamt abgeschätzt. Dabei wird Energieverbrauch jeweils nach Sektoren gegliedert erfasst, d.h. für private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie sowie Verkehr separat, um einen Überblick über den anteiligen Energieverbrauch zu erhalten und darauf basierend Handlungsstrategien entwickeln zu können.



Die jeweils 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 je verbrauchter Energieeinheit (z.B. je kWh) in Abhängigkeit von dem genutzten Energieträger und dem jeweiligen Energieverbrauch berechnet und aus der Summe der Emissionen die energieverbrauchsbedingten Gesamtemissionen jeder der drei Gemeinden und des Untersuchungsgebiets insgesamt ermittelt.

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.

Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse ermittelt Energieeinsparpotenziale im Bereich Wärme und Strom in den einzelnen Sektoren (unter anderem öffentliche Gebäude, private Haushalte, Straßenbeleuchtung) und noch nicht genutzte sowie ausbaufähige Erzeugungspotenziale für Erneuerbare Energien.

Szenarien

Grundlage der Szenarienberechnung sind die wirtschaftlichen Ergebnisse aus der Potenzialbetrachtung in Verbindung mit der Ist-Energie- und CO₂e-Bilanz. In einem Referenz- und Klimaschutzszenario werden unterschiedliche mögliche Entwicklungen der Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein hinsichtlich des Energie- und CO₂e-Verbrauchs und wirtschaftlicher Aspekte wie Investitionen und regionale Wertschöpfung für alle betrachteten Sektoren aufgezeigt. Diese helfen den Verwaltungen und politischen Gremien ein für die Umsetzung des Konzeptes notwendiges quantifiziertes Klimaschutzziel zu formulieren und zu beschließen.

Akteursbeteiligung



Im Rahmen der Konzepterstellung werden relevante Akteure 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 den lokalen Akteuren in den beteiligten Gemeinden statt. Die Akteursbeteiligung erfolgt modulübergreifend, wodurch eine passgenaue Ausrichtung des Konzeptes an regionalspezifischen Anforderungen gewährleistet ist (s. auch 2.2.1).

Begleitet wird der Prozess der Konzepterstellung von einer Projektgruppe, welche das zentrale Lenkungsgremium darstellt. Wesentliche Aufgaben und Ziele sind:

- Steuerung des Klimaschutzkonzeptes
- Dokumentation des Projektfortschritts
- Diskussion von Ergebnissen
- Sammlung von Ideen aus Politik und Verwaltung
- Definition von Aufgaben für Controlling und dessen Umsetzung

Die Projektgruppe setzt sich zusammen aus:

- Bürgermeister der drei Gemeinden
- Beigeordnete aus jeder Gemeinde
- Bauverwaltung
- Vertreter des Rheingau-Taunus-Kreises

Maßnahmenkatalog

Aus den Erkenntnissen der Einzelgespräche, Workshops und der Grundlagenermittlung aus Bilanzen und Potenzialanalysen wird ein sogenannter Maßnahmenkatalog erstellt. Darin werden die nächsten Schritte und Maßnahmen in konkreten Maßnahmensteckbriefen beschrieben, die speziell auf die Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein zugeschnitten sind und für das Erreichen der Klimaschutzziele als sinnvoll erachtet werden. Die Maßnahmen werden gegeneinander bewertet und zeitlich eingeordnet, sodass im Ergebnis ein Umsetzungsfahrplan (Prioritätenliste) vorliegt.

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



und weitere Akteure informiert und zur Umsetzung wirtschaftlich rentabler Maßnahmen überzeugt werden.

Auch die Umsetzung größerer Energieerzeugungsprojekte (zum Beispiel Windparks, Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Biogasanlagen) erfordert die Akzeptanz der Bevölkerung. Diese lässt sich nur durch umfangreiche und transparente Information der Bürger erlangen. Frühzeitige Beteiligung an der Planung und eine mögliche finanzielle Beteiligung bei der Umsetzung begünstigen die Akzeptanz.

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

Controlling

Die Entwicklung eines Controlling-Konzeptes soll die Gemeindeverwaltungen der beteiligten drei Gemeinden bei der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes unterstützen. Die Controlling-Funktion bezieht sich insbesondere auf die Zielerreichung der im Klimaschutzkonzept entwickelten Maßnahmen, und soll eine Evaluierung der erfolgreichen Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen ermöglichen.

Nachstehende Abbildung 2-2 veranschaulicht die methodische Vorgehensweise zur Erstellung des Klimaschutzkonzeptes.

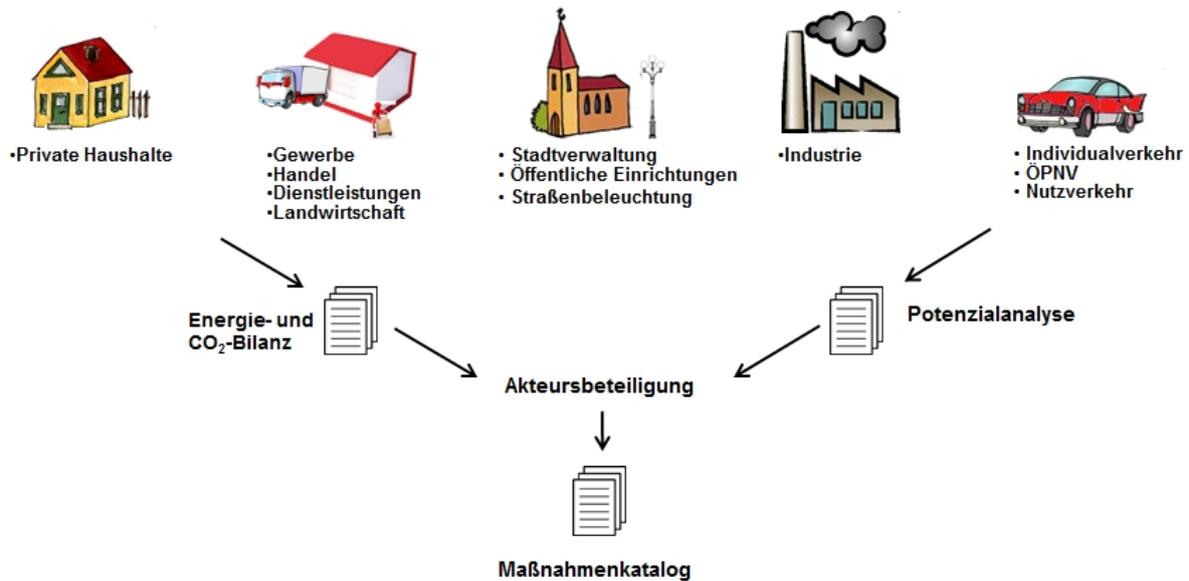


Abbildung 2-2 Methodik im Klimaschutzkonzept (eigene Darstellung TSB)

2.2.1 Partizipative Konzepterstellung

Eine frühzeitige Einbindung relevanter regionaler Akteure versetzt die mit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes befassten Stellen in die Lage, die Datenerhebungen und Konzeptstruktur an tatsächlichen Bedarfen, realistischen Potenzialen und regionalspezifischen Problemsektoren auszurichten. Darüber hinaus wird ermöglicht, dass eine breite Akzeptanz für den Klimaschutz und eine Motivation zum Handeln geschaffen wird und ausschließlich klimarelevante Maßnahmen entwickelt werden, die zu den strategischen Zielen der Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein passen und politisch auch umsetzbar sind. Aus diesen Gründen erfolgt im Rahmen der Durchführung der vorgenannten Module eine umfassende Einbindung entsprechender Beteiligten.

Zu Beginn der Konzepterstellung wurde eine Projektgruppe (PGR) eingerichtet. Zielsetzungen bei der Zusammenstellung der PGR waren:



- die Integration relevanter Entscheidungsträger aus Verwaltung und Gremien sowie ggf. weiterer strategisch wichtiger Personen
- Vorbereitung der Maßnahmenumsetzung im Anschluss an die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes
- Schaffen einer Gruppe, welche die Umsetzung des Konzeptes weiterhin steuernd begleiten wird

Wichtige Aufgaben der Projektgruppe:

- Projektgruppe agiert als Lenkungsgruppe im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes
- Diskussion von Projektfortschritt, Methodik, Ergebnissen, Problemen sowie Unterstützungsbedarf durch die Transferstelle Bingen
- Aufnahme und Diskussion von Ideen aus den Ortsgemeinden
- Identifikation wesentlicher regionaler Akteure für die Bearbeitung des Klimaschutzkonzeptes
- Auswahl der Maßnahmenschwerpunkte
- Koordination der Maßnahmenumsetzung
- Verfolgung der Klimaschutzziele
- Diskussion aktueller Klima- und Energiethemen
- Steuerung und Fortführung des Klimaschutzkonzeptes

In Tabelle 2-2 sind die ständigen Mitglieder der Projektgruppe mit Namen, Funktion und Institutionszugehörigkeit dargestellt. Je nach Bedarf wurden weitere Akteure und Ideengeber herangezogen.

Tabelle 2-2 Zusammensetzung der Projektgruppe

Institution	Name	Funktion	Telefon / Email
Gemeinde Aarbergen, Rathausstraße 1 65326 Aarbergen	Udo Scheliga	Bürgermeister	0 61 20 / 27 21 udo.scheliga@aarbergen.de
	Eckhard Lemm	Bauamtsleiter	0 61 20 / 27 35 eckhard.lemm@aarbergen.de
	Heinz Prosser	Erster Beigeordneter	06120/3431 heipros@gmx.de
	Andre Zorn	Gemeinde Aarbergen	0 61 20 / 27 29 andre.zorn@aarbergen.de
Gemeine Heidenrod, Rathausstraße 9 65321 Heidenrod- Laufenselden	Harald Schmelzeisen	Bürgermeister	06120 - 7915 harald.schmelzeisen@heidenrod.de
	Udo Zindel	Leiter Bauverwaltung	06120/7928 udo.zindel@heidenrod.de
	Herbert Olbrich	Erster Beigeordneter	06775/960098 h.olbrich@web.de



Institution	Name	Funktion	Telefon / Email
Gemeinde Hohenstein, Schwalbacher Str.1 65329 Hohenstein	Hans-Jürgen Finkler	Bürgermeister	06120/2921 finkler@hohenstein-hessen.de
	Thomas Krämer	Bauamtsleiter	06120 / 2933 thomas.kraemer@hohenstein-hessen.de
	Christian Störmer	Bauamt Gemeinde Hohenstein	06120 / 2933 christian.stoermer@hohenstein-hessen.de
	Jürgen Stengl	Beigeordneter	juergenstengl@gmx.de
Kompetenzzentrum Erneuerbare Energien Rheingau-Taunus e.V., Europastraße 10, 65385 Rüdesheim am Rhein	Manfred Vogel	Kompetenzzentrum Erneuerbare Energien Rheingau-Taunus e.V.	06722-90020 energiewende@kee-rtk.de
Transferstelle Bingen, Berlinstr. 107a, 55411 Bingen am Rhein	Michael Münch	Projektleiter	06721-98424-264 muench@tsb-energie.de
	Marc Meurer	Projektleiter	06721-98424-257 meurer@tsb-energie.de

Während der Projektlaufzeit tagte die Projektgruppe regelmäßig und nach Bedarf in insgesamt fünf Sitzungen inklusive der Auftaktveranstaltung (vgl. Tabelle 2-3).

Tabelle 2-3 Überblick über Termine der Projektgruppentreffen

Termin	Ort	Projektgruppentreffen
30.11.2011	Hohenstein	Auftaktveranstaltung
01.02.2012	Heidenrod	PGR 1
03.04.2012	Aarbergen	PGR 2
26.06.2012	Heidenrod	PGR 3
11.10.2012	Aarbergen	PGR 4

Neben den Projektgruppentreffen wurden insgesamt vier Akteursworkshops abgehalten, welche inhaltlich die Themen „Kommunales Energiemanagement“, „Energieeinsparpotenziale in Haushalten“, „Rahmenbedingungen für den Ausbau Erneuerbarer Energien“ und „Nachhaltige Mobilität“ abdeckten (vgl. Tabelle 2-4).



Tabelle 2-4 Überblick über Termine und Themen der Workshops

Termin	Ort	Thema des Workshops
09.05.2012	Hohenstein	Kommunales Energiemanagement
12.06.2012	Heidenrod	Energieeinsparpotenziale in Haushalten
29.08.2012	Aarbergen	Rahmenbedingungen für den Ausbau EE
05.09.2012	Hohenstein	Nachhaltige Mobilität

Darüber hinaus wurden im Bedarfsfall Einzelgespräche und weitere Experteninterviews geführt (vgl. Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5 Überblick über erfolgte Einzelgespräche und Experteninterviews

Termin	Beteiligte Personen/-gruppe
12.01.2012	Naturenergiepark Heidenrod
02.03.2012	Bürgerinformationsveranstaltung Windenergie Aarbergen
13.02.2012	Gemeindevorstand Aarbergen
13.03.2012	Passavant-Geiger Aarbergen
04.05.2012	Aco Aarbergen
03.07.2012	Einzelgespräche Verwaltung
NN	Forstamt Bad Schwalbach
	IG Wind e. V. Aarbergen
	Rheingau-Taunus-Kreis - Eigenbetrieb Abfallwirtschaft EAW
	Kompetenzzentrum Erneuerbare Energien e. V.
	edz Rheingau-Taunus GmbH
	Regierungspräsidium Darmstadt - Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Wiesbaden (Frau Boxen)

2.2.2 Umsetzung der Ergebnisse

Die Umsetzung der Ergebnisse aus dem Klimaschutzkonzept in Form des ausgearbeiteten Maßnahmenkatalogs ist schwerpunktmäßig das Aufgabenfeld des Klimaschutzmanagers, in enger Abstimmung mit den Verwaltungen und politischen Gremien der Gemeinden. Die wesentlichen Aufgaben wären unter anderem:

- Aufgaben des Projektmanagements (Koordination und Umsetzung der ausgearbeiteten Klimaschutzmaßnahmen, einschließlich Evaluation)
- Durchführung (verwaltungsinterner) Informationsveranstaltungen und Schulungen sowie Unterstützung bei der Koordinierung der



ämterübergreifenden Zusammenarbeit bei der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes

- Neuaufbau energiebezogener Datenerfassung und Verwaltung der Daten (s. auch Konzept Controlling)
- Fachliche Unterstützung bei der Vorbereitung und Untersuchung von Finanzierungsmöglichkeiten
- Aktivitäten zur Vernetzung mit anderen klimaschutzaktiven Akteursgruppen bzw. Kommunen
- Aufbau von Netzwerken und Einbeziehung externer Akteure und Experten
- Durchführung der Öffentlichkeitsarbeit

Die Gremien in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein legen strategische (insbesondere quantifizierbare) Ziele zur Umsetzung und Steuerung des Klimaschutzkonzeptes fest.

2.3 Kurzbeschreibung der Region

Lage, administrative Gliederung

Die zum Rheingau-Taunus-Kreis im Untertaunus gehörenden Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein in Hessen sind großräumig betrachtet zwischen den Ballungszentren Rhein-Main und Rhein-Ruhr angesiedelt. Sie liegen ca. 25 km nordwestlich von Wiesbaden, 45 km nordwestlich von Frankfurt und ca. 18 km südlich von Limburg. Heidenrod grenzt im Osten an die Landesgrenze zu Rheinland-Pfalz. Verkehrstechnisch sind die Gemeinden über die Bundesstraße 54, die zumindest streckenweise durch jede der drei Gemeinden verläuft. Ca. 5 km östlich der Ortsgrenzen von Aarbergen und Hohenstein verläuft die A 3.

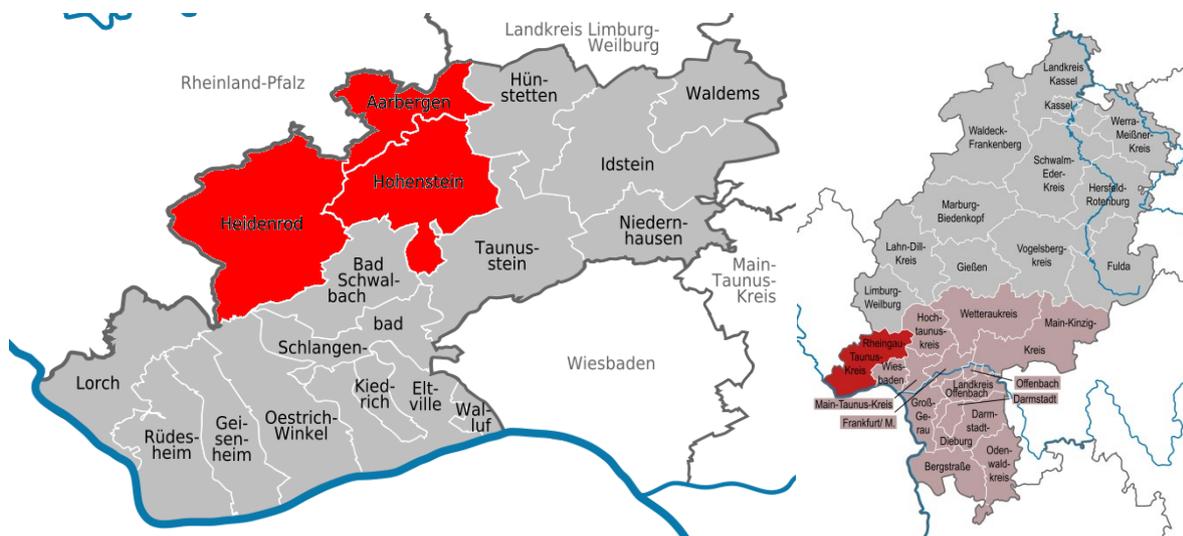




Abbildung 2-3 Lage der Ortsgemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein (wikipedia, 2011)

Die Gemeinde **Aarbergen** hat knapp 6.000 Einwohner und eine Fläche von rund 34 km². Sie besteht aus sechs Ortsteilen:

- Daisbach
- Hausen über Aar
- Kettenbach
- Michelbach
- Panrod
- Rückershausen

Zu der Gemeinde **Heidenrod** zählen insgesamt 19 Orte mit einer Fläche von insgesamt rund 96 km² und knapp 7.900 Einwohnern. Die Ortsteile lauten

- Algenroth
- Dickschied
- Egenroth
- Geroldstein
- Grebenroth
- Hilgenroth
- Huppert
- Kemel
- Langschied
- Laufenselde
- Mappershain
- Martenroth
- Nauroth
- Niedermeilingen
- Obermeilingen
- Springen
- Watzelhai
- Wisper
- Zorn

Die Gemeinde **Hohenstein** besteht aus sieben Ortsteilen mit einer Fläche von insgesamt rund 64 km² und rund 6.100 Einwohnern:

- Breithardt
- Burg-Hohenstein
- Holzhausen über Aar
- Strinz-Margarethä
- Born
- Hennethal
- Steckenroth

Insgesamt besitzen die drei Gemeinden eine Fläche von 194 km² und zählen knapp 20.000 Einwohner (Stand: 31.12.2011). Die höchste Einwohnerdichte weist dabei Aarbergen auf mit 176 Einwohnern (EW) je km². Die Einwohnerdichte von Heidenrod (82 EW/m²) und Hohenstein (96 EW/km²) ist nur etwa halb so hoch (s. Tabelle 2-6).

Tabelle 2-6 Kenndaten des Untersuchungsgebiets: Fläche, Einwohnerzahl und -dichte

	Einwohnerzahl (31.12.2011)	Fläche	Einwohnerdichte
		km²	EW/km²
Aarbergen	5.957	33,94	176
Heidenrod	7.897	95,94	82



Hohenstein	6.105	63,79	96
Untersuchungsgebiet gesamt	19.959	193,67	103

Quelle: (Statistisches Landesamt Hessen, 2011)

Flächennutzung

Der überwiegende Teil der drei Gemeindeflächen besteht aus Wald, welcher je nach Gemeinde einen Anteil zwischen 43 % und 60 % der Gemeindefläche einnimmt. Das Offenland wird hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt. Hier beträgt der Anteil zwischen 29 % und 41 % der Gemeindefläche. In Aarbergen, der Gemeinde mit der höchsten Einwohnerdichte, beträgt der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche 15 % der Gemeindefläche, in Heidenrod und Hohenstein jeweils 10 %. Die Wasserflächen der Gemeinden betragen jeweils zwischen 0,5 % und 0,7 % (gerundet 1 %), sonstige nicht näher definierte Flächen machen zwischen 0,1 % und 0,2 % der Gemeindeflächen aus (s. Abbildung 2-4).

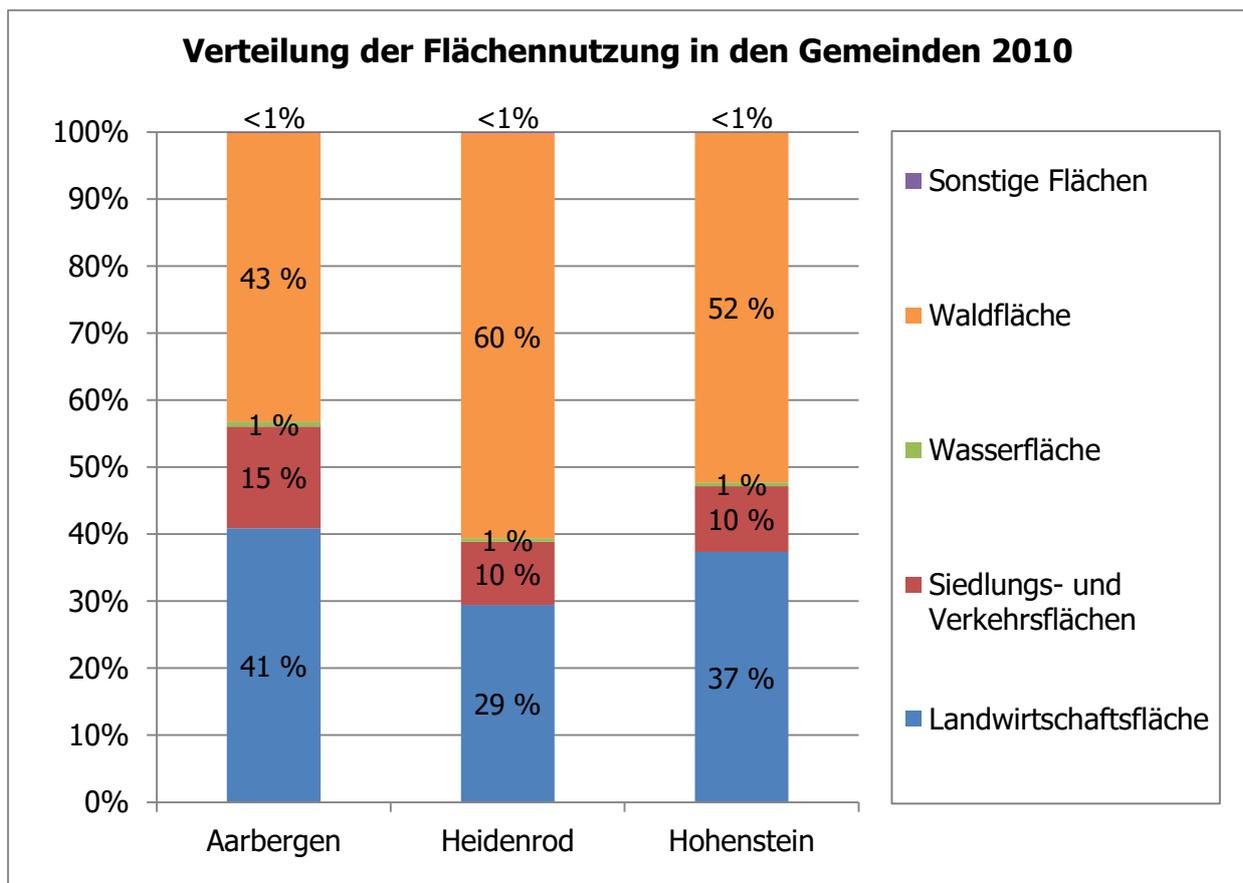


Abbildung 2-4 Verteilung der Flächennutzung in den Gemeinden 2010 (Statistisches Landesamt Hessen, 2011)



Bevölkerung und Beschäftigte

Während in Aarbergen die Einwohnerzahl zwischen dem Jahr 1987 und Ende 2011 um 4,5 % sank, stieg sie in Hohenstein um 5,4 % an. In Heidenrod war gar ein Zuwachs von 17,6 % zu verzeichnen.

In allen drei Gemeinden stieg jedoch die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten zwischen 1987 und 2010 deutlich an, mit einer Zunahme zwischen 53,0 % (Aarbergen) und 62,5 % (Hohenstein). In Aarbergen vervierfachte sich im selben Zeitraum der Anteil der Beschäftigten im Dienstleistungssektor von 10 % auf 40 %. In Heidenrod erhöhte sich der Dienstleistungsanteil um rund 9 Prozentpunkte von 56 % auf 65,4 %, in Hohenstein stieg der Anteil von 42 % auf 59,0 % an (s. Tabelle 2-7).

Tabelle 2-7 Entwicklung Einwohner- und Beschäftigtenzahlen in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein

	Aarbergen	Heidenrod	Hohenstein
Einwohner			
25.05.1987	6.236	6.713	5.792
31.12.2011	5.957	7.897	6.105
Veränderung 1987-2011	- 279 (-4,5 %)	+ 1.184 (+17,6 %)	+ 313 (+5,4 %)
Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte			
30.06.1987	2.299	488	363
30.09.2010	1.080	763	590
Veränderung 1987-2010	- 1219 (- 53,0 %)	+ 275 (+ 56,4 %)	+ 227 (+ 62,5 %)
Dienstleistungsanteil 1987	10 %	56 %	42 %
Dienstleistungsanteil 2010	39,7 %	65,4 %	59,0 %

Quellen: (Statistisches Landesamt Hessen, 2011) und (Kreiswirtschaftsförderung Rheingau-Taunus 2011, 2011)

Der starke Rückgang der Beschäftigungszahlen in der Gemeinde Aarbergen seit 1987 ist durch Umstrukturierungen in der Gießerei am Standort in Aarbergen-Michelbach begründet.

Landschaft, Natur und Umwelt



Bedingt durch den ländlichen Charakter hat die Region einen hohen Naherholungswert. Allein Aarbergen hat 70 km ausgewiesene Wanderwege, welche neben der Naherholung auch für den Tourismus reizvoll sind.

Darüber hinaus haben die Gemeinden auch für Naturschutzzwecke einen hohen Stellenwert, so etwa mit den Naturschutzgebieten Bärbachtal bei Grebenroth (Heidenrod) und Scheiderwald bei Hennethal (Hohenstein). Letzteres ist zudem als Flora-Fauna-Habitat(FFH)-Schutzgebiet ausgewiesen. Weitere FFH-Gebiete in den untersuchten Gemeinden sind die Aartalhänge zwischen Burg Hohenstein (Hohenstein) und Lindschied (Bad Schwalbach) und der Wald nordöstlich von Huppert (Heidenrod).
Quelle: (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)

Infrastruktur

Die nächstgelegene Autobahn ist die A 3 ca. 5 km östlich der äußeren Gemeindegrenzen von Aarbergen und Hohenstein.

Durch den westlichen Teil der Gemeinde Aarbergen verläuft die von Wiesbaden bis Gronau an der Niederländischen Grenze führende Bundesstraße B54, welche auch Heidenrod im Osten streift und Hohensteins Westen durchquert.

Eine weitere wichtige Verbindungsstraße ist die auch als Bäderstraße bezeichnete Bundesstraße B 260, welche mitten durch Heidenrod verläuft.

An eine Bahnlinie ist die Region aktuell nicht mehr infrastrukturell angeschlossen. Die Strecke der einst von Wiesbaden nach Diez verkehrenden Aartalbahn ist teilweise sanierungsbedürftig und verkehrt daher nicht mehr durchgängig. Auf einem im Untersuchungsgebiet gelegenen Streckenabschnitt wird heute nur noch eine Museumsbahn betrieben.

2.4 Bisherige Entwicklungen in den Gemeinden im Untersuchungsgebiet

Bereits heute wird in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein regenerative Energie vielfältig genutzt. In Heidenrod existieren zudem mehrere Nahwärmeinseln.

Regenerative Energienutzung

Zu Beginn der Konzepterstellung wurde in den Gemeinden im Untersuchungsgebiet bereits Wasserkraft, Windkraft und Solarenergie zur regenerativen Energieerzeugung genutzt.

Im Naturenergie-Park in Heidenrod kommt in naher Zukunft noch die Stromerzeugung mittels Biomasse in einem Biomasseheizkraftwerk (geplante Inbetriebnahme Ende



2013) und einer Biogasanlage (geplante Inbetriebnahme Anfang 2014) hinzu. Bislang wird Biomasse nur zu Heizzwecken energetisch genutzt.

Die Erdwärmennutzung (Geothermie) spielt im Untersuchungsgebiet bislang keine Rolle.

Im Untersuchungsgebiet gibt es drei Wasserkraftwerke, welche alle entlang der Aar liegen. Zu Aarbergen gehören das Wasserkraftwerk „Schiesheimer Mühle“ in Rückershausen mit einer Leistung von 30 kW_{el} und die „Zimmermannsmühle“ in Michelbach mit einer Leistung von 21 kW_{el}. Zu Heidenrod gehört das Kleinstwasserkraftwerk „Neumühle“ in Laufenselden mit einer Leistung von 3 kW_{el}. Während die 30 kW_{el}-Anlage in Rückershausen den erzeugten Strom ins lokale Stromnetz einspeist, nutzen die beiden kleineren Anlagen den Strom vor Ort selbst.

Windenergie wird bereits in allen drei Gemeinden, Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein, zur Stromerzeugung genutzt. In Aarbergen ist bislang lediglich eine vergleichsweise kleine Windkraftanlage mit einer Leistung von 225 kW_{el} in Betrieb. In Heidenrod sind bereits neun Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 4.500 kW_{el} installiert; zwei davon südlich von Zorn und die verbleibenden sieben östlich von Kemel. Letztere werden derzeit repowert, d.h. nach und nach durch größere Anlagen ersetzt. Zwei weitere Windkraftanlagen werden 2012 auf dem Gelände des Naturenergieparks Heidenrod errichtet. In Hohenstein sind entlang der Landstraße 3274 zwischen Breithardt und Strinz-Margarethä zwei Windkraftanlagen mit einer Leistung von jeweils 800 kW_{el} installiert.

Bei der Solarenergienutzung wird zwischen der Photovoltaik zur Stromerzeugung und der Solarthermie zur Warmwasserbereitung und ggf. Heizungsunterstützung unterschieden. In allen drei Gemeinden wird sowohl die Solarthermie als auch die Photovoltaik bereits zur regenerativen Energieerzeugung genutzt.

Von den insgesamt 2.779 m² Kollektorfläche der solarthermischen Anlagen waren zum 31.12.2010 in Aarbergen 550 m² installiert, in Heidenrod 1.401 m² und in Hohenstein 828 m².

Zur Solarstromerzeugung waren am 31.11.2012 im Untersuchungsgebiet Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 4.160 kW_{p_{el}} installiert. Die Gesamtnennleistung der Anlagen in Aarbergen betrug 818 kW_{p_{el}}, in Heidenrod 2.490 kW_{p_{el}} und in Hohenstein 852 kW_{p_{el}}. In Heidenrod ist die Dach- und Freiflächenanlage im Naturenergiepark Heidenrod inbegriffen, welche allein eine Nennleistung von ca. 1.250 kW_{p_{el}} aufweist.



Nahwärmenetze / Nahwärmeinseln

Hohenstein verfügt über mehrere Nahwärmeinseln, bei denen mehrere Liegenschaften über Nahwärmeleitungen mit einer Heizzentrale verbunden sind. Im Hohensteiner Ortsteil Holzhausen werden das Dorfgemeinschaftshaus, die Feuerwehr und der Kindergarten über eine gemeinsame Heizzentrale mit Wärme versorgt, welche durch einen Holzhackschnitzelkessel und einen Heizöl-Spitzenlastkessel erzeugt wird. Betreiber ist die Energie-Dienstleistungs-Zentrum Rheingau-Taunus GmbH.

In der Gemeinde Hohenstein, Ortsteil Breithardt, werden der Kindergarten und die Feuerwehr gemeinsam über einen Holzhackschnitzelkessel und einen Erdgas-Spitzenlastkessel mit Wärme versorgt.



3 Energie- und CO₂e-Bilanzierung – Stand 2011

Im nachfolgenden Kapitel wird die Bilanz des Energieverbrauchs in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein aufgestellt und die durch den Energieverbrauch entstehenden CO₂-äquivalent-Emissionen (internationale Schreibweise: „CO₂e“) berechnet.

3.1 Methodik

Zunächst wird die Methodik der Bilanzierung erläutert.

3.1.1 Methodik Bilanzierung

Die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein wird im vorliegenden Konzept für das Bezugsjahr 2011 erstellt. In die Bilanz fließen Verbrauchsdaten der Jahre 2009, 2010 und 2011 ein.

Für folgende Sektoren werden zunächst Einzelbilanzen aufgestellt

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

Im Anschluss werden die Einzelergebnisse zu einer Gesamtbilanz zusammengefügt.

Zunächst wird der Bilanzraum für die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz festgelegt und die Art der Bilanzierung für den jeweiligen Sektor definiert. Aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlage und Erfassungsmethodik werden in den einzelnen Sektoren verschiedene Bilanzierungsansätze gewählt.

In der nachstehenden Übersicht werden die Bilanzierungsprinzipien für die Erstellung der kommunalen Energie- und CO₂e-Bilanz erläutert (Difu, 2011).

Endenergiebasierte 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

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



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.

Konto der verursachenden Bevölkerung gehen; also z.B. auch Emissionen und Energieverbräuche die durch Pendeln, Hotelaufenthalte u.ä. außerhalb des Territoriums entstehen.

Im vorliegenden Klimaschutzkonzept wurde eine Kombination aus Territorial- und Verursacherbilanz gewählt.

Der gesamte Endenergieverbrauch innerhalb des Untersuchungsgebiets und die dadurch verursachten CO₂e-Emissionen werden bilanziert (endenergiebasierte Territorialbilanz). Die von Einwohnern der untersuchten Gemeinden außerhalb der Gemarkungsgrenze verursachten Energieverbräuche und Emissionen werden jedoch nicht in die Betrachtung einbezogen.

Nicht bilanziert wird z.B. der Durchgangsverkehr, welcher bei einer reinen Territorialbilanz zu berücksichtigen wäre (Details s. Kapitel 3.5).

3.1.2 Abschätzung Stromverbrauch und regionaler Strommix

3.1.2.1 Stromverbrauch im Untersuchungsgebiet

Der Stromverbrauch in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein mit Bezugsjahr 2011 wird als Mittelwert aus den Konzessionsabgabebescheiden der vorausgegangen drei abgerechneten Jahre (2009 bis 2011) und der Aufteilung der Strommengen auf die Sektoren private Haushalte, öffentliche Infrastruktur und Gewerbe, Handel, Dienstleistung + Industrie (GHD+I) des Stromnetzbetreibers für das Jahr 2011 bestimmt. Demnach beläuft sich der Stromverbrauch in Aarbergen auf rund 41.100 MWh_{el}/a, in Heidenrod auf rund 20.300 MWh_{el}/a und in Hohenstein auf rund 16.200 MWh_{el}/a. Der auffällig hohe Stromverbrauch im Sektor GHD+I in Aarbergen ist bedingt durch die dort ansässige Gießerei.

Insgesamt beträgt der Stromverbrauch aller drei Gemeinden 77.600 MWh_{el}/a.



3.1.2.2 Regionaler Strom-Mix und Emissionskennwert für elektrischen Strom in Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein

Für die Aufstellung der CO_{2e}-Emissionsbilanz im vorliegenden Konzept werden für Wärme- und Stromverbrauch Emissionskennwerte nach GEMIS (Öko-Institut, 2011) herangezogen.

Regenerativ erzeugter Strom hat einen geringeren CO_{2e}-Emissionswert als Strom, der mit fossilen Energieträgern erzeugt wird. Je nach Stromerzeuger unterscheidet sich auch der CO_{2e}-Kennwert für regenerativen Strom. Im GEMIS-Kennwert „Stromnetz lokal“ für konventionellen elektrischen Strom, der aus dem Stromnetz bezogen wird, gilt der Strom-Mix in Deutschland als Berechnungsgrundlage. In diesem Kennwert ist bereits, analog zur regenerativen Stromproduktion in Deutschland, ein Anteil regenerativ erzeugten Stroms berücksichtigt.

Im vorliegenden Konzept soll dem in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein erzeugten und ins Stromnetz eingespeisten regenerativen Strom Rechnung getragen werden, da dieser bilanziell einen Teil des fossil erzeugten Stroms verdrängt und somit den lokalen CO_{2e}-Kennwert für Strom im Bilanzraum verringert.

Für jede der drei Gemeinden wird ein eigener CO_{2e}-Kennwert für elektrischen Strom ermittelt, welcher die vorhandene regenerative Stromerzeugung innerhalb der Bilanzgrenze berücksichtigt.

Zur Ermittlung der jeweils regenerativ erzeugten und ins Stromnetz eingespeisten Strommenge und der installierten Anlagenleistung wurden Daten des Onlineportals Energymap (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., 2010) einbezogen.

Tabelle 3-1 Regenerative Stromproduktion in Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein

	Regenerative Stromproduktion im Jahr 2010			
	Aarbergen	Heidenrod	Hohenstein	Summe
	MWh _{el}	MWh _{el}	MWh _{el}	MWh _{el}
Photovoltaik (Solarstrom)	620	1.926	638	3.183
Windkraft	185	4.547	1.549	6.281
Wasserkraft	143	0	0	143
Summe	948	6.473	2.186	9.607

Den größten Anteil an der regenerativen Stromproduktion im Untersuchungsgebiet hat Windkraft mit 6.281 MWh_{el}/a, gefolgt von Photovoltaik mit 3.183 MWh_{el}/a. Wasserkraft (143 MWh_{el}/a) wird lediglich in Aarbergen genutzt.



Zum aktuellen Zeitpunkt wird im Untersuchungsgebiet noch kein Strom aus Biomasse erzeugt, jedoch ist im Naturenergiepark Heidenrod geplant, sowohl ein Biomasseheizkraftwerk als auch eine Biogasanlage zu errichten. Im Detail wird die diesbezügliche Planung im Kapitel „Potentiale“ (Kapitel 4) erläutert.

Die Leistung der jeweiligen Energieerzeuger ist ebenfalls detailliert im Kapitel „Potentiale“ aufgeführt.

In Aarbergen mit einem gewerblich bedingt vergleichsweise hohen Jahresstromverbrauch von 41.100 MWh_{el}/a können bilanziell 2,3 % des Stromverbrauchs mit vor Ort regenerativ erzeugtem Strom abgedeckt werden. Die prozentuale Verteilung des regenerativ erzeugten Stroms wird in Abbildung 3-1 ersichtlich.

Zusammensetzung lokaler Strommix und Anteil EE-Strom in Aarbergen

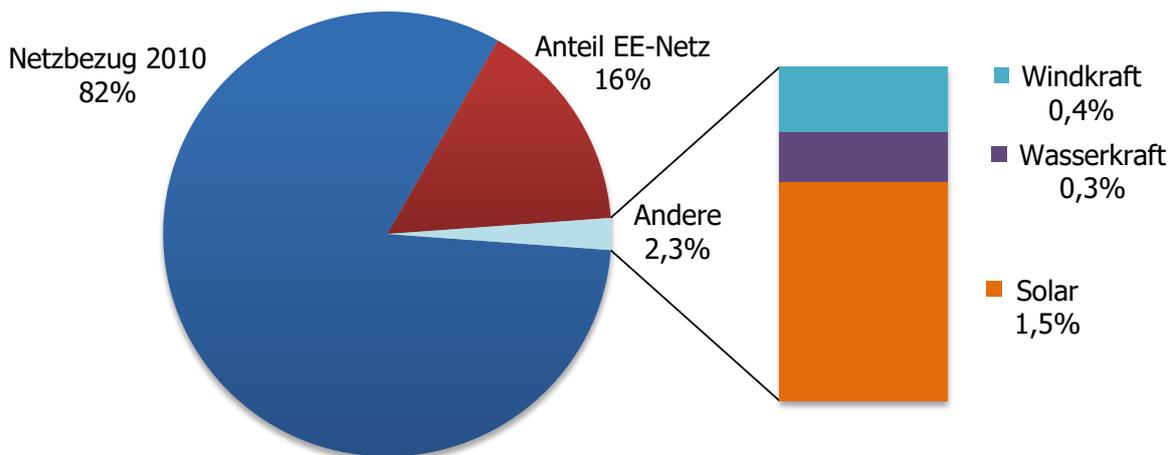


Abbildung 3-1 Strom-Mix im Stromnetz der Gemeinde Aarbergen

Vor allem aufgrund der starken Windkraftnutzung sind es in Heidenrod bereits 31,9 % des Jahresstromverbrauchs (20.300 MWh_{el}/a), die durch vor Ort erzeugten regenerativen Strom abgedeckt werden können (s. Abbildung 3-2).



Zusammensetzung lokaler Strommix und Anteil EE-Strom in Heidenrod

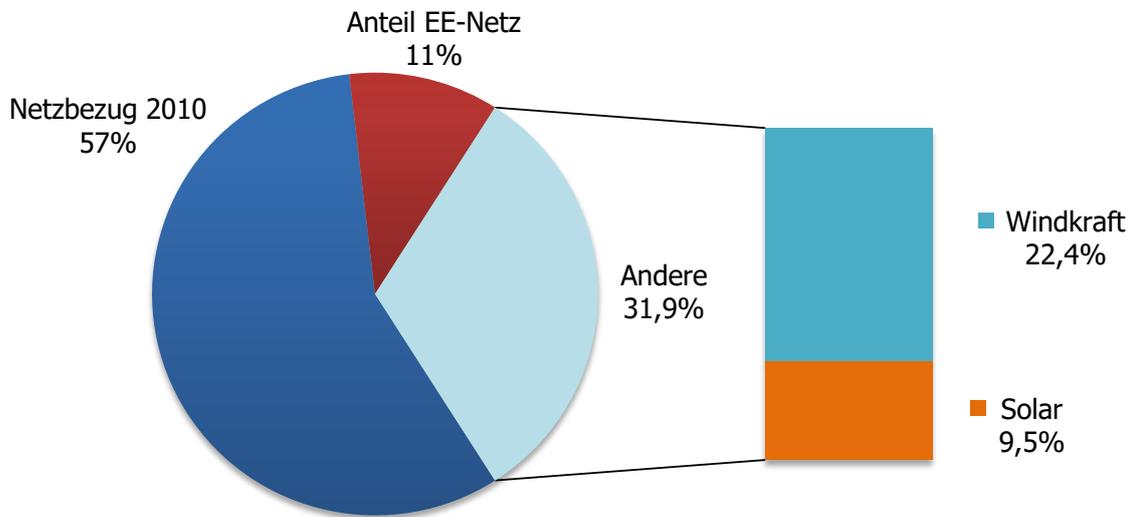


Abbildung 3-2 Strom-Mix im Stromnetz der Gemeinde Heidenrod

In Hohenstein (Jahresstromverbrauch 16.200 MWh_{el}/a) macht der innerhalb der Gemarkungsgrenze erzeugte regenerative Strom bilanziell 13,5 % des Stromverbrauchs aus (s. Abbildung 3-3).

Zusammensetzung lokaler Strommix und Anteil EE-Strom in Hohenstein

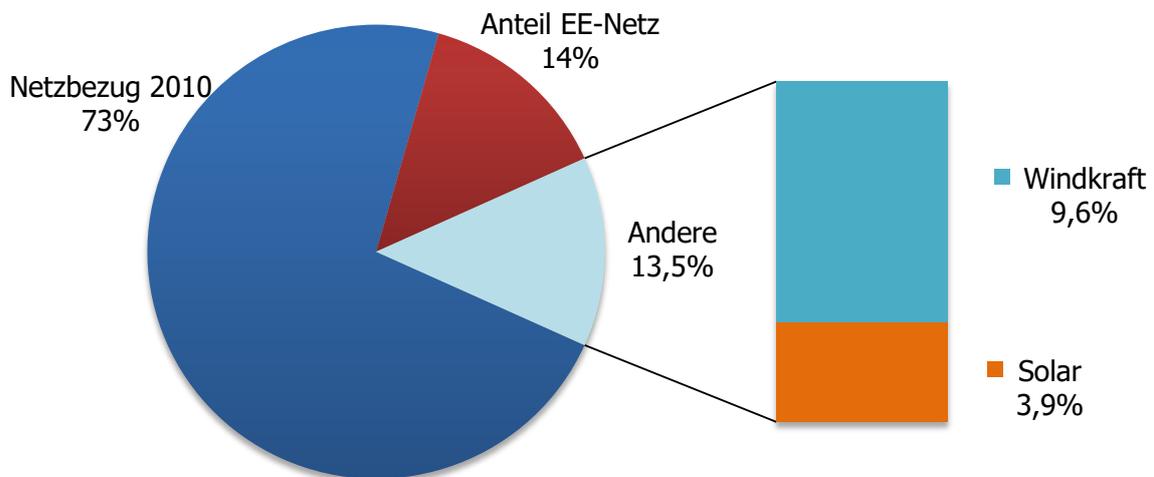


Abbildung 3-3 Strom-Mix im Stromnetz der Gemeinde Hohenstein



Der Anteil elektrischen Stroms aus Erneuerbaren Energien beträgt im Stromnetz in Deutschland bereits 15 %. Bei der Bildung des Kennwertes für die je verbrauchter kWh elektrischen Stroms entstehenden CO_{2e}-Emissionen wird darüber hinaus die in den jeweiligen Gemeinden regenerativ erzeugte Strommenge berücksichtigt.

Der spezifische Emissionskennwert für elektrischen Strom beläuft sich demnach in Aarbergen auf ca. 650,9 g CO_{2e} je kWh_{el}, in Heidenrod auf 469,3 g CO_{2e} je kWh_{el}, und in Hohenstein auf 581,7 g CO_{2e} je kWh_{el}. Diese Kennwerte werden im vorliegenden Konzept in den Berechnungen der Emissionsbilanzierung verwendet.

3.2 Energie- und CO_{2e}-Emissionsbilanz private Haushalte

Nachfolgend werden die Energiebilanzen und die CO_{2e}-Emissionsbilanzen für den Energieverbrauch der privaten Haushalte zunächst für die jeweiligen Gemeinden und anschließend für das gesamte Untersuchungsgebiet Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein aufgestellt.

Die Ermittlung des Strom- und Erdgasverbrauchs erfolgte auf Basis der Konzessionsabgaben und Angaben des Netzbetreibers Syna GmbH in Verbindung mit den Verbräuchen in den Sektoren „Öffentliche Einrichtungen“ und „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie“. Mit Hilfe der Angaben der Syna GmbH war es möglich, den Stromverbrauch in allgemeine Stromanwendungen, Wärmepumpenstrom, Nachtstromspeicherheizungen und andere Anwendungen zu unterteilen.

Der Heizölverbrauch konnte mit Daten aus Feuerstättenstatistiken abgeschätzt werden, die die in den Gemeinden zuständigen Bezirksschornsteinfeger bereitstellten. Die Daten zum Brennholzverbrauch wurden in Absprache mit dem zuständigen Forstamt Bad Schwalbach ermittelt.

Der Energieverbrauch aus dem Einsatz von Holzpellets und Solarthermie konnte basierend auf Daten der Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAfA), die das Bundes-Förderprogramm für diese Anlagentechniken abwickelt, berechnet werden.

3.2.1 Energie- und CO_{2e}-Emissionsbilanz private Haushalte, Aarbergen

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte in Aarbergen beläuft sich auf insgesamt 45.800 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO_{2e}-Emissionen in Höhe von 16.000 t/a verursacht (s. Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2 Energie- und CO_{2e}-Emissionsbilanz private Haushalte, Aarbergen



Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	22.900	6.700
Heizöl	10.200	3.800
Kohle	200	90
Scheitholz	3.500	70
Holzpellets	800	20
Solarthermie	200	10
Strom Wärmepumpe	200	100
Strom Speicherheizung	2.400	1.600
Strom Warmwasser	700	500
Strom allg. Anwendungen	4.700	3.100
Summe	45.800	16.000

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch hat Erdgas mit 50 %, gefolgt von Heizöl (22 %) und Strom insgesamt (17 %). 10 % des Endenergieverbrauchs werden durch holzartige Brennstoffe abgedeckt; davon 8 % durch Scheitholz und 2 % durch Holzpellets. Kohle spielt mit einem Anteil von 1 % kaum eine Rolle bei der Energieversorgung, ebensowenig wie Solarthermie mit weniger als 1 % (s. Abbildung 3-4).

**Endenergieverbrauch nach Energieträger
private Haushalte Aarbergen 2011**

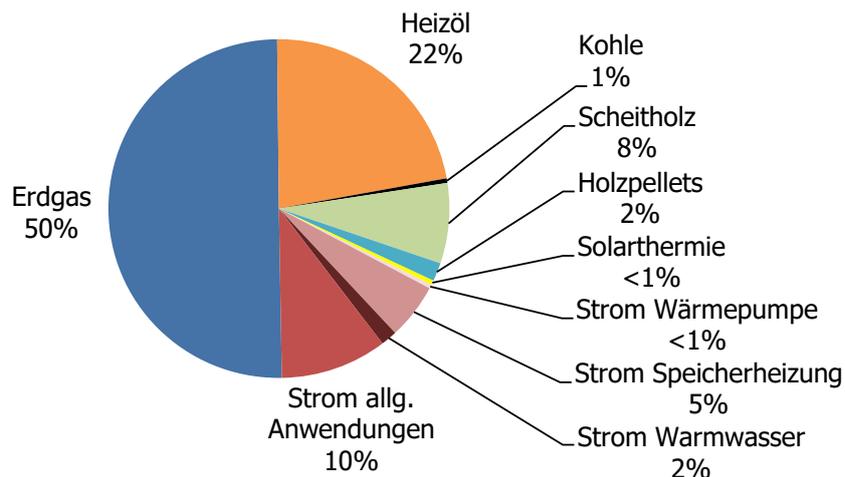


Abbildung 3-4: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte Aarbergen 2011

Auch bei den CO₂e-Emissionen machen die durch den Erdgasverbrauch verursachten Emissionen den größten Anteil aus (42 %). Da der CO₂e-Emissionskennwert von



elektrischem Strom in Aarbergen mit 650,9 gCO₂e/kWh jedoch wesentlich schlechter ist als der von Erdgas (290,4 gCO₂e/kWh) verschiebt sich das Verhältnis zu Ungunsten von Strom. Der Anteil der in Aarbergens Haushalten durch elektrischen Strom verursachten CO₂e-Emissionen beläuft sich auf insgesamt rund 33 %. Analog zum Energieverbrauch entfallen auf Kohle ca. 1 % der CO₂e-Emissionen. Der durch Heizen mit Biomasse verursachte Anteil an den CO₂e-Emissionen beläuft sich für Holzpellets und Scheitholz auf insgesamt weniger als 1 %, ebenso wie für Solarthermie (s. Abbildung 3-5).

**CO₂e-Emissionen nach Energieträger
private Haushalte Aarbergen 2011**

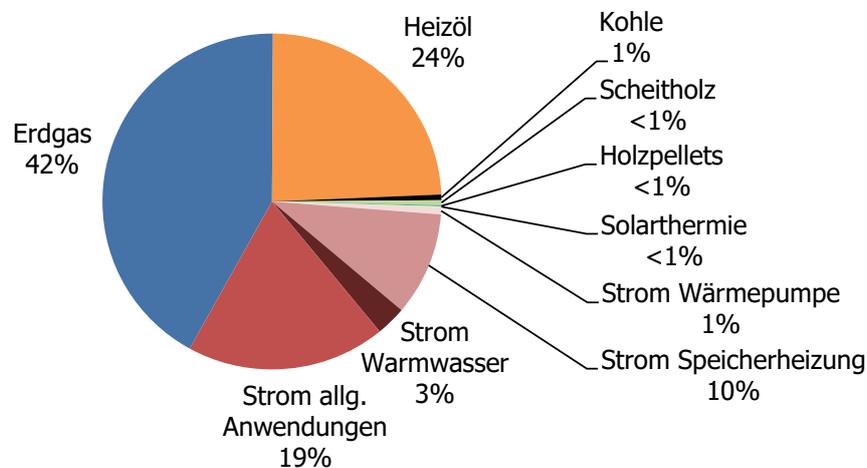


Abbildung 3-5: Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte Aarbergen 2011

3.2.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte, Heidenrod

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte in Heidenrod beläuft sich auf insgesamt 85.100 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von 26.600 t/a verursacht (s. Tabelle 3-3).



Tabelle 3-3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte, Heidenrod

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	14.400	4.200
Heizöl	43.500	16.400
Kohle	100	40
Scheitholz	13.800	300
Holzpellets	1.100	30
Solarthermie	500	20
Strom Wärmepumpe	400	200
Strom Speicherheizung	2.300	1.100
Strom Warmwasser	1.400	700
Strom allg. Anwendungen	7.700	3.600
Summe	85.100	26.600

In Heidenrod hat Heizöl mit 51 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch der privaten Haushalte, gefolgt von Erdgas mit 17 %. Scheitholz macht mit 16 % einen bedeutenden Anteil am Endenergieverbrauch aus. Gemeinsam mit Holzpellets (1 %) werden 17 % des Energieverbrauchs durch Biomasse abgedeckt. Auf elektrischen Strom entfällt ein Anteil von rund 14 % am Energieverbrauch. 1 % des Endenergieverbrauchs wird durch Solarthermie abgedeckt, jeweils weniger als 1 % durch Wärmepumpen bzw. Kohle (s. Abbildung 3-6).

**Endenergieverbrauch nach Energieträger
private Haushalte Heidenrod 2011**

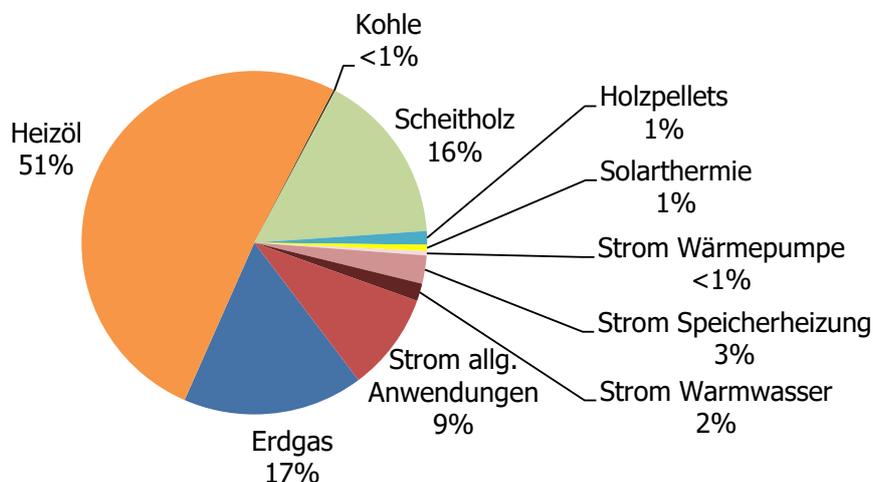




Abbildung 3-6: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte Heidenrod 2011

Aufgrund der vergleichsweise hohen spezifischen CO₂e-Emissionen beim Einsatz von Heizöl (376,0 gCO₂e/kWh) gegenüber denen von Scheitholz (21,2 gCO₂e/kWh) ist der Anteil des Heizöls an den verursachten CO₂e-Emissionen mit 62 % deutlich höher als dessen Anteil am Endenergieverbrauch. Gleiches gilt für elektrischen Strom in Heidenrod (469,3 gCO₂e/kWh), welcher einen Anteil von insgesamt 21 % an den CO₂e-Emissionen hat. Der Einsatz von Kohle, Holzpellets oder Solarthermie macht jeweils weniger als 1 % aus (s. Abbildung 3-7).

**CO₂e-Emissionen nach Energieträger
private Haushalte Heidenrod 2011**

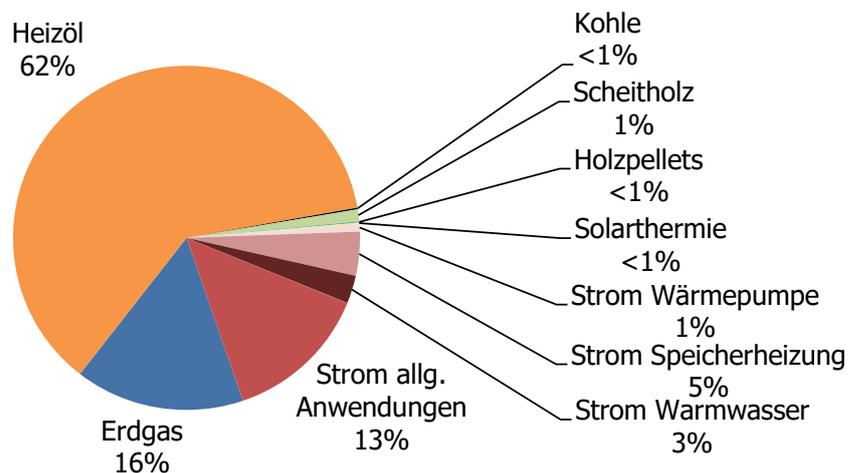


Abbildung 3-7: Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte Heidenrod 2011

3.2.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte, Hohenstein

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte in Hohenstein beläuft sich auf insgesamt 62.900 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von 19.400 t/a verursacht (s. Tabelle 3-4).



Tabelle 3-4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte, Hohenstein

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Erdgas	30.000	8.700
Heizöl	14.700	5.500
Kohle	20	10
Scheitholz	8.300	200
Holzpellets	900	20
Solarthermie	300	10
Strom Wärmepumpe	200	100
Strom Speicherheizung	2.100	1.200
Strom Warmwasser	700	400
Strom allg. Anwendungen	5.700	3.300
Summe	62.900	19.400

Der Erdgasverbrauch macht mit 48 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch der Haushalte in Hohenstein aus, gefolgt von Heizöl mit 23 % und Strom insgesamt mit 14 %. Auch in Hohenstein hat Scheitholz mit 13 % einen bedeutenden Anteil am Endenergieverbrauch. Gemeinsam mit Holzpellets (2 %) deckt Biomasse 15 % des Energieverbrauchs ab. Die Nutzung von Solarthermie macht ca. 1 % aus (Abbildung 3-8).

**Endenergieverbrauch nach Energieträger
private Haushalte Hohenstein 2011**

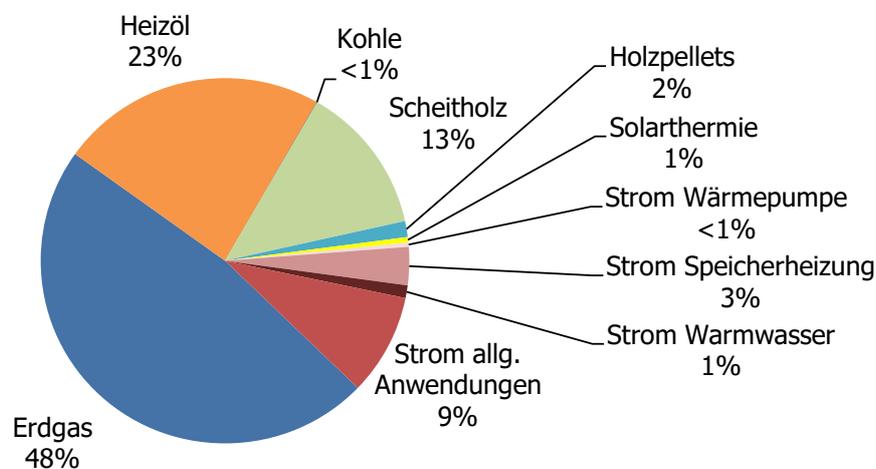




Abbildung 3-8: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte Hohenstein 2011

An den CO₂e-Emissionen hat der Erdgasverbrauch einen Anteil von 45 %, gefolgt von Heizöl mit 28 % und Strom mit insgesamt 14 %. Trotz des Anteils von 13 % am Endenergieverbrauch verursacht der Einsatz von Scheitholz nur 1 % der CO₂e-Emissionen. Auf Holzpellets, Solarthermie und Kohle entfällt ein Anteil von jeweils weniger als 1 % an den CO₂e-Emissionen (s. Abbildung 3-9).

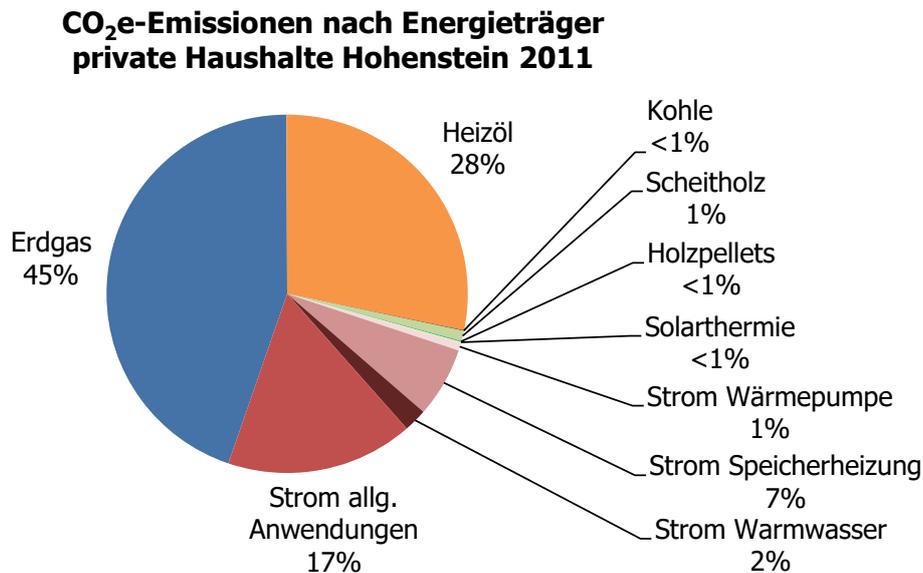


Abbildung 3-9: Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte Hohenstein 2011

3.2.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte, Untersuchungsgebiet gesamt

Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte im gesamten Untersuchungsgebiet beläuft sich auf insgesamt rund 193.800 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von 62.000 t/a verursacht (s. Tabelle 3-5).



Tabelle 3-5 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte, gesamtes Untersuchungsgebiet

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	67.300	19.600
Heizöl	68.400	25.700
Kohle	320	140
Scheitholz	25.600	570
Holzpellets	2.800	70
Solarthermie	1.000	40
Strom Wärmepumpe	800	400
Strom Speicherheizung	6.800	3.900
Strom Warmwasser	2.800	1.600
Strom allg. Anwendungen	18.000	10.000
Summe	193.820	62.020

Mit jeweils 35 % haben Erdgas und Heizöl den gleichen Anteil am Endenergieverbrauch im Untersuchungsgebiet. 14 % des Endenergieverbrauchs werden insgesamt durch elektrischen Strom abgedeckt, dicht gefolgt von Scheitholz mit 13 %. Holzpellets tragen mit 2 % zur Endenergiebereitstellung bei, Solarthermie mit ca. 1 % und Kohle mit weniger als 1 % (s. Abbildung 3-10).

**Endenergieverbrauch nach Energieträger
private Haushalte
Untersuchungsgebiet gesamt 2011**

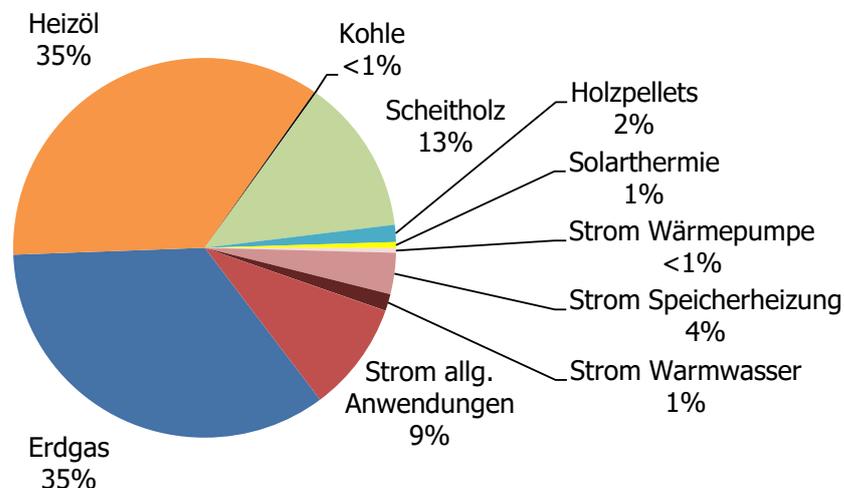




Abbildung 3-10: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, private Haushalte im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

Heizöl hat mit 41 % den größten Anteil an den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen der privaten Haushalte im Untersuchungsgebiet. Die durch den Erdgasverbrauch verursachten Emissionen machen 32 % aus, auf elektrischen Strom insgesamt entfallen rund 26 %. Der Einsatz von Scheitholz verursacht bei den Haushalten im Untersuchungsgebiet 1 % der CO₂e-Emissionen, Kohle, Holzpellets und Solarthermie haben nur einen Anteil von jeweils weniger als 1 % (s. Abbildung 3-11).

**CO₂e-Emissionen nach Energieträger
private Haushalte
Untersuchungsgebiet gesamt 2011**

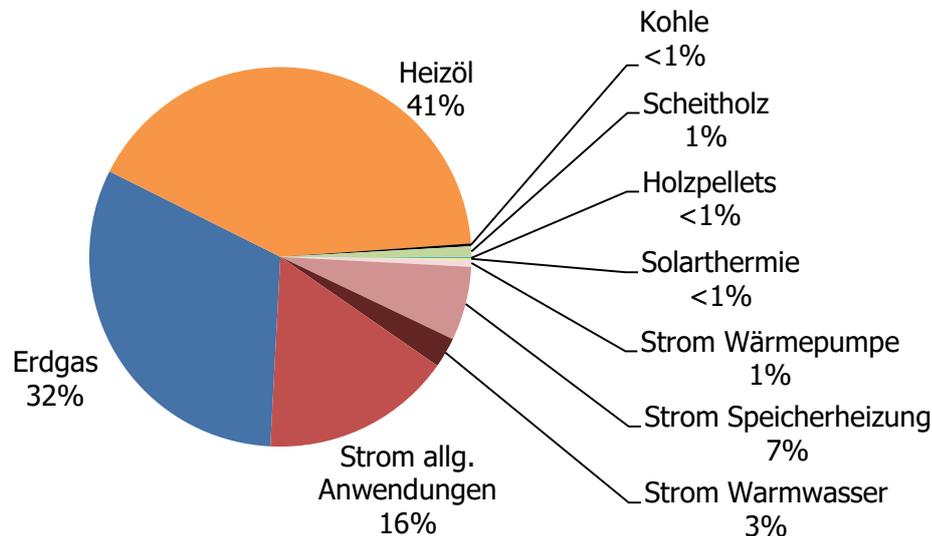


Abbildung 3-11: Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

3.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen

Bei der Bilanzierung der öffentlichen Einrichtungen werden jene Liegenschaften im Untersuchungsgebiet berücksichtigt, die sich in Trägerschaft der Gemeinden befinden. Datengrundlage für die Bilanzierung bilden von den Gemeinden zur Verfügung gestellte Daten zum Energieverbrauch.



Unter dem Begriff technische Einrichtungen sind Stromverbräuche zusammengefasst, die in Hoch- und Tiefbehältern, Regenrückhaltebecken, Abwasserpumpstationen, Druckerhöhungs-/minderungsanlagen, Brunnen, etc. anfallen.

Zunächst wird die Bilanz für jede der drei Gemeinden separat aufgestellt und schließlich in einer Gesamtbilanz das Untersuchungsgebiet zusammengefasst.

Die GEMIS-Kennwerte der spezifischen CO₂e-Emissionen der jeweiligen Energieträger sind im Anhang aufgeführt.

3.3.1 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen, Aarbergen

Der Endenergieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Aarbergen beläuft sich auf insgesamt rund 3.000 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von rund 1.300 t/a verursacht (s. Tabelle 3-6).

Tabelle 3-6 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Liegenschaften, Aarbergen

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO₂e-Emissionen
	MWh_f/a	t/a
Erdgas	1.860	540
Strom	1.180	770
Summe	3.040	1.310

In den öffentlichen Einrichtungen Aarbergens kommen als Energieträger nur Erdgas und elektrischer Strom zum Einsatz. Der Anteil von Erdgas am Gesamtendenergieverbrauch beträgt 61 %, der Anteil von Strom macht 39 % aus (s. Abbildung 3-12).



Endenergieverbrauch nach Energieträger öffentliche Einrichtungen in Aarbergen 2011

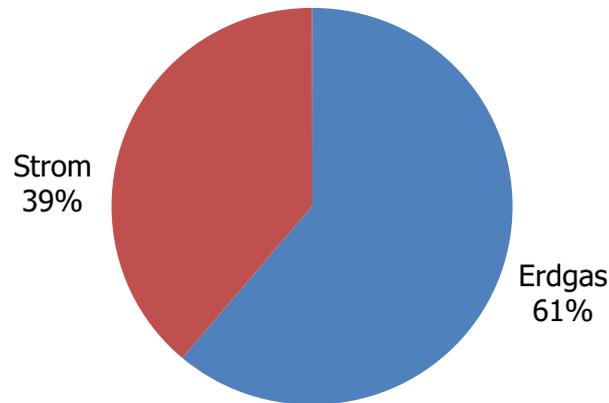


Abbildung 3-12 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Aarbergen

Um die Verteilung des Stromverbrauchs entsprechend der Art der Verbraucher zu verdeutlichen, ist der Stromverbrauch in nachfolgender Tabelle im Detail aufgeschlüsselt. Der Stromverbrauch der öffentlichen Liegenschaften und Einrichtungen in Aarbergen beträgt knapp ca. 1.180 kWh_{el}/a.

Tabelle 3-7 Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Art der Verbraucher, öffentliche Liegenschaften und Einrichtungen in Aarbergen

Energieträger	Endenergieverbrauch
	MWh_f/a
Wärmeversorgung u. WW	-
allg. Anwendungen, Gebäude	252
technische Anlagen	394
Kläranlage	274
Straßenbeleuchtung	262
Summe	1.181

Den größten Anteil am Stromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen in Aarbergen haben mit 34 % die technischen Anlagen. Der übrige Stromverbrauch verteilt sich zu etwa gleichen Teilen auf die Kläranlage (23 %), die Straßenbeleuchtung (22 %) und allgemeine Stromanwendungen in den öffentlichen Gebäuden (21 %).



Verteilung Stromverbrauch öffentliche Einrichtungen in Aarbergen 2011

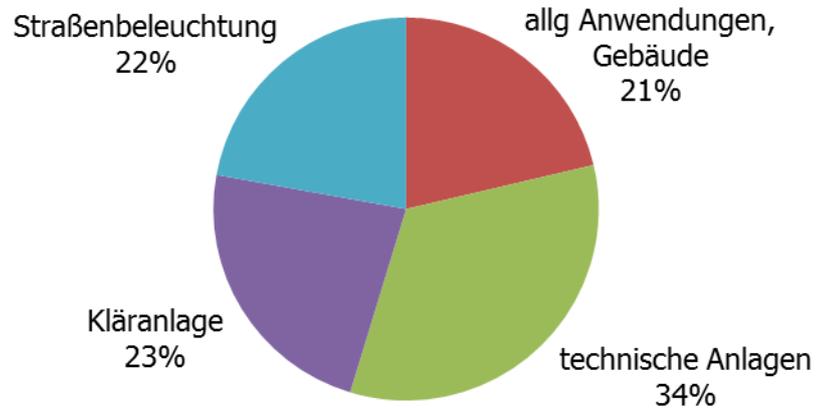


Abbildung 3-13 Verteilung Stromverbrauch nach Anwendungen, öffentliche Einrichtungen Aarbergen

Aufgrund der höheren spezifischen CO₂e-Emissionen je verbrauchter kWh ist der Anteil des Stromverbrauchs bei den CO₂e-Emissionen mit 59 % wesentlich höher als der Anteil des Erdgasverbrauchs mit 41 % (s. Abbildung 3-14), obwohl der Anteil des Endenergieverbrauchs der beiden Energieträger etwa umgekehrt ist.

CO₂e-Emissionen nach Energieträger öffentliche Einrichtungen in Aarbergen 2011

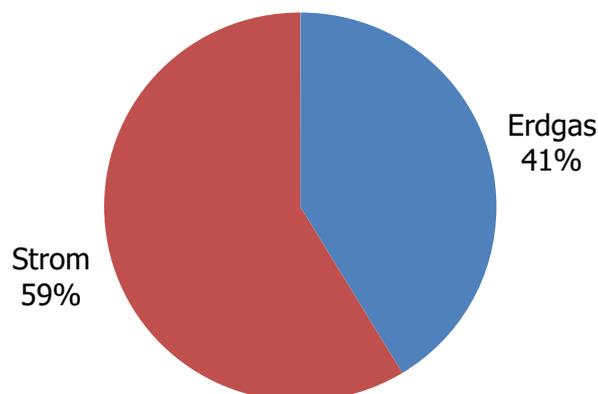


Abbildung 3-14 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Aarbergen



3.3.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen, Heidenrod

Der Endenergieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Heidenrod beläuft sich auf insgesamt knapp 3.100 MWh_f/a und liegt damit in ähnlicher Größenordnung wie der Endenergieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften in Aarbergen. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von rund 1.200 t/a verursacht (s. Tabelle 3-8).

Die gegenüber Aarbergen geringeren Emissionen trotz etwa gleichem Endenergieverbrauch in Heidenrod sind auf den geringeren spezifischen CO₂e-Emissionskennwert für Strom zurückzuführen, da in Heidenrod, bezogen auf den Stromverbrauch in der Gemarkung, ein höherer Anteil Strom regenerativ erzeugt wird, was sich positiv auf den ortsgebundenen Emissionskennwert auswirkt.

Tabelle 3-8 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Liegenschaften, Heidenrod

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO₂e-Emissionen
	MWh_f/a	t/a
Erdgas	542	157
Heizöl	666	250
Holzhackschnitzel	116	3
Strom	1.737	815
Summe	3.061	1.226

Elektrischer Strom hat auch in Heidenrod mit 57 % den mit Abstand größten Anteil am Endenergieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften, da hier auch Posten wie Straßenbeleuchtung und Strom für Pumpen und Kläranlagen einfließen. An zweiter Stelle folgt Heizöl mit einem Anteil von 22 %, an dritter Stelle Erdgas mit 17 %. Holzhackschnitzel tragen mit 4 % zur Energieversorgung bei.



Endenergieverbrauch nach Energieträger öffentliche Einrichtungen in Heidenrod 2011

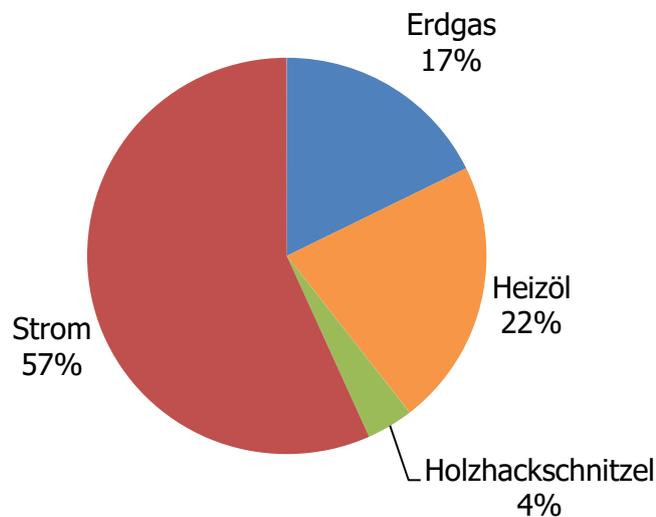


Abbildung 3-15 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Heidenrod

Um die Verteilung des Stromverbrauchs entsprechend der Art der Verbraucher zu verdeutlichen, ist der Stromverbrauch in nachfolgender Tabelle im Detail aufgeschlüsselt. Der Stromverbrauch der öffentlichen Liegenschaften und Einrichtungen in Heidenrod beträgt knapp 1.740 kWh_{el}/a.

Tabelle 3-9 Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Art der Verbraucher, öffentliche Liegenschaften und Einrichtungen in Heidenrod

Energieträger	Endenergieverbrauch
	MWh_f/a
Wärmeversorgung u. WW	178
allg. Anwendungen, Gebäude	79
technische Anlagen	675
Kläranlage	464
Straßenbeleuchtung	340
Summe	1.737

Bei den öffentlichen Einrichtungen in Heidenrod entfällt der größte Anteil am Stromverbrauch (39 %) auf die technischen Einrichtungen, gefolgt von den Kläranlagen (27 %) und der Straßenbeleuchtung (20 %). Wärmeversorgung über strombetriebene Heizungen und Warmwasserbereitung in den öffentlichen Gebäuden machen einen Anteil von 10 % des Gesamtstromverbrauchs der öffentlichen



Einrichtungen aus, allgemeine Anwendungen in den öffentlichen Gebäuden verursachen noch 4 % des Stromverbrauchs.

Verteilung Stromverbrauch öffentliche Einrichtungen in Heidenrod 2011

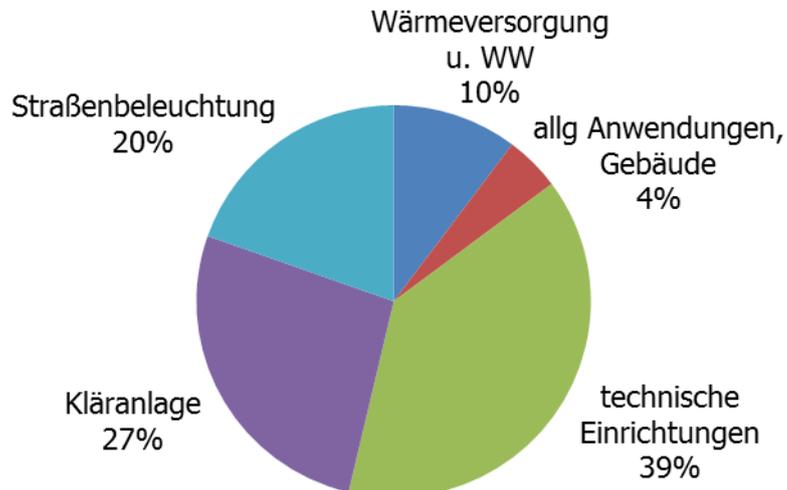


Abbildung 3-16 Verteilung Stromverbrauch nach Anwendungen, öffentliche Einrichtungen Heidenrod

Mit 66 % der CO₂e-Emissionen verursacht der Stromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen in Heidenrod den Abstand größten Teil der CO₂e-Emissionen. Auf Heizöl entfallen 22 %, auf Erdgas 13 %. Trotz des Anteils von ca. 4 % am Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen in Heidenrod ist der Anteil von Holzhackschnitzeln an den CO₂e-Emissionen mit nur 0,2 % fast verschwindend klein, da mit der Holznutzung nur vergleichsweise geringe spezifische CO₂e-Emissionen einher gehen.



CO₂e-Emissionen nach Energieträger öffentliche Einrichtungen in Heidenrod 2011

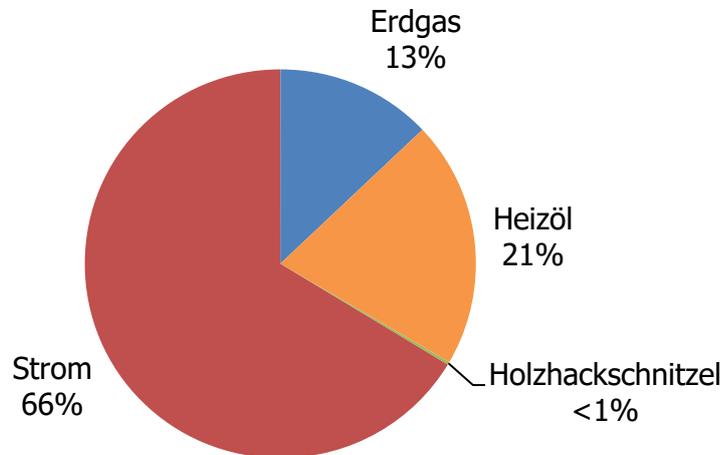


Abbildung 3-17 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Heidenrod

3.3.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen, Hohenstein

Der Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen beträgt knapp 2.200 MWh_f/a und verursacht CO₂e-Emissionen in Höhe von knapp 900 t/a (s. Tabelle 3-10).

Tabelle 3-10 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Liegenschaften, Heidenrod

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	681	198
Heizöl	108	41
Flüssiggas	56	16
Solarthermie	1	<0,1
Nahwärme	331	51
Strom	1.004	584
Summe	2.182	890

Mit 46 % hat der Stromverbrauch den größten Anteil am Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen in Hohenstein, gefolgt von Erdgas mit 31 %. Die Nahwärmeversorgung trägt mit 15 % zum Endenergieverbrauch bei. Hier bestehen unterschiedliche Nahwärmenetze, die entweder mit einer Kombination aus



Holzhackschnitzelkesseln und Erdgas- oder Heizöl-Spitzenlastkesseln oder allein mit Erdgaskesseln betrieben werden.

Heizöl hat einen Anteil von 5 % am Endenergieverbrauch, Flüssiggas 3 %. Der Anteil von Solarthermie ist mit 0,06 % sehr gering.

Endenergieverbrauch nach Energieträger öffentliche Einrichtungen in Hohenstein 2011

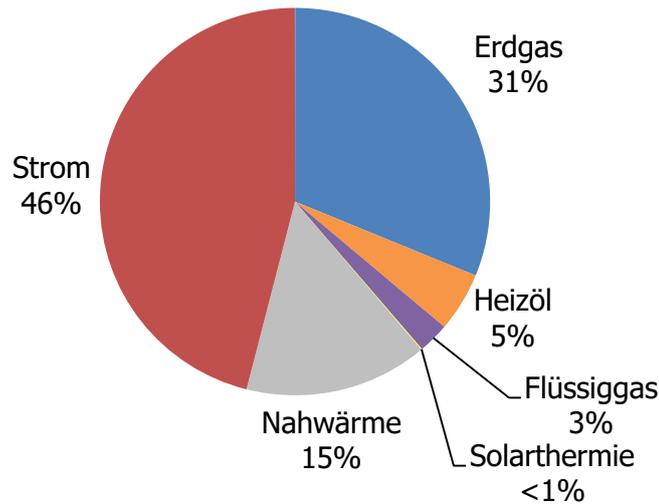


Abbildung 3-18 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträgern, öffentliche Einrichtungen Hohenstein

Um die Verteilung des Stromverbrauchs entsprechend der Art der Verbraucher zu verdeutlichen, ist der Stromverbrauch in nachfolgender Tabelle im Detail aufgeschlüsselt. Der Stromverbrauch der öffentlichen Liegenschaften und Einrichtungen in Hohenstein beträgt ca. 1.000 kWh_{el}/a.

Tabelle 3-11 Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Art der Verbraucher, öffentliche Liegenschaften und Einrichtungen in Hohenstein

Energieträger	Endenergieverbrauch
	MWh_f/a
Wärmeversorgung u. WW	58
allg. Anwendungen, Gebäude	180
technische Anlagen	294
Kläranlagen	268
Straßenbeleuchtung	204
Summe	1.004



Mit 29 % haben die technischen Einrichtungen den größten Anteil am Stromverbrauch der öffentlichen Einrichtungen in Hohenstein, gefolgt von den Kläranlagen (27 %) und dem Stromverbrauch für Straßenbeleuchtung (20 %). Auf allgemeine Anwendungen in Gebäuden entfällt ein Anteil von 18 % während die strombedingte Wärmeversorgung der öffentlichen Liegenschaften noch einen Anteil von 6 % ausmacht.

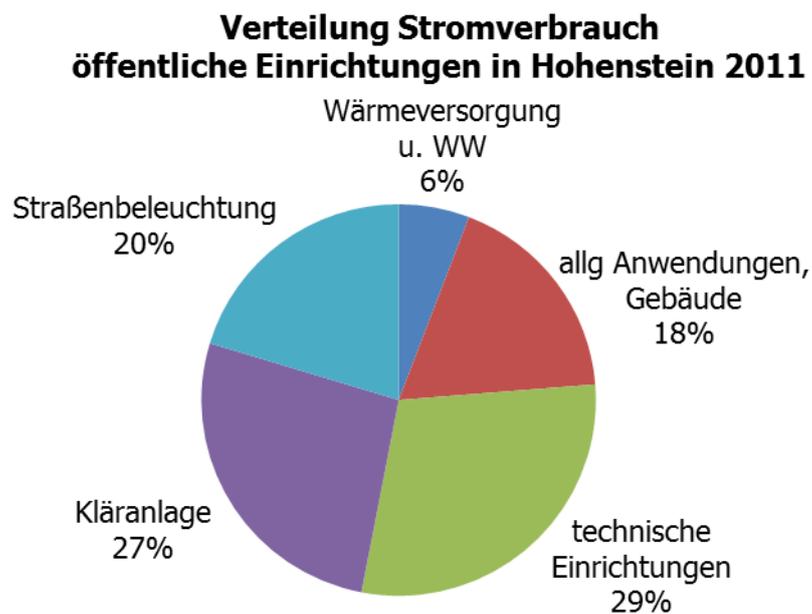


Abbildung 3-19 Verteilung Stromverbrauch nach Anwendungen, öffentliche Einrichtungen Hohenstein

Durch den Stromverbrauch werden bereits 66 % der durch den Energieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen verursachten CO₂e-Emissionen in Hohenstein hervorgerufen. Der Erdgasverbrauch verursacht 22 % der CO₂e-Emissionen. Mit deutlichem Abstand folgen die CO₂e-Emissionen bedingt durch die Nahwärmeversorgung (6 %), Heizöl (4 %) und Flüssiggas (2 %). Solarthermie spielt mit weniger als 0,01 % bei den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen keine Rolle.



CO₂e-Emissionen nach Energieträger öffentliche Einrichtungen in Hohenstein 2011

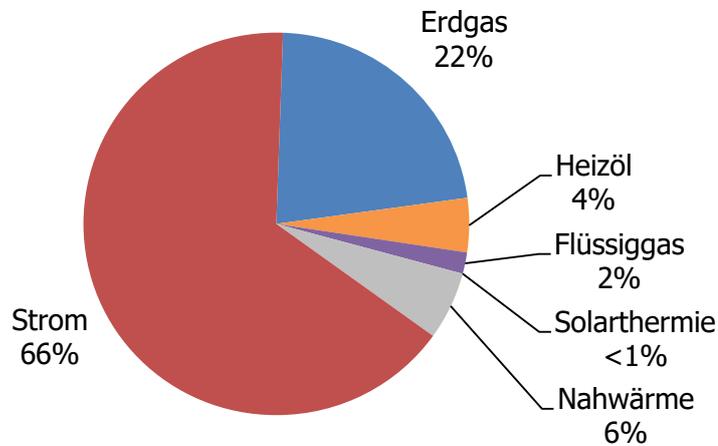


Abbildung 3-20 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Hohenstein

3.3.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Einrichtungen, Untersuchungsgebiet gesamt

Der Endenergieverbrauch der öffentlichen Liegenschaften im gesamten Untersuchungsgebiet Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein beträgt ca. 8.300 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von rund 3.400 t/a freigesetzt (s. Tabelle 3-12).

Tabelle 3-12 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz öffentliche Liegenschaften, Untersuchungsgebiet gesamt

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO₂e-Emissionen
	MWh_f/a	t/a
Erdgas	3.085	896
Heizöl	774	291
Flüssiggas	56	16
Holz hackschnitzel	116	3
Solarthermie	1	0,06
Nahwärme	331	51
Strom	3.922	2.168
Summe	8.285	3.424



Der höchste Energieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen im Untersuchungsgebiet geht auf den Stromverbrauch zurück (47 %), gefolgt vom Erdgasverbrauch (37 %). Vor allem in der Gemeinde Aarbergen, in deren öffentlichen Einrichtungen lediglich Strom und Erdgas zum Einsatz kommen, spielt Erdgas eine große Rolle.

Heizöl, welches nur in Heidenrod und Hohenstein eingesetzt wird, hat am Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen im gesamten Untersuchungsgebiet einen Anteil von 9 %.

Der Energieverbrauchsanteil von 4 % für Nahwärme geht allein auf Hohenstein zurück, da in Aarbergen und Heidenrod keine Nahwärmenetze für öffentliche Liegenschaften bestehen.

Holzhackschnittel haben einen Anteil am Endenergieverbrauch von 2 %, auf Flüssiggas entfällt 1 %. Solarthermie kommt allein in Hohenstein zum Einsatz. Bezogen auf den Energieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen im gesamten Untersuchungsgebiet macht Solarthermie einen Anteil von ca. 0,02 % aus.

Endenergieverbrauch nach Energieträger öffentliche Einrichtungen im Untersuchungsgebiet 2011

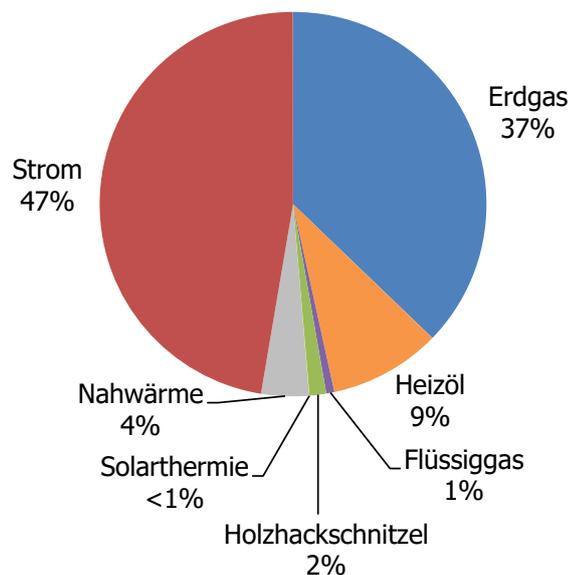


Abbildung 3-21 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Untersuchungsgebiet gesamt

Um die Verteilung des Stromverbrauchs entsprechend der Art der Verbraucher zu verdeutlichen, ist der Stromverbrauch in nachfolgender Tabelle im Detail aufgeschlüsselt. Der Stromverbrauch der öffentlichen Liegenschaften und Einrichtungen im gesamten Untersuchungsgebiet beträgt rund 3.920 kWh_{el}/a (s. Tabelle 3-13).



Tabelle 3-13 Aufschlüsselung des Stromverbrauchs nach Art der Verbraucher, öffentliche Liegenschaften und Einrichtungen im gesamten Untersuchungsgebiet

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh_f/a
Wärmeversorgung u. WW	236
allg. Anwendungen, Gebäude	510
technische Anlagen	1.364
Kläranlage	1.005
Straßenbeleuchtung	806
Summe	3.922

Technischen Einrichtungen ist mit 35 % der größte Anteil des Stromverbrauchs der öffentlichen Einrichtungen im Untersuchungsgebiet zuzuschreiben, gefolgt von den Kläranlagen mit 26 % und dem Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung mit einem Anteil von 20 %. Der Stromverbrauch für allgemeine Anwendungen in Gebäuden hat einen Anteil von 13 % am Stromverbrauch im Untersuchungsgebiet, für die Wärmeversorgung sind 6 % zu verzeichnen (s. Abbildung 3-22).

**Verteilung Stromverbrauch
öffentliche Einrichtungen im Untersuchungsgebiet 2011**

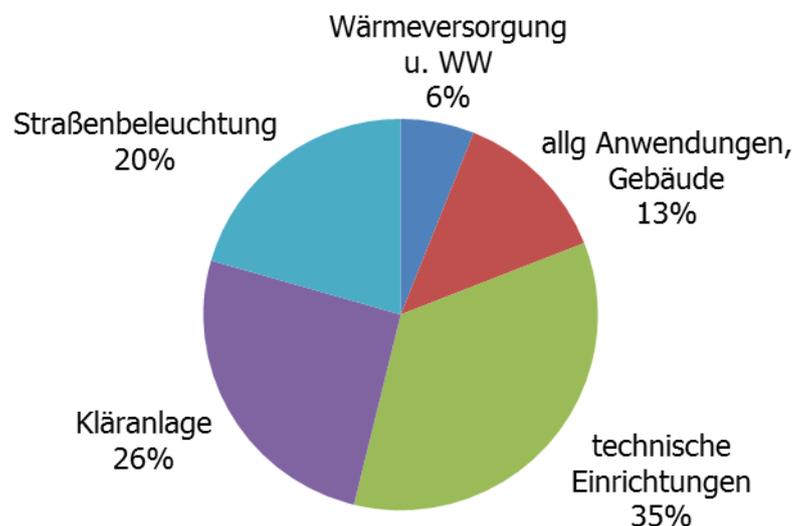


Abbildung 3-22 Verteilung Stromverbrauch nach Anwendungen, Untersuchungsgebiet gesamt

Die mit Abstand meisten energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen der öffentlichen Einrichtungen im Untersuchungsgebiet entstehen durch den Stromverbrauch. Allein hierauf entfallen fast $\frac{2}{3}$ der gesamten CO₂e-Emissionen



(63 %). Der Erdgasverbrauch verursacht 26 % der CO₂e-Emissionen der öffentlichen Einrichtungen, gefolgt von Heizöl mit 9 % und Nahwärme mit 2 %. Flüssiggas, Holz hackschnitzel und Solarthermie machen jeweils weniger als 1 % der CO₂e-Emissionen im Untersuchungsgebiet aus (s. Abbildung 3-23).

CO₂e-Emissionen nach Energieträger öffentliche Einrichtungen im Untersuchungsgebiet 2011

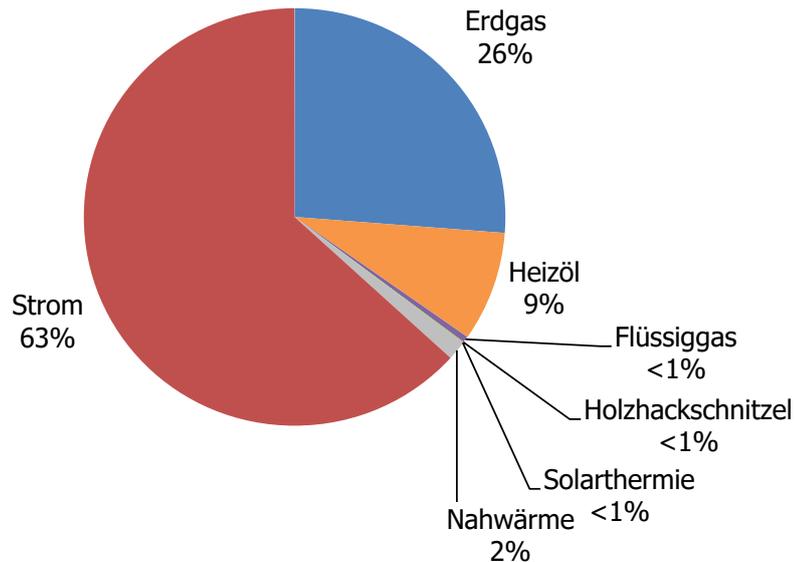


Abbildung 3-23 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, öffentliche Einrichtungen Untersuchungsgebiet gesamt

3.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz

Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie

Zum Energieverbrauch im Sektor GHD+I ist die Datenlage gering, sodass über verschiedene Methoden eine Abschätzung erfolgt. Einerseits werden Branchenkennwerte bezogen auf die Erwerbstätigenzahlen je Branche verwendet, andererseits ist teilweise eine Zuordnung der netzgebundenen Energieträger über die Netzbetreiber möglich.

Bei der Energie- und CO₂e-Bilanzierung des Sektors Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie (GHD+I) wurde davon ausgegangen, dass der Energiebedarf ausschließlich über die fossilen Energieträger Erdgas und Heizöl abgedeckt wird sowie



über elektrischen Strom. Der Anteil der regenerativen Energieträger an der Energieversorgung fällt kaum ins Gewicht und wird daher in der Bilanz vernachlässigt. Genaue Angaben liegen nicht vor.

Nachfolgend werden die Bilanzen zunächst einzeln für die Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein aufgestellt und schließlich in einer Gesamtbilanz zusammengefasst.

3.4.1 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Strom & Wärme Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie, Aarbergen

Der Endenergieverbrauch für Heizöl, Erdgas und Strom des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie in Aarbergen beläuft sich auf insgesamt 45.300 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von 25.200 t/a verursacht (s. Tabelle 3-14).

79 % des Brennstoffverbrauchs von Erdgas und Heizöl werden für Raumheizung benötigt, 21 % für Prozesswärme. Für den Stromverbrauch ist eine Aufteilung auf Raumwärme- und Prozessenergiebedarf aufgrund schwacher Datenlage nicht möglich.

Tabelle 3-14 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz GHD+I in Aarbergen 2011

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO₂e-Emissionen
	MWh_f/a	t/a
Erdgas	7.400	2.100
Heizöl	6.000	2.300
Strom	31.900	20.800
Summe	45.300	25.200

71 % des Endenergieverbrauchs gehen allein auf das Konto des Stromverbrauchs. Der auffallend hohe Stromverbrauch im Gewerbesektor Aarbergens geht zurück auf die dort ansässige Gießerei.

Der übrige Energieverbrauch verteilt sich zu 16 % auf Erdgas und zu 13 % auf Heizöl.



Endenergieverbrauch nach Energieträger GHD+I in Aarbergen 2011

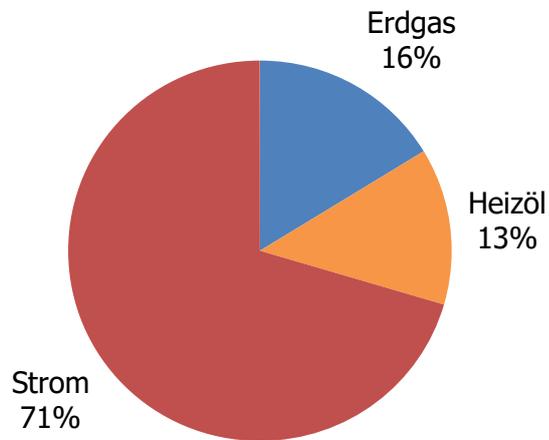


Abbildung 3-24 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD-I in Aarbergen

Analog zum Stromverbrauch ist auch der Anteil der durch den Stromverbrauch verursachten Emissionen am höchsten. Aufgrund der hohen spezifischen CO₂e-Emissionen je verbrauchter kWh_f im Vergleich zu den durch Erdgas- und Heizölverbrauch verursachten Emissionen ist der Anteil des Stromverbrauchs an den energieverbrauchsbedingten Emissionen mit 83 % noch höher als der Anteil des Stroms am Endenergieverbrauch.

Durch den Heizölverbrauch werden 9 % der CO₂e-Emissionen des GHD+I-Sektors in Aarbergen verursacht, durch den Erdgasverbrauch 8 %.

CO₂e-Emissionen nach Energieträger GHD+I in Aarbergen 2011

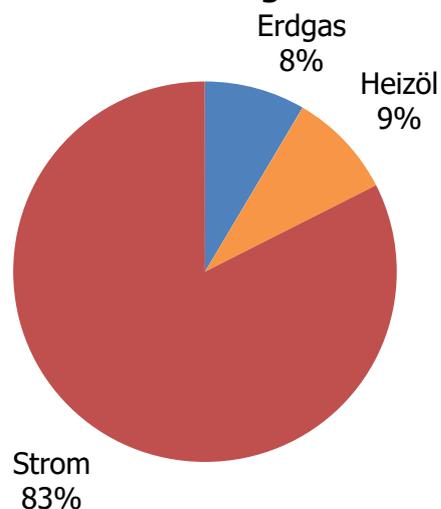


Abbildung 3-25 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, GHD-I in Aarbergen



3.4.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Strom & Wärme Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie, Heidenrod

Der Endenergieverbrauch für Heizöl, Erdgas und Strom des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie in Heidenrod beläuft sich auf insgesamt 15.700 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von 6.300 t/a verursacht (s. Tabelle 3-15).

72 % des Brennstoffverbrauchs von Erdgas und Heizöl werden für Raumheizung benötigt, 28 % für Prozesswärme. Für den Stromverbrauch ist eine Aufteilung auf Raumwärme- und Prozessenergiebedarf aufgrund schwacher Datenlage nicht möglich.

Tabelle 3-15 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz GHD+I in Heidenrod 2011

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	3.000	900
Heizöl	5.900	2.200
Strom	6.800	3.200
Summe	15.700	6.300

In Heidenrod hat der Stromverbrauch mit 44 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch des Sektors Gewerbe/Handel/Dienstleistung & Industrie. Auf Heizöl entfällt ein Anteil von 37 %, auf Erdgas 19 % (s. Abbildung 3-26).

**Endenergieverbrauch nach Energieträger
GHD+I in Heidenrod 2011**

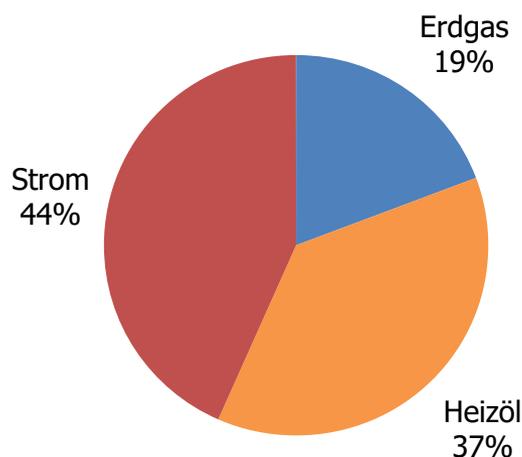


Abbildung 3-26 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD-I in Heidenrod



51 % der durch den Energieverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen des GHD+I-Sektors in Heidenrod gehen auf das Konto des Stromverbrauchs. Der Heizölverbrauch verursacht 35 % der Emissionen, der Erdgasverbrauch 14 %.

**CO₂e-Emissionen nach Energieträger
GHD+I in Heidenrod 2011**

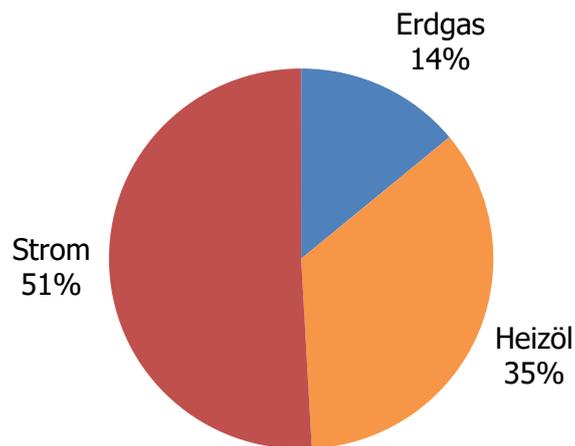


Abbildung 3-27 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, GHD-I in Heidenrod

3.4.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Strom & Wärme Gewerbe / Handel / Dienstleistungen und Industrie, Hohenstein

Der Endenergieverbrauch für Heizöl, Erdgas und Strom des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie in Hohenstein beläuft sich auf insgesamt 13.200 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO₂e-Emissionen in Höhe von 6.000 t/a verursacht (s. Tabelle 3-16).

85 % des Brennstoffverbrauchs von Erdgas und Heizöl werden für Raumheizung benötigt, 15 % für Prozesswärme. Für den Stromverbrauch ist eine Aufteilung auf Raumwärme- und Prozessenergiebedarf aufgrund schwacher Datenlage nicht möglich.

Tabelle 3-16 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz GHD+I in Hohenstein 2011

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO₂e-Emissionen
	MWh_f/a	t/a
Erdgas	3.300	1.00
Heizöl	3.300	1.200
Strom	6.600	3.800
Summe	13.200	6.000



In Hohenstein macht der Stromverbrauch im GHD+I-Sektor die Hälfte des Endenergieverbrauchs aus. Die übrigen 50 % verteilen sich zu gleichen Teilen auf Erdgas und Heizöl (s. Abbildung 3-28).

Endenergieverbrauch nach Energieträger GHD+I in Hohenstein 2011

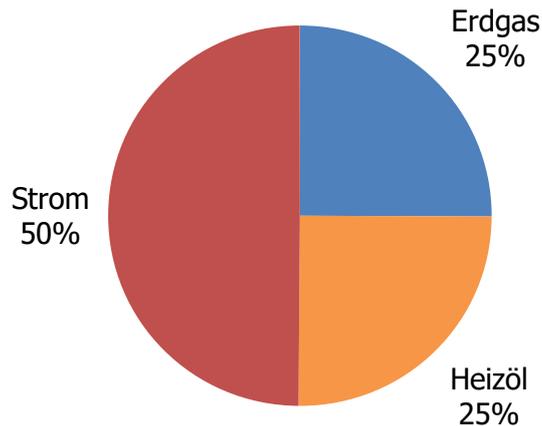


Abbildung 3-28 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD-I in Hohenstein

Da der spezifische CO₂e-Emissionskennwert je verbrauchter kWh bei Strom wesentlich höher ist als bei Heizöl und Erdgas, ist auch der Anteil des Stromverbrauchs an den verursachten CO₂e-Emissionen mit 63 % höher als der Anteil am Endenergieverbrauch. Der Heizölverbrauch verursacht 21 % der CO₂e-Emissionen, der Erdgasverbrauch 16 %.

CO₂e-Emissionen nach Energieträger GHD+I in Hohenstein 2011

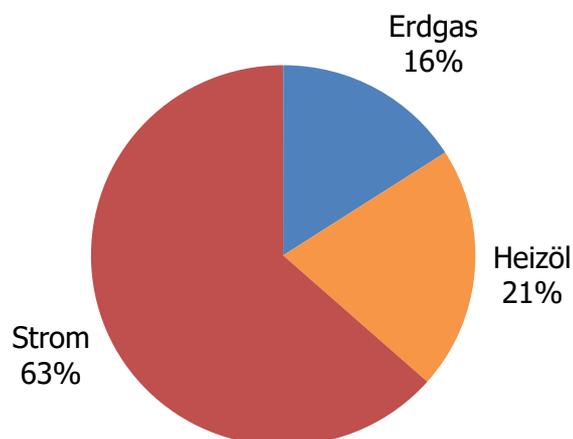




Abbildung 3-29 Verteilung CO_{2e}-Emissionen nach Energieträger, GHD-I in Hohenstein

3.4.4 Energie- und CO_{2e}-Emissionsbilanz Strom & Wärme Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie, Untersuchungsgebiet gesamt

Der Endenergieverbrauch für Heizöl, Erdgas und Strom des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie beläuft sich im gesamten Untersuchungsgebiet auf 74.200 MWh_f/a. Durch den Energieverbrauch werden CO_{2e}-Emissionen in Höhe von 37.500 t/a verursacht (s. Tabelle 3-17).

78 % des Brennstoffverbrauchs von Erdgas und Heizöl werden für Raumheizung benötigt, 22 % für Prozesswärme. Für den Stromverbrauch ist eine Aufteilung auf Raumwärme- und Prozessenergiebedarf aufgrund schwacher Datenlage nicht möglich.

Tabelle 3-17 Energie- und CO_{2e}-Emissionsbilanz GHD+I im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO_{2e}-Emissionen
	MWh_f/a	t/a
Erdgas	13.700	4.000
Heizöl	15.200	5.700
Strom	45.300	27.800
Summe	74.200	37.500

Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet der Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein hat der Stromverbrauch einen Anteil von 61 % am Endenergieverbrauch im Sektor GHD+I. Insbesondere der hohe Stromverbrauch in Aarbergen, bedingt durch die dort ansässige Gießerei, führt zu diesem hohen Wert. Heizöl hat einen Anteil von 21 % am Endenergieverbrauch, Erdgas 18 %.



Endenergieverbrauch nach Energieträger GHD+I im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

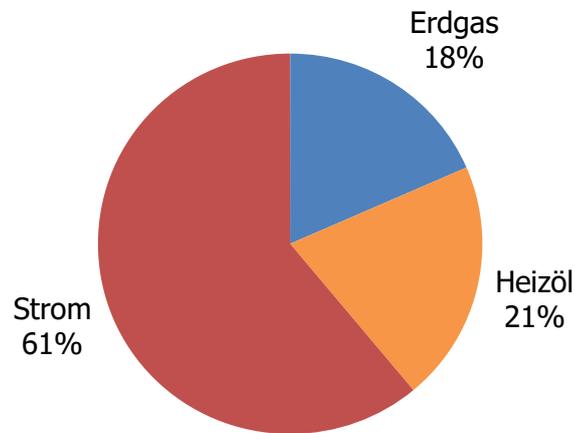


Abbildung 3-30 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, GHD-I im gesamten Untersuchungsgebiet

Der Stromverbrauch im Untersuchungsgebiet verursacht bereits 74 % der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen im GHD+I-Sektor. Der Heizölverbrauch hat noch einen Anteil von 15 % an den CO₂e-Emissionen, der Erdgasverbrauch 11 %.

CO₂e-Emissionen nach Energieträger GHD+I im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

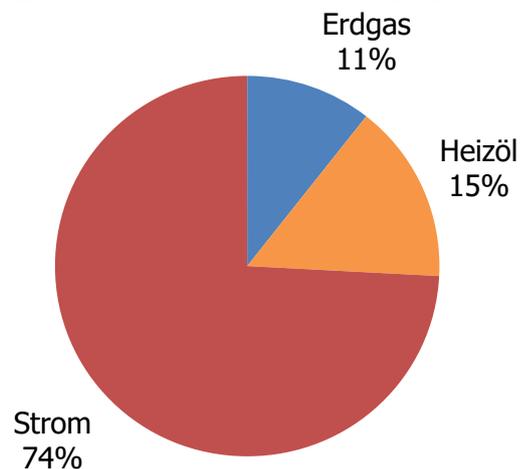


Abbildung 3-31 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, GHD-I im gesamten Untersuchungsgebiet

3.5 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr



Im vorliegenden Konzept basiert die Bilanz des Verkehrssektors auf Daten der Zulassungsstatistik der Zulassungsstelle des Rheingau-Taunus-Kreises, die die in den drei Gemeinden zugelassenen Fahrzeuge sowohl nach Fahrzeugtyp (z.B. PKW, LKW, Bus) als auch nach Antrieb (z.B. Diesel, Benzin) sortiert zur Verfügung stellen konnte. Schiffs-, Bahn- und Flugverkehr werden nicht in der Bilanz erfasst. Ebenso werden Fahrzeuge der Rettungsdienste, der Müllabfuhr und anderer öffentlicher, nicht kommunaler Dienstleistungen nicht mitbilanziert.

Die Jahresfahrleistungen beim motorisierten Individualverkehr basieren auf Kennwerten aus der Datenbank GEMIS, Version 4.6 (Öko-Institut, 2011). Die dort nach Fahrzeugtyp und Antriebsvariante aufgeteilten Kennwerte zur Jahresfahrleistung sowie Emissionskennwerte werden mit den Daten der Zulassungsstelle 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 (Öko-Institut, 2011). Die dort nach Fahrzeugart und Antriebsvariante aufgeteilten Emissionskennwerte in kg CO₂e/km werden mit der Fahrleistung zu einer Gesamtemission verrechnet.

Die verwendeten Kennwerte sind im Anhang zusammengefasst dargestellt.

Für Fahrzeuge, die Erdgas bzw. LPG und Benzin verwenden, wird angenommen, dass sie zu 80 % mit Gasantrieb fahren. Beim Hybridantrieb wird pauschal eine Effizienzsteigerung von 18 % bezogen auf den Verbrauch eines vergleichbaren Fahrzeuges mit Benzinmotor angenommen.

3.5.1 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr, Aarbergen

Zunächst wird die Verkehrsbilanz für alle in Aarbergen zugelassenen Fahrzeuge aufgestellt, und anschließend die kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Aarbergen separat bilanziert.

3.5.1.1 Bilanzierung aller in Aarbergen zugelassenen Fahrzeuge

80 % der in Aarbergen zugelassenen Fahrzeuge sind PKW, 10 % Krafträder, 6 % landwirtschaftliche Zugmaschinen und 4 % LKW zwischen 3,5 und 12 t.

LKW bis 3,5 t, Zugmaschinen und Linienbusse machen jeweils weniger als 1 % der zugelassenen Fahrzeuge aus (s. Abbildung 3-32).



Zugelassene Kfz in Aarbergen 2011

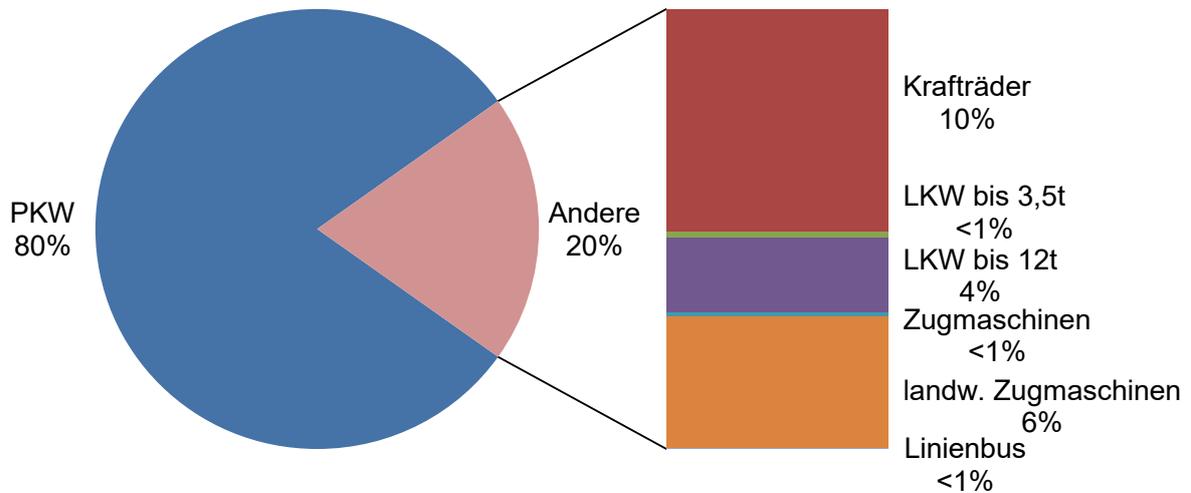


Abbildung 3-32 Verteilung der zugelassenen Kfz in Aarbergen

In Tabelle 3-18 sind der Energieverbrauch und die durch den Fahrzeugbetrieb in Aarbergen verursachten CO₂e-Emissionen entsprechend der verschiedenen Fahrzeugarten aufgegliedert.

Tabelle 3-18 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Fahrzeugklasse in Aarbergen 2011

Fahrzeugart	Anzahl	Fahrleistung	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	Stück	Mio.km/a	MWh _f /a	tCO ₂ e/a
PKW	3.774	55	31.200	11.170
Krafträder	469	2	870	320
LKW bis 3,5t	13	1	750	440
LKW bis 12t	157	10	14.600	6.810
Zugmaschinen	8	1	2.300	810
landw. Zugmaschinen	278	2	6.700	2.360
Linienbus	1	0	130	40
Summe	4.700	71	56.550	21.950

Der PKW-Betrieb ist mit 55 % für den höchsten verkehrsbedingten Energieverbrauch verantwortlich, gefolgt von LKW zwischen 3,5 und 12 t (26 %) und landwirtschaftlichen Zugmaschinen (12 %). Zugmaschinen haben einen Anteil von 4 % am



Endenergieverbrauch des Verkehrssektors, Krafträder ca. 2 %, LKW bis 3,5 t ca. 1 % und Linienbusse weniger als 1 %.

Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugklasse in Aarbergen 2011

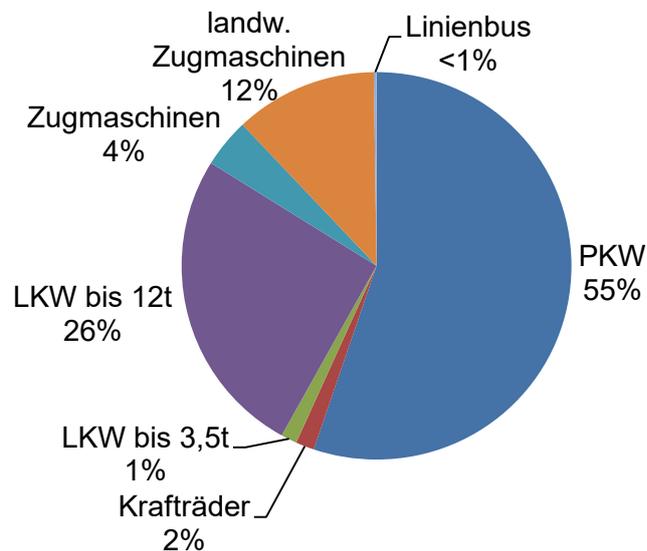


Abbildung 3-33 Verteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Aarbergen 2011

Die meisten CO₂e-Emissionen im Verkehrssektor in Aarbergen entstehen durch den PKW-Verkehr (51 %). LKW zwischen 3,5 und 12 t verursachen 31 % der verkehrsbedingten Emissionen, landwirtschaftliche Zugmaschinen haben einen Anteil von 11 %, Zugmaschinen 4 %. LKW bis 3,5 t tragen zu 2 % zu den CO₂e-Emissionen des Verkehrssektors bei, Krafträder zu 1 % und Linienbusse haben einen Anteil von weniger als 1 % an den CO₂e-Emissionen.



**CO₂e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugklasse
in Aarbergen 2011**

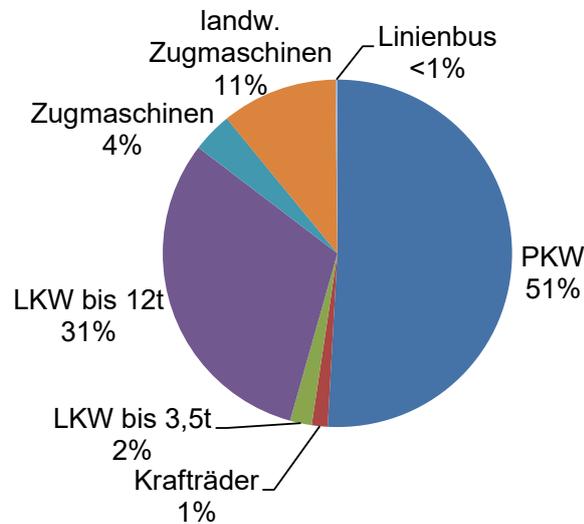


Abbildung 3-34 Verteilung der CO₂e-Emissionen im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Aarbergen 2011

Die Art der Antriebe und deren Häufigkeit wird in nachfolgender Tabelle ersichtlich, ebenso wie der Endenergieverbrauch und die CO₂e-Emissionen entsprechend der Antriebsart.

Tabelle 3-19 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Antriebsart in Aarbergen 2011

Antriebs- variante	Anzahl Fahrzeuge	Endenergieverbrauch		CO ₂ e-Emissionen	
		Stück	MWh _f /a	%	tCO ₂ e/a
Benzin	2.490	14.030	24,9	5.140	23,6
Diesel	2.161	41.850	74,3	16.520	75,8
Elektro	-	-	-	-	-
LPG/Erdgas	5	40	0,1	10	0,1
Benzin/LPG	44	370	0,7	110	0,5
Hybrid Benzin	-	-	-	-	-
Summe	4.700	56.300	100	21.780	100

Der Endenergieverbrauch der in Aarbergen zugelassenen 4.700 Fahrzeuge beträgt insgesamt ca. 56.300 MWh_f/a. Die verkehrsbedingten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf ca. 21.800 t/a.

Den größten Fahrzeuganteil haben mit Benzin betriebene Fahrzeuge (53 %), dicht gefolgt von Fahrzeugen mit Dieselantrieb. Alternative Antriebsvarianten machen nur



rund 1 % aus. Am häufigsten kommt dabei noch der Benzin/LPG-Hybridantrieb vor (rund 0,9 %). Die LPG-/Erdgas-Antriebsvariante kommt bei rund 0,1 % der zugelassenen Fahrzeuge in Aarbergen zum Einsatz.

Antriebsvarianten der PKW in Aarbergen 2011

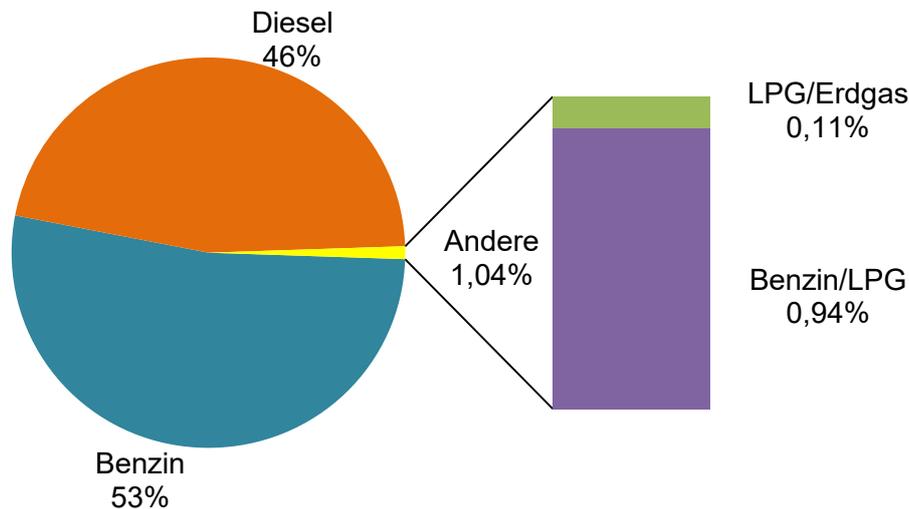


Abbildung 3-35 Verteilung der Kfz-Antriebsvarianten in Aarbergen

Beim Kraftstoffverbrauch verschiebt sich das Verhältnis von Benzin- zu Dieselantrieb deutlich, da vor allem Fahrzeuge mit hoher Laufleistung und leistungsstarke Fahrzeuge mit tendenziell hohem Verbrauch (z.B. LKW) über einen Dieselantrieb verfügen. Rund 74 % des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor gehen in Aarbergen auf das Konto von Dieselmotoren. Der Anteil von Benzin am Endenergieverbrauch beträgt bei den rein mit Benzin betriebenen Fahrzeugen knapp 25 %. Der Kraftstoffverbrauch von Hybridfahrzeugen mit LPG/Erdgas-Antrieb und Benzin/LPG-Antrieb macht insgesamt weniger als 1 % des Endenergieverbrauchs aus.

Während sich die Anzahl der Fahrzeuge in Aarbergen etwa zur Hälfte auf Ottomotoren und Dieselantrieb aufteilen, ist bei den Fahrzeugen mit Dieselantrieb der Anteil am Endenergieverbrauch mit 74,3 % wesentlich höher als bei Benzin (24,9 %), da der Anteil der Dieselfahrzeuge bei großen Lastfahrzeugen mit hohem Kraftstoffverbrauch besonders hoch ist. Der Anteil der durch den Kraftstoffverbrauch verursachten CO₂-Emissionen ist beim Dieselmotor nochmals höher als bei Benzin, da der spezifische Emissionskennwert je kWh_f bei Dieselmotoren etwas schlechter ist als bei Benzin. Alternative Antriebe verursachen aufgrund ihrer geringen Verbreitung kaum nennenswerte Emissionen. Elektrofahrzeuge kamen im Bilanzjahr 2011 nicht zum Einsatz.



Antriebsvarianten der Kfz in Aarbergen 2011 - Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen -

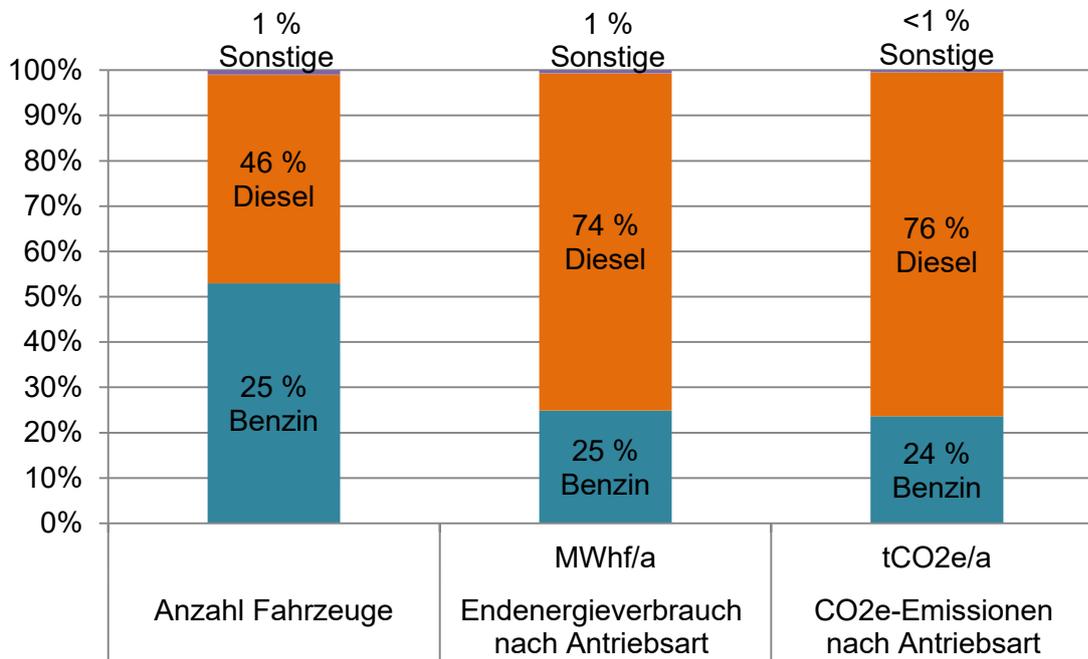


Abbildung 3-36 Kfz-Antriebsvarianten in Aarbergen: Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen

3.5.1.2 Bilanzierung der kommunalen Fahrzeugflotte der Gemeinde Aarbergen

Zur kommunalen Fahrzeugflotte der Gemeinde Aarbergen gehören insgesamt elf Fahrzeuge (s. Tabelle 3-20). Vier Fahrzeuge sind PKW, drei LKW zwischen 3,5 und 12 t, zwei landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge und ein Bus (Kindergartenbus). Lediglich zwei der PKW werden mit Benzin betrieben, die übrigen neun Fahrzeuge haben einen Dieselantrieb.

Die kommunale Fahrzeugflotte in Aarbergen hat einen Endenergieverbrauch von insgesamt 128 MWh_f/a. Jährlich werden durch den Betrieb der Fahrzeuge CO₂e-Emissionen in Höhe von 64 t/a verursacht.

Tabelle 3-20 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Antriebsart, kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Aarbergen 2011

Antriebs-variante	Anzahl Fahrzeuge	Kraftstoff-verbrauch	Endenergie-verbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	Stück	l/a	MWhf/a	tCO ₂ e/a



Benzin	2	2.400	21	8
Diesel	9	10.900	107	56
Summe	11	13.300	128	64

Analog zur Anzahl der mit Diesel betriebenen Fahrzeuge ist auch der Anteil von Diesel am Endenergieverbrauch (83 %) und den verursachten CO₂e-Emissionen (88 %) dominierend (s. Abbildung 3-37).

**Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotte
in Aarbergen 2011
- Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen -**

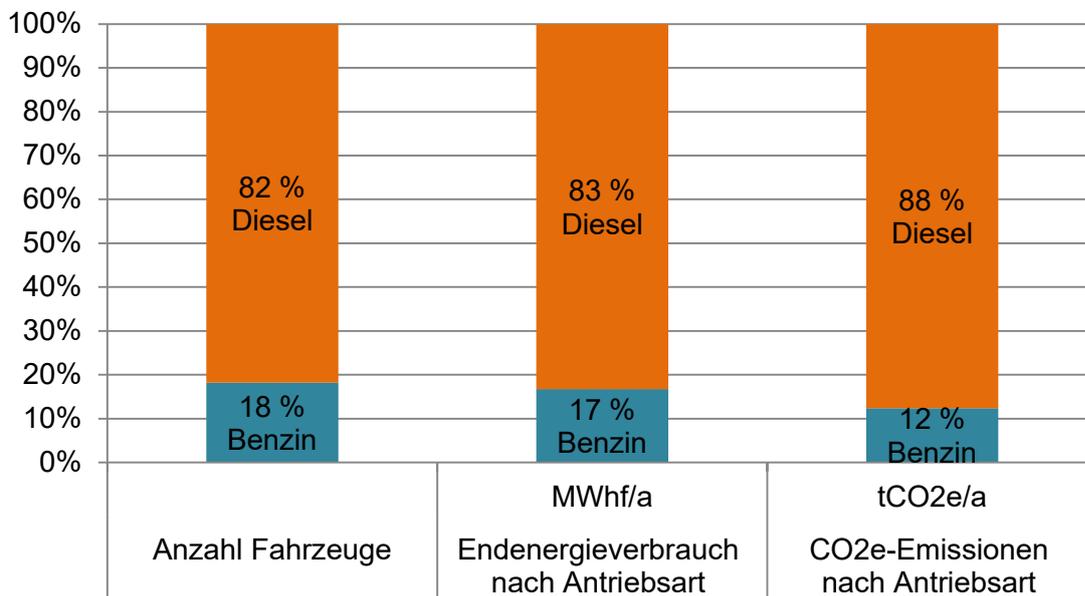


Abbildung 3-37 Kfz-Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotte in Aarbergen: Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen

3.5.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr, Heidenrod

Zunächst wird die Verkehrsbilanz für alle in Heidenrod zugelassenen Fahrzeuge aufgestellt, und anschließend die kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Heidenrod separat bilanziert.

3.5.2.1 Bilanzierung aller in Heidenrod zugelassenen Fahrzeuge

77 % der in Heidenrod zugelassenen Fahrzeuge sind PKW, 10 % Krafträder, 8 % landwirtschaftliche Zugmaschinen und 4 % LKW zwischen 3,5 und 12 t. Linienbusse haben einen Anteil von 1 % an den in Heidenrod zugelassenen Fahrzeugen. LKW bis



3,5 t und Zugmaschinen machen jeweils weniger als 1 % der zugelassenen Fahrzeuge aus (s. Abbildung 3-38).

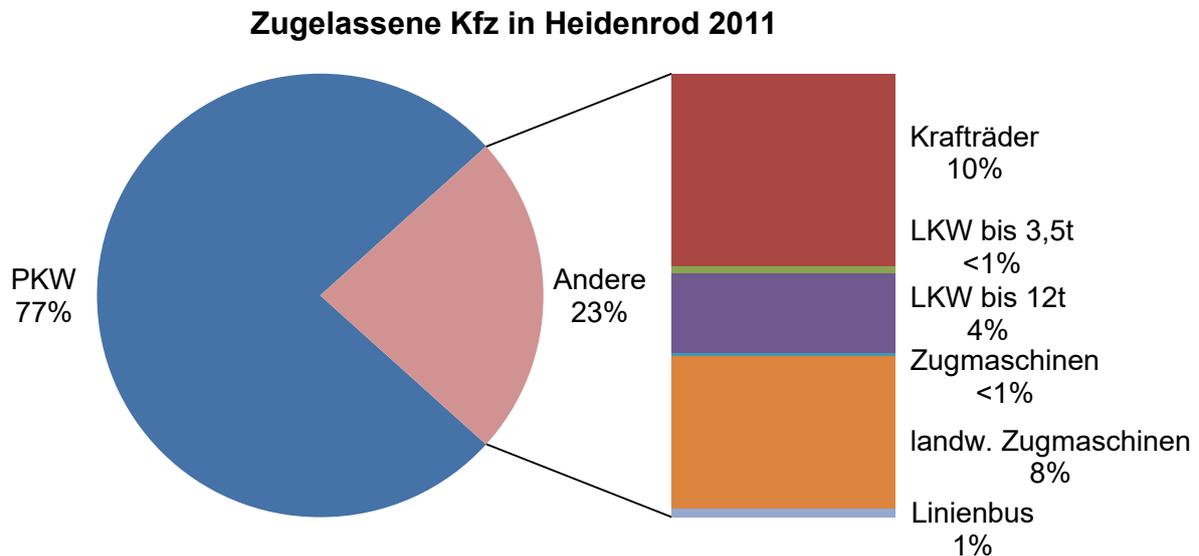


Abbildung 3-38 Verteilung der zugelassenen Kfz in Heidenrod nach Fahrzeugklassen

In Tabelle 3-21 sind der Energieverbrauch und die durch den Fahrzeugbetrieb in Heidenrod verursachten CO₂e-Emissionen entsprechend der verschiedenen Fahrzeugarten aufgliedert.

Tabelle 3-21 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Fahrzeugklasse in Heidenrod 2011

Fahrzeugart	Anzahl	Fahrleistung	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	Stück	Mio.km/a	MWh _f /a	tCO ₂ e/a
PKW	5.167	75	42.640	15.260
Krafträder	688	3	1.280	470
LKW bis 3,5t	23	1	750	440
LKW bis 12t	283	19	27.000	12.610
Zugmaschinen	13	1	4.220	1.490
landw. Zugmaschinen	541	4	13.140	4.640
Linienbus	30	1	3.920	1.040
Summe	6.745	105	92.950	35.950

Der PKW-Betrieb ist mit 46 % für den höchsten verkehrsbedingten Energieverbrauch verantwortlich, gefolgt von LKW zwischen 3,5 und 12 t (29 %) und landwirtschaftlichen Zugmaschinen (14 %). Zugmaschinen haben einen Anteil von 5 % am



Endenergieverbrauch, Linienbusse 4 % und Krafträder sowie LKW bis 3,5 t jeweils 1 %.

Endenergieverbrauch Verkehr nach nach Fahrzeugklasse in Heidenrod 2011

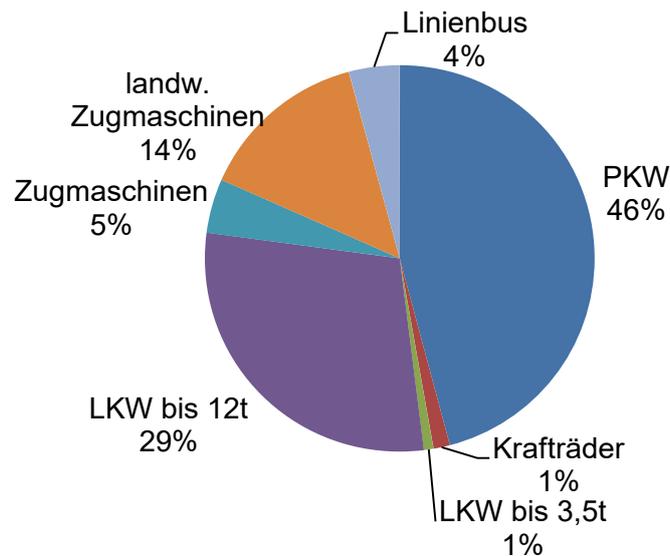


Abbildung 3-39 Verteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Heidenrod 2011

Die meisten CO₂e-Emissionen im Verkehrssektor in Heidenrod werden durch den PKW-Verkehr verursacht (46 %), gefolgt von LKW zwischen 3,5 und 12 t mit einem Anteil von 29 %. Landwirtschaftliche Zugmaschinen tragen zu 14 % zu den verkehrsbedingten CO₂e-Emissionen bei, Zugmaschinen zu 5 % und Linienbusse zu 4 %. LKW bis 3,5 t und Krafträder haben einen Anteil von jeweils 1 % an den Emissionen im Verkehrssektor.



Endenergieverbrauch Verkehr nach nach Fahrzeugklasse in Heidenrod 2011

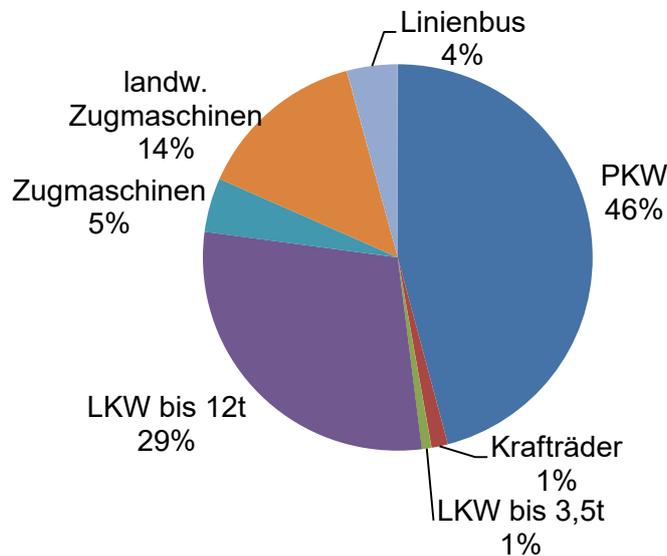


Abbildung 3-40 Verteilung der CO₂e-Emissionen im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Heidenrod 2011

Die Art der Antriebe und deren Häufigkeit wird in nachfolgender Tabelle ersichtlich, ebenso wie der Endenergieverbrauch und die CO₂e-Emissionen entsprechend der Antriebsart.

Tabelle 3-22 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Antriebsart in Heidenrod 2011

Antriebs- variante	Anzahl Fahrzeuge	Endenergieverbrauch		CO ₂ e-Emissionen	
		Stück	MWh _f /a	%	tCO ₂ e/a
Benzin	3.503	19.610	21,1	7.190	20,0
Diesel	3.196	72.990	78,5	28.660	79,7
Elektro	-	-	-	-	-
LPG/Erdgas	1	10	<0,1	<10	<0,1
Benzin/LPG	45	380	0,4	110	0,3
Hybrid Benzin	-	-	-	-	-
Summe	6.745	92.990	100	35.950	100

Der Endenergieverbrauch der in Heidenrod zugelassenen knapp 6.800 Fahrzeuge beträgt insgesamt ca. 93.000 MWh_f/a. Die verkehrsbedingten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf ca. 36.000 t/a.



51 % der in Heidenrod zugelassenen Kfz fahren mit Benzin Otto-Motor, 48 % mit Dieselantrieb. Knapp 0,7 % der zugelassenen Fahrzeuge sind Benzin/LPG-Hybride, etwa 0,01 % der Kfz fahren mit LPG/Erdgas-Kombination.

Antriebsvarianten der PKW in Heidenrod 2011

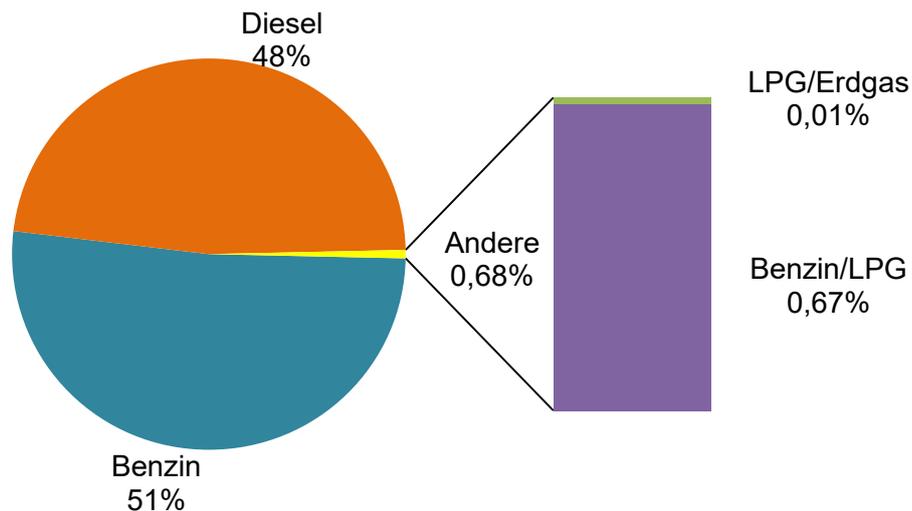


Abbildung 3-41 Verteilung der Kfz-Antriebsvarianten in Heidenrod

Während sich die Anzahl der Fahrzeuge in Heidenrod etwa zur Hälfte auf Ottomotoren und Dieselantrieb aufteilt, ist bei den Fahrzeugen mit Dieselantrieb der Anteil am Endenergieverbrauch mit 78,5 % wesentlich höher als bei Benzin (21,1 %), da der Anteil der Dieselfahrzeuge bei großen Lastfahrzeugen mit hohem Kraftstoffverbrauch besonders hoch ist. Der Anteil der durch den Kraftstoffverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen ist beim Dieselbetrieb nochmals höher als bei Benzin, da der spezifische Emissionskennwert je kWh_f bei Dieselmotoren etwas schlechter ist als bei Benzin. Alternative Antriebe verursachen aufgrund ihrer geringen Verbreitung kaum nennenswerte Emissionen. Elektrofahrzeuge kamen im Bilanzjahr 2011 nicht zum Einsatz.



**Antriebsvarianten der Kfz in Heidenrod 2011
- Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen -**

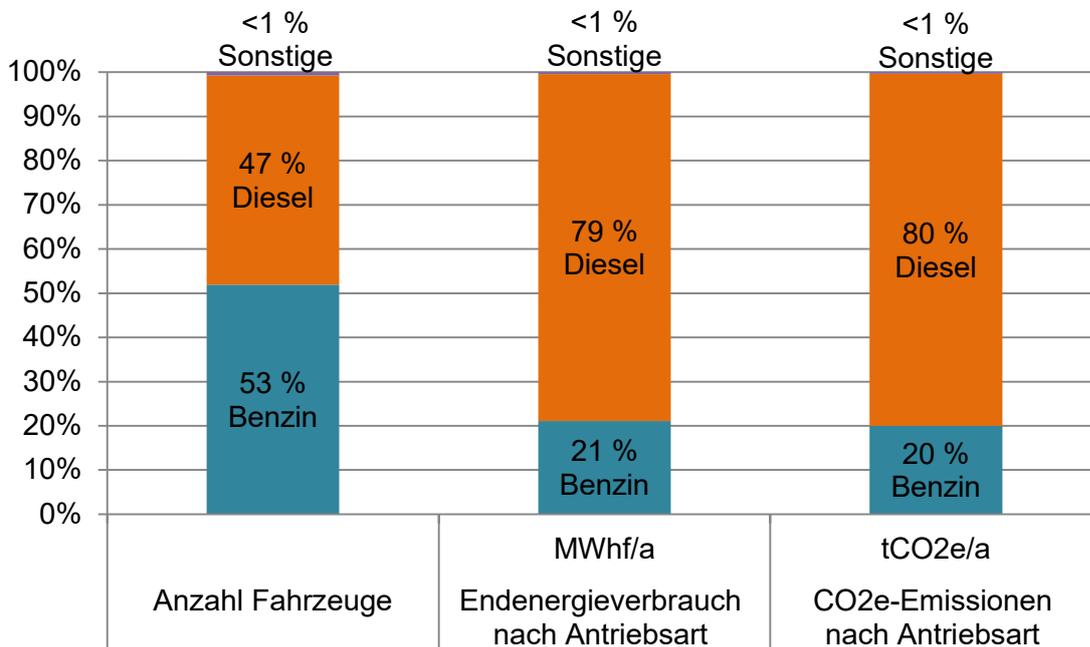


Abbildung 3-42 Kfz-Antriebsvarianten in Heidenrod: Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen

3.5.2.2 Bilanzierung der kommunalen Fahrzeugflotte der Gemeinde Heidenrod

In der kommunalen Fahrzeugflotte der Gemeinde Heidenrod dominieren Fahrzeuge mit Otto-Motor mit 20 von 28 Fahrzeugen (s. Tabelle 3-23). Die übrigen acht Fahrzeuge verfügen über Dieselantrieb.

Zu den Fahrzeugtypen liegen nicht durchgängig Angaben vor. Die meisten der Fahrzeuge sind jedoch PKW; 10 PKW gehören allein schon zur Sozialstation. Sämtliche Fahrzeuge des Bauhofs, zumeist LKW, sowie ein nicht näher definierter LKW werden mit Diesel betrieben.

Die kommunale Fahrzeugflotte in Heidenrod hat einen Endenergieverbrauch von insgesamt 409 MWh_f/a. Jährlich werden durch den Betrieb der Fahrzeuge CO₂e-Emissionen in Höhe von 159 t/a verursacht.



Tabelle 3-23 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Antriebsart, kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Heidenrod 2011

Antriebs- variante	Anzahl Fahrzeuge	Kraftstoff- verbrauch	Endenergie- verbrauch	CO₂e- Emissionen
	Stück	l/a	MWh_f/a	tCO₂e/a
Benzin	20	22.200	194	71
Diesel	8	22.000	215	88
Summe	28	44.100	409	159

Zwar dominiert der Anteil der Fahrzeuge mit Otto-Motor, da jedoch v.a. Lastenfahrzeuge mit Diesel betrieben werden, ist der Anteil von Benzin am Endenergieverbrauch mit rund 47 % sogar noch etwas geringer als der Anteil von Diesel (knapp 53 %). Die verkehrsbedingten CO₂e-Emissionen der kommunalen Fahrzeugflotte in Heidenrod verteilen sich zu 55 % auf Diesel und zu 45 % auf Benzin (s. Abbildung 3-43).

**Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotte
in Heidenrod 2011
- Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen -**

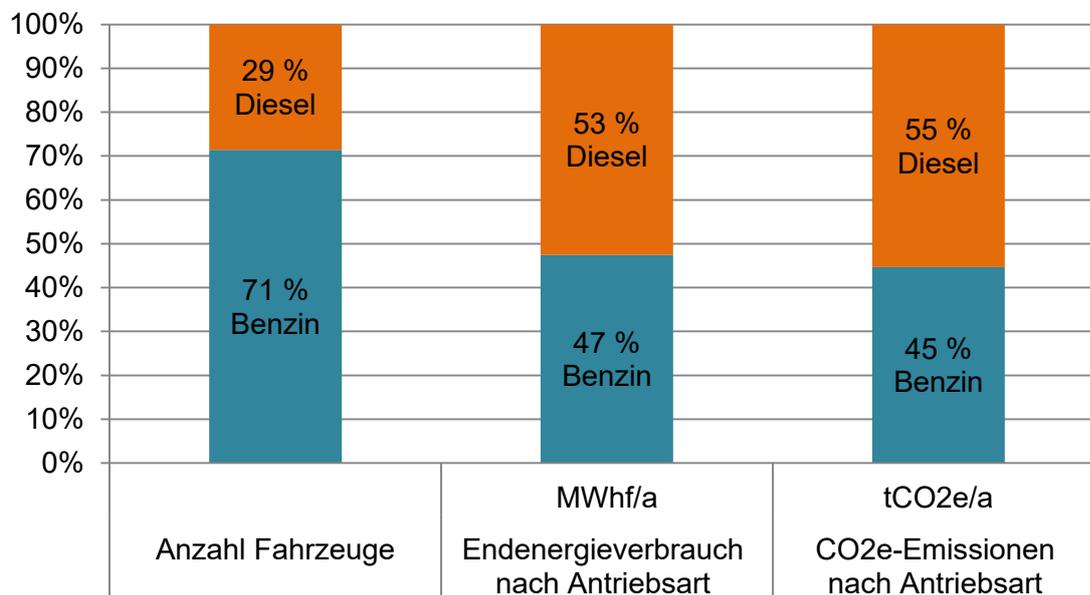


Abbildung 3-43 Kfz-Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotte in Heidenrod: Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen



3.5.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr, Hohenstein

Zunächst wird die Verkehrsbilanz für alle in Hohenstein zugelassenen Fahrzeuge aufgestellt, und anschließend die kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Hohenstein separat bilanziert.

3.5.3.1 Bilanzierung aller in Hohenstein zugelassenen Fahrzeuge

In der Gemeinde Hohenstein machen PKW 81 % der zugelassenen Kfz aus. Die verbleibenden 19 % verteilen sich auf Krafträder (9 %), landwirtschaftliche Zugmaschinen (7 %), LKW zwischen 3,5 und 12 t (3 %) und mit einem geringen Anteil von weniger als 1 % LKW bis 3,5 t (s. Abbildung 3-44).

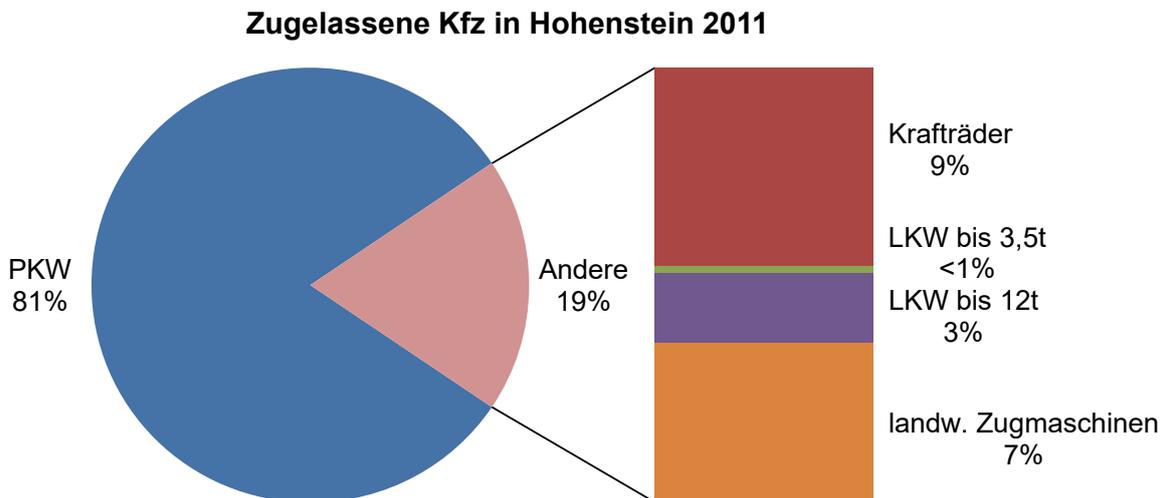


Abbildung 3-44 Verteilung der zugelassenen Kfz in Hohenstein nach Fahrzeugklassen

In Tabelle 3-24 sind der Energieverbrauch und die durch den Fahrzeugbetrieb in Hohenstein verursachten CO₂e-Emissionen entsprechend der verschiedenen Fahrzeugarten aufgegliedert.



Tabelle 3-24 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Fahrzeugklasse in Hohenstein 2011

Fahrzeugart	Anzahl	Fahrleistung	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	Stück	Mio.km/a	MWh _f /a	tCO ₂ e/a
PKW	4.045	59	33.380	11.950
Krafträder	431	2	800	300
LKW bis 3,5t	16	1	530	320
LKW bis 12t	150	10	14.310	6.680
Zugmaschinen	2	0	770	270
landw. Zugmaschinen	345	3	8.400	2.970
Linienbus	-	-	-	-
Summe	4.989	74	58.190	22.490

Der PKW-Betrieb ist mit 57 % für den höchsten verkehrsbedingten Energieverbrauch verantwortlich, gefolgt von LKW zwischen 3,5 und 12 t (25 %) und landwirtschaftlichen Zugmaschinen (15 %). Zugmaschinen, LKW bis 3,5 t und Krafträder jeweils 1 %.

Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugklasse in Hohenstein 2011

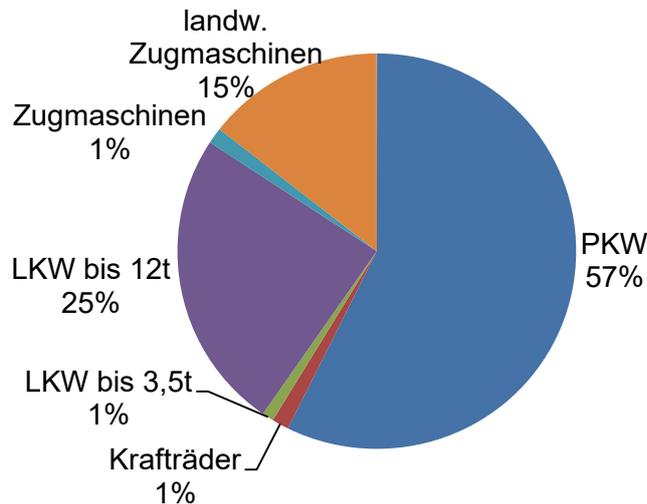


Abbildung 3-45 Verteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Hohenstein 2011

Mehr als die Hälfte der verkehrsbedingten CO₂e-Emissionen in Hohenstein gehen auf das Konto des PKW-Verkehrs (53 %). Weitere bedeutende Emittenten sind LKW zwischen 3,5 und 12 t mit einem Anteil von 30 % und landwirtschaftliche



Zugmaschinen mit einem Anteil von 13 %. LKW bis 3,5 t tragen noch zu 2 % zu den verkehrsbedingten Emissionen bei, Zugmaschinen und Krafträder zu jeweils 1 %.

CO₂e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugklasse in Hohenstein 2011

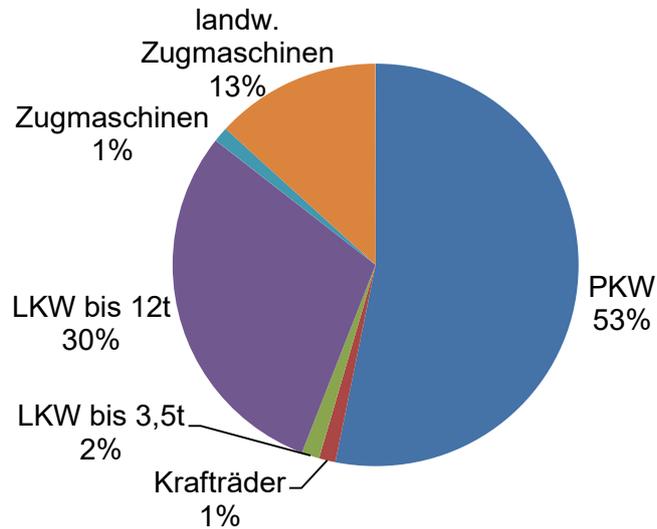


Abbildung 3-46 Verteilung der CO₂e-Emissionen im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse in Hohenstein 2011

Die Art der Antriebe und deren Häufigkeit wird in nachfolgender Tabelle ersichtlich, ebenso wie der Endenergieverbrauch und die CO₂e-Emissionen entsprechend der Antriebsart.

Tabelle 3-25 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Antriebsart in Hohenstein 2011

Antriebs- variante	Anzahl Fahrzeuge Stück	Endenergieverbrauch		CO ₂ e-Emissionen	
		MWh _f /a	%	tCO ₂ e/a	%
Benzin	2.631	15.180	26,1	5.570	24,8
Diesel	2.332	42.810	73,6	16.850	75,0
Elektro	-	-	-	-	-
LPG/Erdgas	2	20	0,0	0	0,0
Benzin/LPG	21	170	0,3	50	0,2
Hybrid Benzin	3	20	0,0	0	0,0
Summe	4.989	58.200	100	22.470	100



Der Endenergieverbrauch der in Hohenstein zugelassenen knapp 5.000 Fahrzeuge beträgt insgesamt ca. 58.200 MWh_f/a. Die verkehrsbedingten CO₂e-Emissionen belaufen sich in Hohenstein auf ca. 22.500 t/a.

Antriebsvarianten der PKW in Hohenstein 2011

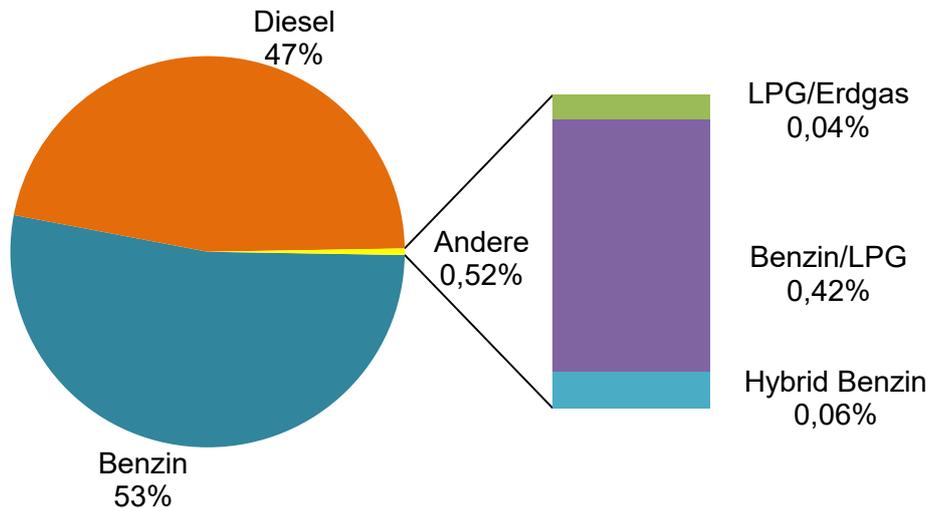


Abbildung 3-47 Verteilung der Kfz-Antriebsvarianten in Hohenstein

Während sich die Anzahl der Fahrzeuge in Hohenstein etwa zur Hälfte auf Ottomotoren und Dieselantrieb aufteilt, ist bei den Fahrzeugen mit Dieselantrieb der Anteil am Endenergieverbrauch mit 73,6 % wesentlich höher als bei Benzin (26,1 %), da der Anteil der Dieselfahrzeuge bei großen Lastfahrzeugen mit hohem Kraftstoffverbrauch besonders hoch ist. Der Anteil der durch den Kraftstoffverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen ist beim Dieselbetrieb nochmals höher als bei Benzin, da der spezifische Emissionskennwert je kWh bei Dieselkraftstoff etwas schlechter ist als bei Benzin. Alternative Antriebe verursachen aufgrund ihrer geringen Verbreitung kaum nennenswerte Emissionen. Elektrofahrzeuge kamen im Bilanzjahr 2011 nicht zum Einsatz.



Antriebsvarianten der Kfz in Hohenstein 2011 - Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen -

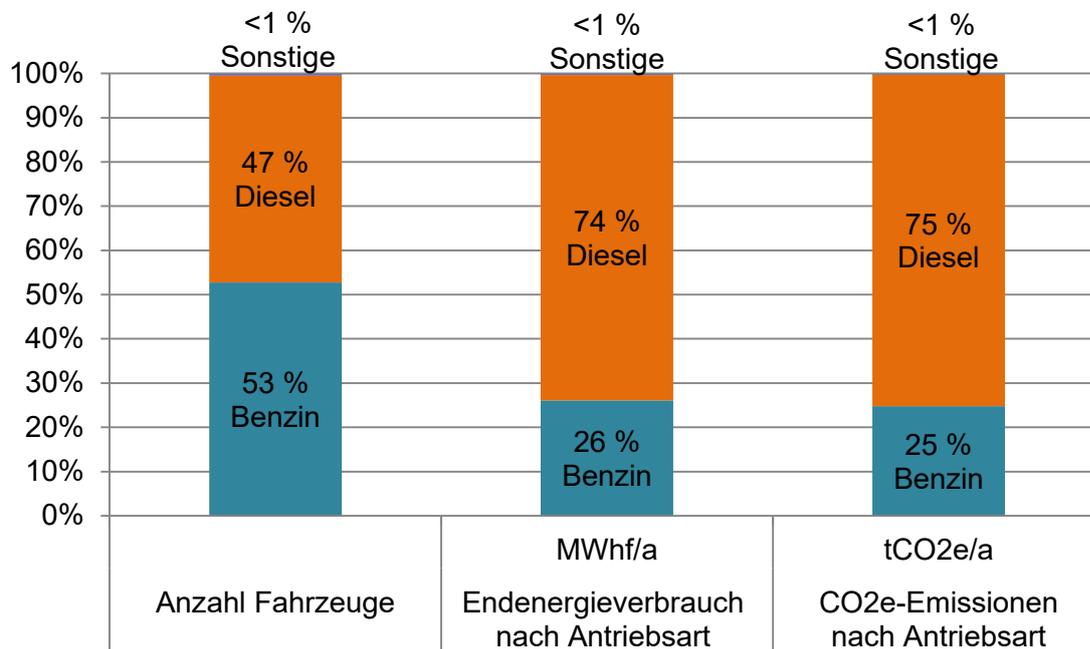


Abbildung 3-48 Kfz-Antriebsvarianten in Hohenstein: Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen

3.5.3.2 Bilanzierung der kommunalen Fahrzeugflotte der Gemeinde Hohenstein

Die gesamte kommunale Fahrzeugflotte in Hohenstein besteht aus Fahrzeugen mit Dieselantrieb (s. Tabelle 3-26). 4 der Fahrzeuge sind PKW, 4 LKW, 2 landwirtschaftliche Zugmaschinen und 2 Linienbusse.

Der Dieselmotorkraftstoffverbrauch der Flotte beträgt ca. 38.700 l/a. Bezogen auf Endenergie entspricht dies einem Endenergieverbrauch von 379 MWh_f/a. Durch den Kraftstoffverbrauch werden jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von 139 t/a verursacht.



Tabelle 3-26 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Antriebsart, kommunale Fahrzeugflotte der Gemeinde Hohenstein 2011

Antriebs- variante	Anzahl Fahrzeuge	Kraftstoff- verbrauch	Endenergie- verbrauch	CO₂e- Emissionen
	Stück	l/a	MWhf/a	tCO₂e/a
Benzin	-	-	-	-
Diesel	14	38.700	379	139
Summe	14	38.700	379	102

3.5.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr im Untersuchungsgebiet gesamt

Zunächst wird die Verkehrsbilanz für alle im Untersuchungsgebiet zugelassenen Fahrzeuge aufgestellt, und anschließend die kommunalen Fahrzeugflotten der Gemeinden im gesamten Untersuchungsgebiet separat bilanziert.

3.5.4.1 Bilanzierung aller im gesamten Untersuchungsgebiet zugelassenen Fahrzeuge

Insgesamt beträgt der Anteil der PKW an den zugelassenen Kfz im gesamten Untersuchungsgebiet 79 %. Zahlenmäßig bedeutsam sind im Untersuchungsgebiet zudem Krafträder (10 %), landwirtschaftliche Zugmaschinen (7 %) und LKW zwischen 3,5 und 12 t. Auf LKW bis 3,5 t, Zugmaschinen und Linienbusse stellen jeweils weniger als 1 % der zugelassenen Fahrzeuge im Untersuchungsgebiet (s. Abbildung 3-49).



Zugelassene Kfz im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

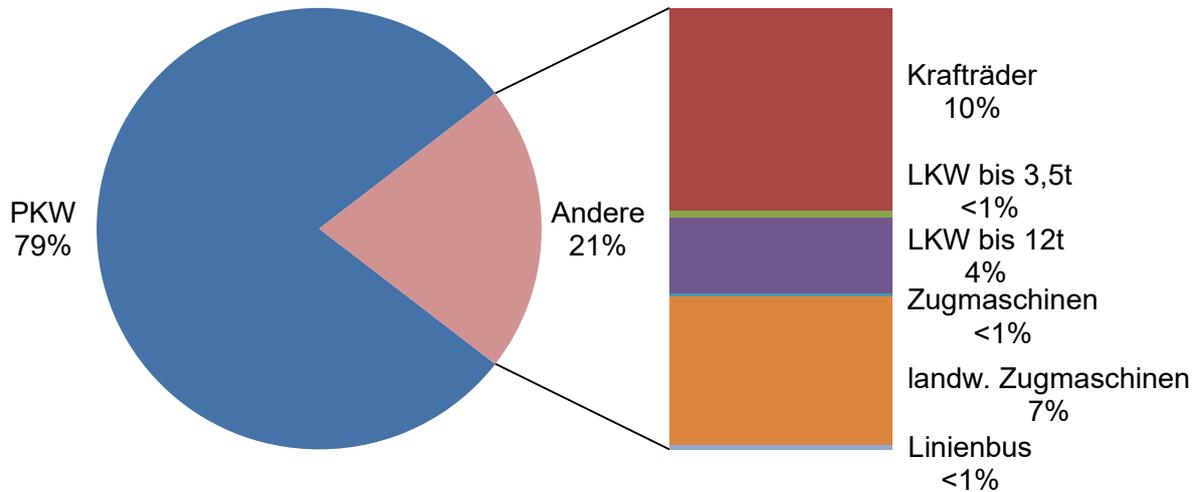


Abbildung 3-49 Verteilung der zugelassenen Kfz im gesamten Untersuchungsgebiet nach Fahrzeugklassen

In Tabelle 3-27 sind der Energieverbrauch und die durch den Fahrzeugbetrieb im gesamten Untersuchungsgebiet verursachten CO₂e-Emissionen entsprechend der verschiedenen Fahrzeugarten aufgegliedert.

Tabelle 3-27 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Fahrzeugklasse im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

Fahrzeugart	Anzahl	Fahrleistung	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	Stück	Mio.km/a	MWh _f /a	tCO ₂ e/a
PKW	12.986	190	107.300	38.400
Krafträder	1.588	6	3.000	1.100
LKW bis 3,5t	52	2	2.000	1.200
LKW bis 12t	590	40	56.000	26.100
Zugmaschinen	23	2	7.300	2.600
landw. Zugmaschinen	1.164	9	28.200	10.000
Linienbus	31	1	4.100	1.100
Summe	16.434	250	207.900	80.500

Der PKW-Betrieb ist mit 52 % für den höchsten verkehrsbedingten Energieverbrauch im Untersuchungsgebiet verantwortlich, gefolgt von LKW zwischen 3,5 und 12 t (27 %) und landwirtschaftlichen Zugmaschinen (14 %). Zugmaschinen haben einen Anteil von



3 % am Endenergieverbrauch, Linienbusse 2 % und Krafträder sowie LKW bis 3,5 t jeweils 1 %.

Endenergieverbrauch Verkehr nach Fahrzeugklasse im Untersuchungsgebiet 2011

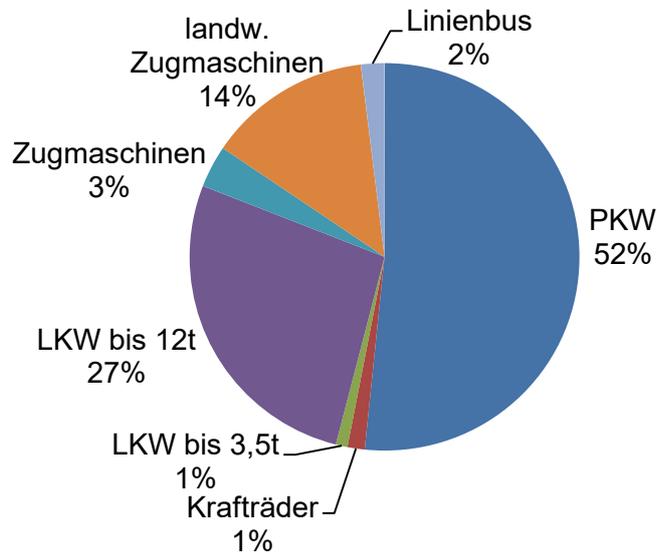


Abbildung 3-50 Verteilung des Endenergieverbrauchs im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

Insgesamt hat der PKW-Verkehr im Untersuchungsgebiet einen Anteil von 48 % an den CO₂e-Emissionen des Verkehrssektors. Ein Drittel (33 %) werden durch den Verkehr der LKW zwischen 3,5 und 12 t verursacht, weitere 12 % durch landwirtschaftliche Zugmaschinen. LKW bis 3,5 t tragen noch zu 2 % zu den verkehrsbedingten Emissionen bei, Linienbusse und Krafträder jeweils zu 1 %.



CO₂e-Emissionen Verkehr nach Fahrzeugklasse im Untersuchungsgebiet 2011

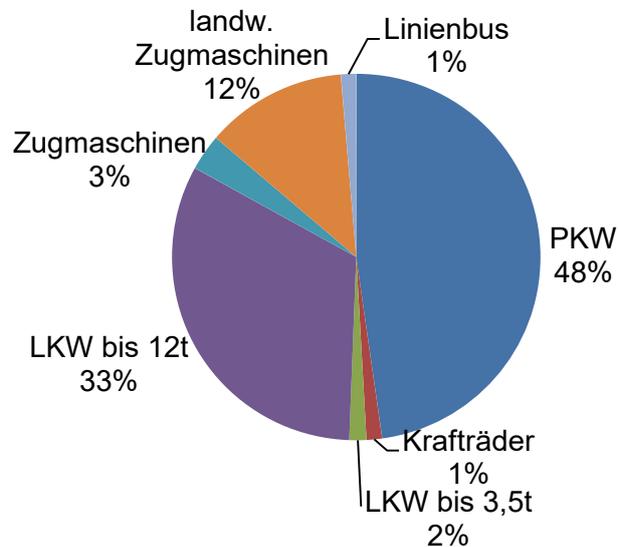


Abbildung 3-51 Verteilung der CO₂e-Emissionen im Verkehrssektor nach Fahrzeugklasse im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

Die Art der Antriebe und deren Häufigkeit wird in nachfolgender Tabelle ersichtlich, ebenso wie der Endenergieverbrauch und die CO₂e-Emissionen entsprechend der Antriebsart.

Tabelle 3-28 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Antriebsart im gesamten Untersuchungsgebiet 2011

Antriebs- variante	Anzahl Fahrzeuge Stück	Endenergieverbrauch		CO ₂ e-Emissionen	
		MWh _f /a	%	tCO ₂ e/a	%
Benzin	8.624	48.800	23,5	17.900	22,3
Diesel	7.689	157.650	76,0	62.000	77,3
Elektro	0	0	0,0	0	0,0
LPG/Erdgas	8	70	0,0	20	0,0
Benzin/LPG	110	920	0,4	280	0,3
Hybrid Benzin	3	20	0,0	10	0,0
Summe	16.434	207.460	100	80.210	100

Auf die Anzahl der im Untersuchungsgebiet zugelassenen Fahrzeuge bezogen haben Fahrzeuge mit Otto-Antrieb einen etwas größeren Anteil (52 %) als Fahrzeuge mit Dieselantrieb (47 %). Weniger als 1 % der zugelassenen Fahrzeuge haben Hybrid- oder alternative Antriebe. Insgesamt verfügen im Untersuchungsgebiet nur acht



Fahrzeuge (ca. 0,7 %) über Benzin-/LPG-Kombiantrieb und drei Fahrzeuge (ca. 0,05 %) über LPG-/Erdgasantrieb.

Antriebsvarianten der PKW im Untersuchungsgebiet 2011

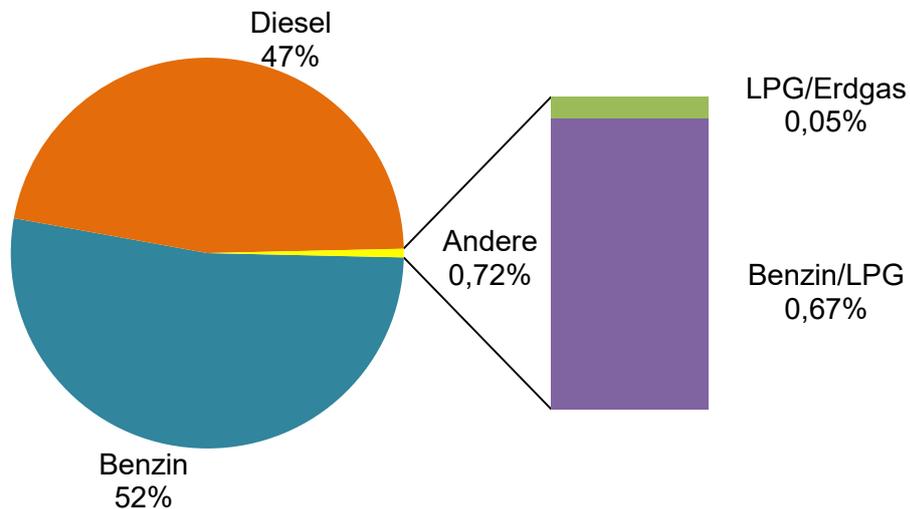


Abbildung 3-52 Verteilung der Antriebsvarianten der zugelassenen Kfz im gesamten Untersuchungsgebiet

Während sich die Anzahl der Fahrzeuge im Untersuchungsgebiet etwa zur Hälfte auf Ottomotoren und Dieselantrieb aufteilen, ist bei den Fahrzeugen mit Dieselantrieb der Anteil am Endenergieverbrauch mit 76,1 % wesentlich höher als bei Benzin (23,5 %), da der Anteil der Dieselfahrzeuge bei großen Lastfahrzeugen mit hohem Kraftstoffverbrauch besonders hoch ist. Der Anteil der durch den Kraftstoffverbrauch verursachten CO_{2e}-Emissionen ist beim Dieselmotorbetrieb nochmals höher als bei Benzin, da der spezifische Emissionskennwert je kWh_f bei Dieselmotor etwas schlechter ist als bei Benzin.

Alternative Antriebe verursachen aufgrund ihrer geringen Verbreitung kaum nennenswerte Emissionen. Elektrofahrzeuge kamen im Bilanzjahr 2011 nicht zum Einsatz.



Antriebsvarianten der Kfz im Untersuchungsgebiet 2011 - Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen -

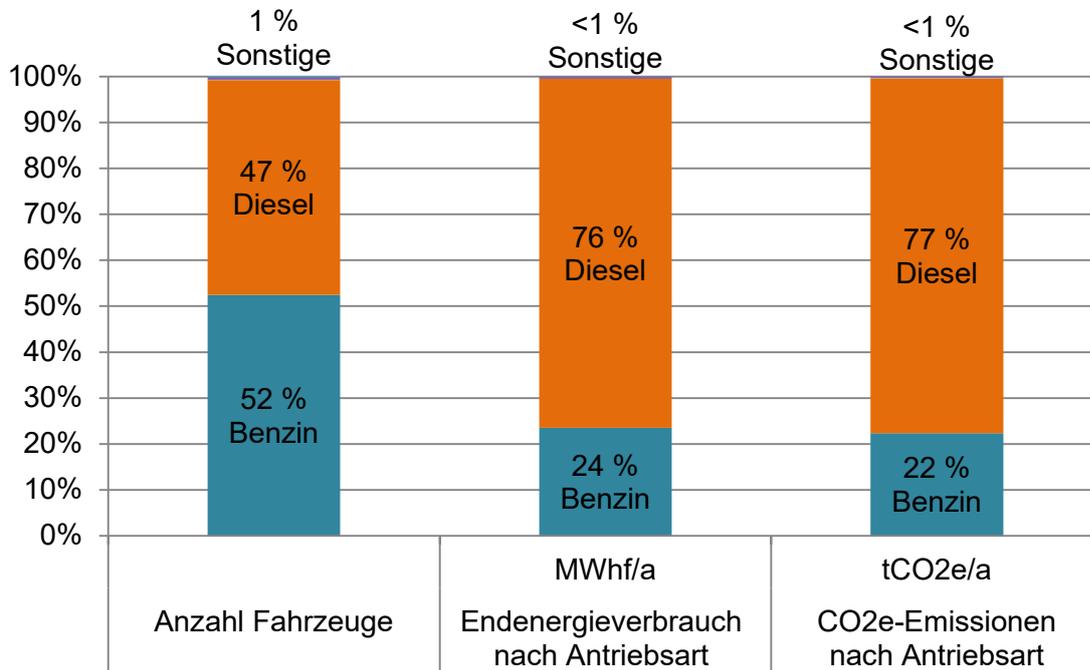


Abbildung 3-53 Kfz-Antriebsvarianten im Untersuchungsgebiet: Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen

3.5.4.2 Bilanzierung der kommunalen Fahrzeugflotten der Gemeinden im gesamten Untersuchungsgebiet

Die kommunalen Fahrzeugflotten der Gemeinden im Untersuchungsgebiet, Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein, umfassen insgesamt 53 Fahrzeuge. 22 davon werden mit Otto-Motor betrieben, 31 mit Dieselantrieb (s. Tabelle 3-29). Durch den Betrieb der kommunalen Fahrzeuge werden jährlich ca. 24.600 Liter Benzin und 71.500 Liter Diesel verbraucht.

Auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogen haben die kommunalen Fahrzeugflotten einen Endenergieverbrauch von insgesamt 916 MWh/a. Jährlich werden durch den Betrieb der Fahrzeuge CO₂e-Emissionen in Höhe von 362 t/a verursacht.

Tabelle 3-29 Anzahl der Fahrzeuge, Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Antriebsart, kommunale Fahrzeugflotten der Gemeinden im gesamten Untersuchungsgebiet 2011



Antriebs- variante	Anzahl Fahrzeuge	Kraftstoff- verbrauch	Endenergie- verbrauch	CO₂e- Emissionen
	Stück	l/a	MWh_f/a	tCO₂e/a
Benzin	22	24.600	216	79
Diesel	31	71.500	701	283
Summe	53	96.100	916	362

Insbesondere Lastenfahrzeuge mit hohem Kraftstoffverbrauch werden mit Diesel betrieben. So erklärt sich, dass der Anteil des Endenergieverbrauchs bei Diesel mit rund 76 % wesentlich höher ist als der Anteil von Dieselmotoren an der Fahrzeugflotte (rund 58 %). Ca. 78 % der verkehrsbedingten CO₂e-Emissionen gehen auf das Konto des Dieserverbrauchs. Die 22 Fahrzeuge mit Otto-Motor (ca. 42 %) haben einen Anteil am Endenergieverbrauch von ca. 24 % und verursachen ca. 22 % der CO₂e-Emissionen der kommunalen Fahrzeugflotten im Untersuchungsgebiet (s. Abbildung 3-54).

**Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotten
im Untersuchungsgebiet 2011
- Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen -**

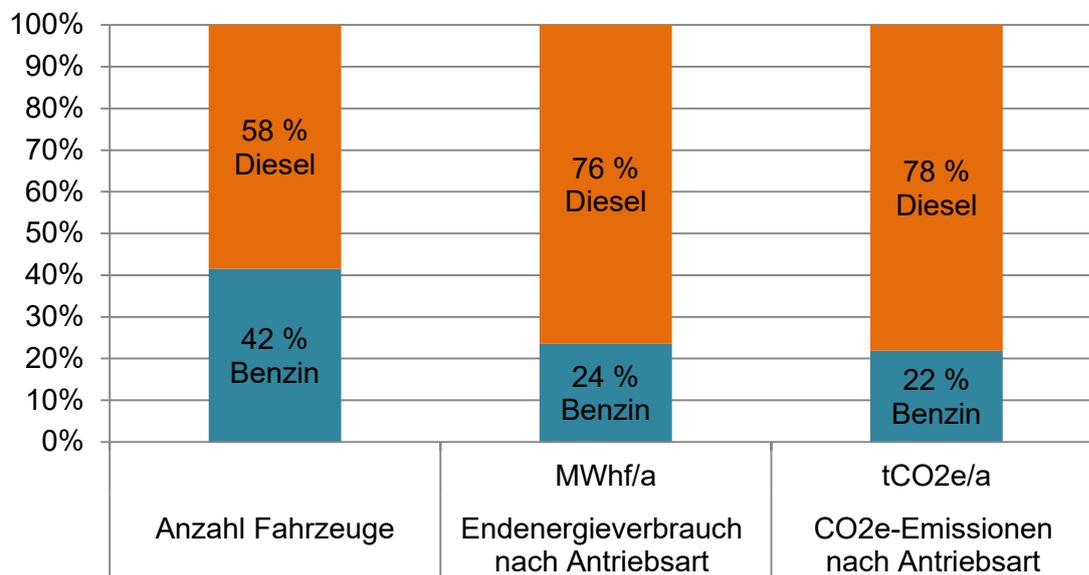


Abbildung 3-54 Kfz-Antriebsvarianten der kommunalen Fahrzeugflotten im gesamten Untersuchungsgebiet: Endenergieverbrauch und CO₂e-Emissionen



3.6 Zusammenfassung Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz

In der Gesamtbilanz werden die Energieverbräuche und CO₂e-Emissionen der Sektoren private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung + Industrie sowie Verkehr zusammengefasst.

Wie in den vorausgegangenen Kapiteln wird auch die Gesamtbilanz zunächst für die jeweilige Gemeinde separat aufgestellt und schließlich das Untersuchungsgebiet Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein insgesamt bilanziert.

3.6.1 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Aarbergen

Insgesamt haben die Sektoren private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie in Aarbergen einen Endenergieverbrauch von ca. 150.500 MWh/a. Der Energieverbrauch verursacht jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von ca. 64.300 t/a (s. Tabelle 3-30).

Tabelle 3-30 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Aarbergen

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO₂e-Emissionen
	MWh/a	t/a
Erdgas	32.100	9.400
Heizöl	16.200	6.100
Flüssiggas	-	-
Kohle	200	90
Scheitholz	3.500	70
Holz hackschnitzel	-	-
Holzpellets	800	20
Solarthermie	200	10
Nahwärme	-	-
Strom Wärmeversorgung	3.300	2.200
Strom allg. Anwendungen	37.800	24.700
Benzin	14.000	5.100
Diesel	41.900	16.500
LPG	400	120
Summe	150.500	64.300

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch in Aarbergen haben Dieselkraftstoff mit 28 %, dicht gefolgt von Strom mit einem Anteil von insgesamt 27 %. Der besonders hohe Stromverbrauch in Aarbergen erklärt sich durch die dortige Gießerei.



Erdgas, fast ausschließlich für Heizzwecke genutzt, kommt auf einen Anteil von 22 %, gefolgt von Heizöl mit 11 % und Benzin mit 9 %. Scheitholz ist in Aarbergen mit einem Anteil von 2 % am Endenergieverbrauch vertreten. Die übrigen Energieträger LPG, Kohle und Holzpellets ebenso wie die thermische Nutzung der Solarenergie kommen nur auf einen Anteil von jeweils weniger als 1 % (s. Abbildung 3-55).

Endenergieverbrauch nach Energieträger Gesamtbilanz Aarbergen 2011

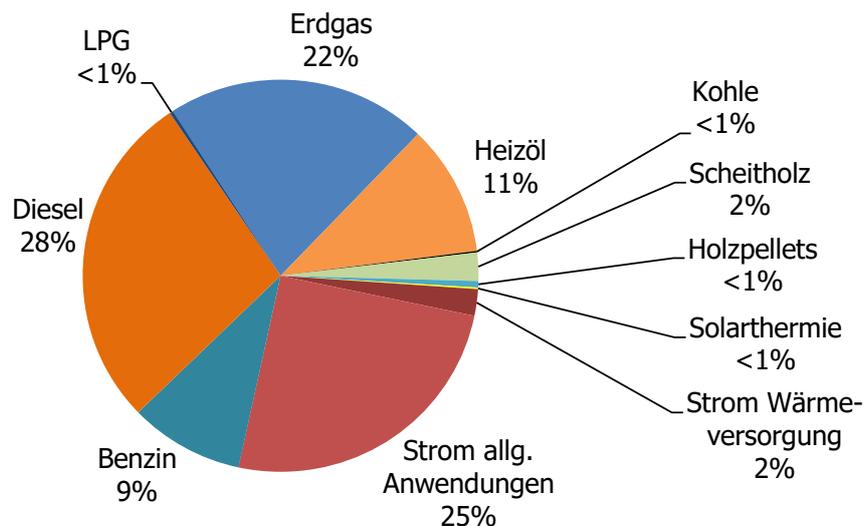


Abbildung 3-55: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Aarbergen 2011

In Aarbergen werden 41 % der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen allein durch den Stromverbrauch verursacht. An zweiter Stelle in der Rangliste folgt Dieselmotorkraftstoff mit einem Anteil an den CO₂e-Emissionen von 26 %. Gemeinsam mit Benzin (8 %) gehen somit rund 1/3 der Emissionen auf das Konto des Verkehrssektors. Der Erdgasverbrauch hat einen Anteil von 15 % an den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen, der Heizölverbrauch 10 %. LPG, Kohle, Holzpellets und die thermische Solarenergienutzung verursachen jeweils weniger als 1 % der CO₂e-Emissionen (s. Abbildung 3-56). Auffällig ist hier vor allem, dass Scheitholz trotz seines Anteils von 3 % am Endenergieverbrauch aufgrund der geringen spezifischen CO₂e-Emissionen nur einen sehr geringen Anteil an den verursachten Emissionen hat.



CO₂e-Emissionen nach Energieträger Gesamtbilanz Aarbergen 2011

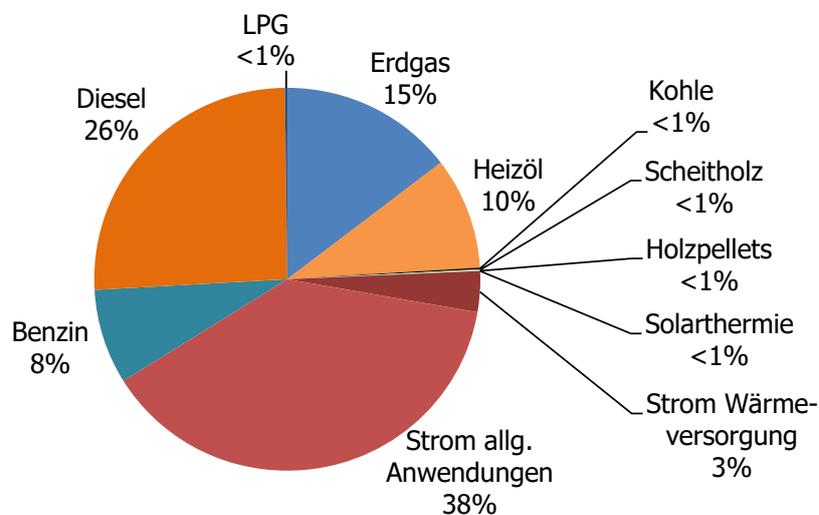


Abbildung 3-56: Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Aarbergen 2011

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs für Wärme- und Stromversorgung sowie Kraftstoff in Aarbergen ist in Abbildung 3-57 entsprechend der Sektoren „private Haushalte“, „öffentliche Einrichtungen“, „Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie“ und „Verkehr“ aufgeteilt dargestellt.

Die privaten Haushalte haben einen Anteil von 30,4 % am Endenergieverbrauch in Aarbergen, öffentliche Einrichtungen 2,0 %, auf GHD+I entfallen 30,1 % und den größten Anteil hat schließlich der Verkehrssektor mit 37,5 %.

In den privaten Haushalten fällt mit 90 % der weitaus größte Anteil des Endenergieverbrauchs für die Wärmeversorgung an. Der Stromverbrauch macht nur 10 % aus.

Bei den öffentlichen Einrichtungen, zu denen u.a. auch die Straßenbeleuchtung gehört, ist der Strom-Anteil am Endenergieverbrauch höher als bei den privaten Haushalten. Der Endenergieverbrauch für Wärmebereitstellung beträgt hier 61 %, für Strom 39 %. Im Sektor GHD+I hat der Endenergieverbrauch für Strom mit 70 % einen höheren Anteil als jener für die Wärmebereitstellung (30 %). In Aarbergen ist jedoch die Besonderheit, dass in der ansässigen Gießerei ein hoher Stromverbrauch herrscht.



Endenergieverbrauch nach Sektoren, Aarbergen 2011

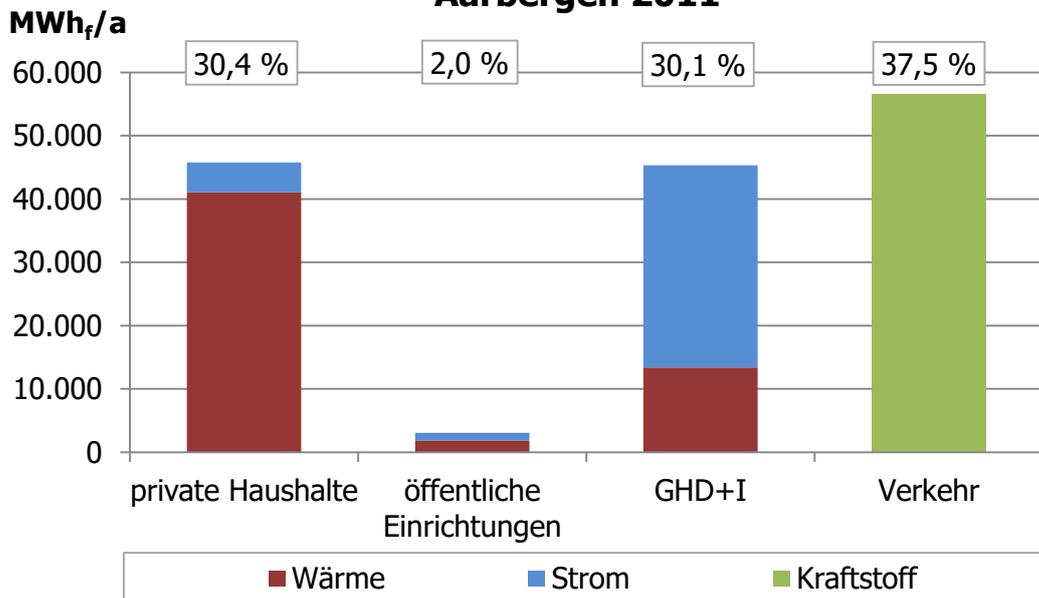


Abbildung 3-57: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff in Aarbergen, aufgeteilt nach Sektoren

Bei den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen verschiebt sich in Aarbergen der Anteil deutlich in Richtung des Sektors GHD+I, da Strom je verbrauchter kWh höhere spezifische CO₂e-Emissionen verursacht als jeder der verwendeten Brennstoffe. Mit 39,1 % ist der Anteil des GHD+I-Sektors am Endenergieverbrauch in Aarbergen noch höher als der Anteil des Verkehrssektors (34,1 %). Die privaten Haushalte verbuchen 24,8 % der CO₂e-Emissionen für sich, der Energieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen verursacht 2,0 % der CO₂e-Emissionen (s. Abbildung 3-58).



CO₂e-Emissionen nach Sektoren, Aarbergen 2011

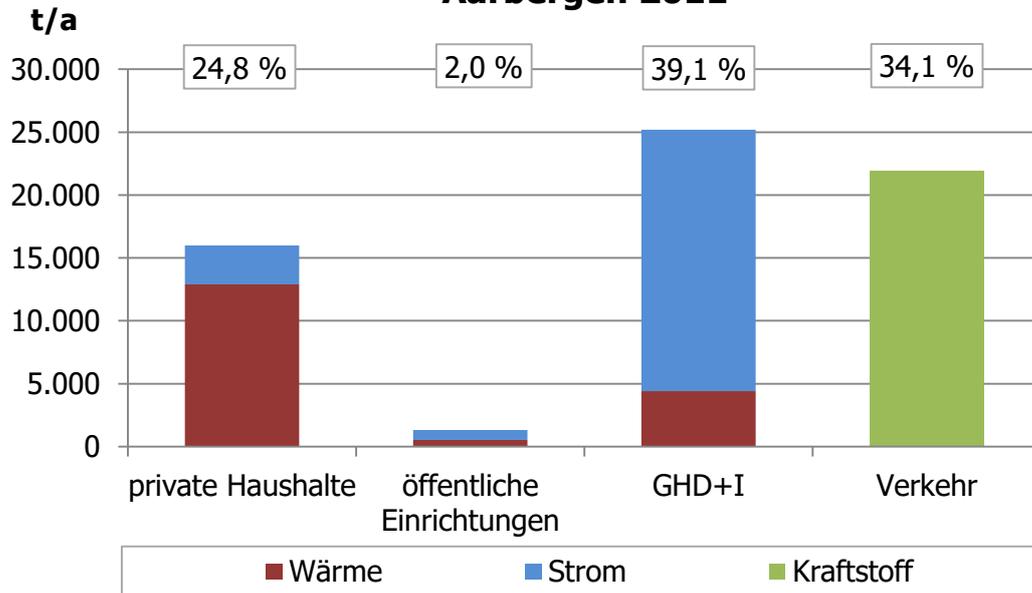


Abbildung 3-58: CO₂e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in Aarbergen, aufgeteilt nach Sektoren



3.6.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Heidenrod

Insgesamt haben die Sektoren private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie in Heidenrod einen Endenergieverbrauch von ca. 196.900 MWh/a. Der Energieverbrauch verursacht jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von ca. 70.100 t/a (s. Tabelle 3-31).

Tabelle 3-31 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Heidenrod

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh/a	t/a
Erdgas	18.000	5.200
Heizöl	50.000	18.900
Flüssiggas	-	-
Kohle	100	40
Scheitholz	13.800	300
Holzhackschnitzel	116	3
Holzpellets	1.100	30
Solarthermie	500	20
Nahwärme	-	-
Strom Wärmeversorgung	4.100	2.000
Strom allg. Anwendungen	16.200	7.600
Benzin	19.600	7.200
Diesel	73.000	28.700
LPG	400	120
Summe	196.900	70.100

In Heidenrod macht der Verkehrssektor bereits knapp die Hälfte des Endenergieverbrauchs aus. 37 % des Endenergieverbrauchs entstehen allein durch den Dieselmotorkraftstoffverbrauch, 8 % durch den Benzinverbrauch. Heizöl hat mit 26 % ebenfalls einen bedeutenden Anteil am Endenergieverbrauch. Auf Erdgas entfallen 9 %, auf Scheitholz immerhin 7 %. Strom hat insgesamt einen Anteil von ca. 10 % am Endenergieverbrauch; davon werden ca. $\frac{4}{5}$ durch allgemeine Anwendungen verursacht, die verbleibenden $\frac{1}{5}$ durch Zwecke der Wärmeversorgung (Heizung, Warmwasserbereitung). LPG, Kohle, Holzhackschnitzel, Holzpellets und Solarthermie haben jeweils einen Anteil von weniger als 1 % am Endenergieverbrauch (s. Abbildung 3-59).



Endenergieverbrauch nach Energieträger Gesamtbilanz Heidenrod 2011

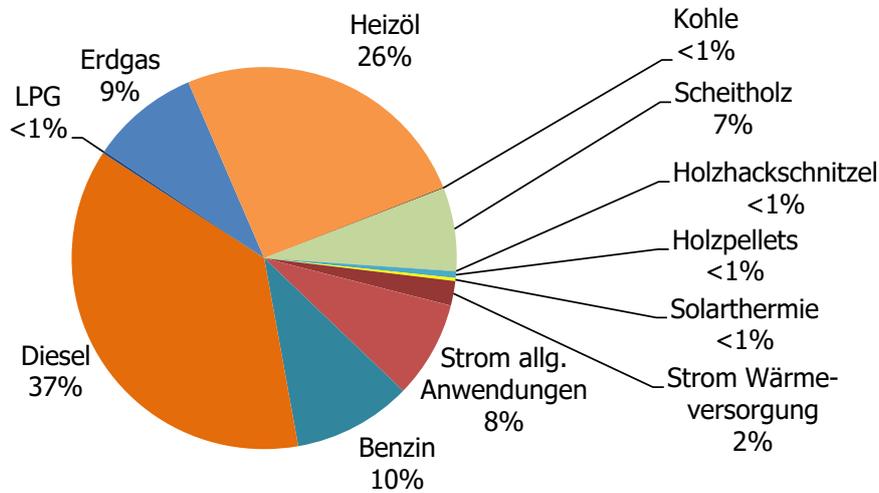


Abbildung 3-59: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Heidenrod 2011

Rund die Hälfte der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen gehen allein auf den Verkehrssektor zurück. Diesel verursacht 41 % der CO₂e-Emissionen, Benzin 10 %. Heizöl hat einen Anteil von 27 % an den Emissionen, Strom insgesamt ca. 11 %. LPG, Kohle, Holzpellets und die thermische Solarenergienutzung verursachen jeweils weniger als 1 % der CO₂e-Emissionen (s. Abbildung 3-60). Ähnlich wie in Aarbergen fällt auch hier auf, dass Scheitholz trotz seines bedeutenden Anteils von 7 % am Endenergieverbrauch nur einen sehr geringen Anteil an den verursachten Emissionen hat, da durch die Biomassenutzung je kWh nur geringe spezifische CO₂e-Emissionen verursacht werden.



CO₂e-Emissionen nach Energieträger Gesamtbilanz Heidenrod 2011

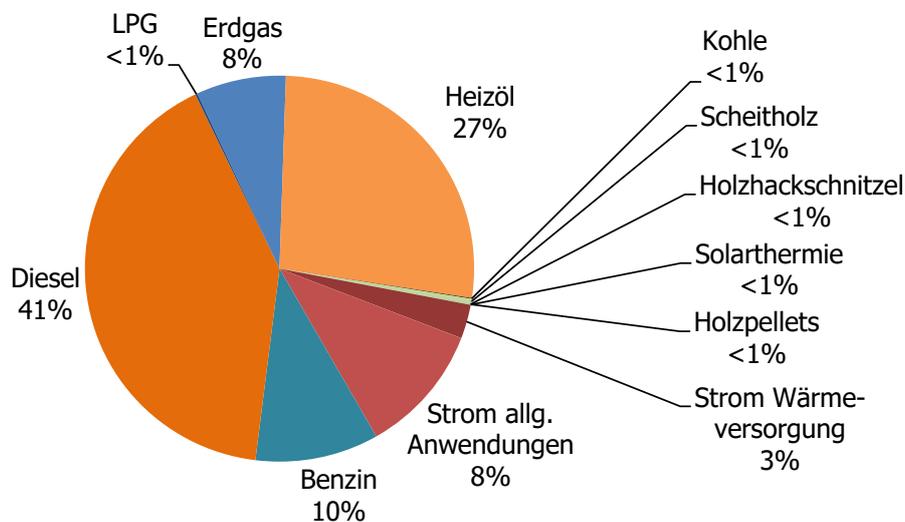


Abbildung 3-60: Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Heidenrod 2011

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs für Wärme- und Stromversorgung sowie Kraftstoff in Heidenrod ist in Abbildung 3-61 entsprechend der Sektoren „private Haushalte“, „öffentliche Einrichtungen“, „Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie“ und „Verkehr“ aufgeteilt dargestellt.

Die privaten Haushalte haben in Heidenrod einen Anteil von 43,2 % am Endenergieverbrauch, öffentliche Einrichtungen 1,6 %, auf GHD+I entfallen 8,0 % und den größten Anteil hat schließlich der Verkehrssektor mit 47,2 %.

In den privaten Haushalten fällt mit 91 % der weitaus größte Anteil des Endenergieverbrauchs für die Wärmeversorgung an. Der Stromverbrauch macht nur 9 % aus.

Bei den öffentlichen Einrichtungen, zu denen u.a. auch die Straßenbeleuchtung gehört, ist der Strom-Anteil am Endenergieverbrauch dagegen mit 57 % höher als der Anteil für die Wärmeversorgung (43 %).

Im Sektor GHD+I beträgt der Endenergieverbrauchsanteil für die Wärmeversorgung 57 %, für die Stromversorgung 43 %.



Endenergieverbrauch nach Sektoren, Heidenrod 2011

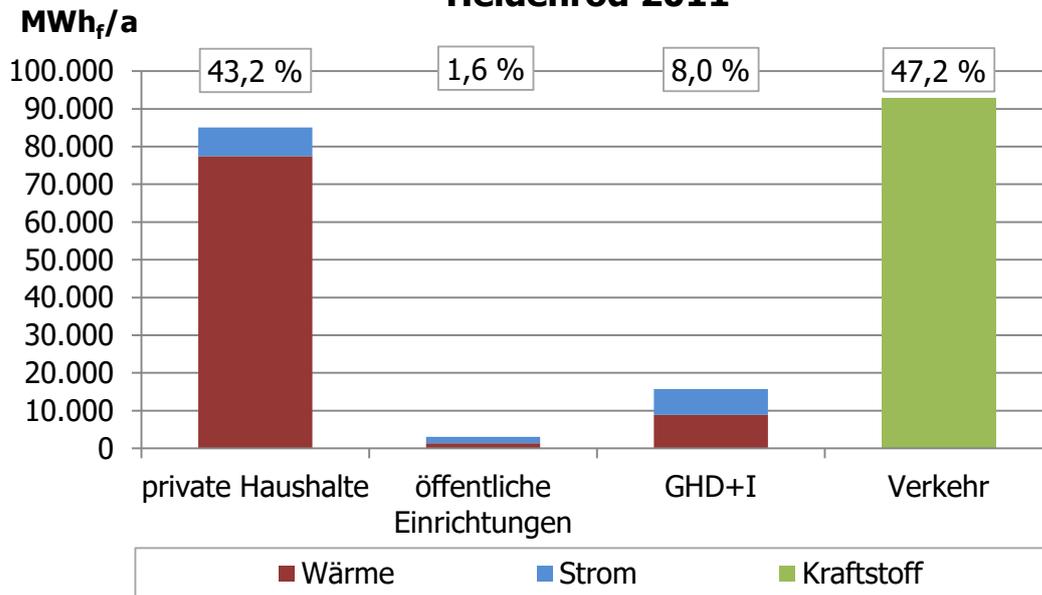


Abbildung 3-61: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff in Heidenrod, aufgeteilt nach Sektoren

Mit 51,3 % hat der Verkehrssektor in Heidenrod mit Abstand den höchsten Anteil an den CO₂e-Emissionen, gefolgt von den privaten Haushalten (38,0 %). Der Sektor GHD+I verursacht 9,0 % der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen, die öffentlichen Einrichtungen verbuchen 1,7 % für sich (s. Abbildung 3-62).



CO₂e-Emissionen nach Sektoren, Heidenrod 2011

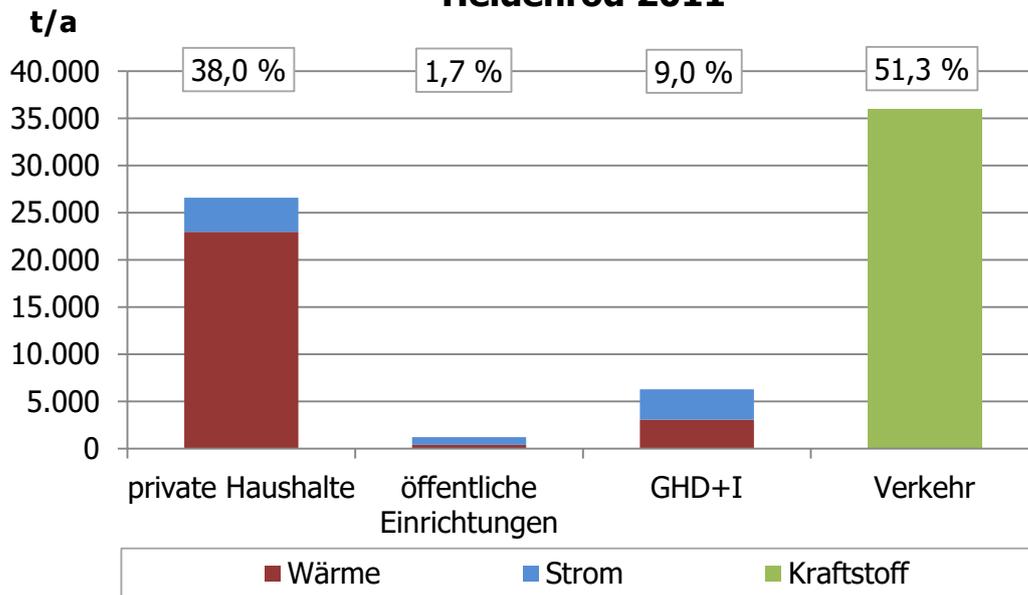


Abbildung 3-62: CO₂e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in Heidenrod, aufgeteilt nach Sektoren

3.6.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Hohenstein

Insgesamt haben die Sektoren private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie in Hohenstein einen Endenergieverbrauch von ca. 136.500 MWh_f/a. Der Energieverbrauch verursacht jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von ca. 48.800 t/a (s. Tabelle 3-32).



Tabelle 3-32 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Hohenstein

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO ₂ e-Emissionen
	MWh _f /a	t/a
Erdgas	34.000	9.900
Heizöl	18.100	6.800
Flüssiggas	56	20
Kohle	20	10
Scheitholz	8.300	200
Holzhackschnitzel	-	-
Holzpellets	900	20
Solarthermie	300	10
Nahwärme	300	50
Strom Wärmeversorgung	3.000	1.700
Strom allg. Anwendungen	13.300	7.700
Benzin	15.200	5.600
Diesel	42.800	16.900
LPG	200	60
Summe	136.500	48.800

Dieselmotorkraftstoff hat in Hohenstein einen Anteil von 32 % am Endenergieverbrauch. Gemeinsam mit Benzin (11 %) gehen somit 43 % des Energieverbrauchs allein auf das Konto des Verkehrssektors. Bedeutsam ist des Weiteren der Erdgasverbrauch, welcher 25 % ausmacht, gefolgt vom Heizölverbrauch mit 13 %. Der Stromverbrauch hat insgesamt einen Anteil von ca. 12 % am Endenergieverbrauch. Biomassenutzung in Form von Scheitholz ist in Hohenstein durchaus von Bedeutung. 6 % des Endenergieverbrauchs werden durch Scheitholz abgedeckt. Die übrigen Energieträger LPG, Flüssiggas, Kohle und Holzpellets sowie Nahwärme- und Solarenergienutzung haben jeweils nur einen Anteil von weniger als 1 % am Endenergieverbrauch (s. Abbildung 3-63).



Endenergieverbrauch nach Energieträger Gesamtbilanz Hohenstein 2011

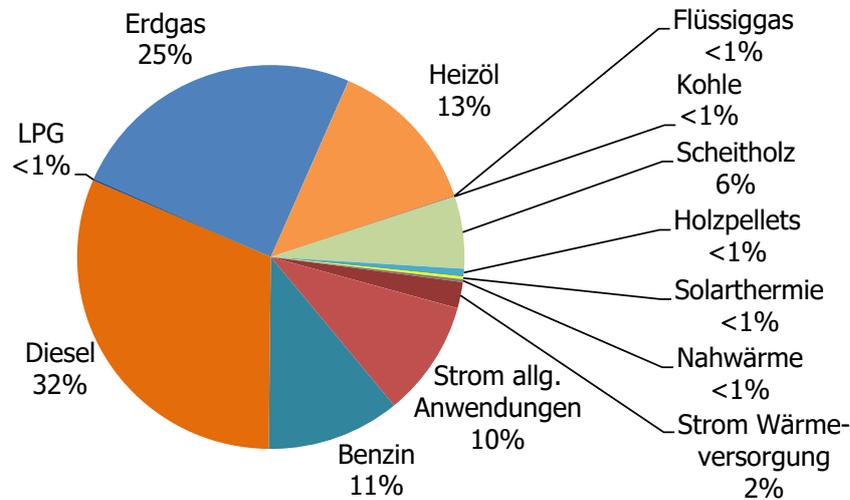


Abbildung 3-63: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Hohenstein 2011

Auf den Verkehrssektor entfällt mit 46 % schon fast die Hälfte der gesamten energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen in Hohenstein. Der Stromverbrauch verursacht insgesamt ca. 20 % der CO₂e-Emissionen, ebenso wie der Erdgasverbrauch, gefolgt von Heizöl mit 14 %. Trotz des Anteils von 6 % am Endenergieverbrauch verursacht die Verfeuerung von Scheitholz weniger als 1 % der CO₂e-Emissionen. Auch die übrigen Energieträger LPG, Flüssiggas, Kohle und Holzpellets sowie die Nahwärme- und Solarenergienutzung haben einen Anteil von jeweils weniger als 1 % an den durch den Energieverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen (s. Abbildung 3-64).



CO₂e-Emissionen nach Energieträger Gesamtbilanz Hohenstein 2011

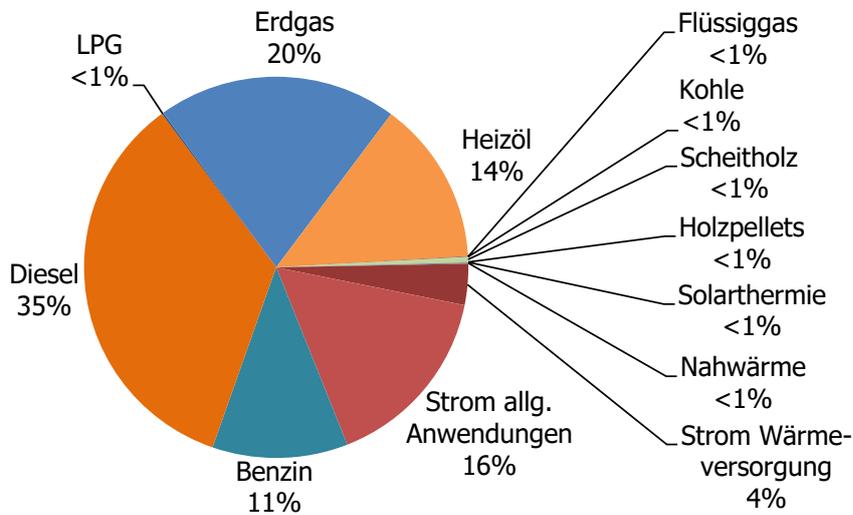


Abbildung 3-64: Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Hohenstein 2011

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs für Wärme- und Stromversorgung sowie Kraftstoff in Hohenstein ist in Abbildung 3-65 entsprechend der Sektoren „private Haushalte“, „öffentliche Einrichtungen“, „Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie“ und „Verkehr“ aufgeteilt dargestellt.

Die privaten Haushalte haben in Hohenstein mit 46,1 % den größten Anteil am Endenergieverbrauch, öffentliche Einrichtungen 1,6 %, auf GHD+I entfallen 9,7 % und der Verkehrssektor nimmt mit 42,6 % den zweiten Platz ein.

In den privaten Haushalten fällt mit 91 % der weitaus größte Anteil des Endenergieverbrauchs für die Wärmeversorgung an. Der Stromverbrauch macht nur 9 % aus.

Bei den öffentlichen Einrichtungen, zu denen u.a. auch die Straßenbeleuchtung gehört, ist der Strom-Anteil am Endenergieverbrauch mit 46 % nahezu gleich hoch wie der Anteil für die Wärmeversorgung (54 %).

Im Sektor GHD+I beträgt der Endenergieverbrauchsanteil für die Wärmeversorgung und für die Stromversorgung jeweils 50 %.



Endenergieverbrauch nach Sektoren, Hohenstein 2011

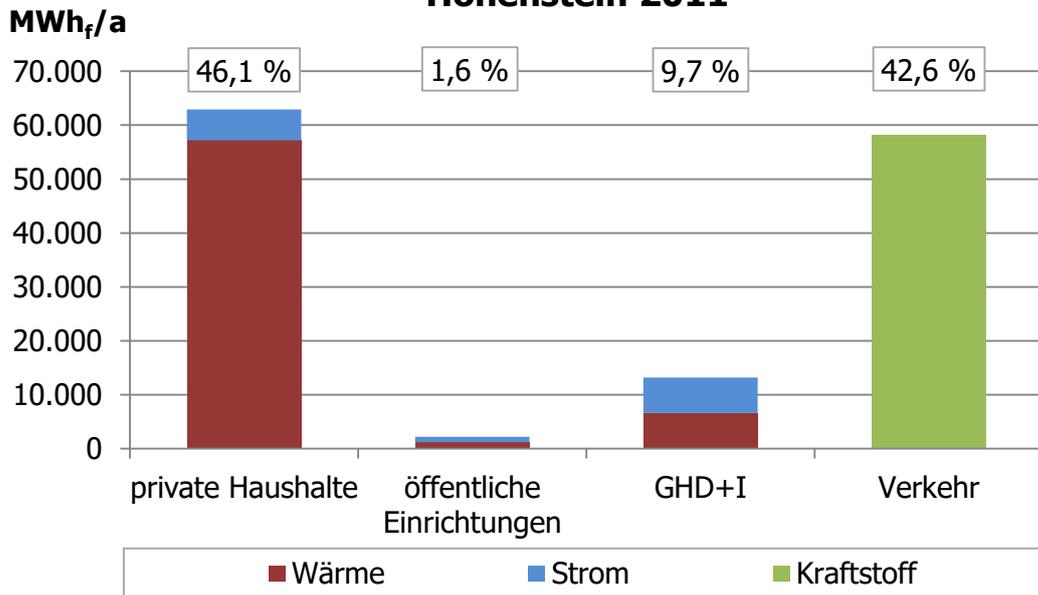


Abbildung 3-65: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff in Hohenstein, aufgeteilt nach Sektoren

Mit 46,0 % hat der Verkehrssektor in Hohenstein den höchsten Anteil an den CO₂e-Emissionen, gefolgt von den privaten Haushalten (39,8 %). Der Sektor GHD+I verursacht 12,3 % der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen, die öffentlichen Einrichtungen verbuchen 1,8 % für sich (s. Abbildung 3-66).



CO₂e-Emissionen nach Sektoren, Hohenstein 2011

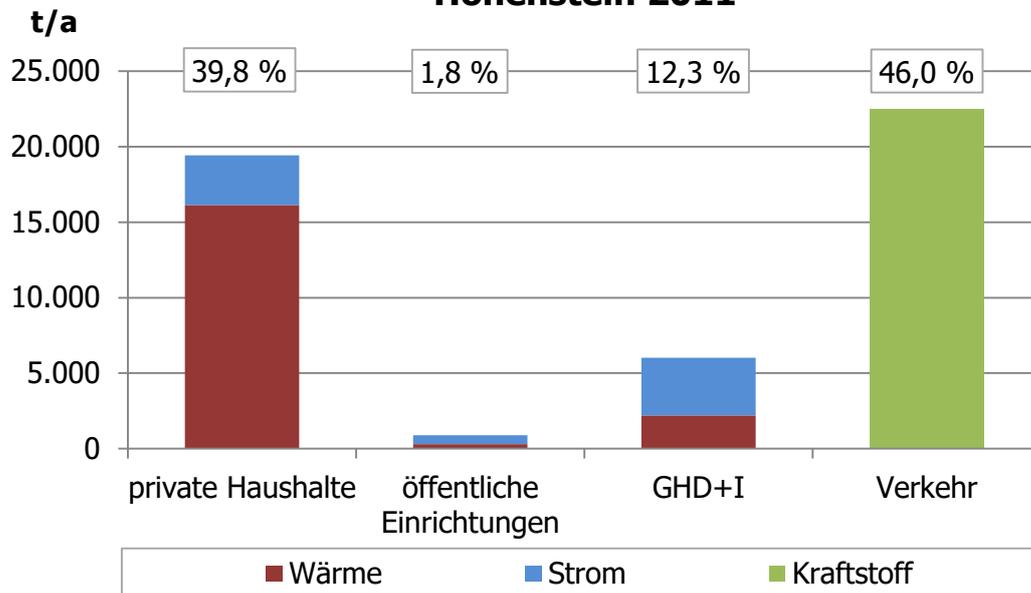


Abbildung 3-66: CO₂e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in Hohenstein, aufgeteilt nach Sektoren

3.6.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Untersuchungsgebiet gesamt

Insgesamt haben die Sektoren private Haushalte, öffentliche Einrichtungen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie im Untersuchungsgebiet aller 3 Gemeinden einen Endenergieverbrauch von ca. 483.800 MWh_f/a. Der Energieverbrauch verursacht jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von ca. 183.200 t/a (s. Tabelle 3-33).



Tabelle 3-33 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Zusammenfassung Untersuchungsgebiet gesamt

Energieträger	Endenergieverbrauch	CO₂e-Emissionen
	MWh_f/a	t/a
Erdgas	84.100	24.500
Heizöl	84.400	31.700
Flüssiggas	60	20
Kohle	300	140
Scheitholz	25.600	600
Holzhackschnitzel	120	3
Holzpellets	2.800	70
Solarthermie	1.000	40
Nahwärme	300	50
Strom Wärmeversorgung	10.600	6.000
Strom allg. Anwendungen	67.000	39.900
Benzin	48.800	17.900
Diesel	157.600	62.000
LPG	1.000	300
Summe	483.800	183.200

Analog zu den Einzelbilanzen der Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein springt ins Auge, dass der Verkehrssektor bereits für 43 % des Endenergieverbrauchs des gesamten Untersuchungsgebiets verantwortlich ist. Dieseldieselkraftstoff hat einen Anteil von 33 % am Endenergieverbrauch, Benzin 10 %.

18 % des Endenergieverbrauchs sind dem Heizölverbrauch zuzuschreiben, gefolgt von Erdgas mit 17 % und Strom mit insgesamt ca. 16 %. Bedeutsam ist noch der Anteil von Scheitholz am Endenergieverbrauch (5 %). Auf die übrigen Energieträger und Anwendungen wie LPG, Flüssiggas, Holzhackschnitzel, Holzpellets, Solarthermie und Nahwärme entfällt ein Anteil von jeweils weniger als 1 % (s. Abbildung 3-67).



Endenergieverbrauch nach Energieträger Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011

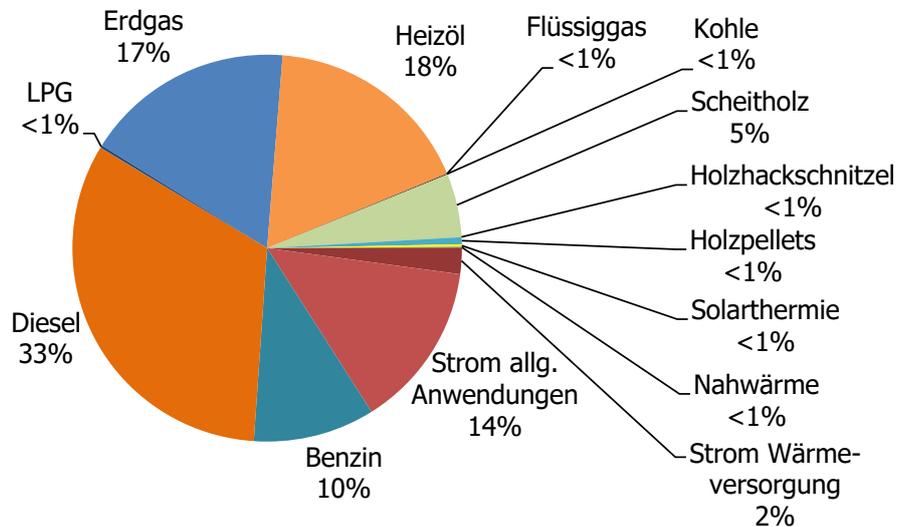


Abbildung 3-67: Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011

Der Dieselmotorkraftstoffverbrauch verursacht mit 34 % der gesamten CO₂e-Emissionen bereits mehr als $\frac{1}{3}$ der energieverbrauchsbedingten Emissionen im Untersuchungsgebiet. Gemeinsam mit Benzin (10 %) gehen bereits 44 % der CO₂e-Emissionen auf das Konto des Verkehrssektors.

Mit 25 % ist der Anteil des Stromverbrauchs an den CO₂e-Emissionen deutlich höher als dessen Anteil am Endenergieverbrauch (16 %). Dies ist bedingt durch die hohen spezifischen CO₂e-Emissionen je verbrauchter kWh Strom (Vorkette Stromproduktion und Wirkungsgrade der Kraftwerke). Obwohl bereits die regenerative Stromproduktion in den jeweiligen Gemeinden bei der Kennwertbildung berücksichtigt wurde, sind bei Strom je verbrauchter kWh von allen im Untersuchungsgebiet zum Einsatz kommenden Energieträgern die höchsten spezifischen CO₂e zu verzeichnen (Aarbergen 651 gCO₂e/kWh, Heidenrod 466 gCO₂e/kWh, Hohenstein 582 gCO₂e/kWh; vgl. Kap. 3.1.2.2).

Der Heizölverbrauch verursacht 17 % der CO₂e-Emissionen im Untersuchungsgebiet, der Erdgasverbrauch 14%.

Die verbleibenden Energieträger und Anwendungen LPG, Flüssiggas, Holzhackschnittzel, Holzpellets, Solarthermie und Nahwärme fallen mit einem Anteil von jeweils weniger als 1 % bei den im Untersuchungsgebiet verursachten CO₂e-Emissionen kaum ins Gewicht (s. Abbildung 3-68).



CO₂e-Emissionen nach Energieträger Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011

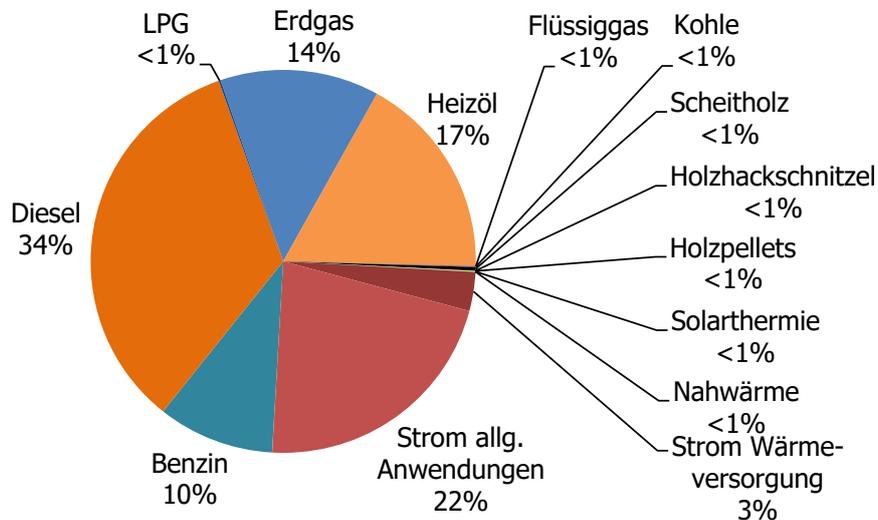


Abbildung 3-68: Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011

Die Verteilung des Endenergieverbrauchs für Wärme- und Stromversorgung sowie Kraftstoff im gesamten Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 3-69 entsprechend der Sektoren „private Haushalte“, „öffentliche Einrichtungen“, „Gewerbe/Handel/Dienstleistung+Industrie“ und „Verkehr“ aufgeteilt dargestellt.

Die privaten Haushalte haben im Querschnitt des Untersuchungsgebiets einen Anteil von 40,0 % am Endenergieverbrauch, öffentliche Einrichtungen 1,7 %, auf GHD+I entfallen 15,3 % und den größten Anteil hat schließlich der Verkehrssektor mit 42,9 %. In den privaten Haushalten fällt mit 91 % der weitaus größte Anteil des Endenergieverbrauchs für die Wärmeversorgung an. Der Stromverbrauch macht nur 9 % aus.

Bei den öffentlichen Einrichtungen, zu denen u.a. auch die Straßenbeleuchtung gehört, ist der Strom-Anteil am Endenergieverbrauch im Durchschnitt mit 47 % etwa so hoch wie der Anteil für die Wärmeversorgung (53 %).

Im Sektor GHD+I beträgt der Endenergieverbrauchsanteil für die Wärmeversorgung 39 %, für die Stromversorgung 61 %. Hier spielt insbesondere der hohe Stromverbrauch der Gießerei in Aarbergen eine Rolle.



Endenergieverbrauch nach Sektoren, Untersuchungsgebiet 2011

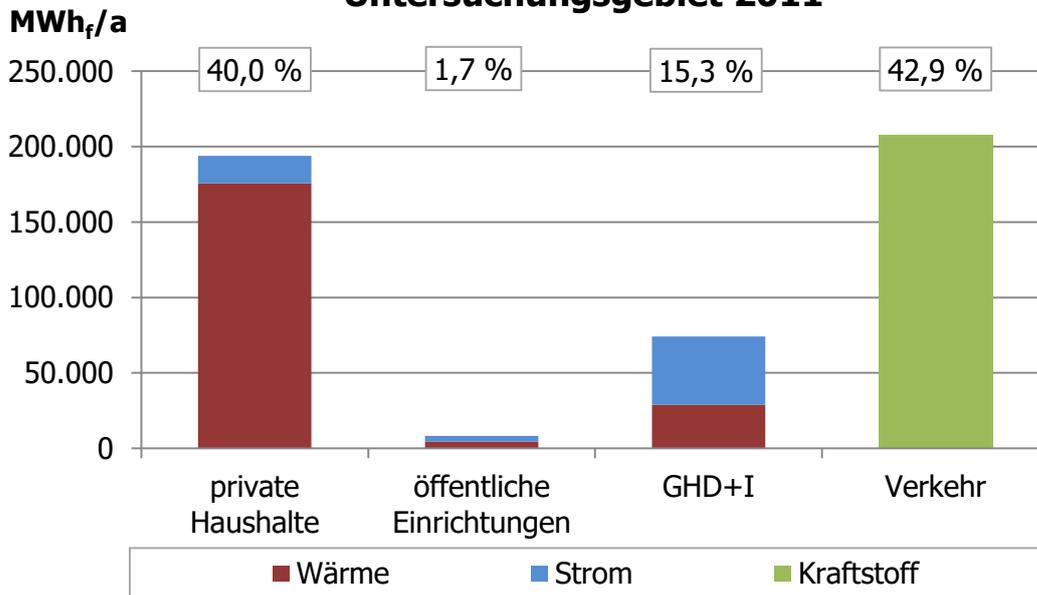


Abbildung 3-69: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff im Untersuchungsgebiet, aufgeteilt nach Sektoren

Auf das gesamte Untersuchungsgebiet bezogen hat der Verkehrssektor mit 43,8 % den höchsten Anteil an den CO₂e-Emissionen, gefolgt von den privaten Haushalten mit 33,8 %. Der Sektor GHD+I verursacht 20,4 % der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen. Der vergleichsweise große Emissionsanteil des Sektors GHD+I im Querschnitt durch das Untersuchungsgebiet ist vor allem durch den hohen Energieverbrauch und die dadurch bedingten Emissionen in der Gemeinde Aarbergen (Gießerei) bedingt. Die öffentlichen Einrichtungen haben einen Anteil von 1,9 % an den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen im Untersuchungsgebiet (s. Abbildung 3-70).



CO₂e-Emissionen nach Sektoren, Untersuchungsgebiet 2011

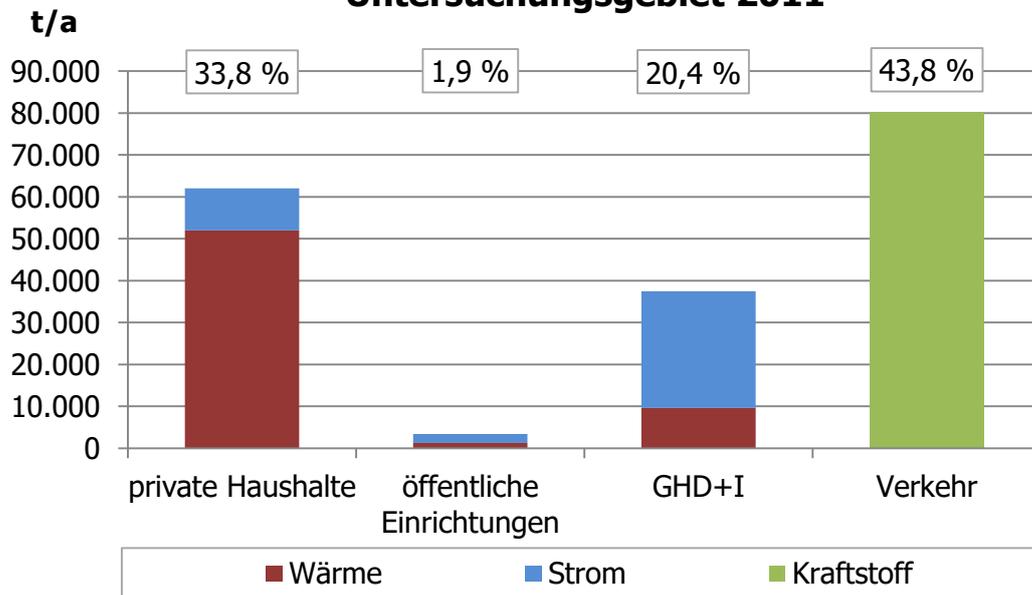


Abbildung 3-70: CO₂e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch im Untersuchungsgebiet, aufgeteilt nach Sektoren

Nach Gemeinden aufgeteilt zeigt sich, dass Heidenrod von den drei untersuchten Gemeinden den höchsten Endenergieverbrauch aufweist. Auffällig ist der vergleichsweise hohe Stromverbrauch in Aarbergen, der, wie erläutert, durch die dortige Gießerei zustande kommt (s. Abbildung 3-71).



Endenergieverbrauch der Gemeinden 2011

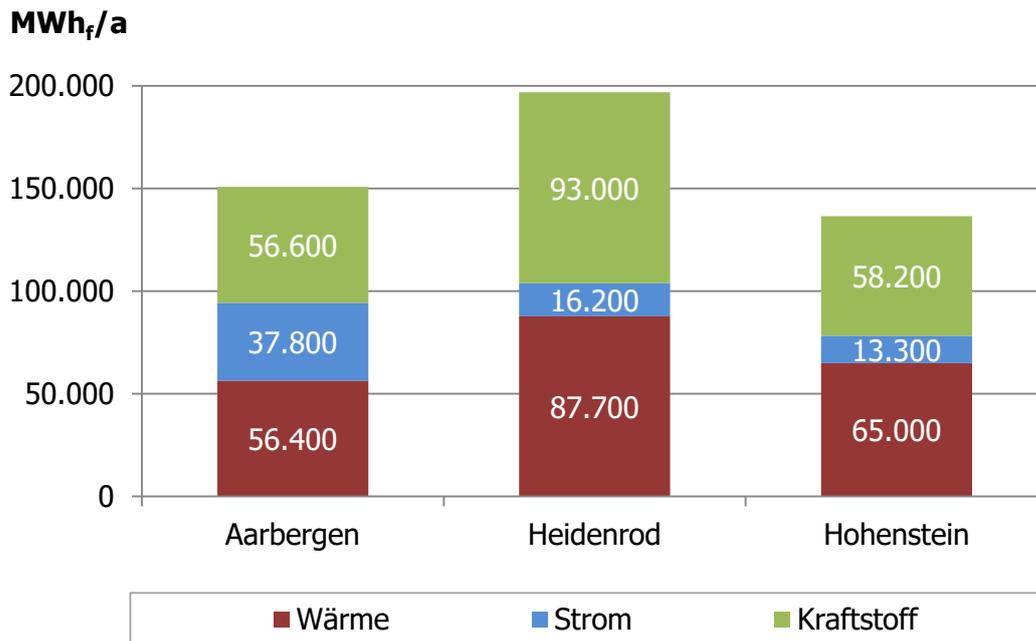


Abbildung 3-71: Endenergieverbrauch für Wärme, Strom und Kraftstoff in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein

Analog zum Endenergieverbrauch fällt auch in der Übersicht der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen in den Gemeinden der vergleichsweise hohe Emissionsanteil aufgrund des Stromverbrauchs in Aarbergen auf. Während Hohenstein und Aarbergen beim Endenergieverbrauch noch in etwa gleichauf lagen, verursacht der Energieverbrauch in Hohenstein deutlich niedrigere CO₂e-Emissionen, da hier ein größerer Anteil der Energie durch Brennstoffe mit geringeren spezifischen CO₂e-Emissionen je kWh erzeugt wird. Insgesamt nimmt Heidenrod im Gemeindevergleich, analog zum Energieverbrauch, auch bei den verursachten CO₂e-Emissionen die Spitzenposition ein (s. Abbildung 3-72).



CO₂e-Emissionen der Gemeinden 2011

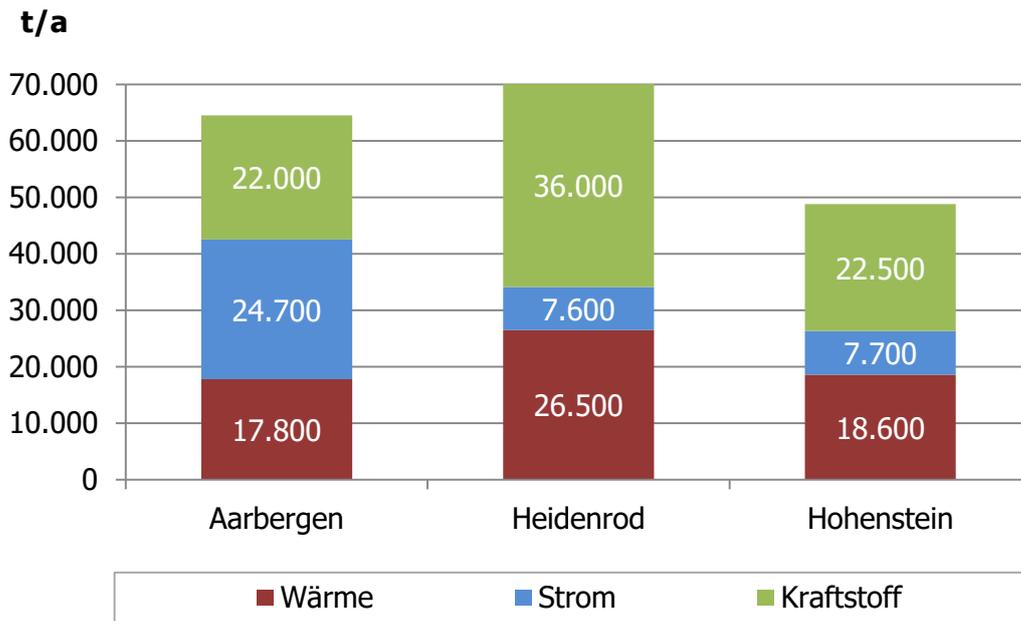


Abbildung 3-72: CO₂e-Emissionen durch Wärme-, Strom- und Kraftstoffverbrauch in den Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein



4 Potenzialanalyse zur Energieeinsparung und -effizienz

4.1 Einsparpotenzial Privathaushalte

4.1.1 Einsparpotenzial Wärme in Privathaushalten

Für die Berechnung des Energie- und CO₂e-Einsparpotenzials im Bereich des Wärmeverbrauchs der privaten Haushalte in den drei Gemeinden werden Gebäudetypen, die durch eine Siedlungszellenanalyse identifiziert wurden, 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, 2012). Das Energie- und CO₂e-Einsparpotenzial bei Umsetzung aller Sanierungsmaßnahmen wird als technisches Einsparpotenzial bezeichnet. Hinsichtlich der Modernisierung der Anlagentechnik wird davon ausgegangen, dass im Bestand bis 1995 ein Niedertemperaturkessel aus den 80/90er Jahren eingesetzt 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.).

In einem weiteren Schritt werden die baulichen Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bewertet. Dazu wird eine vereinfachte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf einen Betrachtungszeitraum von 25 Jahren durchgeführt, um die statische Amortisation und die Kosten pro eingesparter kWh_{th} Wärme der Maßnahmen 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. Energiepreissteigerungen, Fördermittel sowie Finanzierungskosten werden nicht berücksichtigt.

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, 2011) herangezogen und auf den Gebäudebestand der drei Gemeinden übertragen.



Aus dieser Studie können übliche Werte zu nachträglich gedämmten Bauteilflächen und die verwendeten Dämmstoffdicken für Gebäude, die bis 1978 und ab 1979 errichtet wurden, entnommen werden.

In Tabelle 4-1 ist eine Übersicht über die nachträglich gedämmten Bauteilflächen gegeben:

Tabelle 4-1 Anteil der nachträglich gedämmten beziehungsweise erneuerten Bauteilflächen

Baualter	Außenwand	Fenster	Dach-schräge	Oberste Geschossdecke	Keller-decke
bis 1978	20 %	38 %	47 %	47 %	10 %
nach 1979	4 %	41 %	11 %	11 %	2 %

Quelle: (IWU, 2011)

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, bis zum heutigen Zeitpunkt noch nicht erneuert wurden, werden für diese keine Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt.

Methodik

Für die Berechnung des Einsparpotenzials der privaten Haushalte in den Gemeinden Hohenstein, Aarbergen und Heidenrod wurde die Siedlungszellenmethode angewendet. Diese sieht vor, die Baustruktur der Gemeinden zu erfassen. Dazu wird das Siedlungsgebiet eines Referenzortes, der vorher nach einer statistischen Überprüfung ausgewählt wurde, in sogenannte Siedlungszellen eingeteilt. Die Einteilung in Siedlungszellen erfolgt dabei nach einem vorherrschenden Gebäudetyp. Der Gebäudetyp setzt sich aus einer Gebäudeart, z.B. freistehendes Einfamilienhaus oder Reihenhaus, und einer Baualtersklasse, z.B. vor 1918 oder 1958 bis 1968, zusammen. Der Grundgedanke ist hierbei die Differenzierung des Wohngebäudebestands nach energierelevanten Kriterien. Die Einteilung in Siedlungszellen wurde unter Zuhilfenahme von Luftbildern, einer Vor-Ort-Begehung sowie in Gesprächen mit den Gemeindeverwaltungen durchgeführt. Das Ergebnis der Referenzgemeinden wird im Anschluss auf die übrigen Ortsteile der Gemeinden übertragen. In der Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2 werden die Ergebnisse der Siedlungszellenanalyse der Referenzorte dargestellt:



Gemeinde Hohenstein - Breithardt

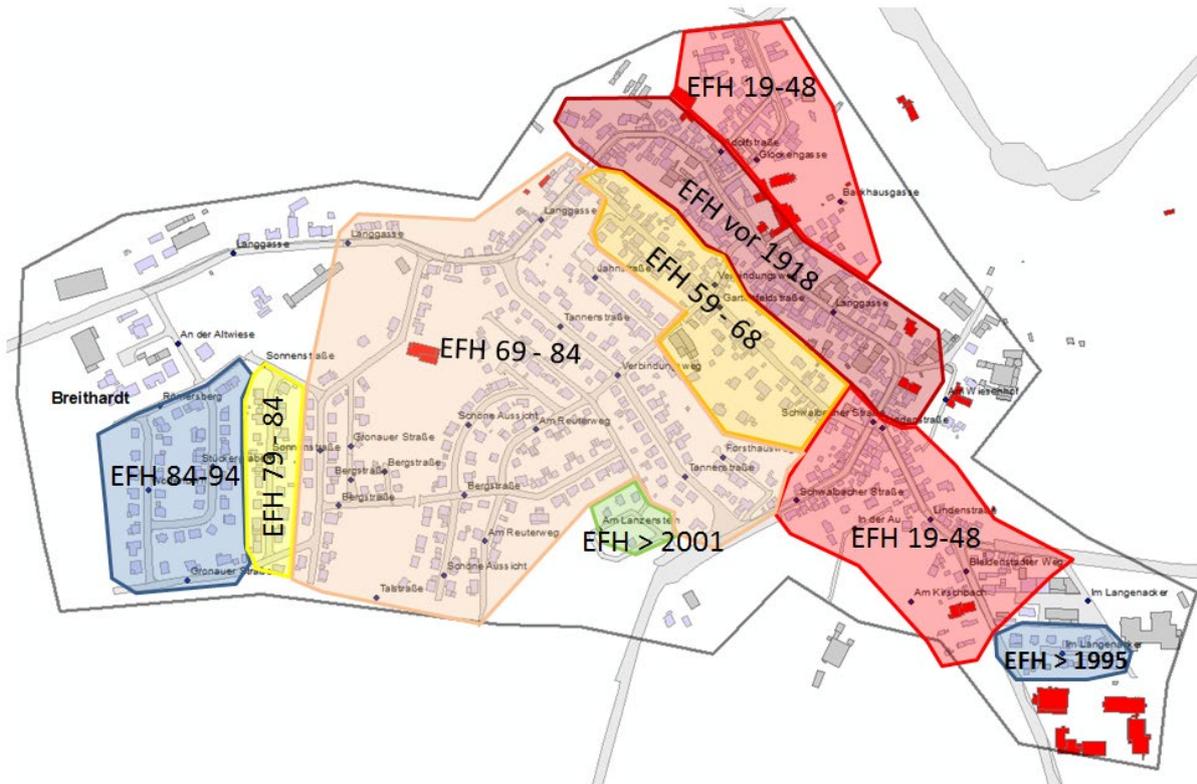


Abbildung 4-1 Siedlungszellen des Ortsteils Breithardt

Breithardt ist gekennzeichnet durch einen alten Ortskern mit Gebäuden vor 1918 entlang der Langgasse. Nördlich und südlich davon grenzt je ein Gebiet mit Einfamilienhäusern aus der Zeit 1919 bis 1948 an. Die größten Siedlungszellen, vorwiegend mit EFH der Baualtersklassen 1959 bis 1968 sowie 1969 bis 1984 befinden sich westlich des Ortskerns. Hinzu kommen drei neuere Baugebiete an den südlichen Ortsrändern.



Gemeinde Aarbergen - Kettenbach

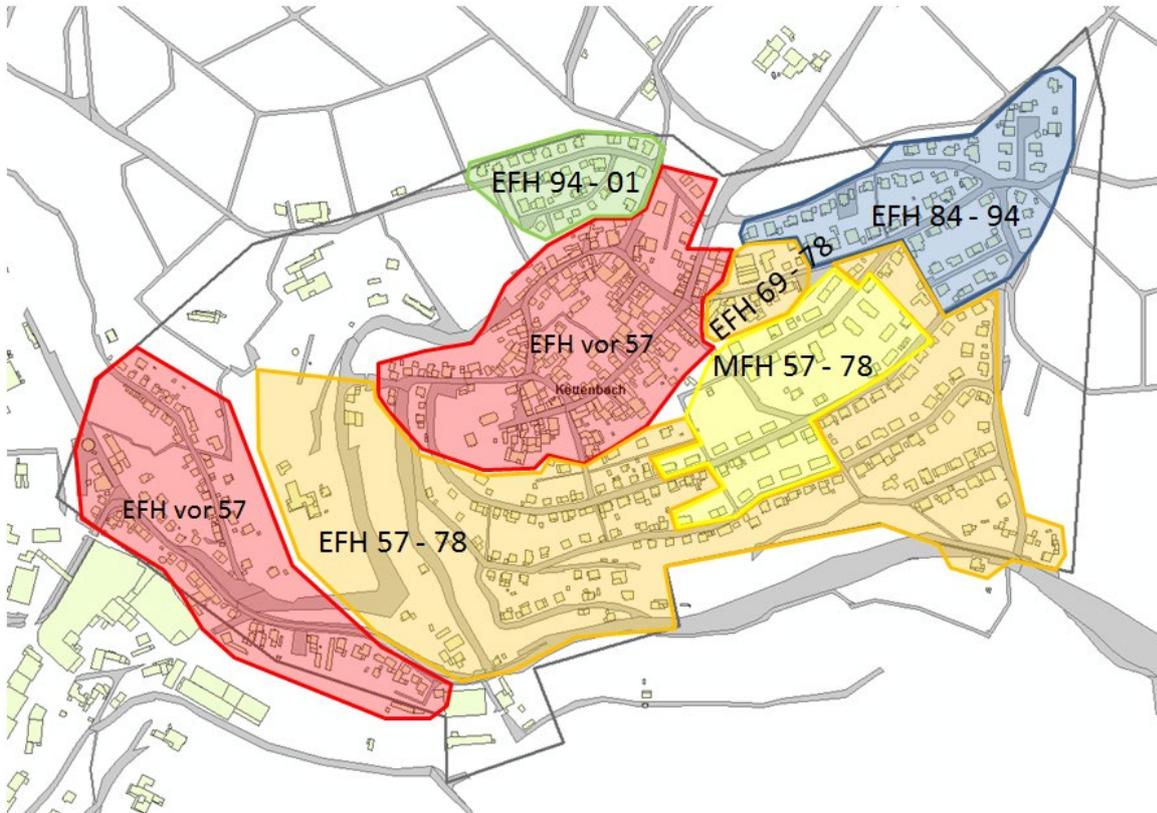


Abbildung 4-2 Siedlungszellen des Ortsteils Kettenbach

Kettenbach ist geprägt durch zwei ältere Siedlungszellen aus den Jahren vor 1957 im Westen sowie zentral im nördlichen Teil des Ortes, in dem sich der Ortskern befindet. Ausgehend davon ist der Ort bis in die späten siebziger Jahre in südliche und östliche Richtung gewachsen. Im Nordosten sowie im Norden des Ortes befinden sich neuere Siedlungsgebiete. Die Siedlungszellen des Ortes zeichnen sich im Wesentlichen durch Einfamilienhäuser aus. Einzig südöstlich des Ortskerns befindet sich eine Siedlungszelle, in der sich überwiegend Mehrfamilienhäuser befinden.



Gemeinde Heidenrod - Laufenselden

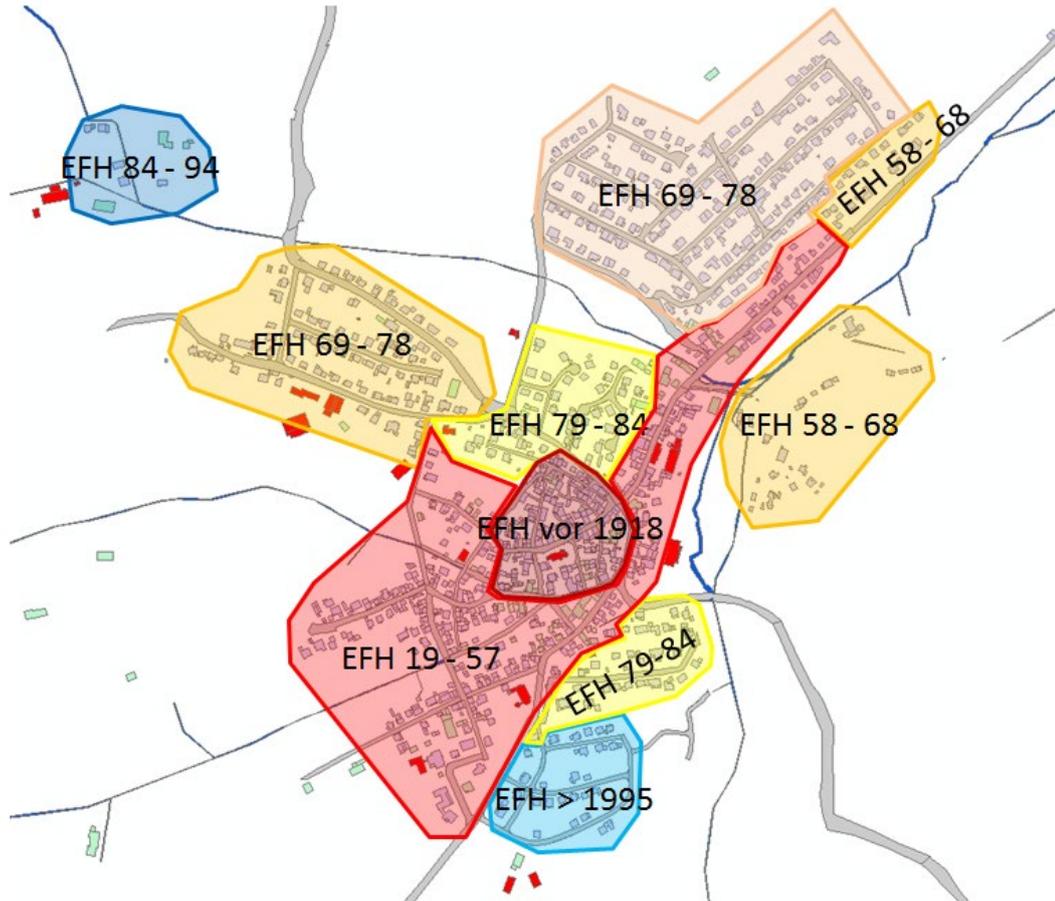


Abbildung 4-3 Siedlungszellen des Ortsteils Laufenselden

Der Ortskern Laufenseldens liegt zentral in der Ortsmitte. Von dort aus wuchs der Ort bis in die Fünfziger stark in westliche und südliche Richtung sowie entlang der Rathausstraße in nordöstliche Richtung. An dieses Gebiet schließen sich Siedlungszellen der Sechziger bis frühen Achtziger Jahre im Osten und Norden an. Neuere Baugebiete entstanden im Süden und im Nordwesten des Ortes.

Nach Auswertung der Siedlungszellen erfolgt die Berechnung des Einsparpotenzials.

Die Berechnung des Einsparpotenzials erfolgt in Anlehnung an das vereinfachte Verfahren nach der 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). Hierbei werden die Verluste (Transmissions-, Wärmebrücken-, Lüftungswärmeverluste) und Gewinne (intern und solare Wärmegewinne) der Baustruktur der Referenzortsteile im Ist-Zustand und im sanierten Zustand ermittelt und auf den Wohngebäudebestand der Gemeinden hochgerechnet. Die prozentuale Einsparung, die sich dabei durch technische sowie wirtschaftliche



Modernisierungsmaßnahmen einstellt, wird anschließend auf das Ergebnis der Ist-Bilanz übertragen. Anhand der Energieeinsparungen kann schließlich unter der Voraussetzung einer gleichbleibenden Beheizungsstruktur das CO₂-Minderungspotenzial, das durch die Modernisierungsmaßnahmen erzeugt wird, dargestellt werden.

Technisches Einsparpotenzial Wärme Haushalte

Das technische Einsparpotenzial im Sektor private Haushalte im Bereich Wärme liegt in den Gemeinden Hohenstein, Aarbergen und Heidenrod im Mittel bei rund 69 %. Der Endenergieverbrauch Wärme könnte von 175.800 MWh_f/a um gut 120.400 MWh_f/a auf knapp 55.400 MWh_f/a reduziert werden.

Abbildung 4-4 stellt das technische Einsparpotenzial der Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein gegenüber. Sie schwanken zwischen 65 und 70 %, je nach Baustruktur.

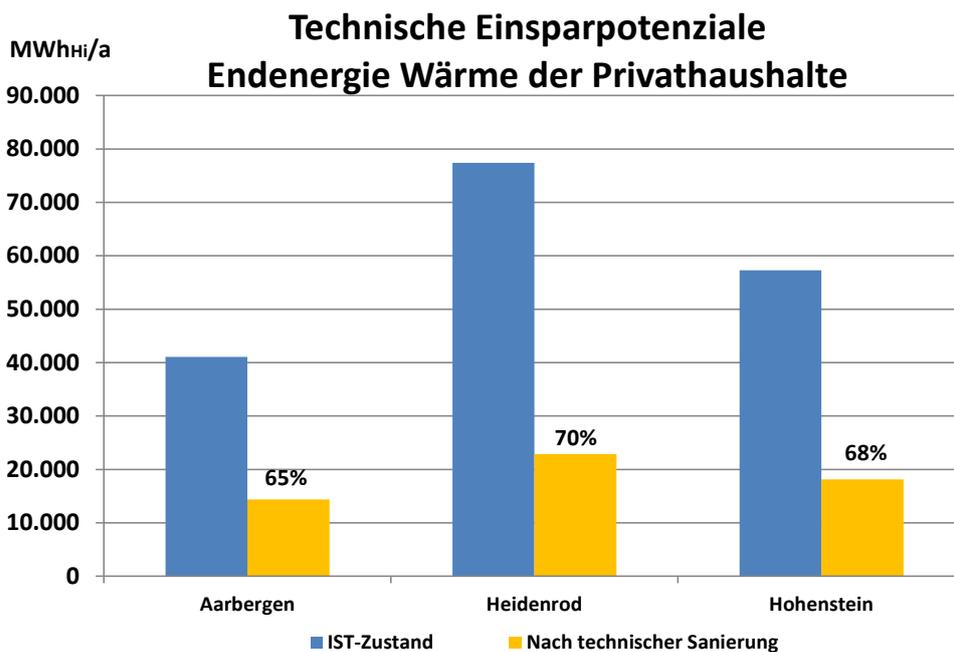


Abbildung 4-4 Technisches Einsparpotenzial nach Gemeinden

Abbildung 4-5 zeigt das mittlere Einsparpotenzial der verschiedenen Baualtersklassen in den Gemeinden. Das höchste prozentuale Einsparpotenzial haben die Baualtersklassen „bis 1957“, „1958-1968“ und „1969-1983“. Das technische Einsparpotenzial in MWh_f/a ist in den Baualtersklassen „bis 1957“ und „1969-1983“ am höchsten. Das wird jedoch durch die Gebäudeanzahl bedingt.



Technisches Einsparpotenzial Endenergie Wärme nach Baualtersklassen

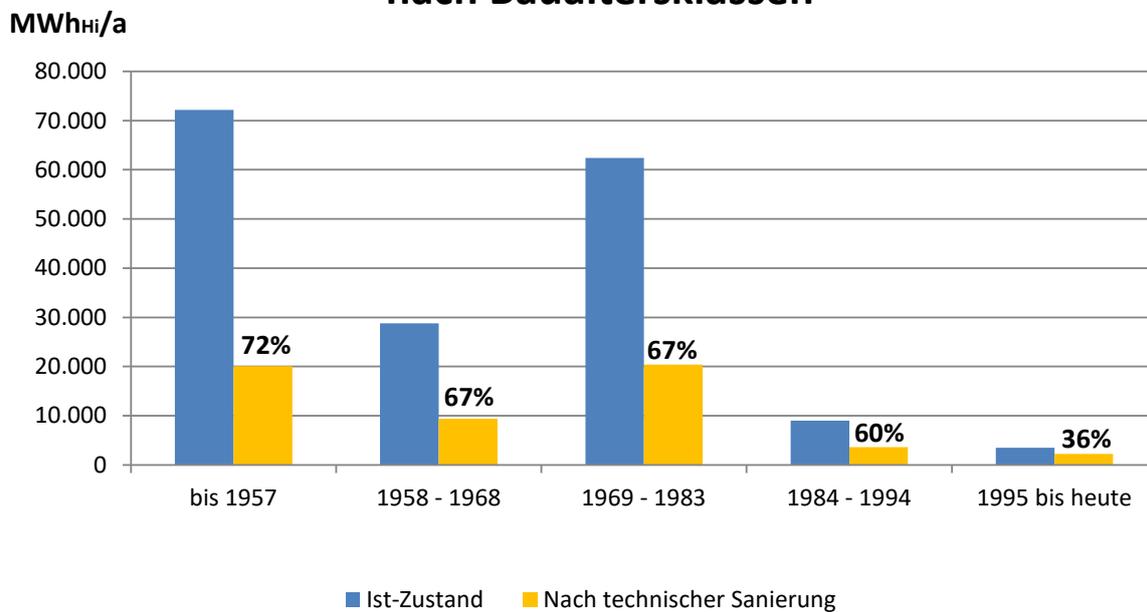


Abbildung 4-5 Technisches Einsparpotenzial nach Baualtersklassen

Wirtschaftliches Einsparpotenzial Wärme Haushalte

Die Energieeinsparmaßnahmen wurden hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bewertet. Nicht jede Maßnahme, die aus technischer Sicht sinnvoll und machbar 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. Energiepreiserhöhungen, Förderprogramme sowie Finanzierungskosten werden nicht berücksichtigt.



Tabelle 4-2 Übersicht Amortisationszeiten Energieeinsparmaßnahmen

Baualtersklasse	Bauteil				
	Außenwand	Fenster	Dachschräge	OGD	Kellerdecke
Amortisationszeit der Einsparmaßnahme in Jahren					
Bis 1918	6	20	6	10	15
1919 - 1948	7	52	10	16	14
1949 - 1957	13	52	10	16	16
1958 - 1968	9	51	11	17	17
1969 - 1978	11	49	13	22	18
1979 - 1983	15	52	31	32	20
1984 - 1994	18	52	50	52	33
1995 - 2001	37	102	50	52	40
2001 bis heute	44	113	50	52	51

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 die Dämmung der Dachschräge wirtschaftlich, insbesondere dann, wenn ohnehin Arbeiten an der Fassade oder dem Dach 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 Fenster zu erneuern.

Das Einsparpotenzial bei Umsetzung wirtschaftlicher Energieeinsparmaßnahmen liegt in den drei Gemeinden im Mittel bei rund 54 %, was knapp 95.700 MWh/a entspricht. Je nach Gemeinde schwankt es in Abhängigkeit der Gebäudestruktur zwischen 49 und 57 %.

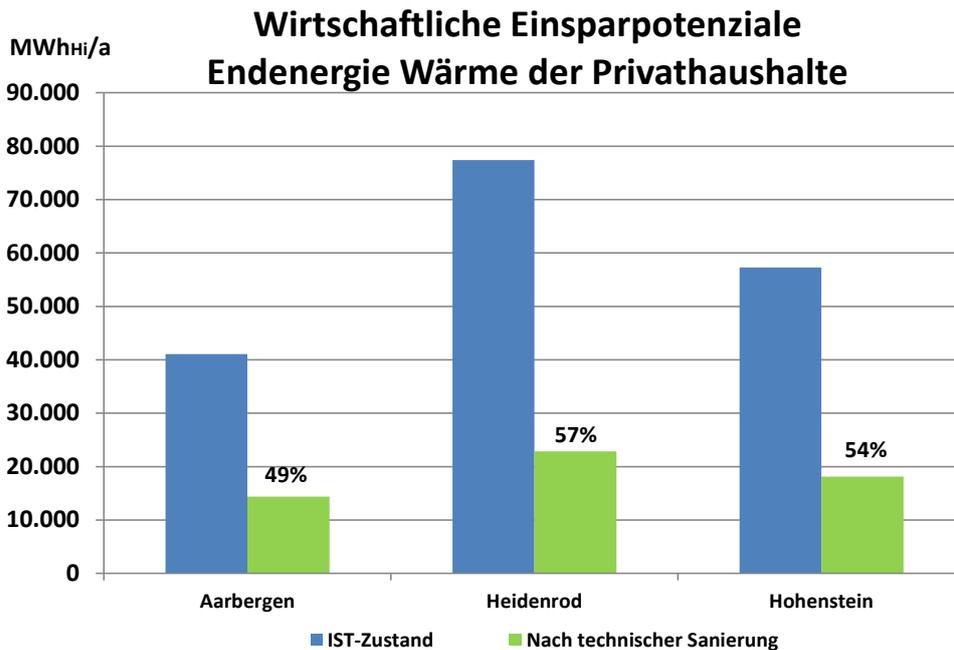


Abbildung 4-6 Wirtschaftliches Einsparpotenzial nach Gemeinden

Abbildung 4-7 zeigt das wirtschaftliche Einsparpotenzial der drei Gemeinden aufgeteilt nach Baualtersklassen auf. Die höchste prozentuale Einsparung wird in den Baualtersklassen „bis 1957“, „1958-1968“ und „1969-1983“ erreicht. Das technische Einsparpotenzial in MWh_f/a ist in diesen Baualtersklassen ebenfalls am höchsten. Das Einsparpotenzial in den Gebäuden, die nach 1983, also nach Inkrafttreten der 2. Wärmeschutzverordnung, errichtet wurden, ist deutlich geringer.



Wirtschaftliches Einsparpotenzial Endenergie Wärme nach Baualtersklassen

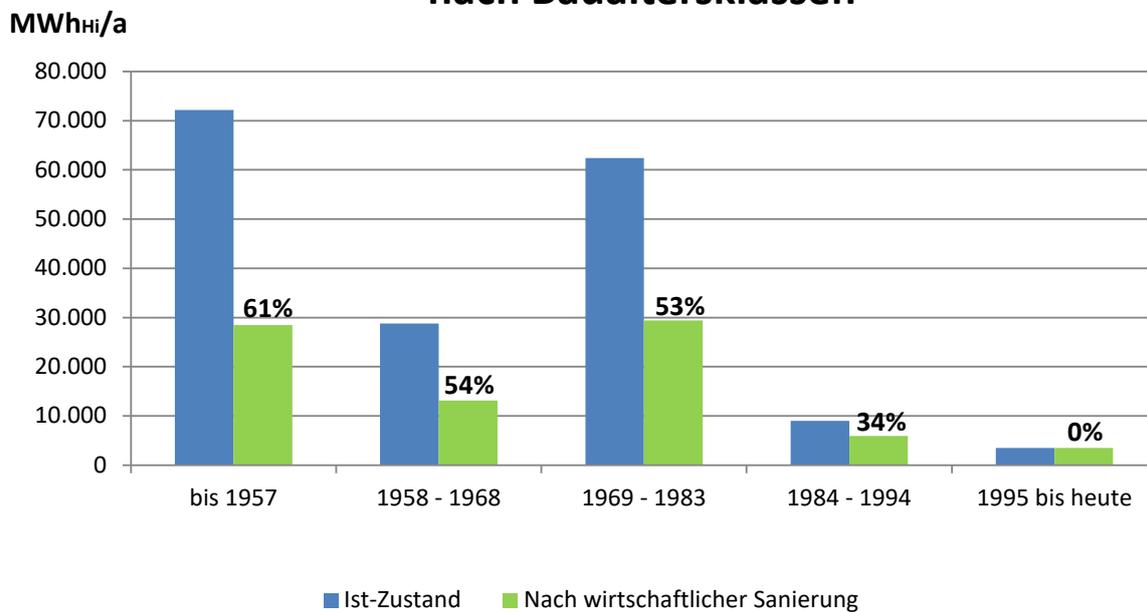


Abbildung 4-7 Wirtschaftliches Einsparpotenzial nach Baualtersklassen

Der jährliche CO₂e-Ausstoß in den drei Gemeinden könnte durch diese Maßnahmen um fast 29.000 t/a reduziert werden, unter der Annahme, dass der Anteil der verschiedenen Energieträger gegenüber der Ist-Situation konstant bleibt.

Szenarien bis 2030

Die Privathaushalte der drei Gemeinden verbrauchen jährlich eine Wärmemenge von 175.800 MWh_f/a. Die energetische Sanierungsrate von 0,75 % in der Abbildung 4-8 stellt auch den derzeitigen Trend in Hessen dar [Hessischer Energiegipfel 2011]. Die energetische Sanierungsrate von 2 % pro Jahr stellt ein Zielszenario dar und steht, gemäß den Klimaschutzzielen der Bundesregierung, für die weitgehende „Klimaneutralität“ des Gebäudebestandes bis zum Jahr 2050. Im Hessischen Energiegipfel wurde als Ziel eine Sanierungsrate von 2,5 bis 3 % pro Jahr formuliert. Die Unterschiede zum Trendszenario liegen im sofortigen Anstieg der Sanierungsrate. Bei Erhöhung der Sanierung von 0,75 % auf 2 % pro Jahr kann der derzeitige Endenergieverbrauch im Bereich Wärme der Haushalte in den drei Gemeinden bis zum Jahr 2020 um 13 % und bis zum Jahr 2030 um 30 % reduziert werden. Die Sanierungsrate von 3 % pro Jahr stellt ein noch ambitionierteres Zielszenario dar.

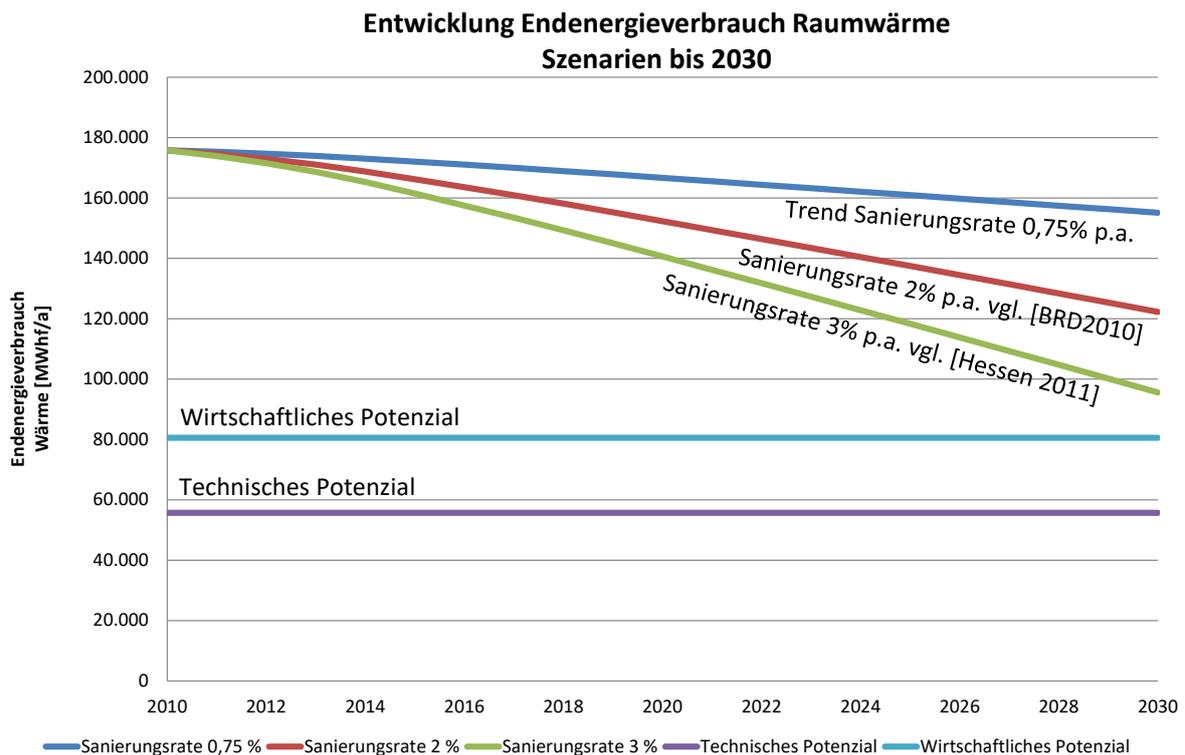


Abbildung 4-8 Entwicklung Endenergieverbrauch Wärme im Sektor Haushalte der Gemeinden Hohenstein, Aarbergen und Heidenrod

Bei Fortschreibung des derzeitigen Trends (entspricht: Sanierungsrate von 0,75 % pro Jahr) kann gemäß Abbildung 4-9 bis zum Jahr 2030 eine CO₂e-Minderung um 6.800 t/a erzielt werden. Bei einer Sanierungsrate von 2 % kann eine CO₂e-Minderung um 17.600 t/a bis zum Jahr 2030 erreicht werden. Bei Annahme eines ambitionierten Zielszenarios (entspricht Sanierungsrate von 3 % pro Jahr) können die verursachten CO₂e-Emissionen im Wärmebereich von derzeit 51.800 t/a um 51 % im Jahr 2030 gesenkt werden.

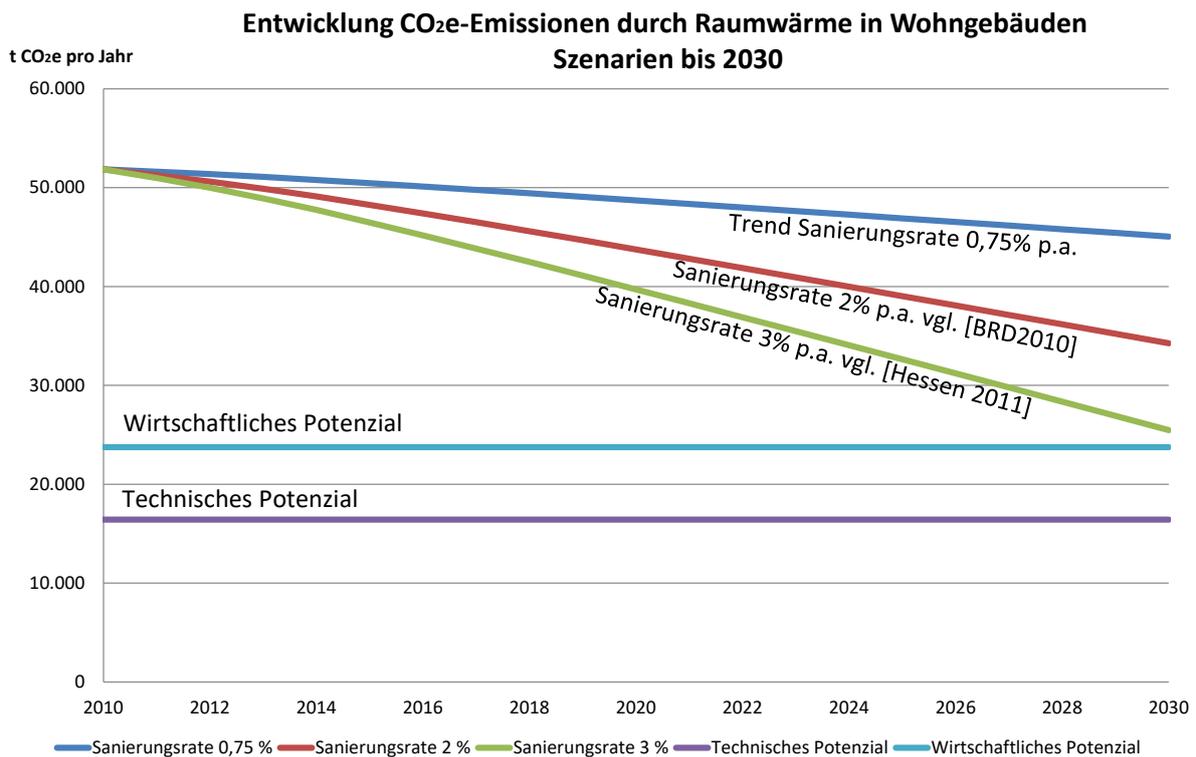


Abbildung 4-9 Entwicklung CO₂e-Emissionen Wärme im Sektor Haushalte der Gemeinden Hohenstein, Aarbergen und Heidenrod

4.1.2 Einsparpotenzial Strom Privathaushalte

Neben den Einsparpotenzialen im Wärmebereich wurden Potenziale im Strombereich untersucht. Einsparpotenziale beim Strom in privaten Haushalten ergeben sich insbesondere bei Haushaltsgeräten, Heizungspumpen und bei der Beleuchtung. Das Einsparpotenzial bei Haushaltsgeräten ist im Untersuchungsgebiet 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. EDV, Elektroautos, 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 umfassender und zielgruppenspezifischer 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 von Energieeinsparungen einzubringen, sollte selbstverständlich werden.

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

Vor diesem Hintergrund liegt das Stromeinsparpotenzial der Haushalte im Untersuchungsgebiet bei rund 3.600 MWh_{el}/a.

Der CO₂e-Ausstoß könnte durch entsprechende Maßnahmen um bis zu 2.000 t/a reduziert werden, unter Annahme des heutigen Energieträgermixes.

Szenarien

Als Basis für die Szenarienentwicklung dienen die Stromverbrauchswerte aus dem Jahr 2010. Die Festlegung der Vergleichswerte 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 2030 abgeleitet und für den Sektor Haushalte im Untersuchungsgebiet angewendet. Demnach ergeben sich folgende Reduzierungen des Stromverbrauches:

- Reduzierung bis 2015 um 2 %



- Reduzierung bis 2020 um weitere 2 %
- Reduzierung bis 2030 um 8 %

Die Szenarien für die Einsparpotenziale erfolgen über eine durchschnittliche Stromverbrauchsreduzierung von 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 Haushalt ist in der nachstehenden Abbildung 4-10 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 von derzeit 18.000 MWh_{el}/a um rund 500 MWh_{el}/a bis 2020 bzw. 1.000 MWh_{el}/a bis zum Jahr 2030 reduzieren.

Bei Annahme des Klimaschutzszenarios (entspricht einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,7 % pro Jahr), welches erforderlich ist, um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Klimaschutzziele zu erreichen, würde sich der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 um rund 750 MWh_{el}/a und bis 2030 um 2.200 MWh_{el}/a reduzieren.

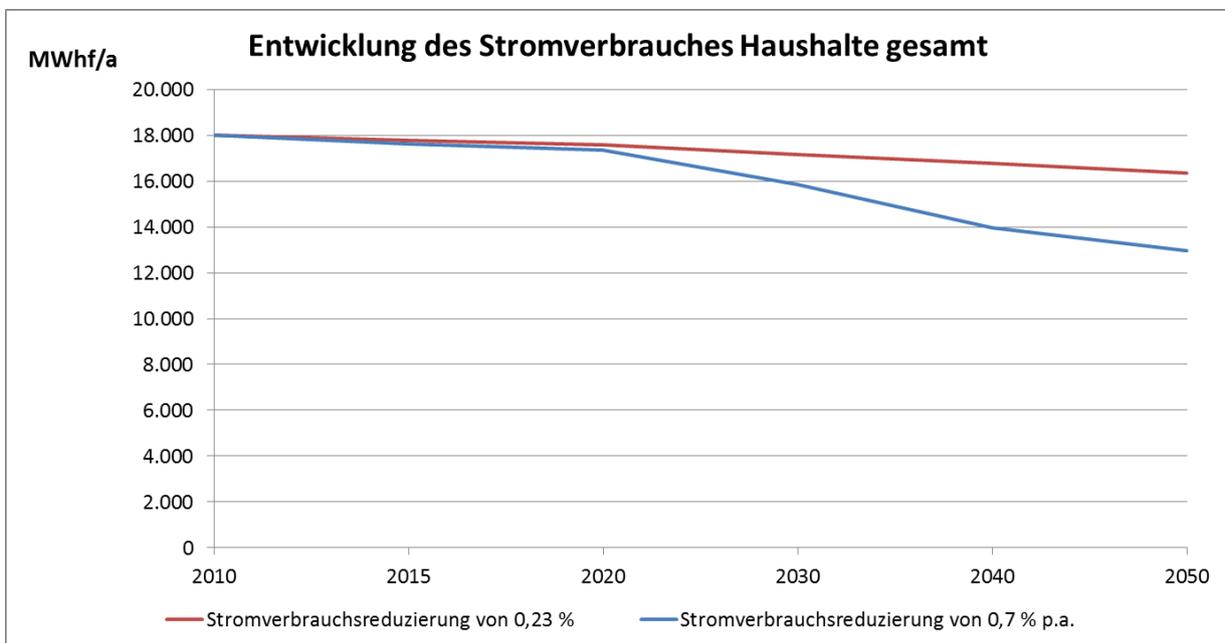


Abbildung 4-10 Entwicklung Endenergieverbrauch Strom im Sektor Haushalte im Untersuchungsgebiet

Bei Fortschreibung des derzeitigen Trends (entspricht einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,23 % pro Jahr) kann, gemäß der Abbildung 4-11



bis zum Jahr 2020 eine CO₂-Minderung um 230 t/a und bis 2030 um 500 t/a erzielt werden. Bei Annahme des Klimaschutzszenarios (entspricht einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,7 % pro Jahr), welches erforderlich ist, um bis zum Jahr 2050 die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Ziele zu erreichen, kann eine CO₂-Minderung um rund 400 t/a bis zum Jahr 2020 und 1.200 t/a bis 2030 erzielt werden.

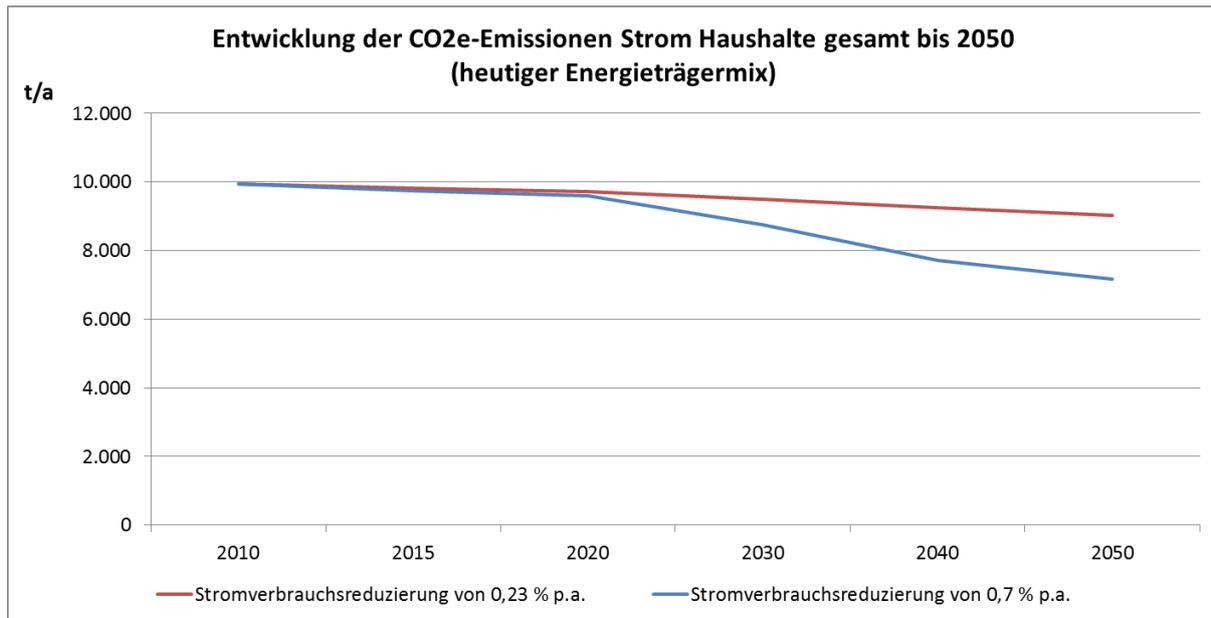


Abbildung 4-11 Entwicklung CO₂e-Emissionen Strom im Sektor Haushalte im Untersuchungsgebiet

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 und effizienter Energienutzung erreicht werden, diese werden in Szenarien zum Ausbau von Erneuerbaren Energien und KWK aufgezeigt.

4.2 Einsparpotenzial öffentliche Liegenschaften

Für die Berechnung des Energieeinsparpotenzials der Gebäude in Trägerschaft der Gemeinden 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. Der Vergleichskennwert nach EnEV hilft, eine durchschnittliche Endenergieeinsparung zu definieren. Einzelvorhaben der



energetischen Liegenschaftssanierung sollten im Ergebnis den Vergleichskennwert deutlich unterschreiten.

Die graphische Auswertung der Verbrauchskennwerte der einzelnen Liegenschaften im Vergleich mit ihren gebäudetypischen Vergleichskennwerten nach der EnEV 2009 kann dem Anhang entnommen werden.

Es gibt viele Faktoren, die den Energieverbrauch eines Gebäudes 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.

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 Geschossdecke 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 emissionsarm gedeckt werden.

Ausgehend von den ermittelten Analysedaten aus der Bilanz können Energieeinsparpotenziale für die einzelnen Liegenschaften ermittelt werden.

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 (Gebäudetyp/Gebäudekategorie). Bei der Erstellung von Energieverbrauchsausweisen wird der Verbrauch der Bestandsgebäude mit diesen Kennwerten der EnEV 2009 verglichen.



Das Einsparpotenzial der einzelnen Liegenschaften wird im Folgenden für zwei Potenzialannahmen berechnet:

- **Potenzial 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 das Einsparpotential.
- **Potenzial EnEV 80 %:** Als verbesserten Standard wird, wie von der DENA (Deutsche Energie-Agentur) empfohlen, ein um 20% verbesserter Kennwert (Zielwert) angenommen. Das heißt, es 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 das Einsparpotenzial.

Einzelne Gebäude unterschreiten schon heute den Verbrauch nach Potenzial EnEV 100% und eventuell sogar nach Potenzial EnEV 80 %. Dies 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.

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

4.2.1 Einsparpotenzial Heizenergie Gemeinde Hohenstein

Das Einsparpotenzial der kommunalen Gebäude für Heizenergie kann der folgenden Tabelle entnommen werden:



Tabelle 4-3 Einsparpotenzial Heizenergie kommunale Gebäude Hohenstein

Gebäudename	witterungsbereinigter Endenergieverbrauch Wärme	Fläche (NGF)	Endenergie- verbrauchs- kennwert Wärme	Vergleichswert EnEV 2009		Abweichung vom Vergleichswert = Anhaltswert Einsparpotenzial		Einsparpotenzial	
				kWh _{HI} /(m ² *a)		%		kWh _{HI} /a	
				EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
Alte Schule Breithard	98.100	559	176	105	84	40%	52%	39.700	51.400
Bauhof Breithard	61.000	1.141	54	110	88			0	0
Gemeindezentrum Breithard	208.200	681	306	135	108	56%	65%	116.500	134.800
Rathaus Breithard	99.200	853	116	80	64	31%	45%	30.700	44.400
Feuerwehr Burg Hohenstein	19.100	120	159	100	80	37%	50%	7.100	9.500
Gemeindehalle Burg Hohenstein	20.100	416	48	135	108			0	0
Jugendclub Burg Hohenstein	2.900	38	75	105	84			0	0
Kindergarten Burg Hohenstein	19.700	405	49	110	88			0	0
Alte Schule Holzhausen	23.500	190	124	105	84	15%	32%	3.600	7.600
Dorfgemeinschaftshaus Holzhausen	150.100	700	214	135	108	37%	50%	55.300	74.200
Kindergarten Holzhausen	46.700	453	103	110	88		15%	0	6.800
Feuerwehr Holzhausen	25.100	212	119	100	80	16%	33%	4.000	8.300
Aubachhalle Strinz	40.900	634	64	110	88			0	0
Feuerwehr Strinz	17.800	296	60	100	80			0	0
Jugendclub Strinz	3.300	54	61	105	84			0	0
Kindergarten Strinz	36.500	216	169	110	88	35%	48%	12.700	17.500
Bürgerhaus Born	89.000	541	165	135	108	18%	35%	16.200	30.800
Altes Rathaus Born	19.600	148	133	105	84	21%	37%	4.100	7.300
Kindergarten Born	20.500	246	83	110	88			0	0
Dorfgemeinschaftshaus Hennethal	32.800	298	110	135	108		2%	0	600
Feuerwehr Hennethal	29.600	231	128	100	80	22%	38%	6.500	11.100
Turnhalle Hennethal	55.200	367	151	110	88	27%	42%	15.000	23.100
Feuerwehr Steckenroth	27.300	151	181	100	80	45%	56%	12.200	15.300
Haus d. Dorfes Steckenroth	82.700	495	167	110	88	34%	47%	28.200	39.100
Summe	1.228.900	9.445	3.015					351.800	481.800
Einsparpotenzial "Kommunale Gebäude" gesamt:								29%	39%

Für die kommunalen Gebäude ergibt sich ein Gesamteinsparpotenzial von 29 % (Potenzial EnEV 100 %). Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Einsparpotenzial von 39 % (Potenzial EnEV 80 %).

Gebäude mit einem auffallend hohen Endenergieverbrauchskennwert Wärme (30 % über dem EnEV-Vergleichswert) sind:

- Alte Schule Breithardt
- Gemeindezentrum Breithardt
- Rathaus Breithardt
- Feuerwehr Burg Hohenstein
- Dorfgemeinschaftshaus Holzhausen
- Kinderkarten Strinz-Margarethä
- Feuerwehr Steckenroth
- Haus des Dorfes Steckenroth



Der im Vergleich recht hohe Wärmeenergieverbrauch dieser Gebäude wird im Rahmen dieses integrierten Klimaschutzkonzepts nicht weiter untersucht. Die Ursachen können vielfältig sein, z. B. ungewöhnliche Nutzung des Gebäudes, veraltete Anlagentechnik oder bauliche Gründe. Eine nähere Untersuchung ist empfehlenswert (Siehe Maßnahme Öff 1 im Maßnahmenkatalog).

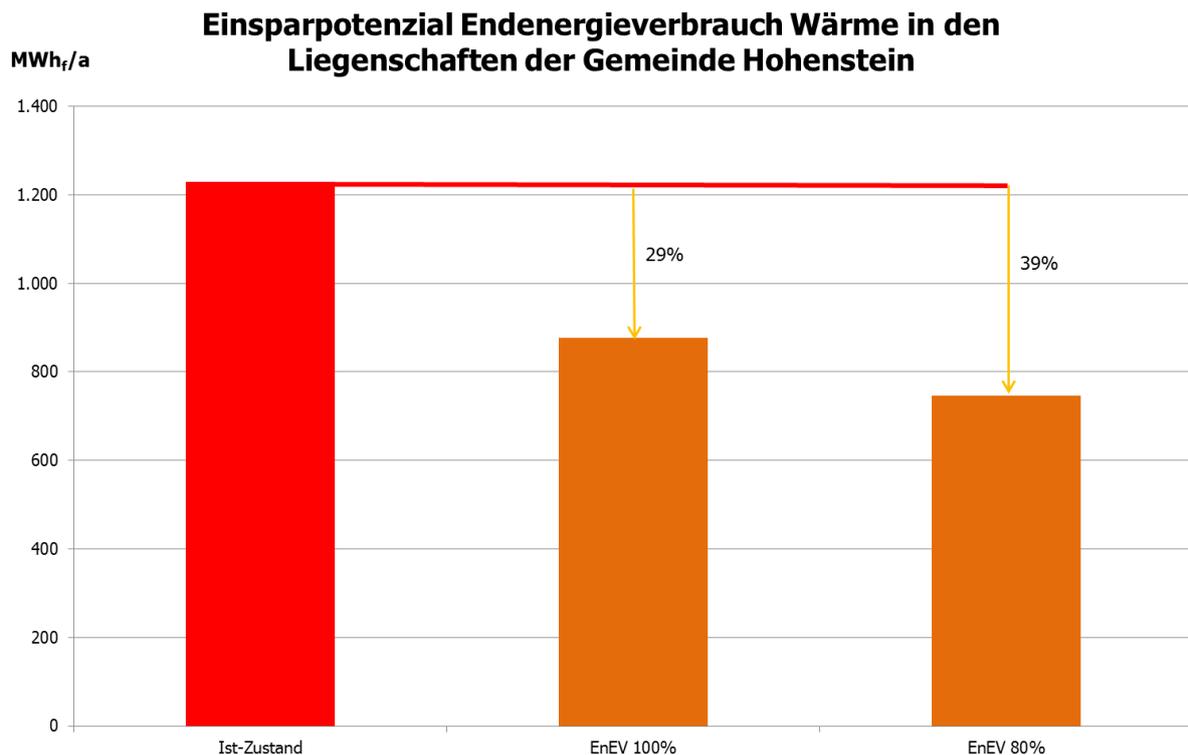


Abbildung 4-12 Endenergieverbrauch Wärme Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Hohenstein

Der witterungsbereinigte Jahresverbrauch des Gebäudebestandes beträgt ca. 1.200 MWh_f/a. Saniert man die Gebäude der Annahme Potenzial EnEV 100 % entsprechend, dann verringert sich der Jahresheizenergieverbrauch auf gut 980 MWh_f/a. Mit der Durchführung einer verbesserten Sanierung (Potenzial EnEV 80 %) könnte sich der Jahresheizenergieverbrauch auf knapp 750 MWh_f/a verringern.

4.2.2 Einsparpotenzial Strom Gemeinde Hohenstein

Das Einsparpotenzial der kommunalen Gebäude für Strom kann der folgenden Tabelle entnommen werden:



Tabelle 4-4 Einsparpotenzial Strom kommunale Gebäude Hohenstein

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	
				kWh _{el} /(m ² *a)		%		kWh _{el}	
				EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
Alte Schule Breithard	4.900	559	9	20	16			0	0
Bauhof Breithard	6.100	1.141	5	20	16			0	0
Trauerhalle Friedhof-Breithard	300	199	1	25	20			0	0
Gemeindezentrum Breithard	41.800	681	61	30	24	51%	61%	21.300	25.400
Rathaus Breithard	25.300	853	30	20	16	33%	46%	8.300	11.700
Feuerwehr Burg Hohenstein	5.200	120	44	20	16	54%	63%	2.800	3.300
Gemeindehalle Burg Hohenstein	4.100	416	10	30	24			0	0
Jugendclub Burg Hohenstein	2.900	38	76	20	16	74%	79%	2.100	2.300
Kindergarten Burg Hohenstein	900	405	2	20	16			0	0
Alte Schule Holzhausen	900	190	5	20	16			0	0
Dorfgemeinschaftshaus Holzhausen	13.000	700	19	30	24			0	0
Kindergarten Holzhausen	4.400	453	10	20	16			0	0
Feuerwehr Holzhausen	4.200	212	20	20	16		18%	0	800
Aubachhalle Strinz	13.200	634	21	25	20		4%	0	500
Feuerwehr Strinz	3.400	296	12	20	16			0	0
Jugendclub Strinz	1.100	54	21	20	16	4%	23%	0	300
Kindergarten Strinz	2.400	216	11	20	16			0	0
Bürgerhaus Born	13.100	541	24	30	24		1%	0	100
Altes Rathaus Born	2.400	148	16	20	16		0%	0	0
Kindergarten Born	2.500	246	10	20	16			0	0
Dorfgemeinschaftshaus Hennethal	2.700	298	9	30	24			0	0
Feuerwehr Hennethal	3.800	231	17	20	16		3%	0	100
Turnhalle Hennethal	5.800	367	16	25	20			0	0
Feuerwehr Steckenroth	2.100	151	14	20	16			0	0
Haus d. Dorfes Steckenroth	13.600	495	27	20	16	27%	42%	3.700	5.700
Summe	180.100	9.644						38.200	50.200
Einsparpotenzial "Kommunale Gebäude" gesamt:								21%	28%

Für die kommunalen Gebäude ergibt sich beim Potenzial EnEV 100 % ein Gesamteinsparpotenzial von 21 %. Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Einsparpotenzial von 28 % (Potenzial EnEV 80 %).

Gebäude mit einem auffallend hohen Endenergieverbrauchs-kennwert Strom (30 % über dem EnEV-Vergleichswert) sind:

- Gemeindezentrum Breithardt
- Rathaus Breithardt
- Feuerwehr Burg Hohenstein
- Jugendclub Burg Hohenstein

Der im Vergleich recht hohe Stromverbrauch dieser Gebäude wird im Rahmen dieses integrierten Klimaschutzkonzepts nicht weiter untersucht. Die Ursachen können vielfältig sein, z. B. ungewöhnliche Nutzung des Gebäudes oder veraltete Technik. Eine



nähere Untersuchung ist empfehlenswert (siehe Maßnahme Öff 1 im Maßnahmenkatalog).

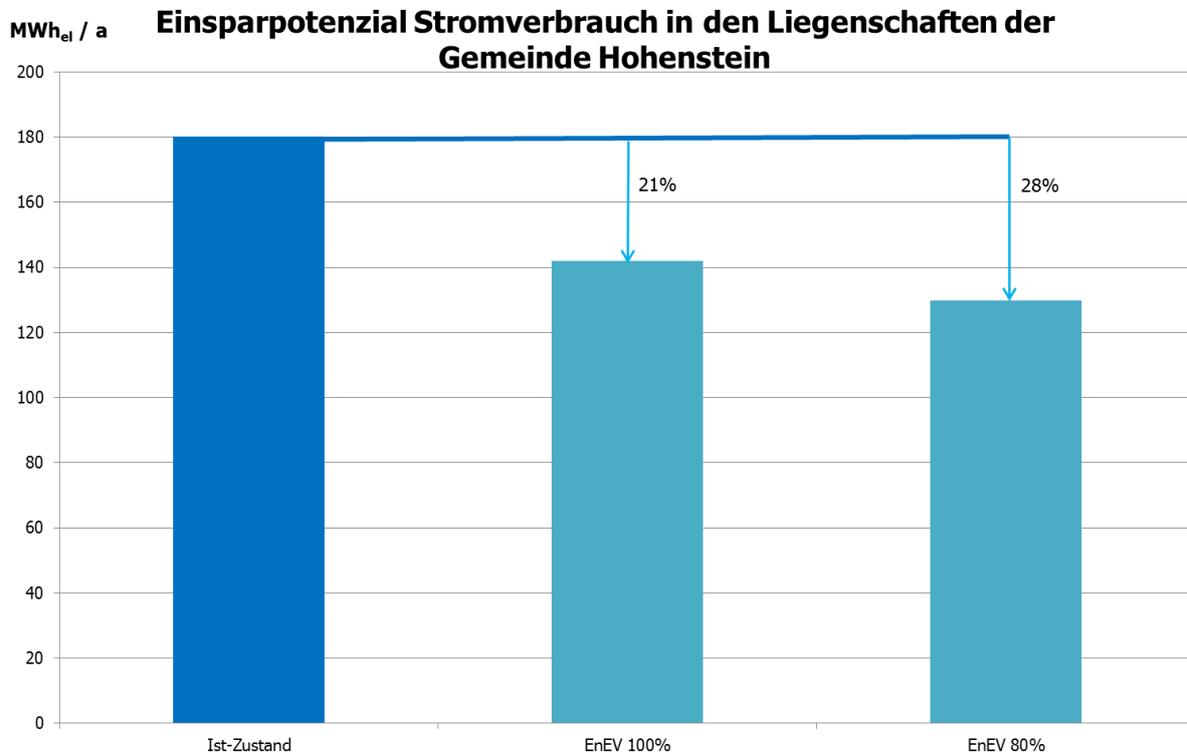


Abbildung 4-13 Jahresstromverbrauch Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Hohenstein

Der Stromverbrauch des untersuchten Gebäudebestandes beträgt 180 MWh_{el}/a. Saniert man die Gebäude gemäß der Potenzialannahme EnEV 100%, dann verringert sich der Jahresstromverbrauch auf gut 140 MWh_{el}/a. Mit der Durchführung einer verbesserten Sanierung (Potenzial EnEV 80%) könnte sich der Jahresstromverbrauch auf knapp 130 MWh_{el}/a verringern.

4.2.3 Einsparpotenzial Heizenergie Gemeinde Heidenrod

Das Einsparpotenzial der kommunalen Gebäude für Heizenergie kann der folgenden Tabelle entnommen werden:



Tabelle 4-5 Einsparpotenzial Heizenergie kommunale Gebäude Heidenrod

Gebäudename	witterungsbereinigter Endenergieverbrauch Wärme	Fläche (NGF)	Endenergie- verbrauchs- kennwert Wärme	Vergleichswert EnEV 2009		Abweichung vom Vergleichswert = Anhaltswert Einsparpotenzial		Einsparpotenzial	
				kWh _{Hi} /(m ² *a)		%		kWh _{Hi} /a	
				EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
Gemeinschaftszentrum Dickschied	89.900	772	117	135	108		7%	0	6.600
Zum Backes Dickschied	35.000	221	158	135	108	15%	32%	5.200	11.100
Bärbachhalle Grebenroth	86.200	485	178	135	108	24%	39%	20.700	33.800
FW-Gerätehaus/Dorfgem. Geroldstein	14.200	148	96	135	108			0	0
Ehemaliges Rathaus Hilgenroth	18.300	106	173	135	108	22%	37%	4.000	6.800
Limeshalle Huppert	88.800	437	203	135	108	34%	47%	29.900	41.700
Gemeindezentrum Kemel	116.100	976	119	135	108		9%	0	10.600
Zur alten Sängerkirche Langsried	45.800	343	134	135	108		19%	0	8.800
Bornbachhalle Laufenselden	173.300	690	251	135	108	46%	57%	80.100	98.800
Dorfgemeinschaftshaus Mappershain	49.800	231	216	135	108	37%	50%	18.600	24.900
Dorfgemeinschaftshaus Martenroth	20.100	171	117	135	108		8%	0	1.600
Zur alten Dreschhalle Nauroth	75.500	720	105	135	108			0	0
Dorfgemeinschaftshaus Meilingen	71.600	429	167	135	108	19%	35%	13.700	25.300
Ritterhalle Meilingen	21.100	179	118	135	108		9%	0	1.800
Dornbachhalle Springen	32.100	433	74	135	108			0	0
Dorfgemeinschaftshaus Watzelhain	43.900	373	118	135	108		8%	0	3.700
Wispersaal	13.900	108	128	135	108		16%	0	2.200
Morsbachhalle Zorn	60.800	475	128	135	108		16%	0	9.600
Feuerwehrgerätehaus Huppert	17.800	122	146	100	80	32%	45%	5.600	8.100
Feuerwehrgerätehaus Kemel	36.700	281	131	100	80	23%	39%	8.600	14.200
Feuerwehrgerätehaus Langsried	9.600	99	96	100	80		17%	0	1.600
Feuerwehrgerätehaus Laufenselden	47.500	231	206	100	80	51%	61%	24.500	29.100
Feuerwehrgerätehaus Mappertshain	6.900	89	78	100	80			0	0
Feuerwehrgerätehaus Nauroth	20.800	199	105	100	80	5%	24%	1.000	4.900
Feuerwehrgerätehaus Springen	14.300	192	74	100	80			0	0
Feuerwehrgerätehaus Watzelhain	14.100	69	203	100	80	51%	61%	7.100	8.500
Feuerwehrgerätehaus Zorn	24.900	194	128	100	80	22%	38%	5.500	9.300
Rathaus Laufenselden	123.000	934	132	80	64	39%	51%	48.200	63.200
Altes Rathaus Nauroth (Jugendhaus)	16.500	103	159	105	84	34%	47%	5.600	7.800
Kita Regenbogenland Kemel	56.400	562	100	110	88		12%	0	6.900
Haus Wieser Kemel (Kulturhaus)	57.000	145	392	65	52	83%	87%	47.500	49.400
Summe	1.501.900	10.517	4.552					325.800	490.300
Einsparpotenzial "Kommunale Gebäude" gesamt:								22%	33%

Für die kommunalen Gebäude ergibt sich ein Gesamteinsparpotenzial von 22 % (Potenzial EnEV 100 %). Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Einsparpotenzial von 33 % (Potenzial EnEV 80 %).

Gebäude mit einem auffallend hohen Endenergieverbrauchskennwert Wärme (30 % über dem EnEV-Vergleichswert) sind:

- Limeshalle Huppert
- Bornbachhalle Laufenselden
- Dorfgemeinschaftshaus Mappershain
- Feuerwehrgerätehaus Huppert
- Feuerwehrgerätehaus Laufenselden
- Feuerwehrgerätehaus Watzelhain
- Rathaus Laufenselden



- Altes Rathaus Nauroth
- Haus Wieser Kemel

Der im Vergleich recht hohe Wärmeenergieverbrauch dieser Gebäude wird im Rahmen dieses integrierten Klimaschutzkonzepts nicht weiter untersucht. Die Ursachen können vielfältig sein, z. B. ungewöhnliche Nutzung des Gebäudes, veraltete Anlagentechnik oder bauliche Gründe. Eine nähere Untersuchung ist empfehlenswert (siehe Maßnahme Öff 1 im Maßnahmenkatalog).

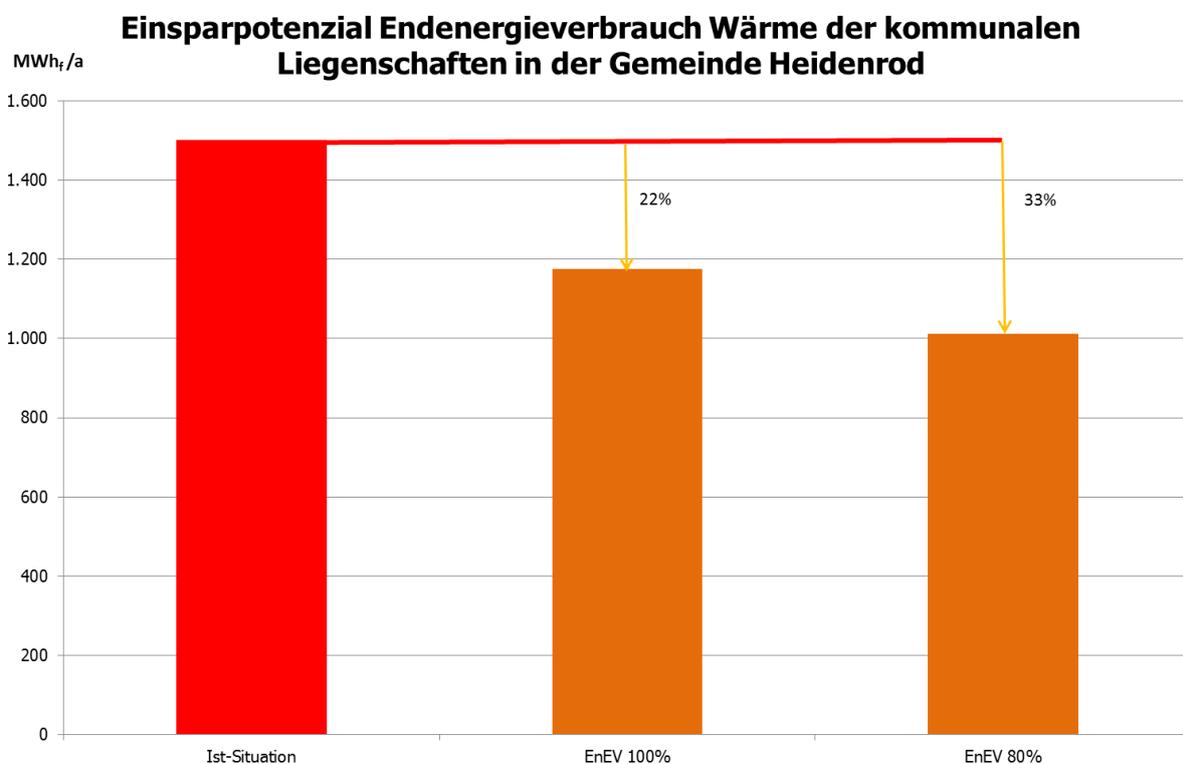


Abbildung 4-14 Endenergieverbrauch Wärme Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Heidenrod

Der witterungsbereinigte Jahresverbrauch des Gebäudebestandes beträgt ca. 1.500 MWh_f/a. Saniert man die Gebäude der Annahme Potenzial EnEV 100 % entsprechend, dann verringert sich der Jahresheizenergieverbrauch auf gut 1.200 MWh_f/a. Mit der Durchführung einer verbesserten Sanierung (Potenzial EnEV 80 %) könnte sich der Jahresheizenergieverbrauch auf knapp 1.000 MWh_f/a verringern.



4.2.4 Einsparpotenzial Strom Gemeinde Heidenrod

Das Einsparpotenzial der kommunalen Gebäude für Strom kann der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 4-6 Einsparpotenzial Strom kommunale Gebäude in Heidenrod

Gebäude	Stromverbrauch kWh _e /a	Fläche (NGF) m ²	Stromverbrauchs- kennwert kWh _e /(m ² *a)	Vergleichswert EnEV 2009 kWh _e /(m ² *a)		Abweichung vom Vergleichswert = Anhaltswert Einsparpotenzial			
				%		kWh _e /a			
				EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
Gemeinschaftszentrum Dickschied	16.600	772	22	30	24			0	0
Zum Backes Dickschied	3.600	221	16	30	24			0	0
Bärbachhalle Grebenroth	6.600	485	14	30	24			0	0
FW-Gerätehaus/Dorfgem. Geroldstein	1.500	148	10	30	24			0	0
Ehemaliges Rathaus Hilgenroth	1.500	106	14	30	24			0	0
Limeshalle Huppert	18.800	437	43	30	24	30%	44%	5.700	8.300
Gemeindezentrum Kemel	13.400	976	14	30	24			0	0
Zur alten Sängerrhalle Langsied	6.900	343	20	30	24			0	0
Bornbachhalle Laufenselden	16.600	690	24	30	24		0%	0	0
Dorfgemeinschaftshaus Mappershain	2.700	231	12	30	24			0	0
Dorfgemeinschaftshaus Martenroth	3.100	171	18	30	24			0	0
Zur alten Dreschhalle Nauroth	8.600	720	12	30	24			0	0
Dorfgemeinschaftshaus Meilingen	5.000	429	12	30	24			0	0
Ritterhalle Meilingen	3.300	179	19	30	24			0	0
Dornbachhalle Springen	13.700	433	32	30	24	5%	24%	700	3.300
Dorfgemeinschaftshaus Watzelhain	4.000	373	11	30	24			0	0
Wispersaal	1.100	108	10	30	24			0	0
Morsbachhalle Zorn	5.800	475	12	30	24			0	0
Feuerwehrgerätehaus Huppert	1.900	122	15	20	16			0	0
Feuerwehrgerätehaus Kemel	12.500	281	44	20	16	55%	64%	6.900	8.000
Feuerwehrgerätehaus Langsied	800	99	8	20	16			0	0
Feuerwehrgerätehaus Laufenselden	5.000	231	22	20	16	7%	26%	400	1.300
Feuerwehrgerätehaus Mappershain	1.000	89	11	20	16			0	0
Feuerwehrgerätehaus Nauroth	2.400	199	12	20	16			0	0
Feuerwehrgerätehaus Springen	6.100	192	32	20	16	37%	49%	2.200	3.000
Feuerwehrgerätehaus Watzelhain	13.000	69	187	20	16	89%	91%	11.600	11.800
Feuerwehrgerätehaus Zorn	2.400	194	12	20	16			0	0
Rathaus Laufenselden	36.700	934	39	30	24	24%	39%	8.700	14.300
Altes Rathaus Nauroth (Jugendhaus)	3.400	103	33	20	16	39%	52%	1.300	1.800
Kita Regenbogenland Kemel	11.900	562	21	20	16	6%	25%	700	2.900
Haus Wieser Kemel (Kulturhaus)	3.500	145	24	20	16	17%	33%	600	1.200
Summe	233.400	10.517						38.800	55.900
Einsparpotenzial "Kommunale Gebäude" gesamt:								17%	24%

Für die kommunalen Gebäude ergibt sich beim Potenzial EnEV 100 % ein Gesamteinsparpotenzial von 17 %. Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Einsparpotenzial von 24 % (Potenzial EnEV 80 %).

Gebäude mit einem auffallend hohen Endenergieverbrauchs-kennwert Strom (30 % über dem EnEV-Vergleichswert) sind:

- Limeshalle Huppert
- Feuerwehrgerätehaus Kemel
- Feuerwehrgerätehaus Springen
- Feuerwehrgerätehaus Watzelhain
- Altes Rathaus Nauroth
- Haus Wieser Kemel



Der im Vergleich recht hohe Stromverbrauch dieser Gebäude wird im Rahmen dieses integrierten Klimaschutzkonzepts nicht weiter untersucht. Die Ursachen können vielfältig sein, z. B. ungewöhnliche Nutzung des Gebäudes oder veraltete Technik. Eine nähere Untersuchung ist empfehlenswert (siehe Maßnahme Öff 1 im Maßnahmenkatalog).

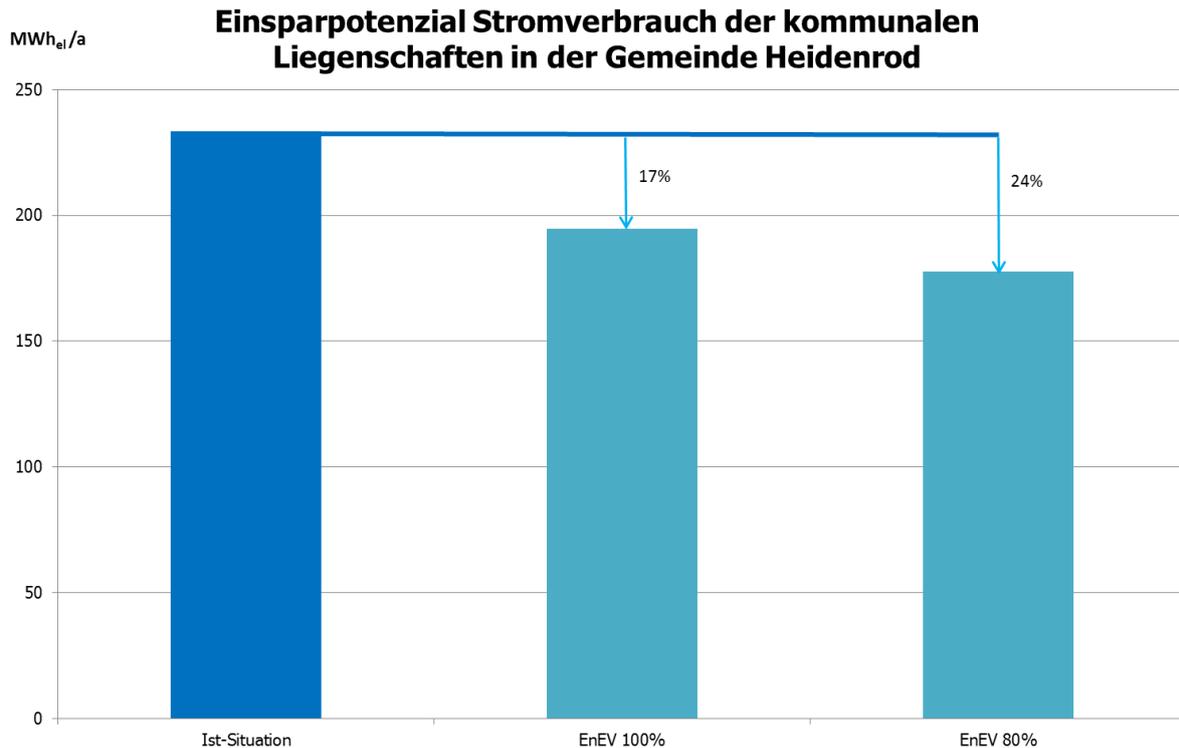


Abbildung 4-15 Jahresstromverbrauch Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Heidenrod

Der Stromverbrauch des untersuchten Gebäudebestandes beträgt knapp 230 MWh_{el}/a. Saniert man die Gebäude gemäß der Potenzialannahme EnEV 100 %, dann verringert sich der Jahresstromverbrauch auf gut 200 MWh_{el}/a. Mit der Durchführung einer verbesserten Sanierung (Potenzial EnEV 80%) könnte sich der Jahresstromverbrauch auf knapp 180 MWh_{el}/a verringern.

4.2.5 Einsparpotenzial Heizenergie Gemeinde Aarbergen

Das Einsparpotenzial der kommunalen Gebäude für Heizenergie kann der folgenden Tabelle entnommen werden:



Tabelle 4-7 Einsparpotenzial Heizenergie kommunale Gebäude Aarbergen

Gebäudenname	witterungsbereinigter Endenergieverbrauch Wärme	Fläche (NGF)	Endenergie- verbrauchs- kennwert Wärme	Vergleichswert EnEV 2009		Abweichung vom Vergleichswert = Anhaltswert Einsparpotenzial		Einsparpotenzial	
				kWh _{Hi} /(m ² *a)		%		kWh _{Hi} /a	
				EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
Rathaus Kettenbach	104.200	734	142	80	64	44%	55%	45.500	57.200
Bürgerhaus Kettenbach	186.500	1.168	160	135	108	15%	32%	28.800	60.400
Bauhof Kettenbach	320.600	1.390	231	110	88	52%	62%	167.700	198.300
Feuerwehrgerätehaus Kettenbach	23.300	248	94	100	80		15%	0	3.500
Kindergarten Kettenbach	71.100	445	160	110	88	31%	45%	22.100	31.900
Dorfgemeinschaftshaus Michelbach	76.000	521	146	135	108	7%	26%	5.700	19.700
Vereinshaus Michelbach	47.000	449	105	80	64	24%	39%	11.100	18.300
Feuerwehrgerätehaus Michelbach	48.900	434	113	100	80	11%	29%	5.500	14.200
Kindergarten Michelbach	67.700	796	85	110	88			0	0
Sportlerheim Michelbach	34.600	365	95	80	64	16%	32%	5.400	11.200
Alte Schule Hausen	52.000	450	116	80	64	31%	45%	16.000	23.200
Mehrzweckhalle Hausen	65.200	715	91	240	192			0	0
Feuerwehrgerätehaus Hausen	17.800	94	189	100	80	47%	58%	8.400	10.300
Bürgerhaus Rückershausen	109.700	850	129	135	108		16%	0	17.900
Kindergarten Rückershausen	106.300	713	149	110	88	26%	41%	27.800	43.500
Feuerwehrgerätehaus Rückershausen	20.100	135	149	100	80	33%	46%	6.600	9.300
Kläranlage Rückershausen	28.700	298	96	110	88		9%	0	2.500
Palmbachhalle Panrod	64.400	1.031	63	80	64			0	0
Feuerwehrgerätehaus Panrod	8.400	208	40	100	80			0	0
Haus der Vereine Daisbach	57.200	858	67	135	108			0	0
Feuerwehrgerätehaus Daisbach	16.400	168	97	100	80		18%	0	2.900
Summe	1.526.100	12.070						350.600	524.300
Einsparpotenzial "Kommunale Gebäude" gesamt:								23%	34%

Für die kommunalen Gebäude ergibt sich ein Gesamteinsparpotenzial von 23% (Potenzial EnEV 100 %). Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Einsparpotenzial von 34 % (Potenzial EnEV 80 %).

Gebäude mit einem auffallend hohen Endenergieverbrauchskennwert Wärme (30 % über dem EnEV-Vergleichswert) sind:

- Rathaus Kettenbach
- Bauhof Kettenbach
- Kindergarten Kettenbach
- Alte Schule Hausen
- Feuerwehrgerätehaus Hausen
- Feuerwehrgerätehaus Rückershausen

Der im Vergleich recht hohe Wärmeenergieverbrauch dieser Gebäude wird im Rahmen dieses integrierten Klimaschutzkonzepts nicht weiter untersucht. Die Ursachen können vielfältig sein, z. B. ungewöhnliche Nutzung des Gebäudes, veraltete Anlagentechnik



oder bauliche Gründe. Eine nähere Untersuchung ist empfehlenswert (siehe Maßnahme Öff 1 im Maßnahmenkatalog).

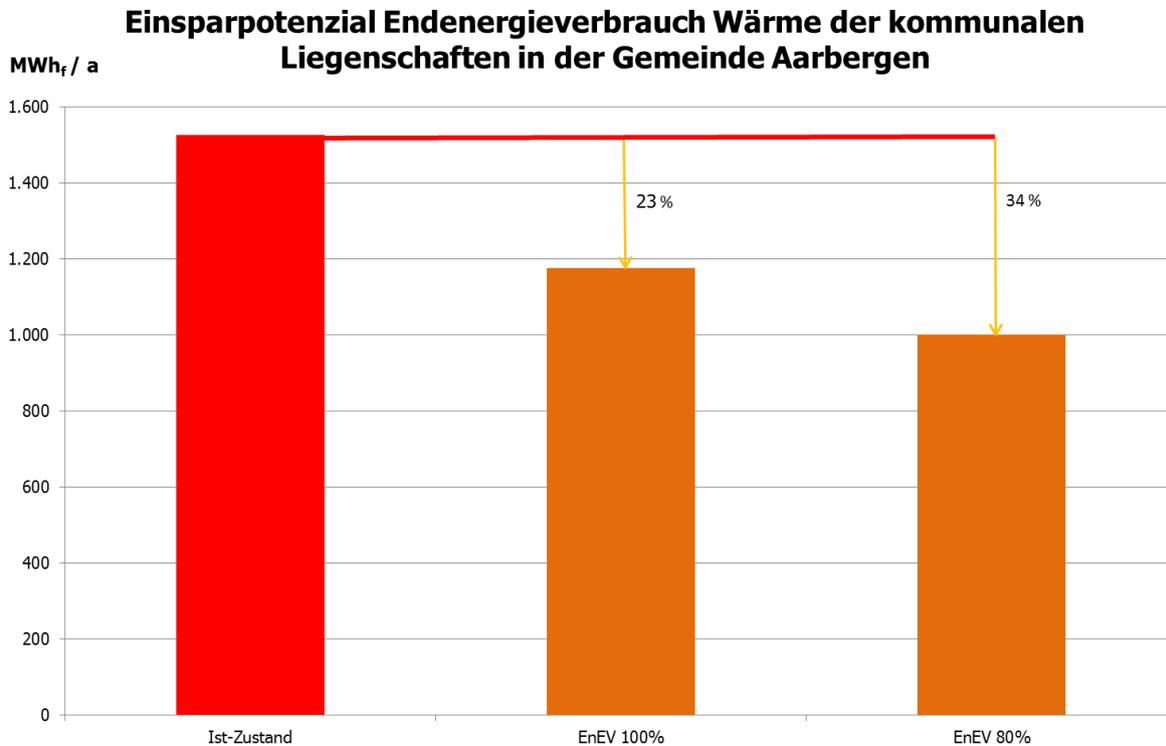


Abbildung 4-16 Endenergieverbrauch Wärme Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Aarbergen

Der witterungsbereinigte Jahresverbrauch des Gebäudebestandes beträgt ca. 1.500 MWh_f/a. Saniert man die Gebäude der Annahme Potenzial EnEV 100 % entsprechend, dann verringert sich der Jahresheizenergieverbrauch auf gut 1.200 MWh_f/a. Mit der Durchführung einer verbesserten Sanierung (Potenzial EnEV 80 %) könnte sich der Jahresheizenergieverbrauch auf knapp 1.000 MWh_f/a verringern.

Weitere sieben Gebäude der Gemeinde Aarbergen sind in der Bilanzierung und Einsparpotenzialberechnung nicht enthalten. Für diese Gebäude ist der Wärmeverbrauch nicht bekannt.

4.2.6 Einsparpotenzial Strom Gemeinde Aarbergen

Das Einsparpotenzial der kommunalen Gebäude für Strom kann der folgenden Tabelle entnommen werden:



Tabelle 4-8 Einsparpotenzial Strom kommunale Gebäude Aarbergen

Gebäude	Stromverbrauch	Fläche (NGF)	Stromverbrauchs-kennwert	Vergleichswert		Abweichung vom Vergleichswert = Anhaltswert		Einsparpotenzial	
				EnEV 2009		Einsparpotenzial		kWh _e /a	
				EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%	EnEV 100%	EnEV 80%
	kWh _e /a	m ²	kWh _e /(m ² *a)	kWh _e /(m ² *a)		%		kWh _e /a	
Rathaus Kettenbach	27.400	734	37	20	16	46%	57%	12.700	15.600
Bürgerhaus Kettenbach	43.100	1.168	37	30	24	19%	35%	8.100	15.100
Bauhof Kettenbach	15.700	1.390	11	20	16			0	0
Feuerwehrgerätehaus Kettenbach	4.600	248	19	20	16		15%	0	700
Kindergarten Kettenbach	5.700	445	13	20	16			0	0
Dorfgemeinschaftshaus Michelbach	8.400	521	16	30	24			0	0
Vereinshaus Michelbach	3.900	449	9	20	16			0	0
Feuerwehrgerätehaus Michelbach	5.000	434	12	20	16			0	0
Kindergarten Michelbach	6.200	796	8	20	16			0	0
Sportlerheim Michelbach	4.000	365	11	20	16			0	0
Alte Schule Hausen	2.800	450	6	20	16			0	0
Mehrzweckhalle Hausen	8.000	715	11	40	32			0	0
Feuerwehrgerätehaus Hausen	2.100	94	23	20	16	12%	29%	200	600
Bürgerhaus Rückershausen	13.100	850	15	30	24			0	0
Kindergarten Rückershausen	5.500	713	8	20	16			0	0
Feuerwehrgerätehaus Rückershausen	1.600	135	12	20	16			0	0
Palmbachhalle Panrod	21.800	1.031	21	20	16	5%	24%	1.100	5.300
Feuerwehrgerätehaus Panrod	1.600	208	7	20	16			0	0
Haus der Vereine Daisbach	7.100	858	8	30	24			0	0
Feuerwehrgerätehaus Daisbach	3.300	168	20	20	16		18%	0	600
Summe	190.900	11.772						22.100	37.900
Einsparpotenzial "Kommunale Gebäude" gesamt:								12%	20%

Für die kommunalen Gebäude ergibt sich beim Potenzial EnEV 100 % ein Gesamteinsparpotenzial von 12 %. Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Einsparpotenzial von 20 % (Potenzial EnEV 80 %).

Gebäude mit einem auffallend hohen Endenergieverbrauchs-kennwert Strom (30 % über dem EnEV-Vergleichswert) ist:

- Rathaus Kettenbach

Der im Vergleich recht hohe Stromverbrauch dieses Gebäudes wird im Rahmen dieses integrierten Klimaschutzkonzepts nicht weiter untersucht. Die Ursachen können vielfältig sein, z. B. ungewöhnliche Nutzung des Gebäudes oder veraltete Technik. Eine nähere Untersuchung ist empfehlenswert (siehe Maßnahme Öff 1 im Maßnahmenkatalog).



Einsparpotenzial Stromverbrauch der kommunalen Liegenschaften in der Gemeinde Aarbergen

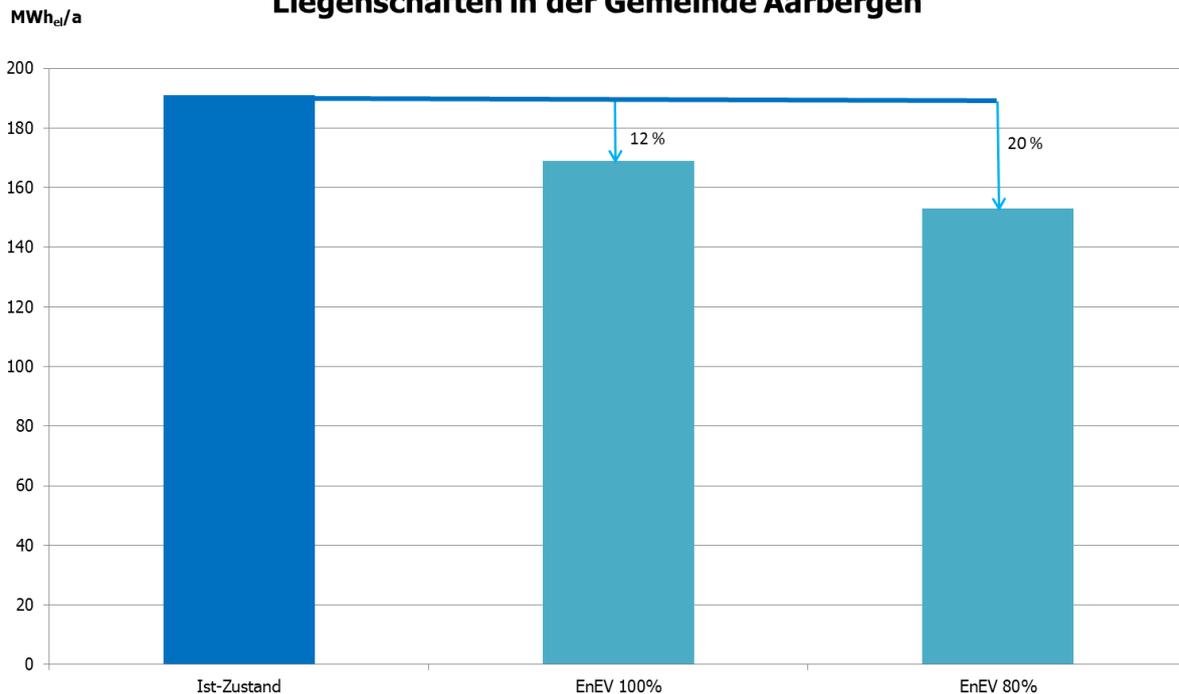


Abbildung 4-17 Jahresstromverbrauch Bestand im Vergleich mit den Potenzialannahmen in Aarbergen

Der Stromverbrauch des untersuchten Gebäudebestandes beträgt knapp 190 MWh_{el}/a. Saniert man die Gebäude gemäß der Potenzialannahme EnEV 100 %, dann verringert sich der Jahresstromverbrauch auf gut 170 MWh_{el}/a. Mit der Durchführung einer verbesserten Sanierung (Potenzial EnEV 80 %) könnte sich der Jahresstromverbrauch auf knapp 150 MWh_{el}/a verringern.

Weitere acht Gebäude der Gemeinde Aarbergen sind in der Bilanzierung und Einsparpotenzialberechnung nicht enthalten. Für diese Gebäude ist der Stromverbrauch nicht bekannt.

4.2.7 Zusammenfassung

Das Endenergieeinsparpotenzial Wärme der kommunalen Gebäude im gesamten Untersuchungsgebiet liegt bei 24 bis 35 %, 1.000 bis 1.500 MWh_f/a.

Das Endenergieeinsparpotenzial Strom der kommunalen Gebäude im gesamten Untersuchungsgebiet liegt bei 16 bis 24 %, 100 bis 144 MWh_{el}/a.



4.2.8 Szenarien Energieeinsparung öffentliche Einrichtungen

Mit Hilfe der Potenzialanalyse wird die Energieeinsparung der gemeindeeigenen Gebäude im Untersuchungsgebiet bis zum Jahr 2030 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.

Für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme werden in den Szenarien 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.
- **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 nach dem „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi, 2010) an der aktuellen Sanierungsrate von 1 % p.a., 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.

Die Analysen 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 Studie „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ vom Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR, 2012) als aktuelle Studie herangezogen.



Die Bundesregierung hat das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 den Stromverbrauch um 25 % zu reduzieren (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 Szenarienbetrachtung.

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

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 Gemeinden ein Kennwert generiert wird. Als Basis dienen hierfür die Verbrauchswerte aus den Jahren 2008 bis 2010. Die Festlegung der Sanierungseffizienz über die Vergleichskennwerte in der zeitlichen Entwicklung erfolgt in Anlehnung an die Studie „Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan“ des deutschen Naturschutzbundes (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 150 % des Zielwertes von 25 kWh/(m²*a) aus (DLR, 2012).

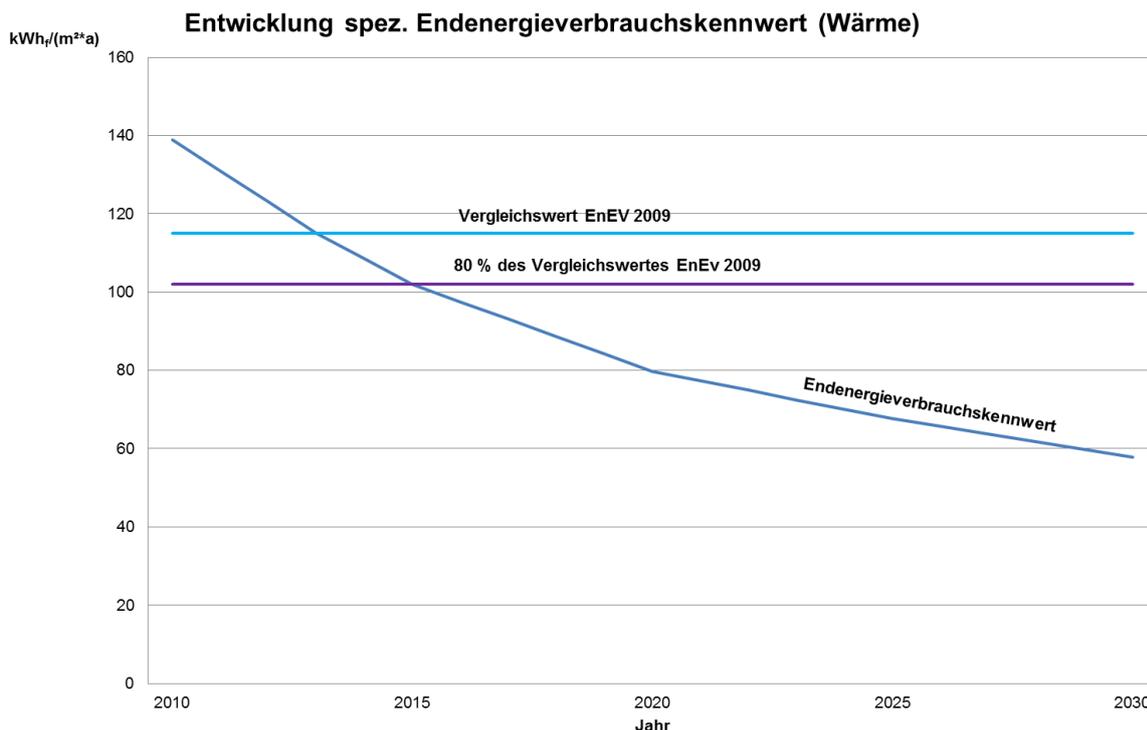


Abbildung 4-18: Entwicklung des Endenergieverbrauchskennwertes

Entsprechend der beschriebenen Vorgehensweise nimmt in der zeitlichen Entwicklung der flächenspezifische Endenergieverbrauchskennwert ab. Im Jahr 2030 erreicht der Kennwert ca. 58 kWh_f/(m²*a) für das Untersuchungsgebiet.

Die Szenarien werden im Folgenden mit zwei Potenzialannahmen verglichen:

- **Potenzial 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 das Einsparpotential.
- **Potenzial EnEV 80 %:** Als verbesserten Standard wird wie nach der DENA (Deutsche Energie-Agentur) empfohlen ein um 20 % verbesserter Kennwert (Zielwert) angenommen. Das heißt, es 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 das Einsparpotenzial.

Methodik Strom

Die EnEV 2009 gibt auch für den Energieverbrauch Strom je nach Gebäudetyp Vergleichskennwerte an. Diese Vergleichskennwerte sind ebenfalls Mittelwerte für öffentliche Gebäude und variieren je nach Nutzung bzw. Gebäudekategorie. Bei der Erstellung von Energieverbrauchsausweisen wird der Verbrauch der Bestandsgebäude mit diesen Kennwerten der EnEV 2009 verglichen. Aufgrund der Nutzung kommt es



vor allem im Bereich Strom vor, dass die Vergleichskennwerte der EnEV 2009 schon heute überwiegend unterschritten werden.

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 kommunalen Liegenschaften in den drei Gemeinden angewendet. Damit ergibt sich eine

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

Die Szenarien der Einsparpotenziale erfolgen über die Stromverbrauchsreduzierung. Hieraus ergibt sich im Durchschnitt eine jährliche Stromverbrauchsreduzierung von 0,9 % p.a.. 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.

Szenarien Heizenergie

Ausgehend vom heutigen Endenergieverbrauch Wärme und der zu Grunde gelegten Sanierungsrate und –effizienz stellen sich die beiden Szenarien wie folgt dar:

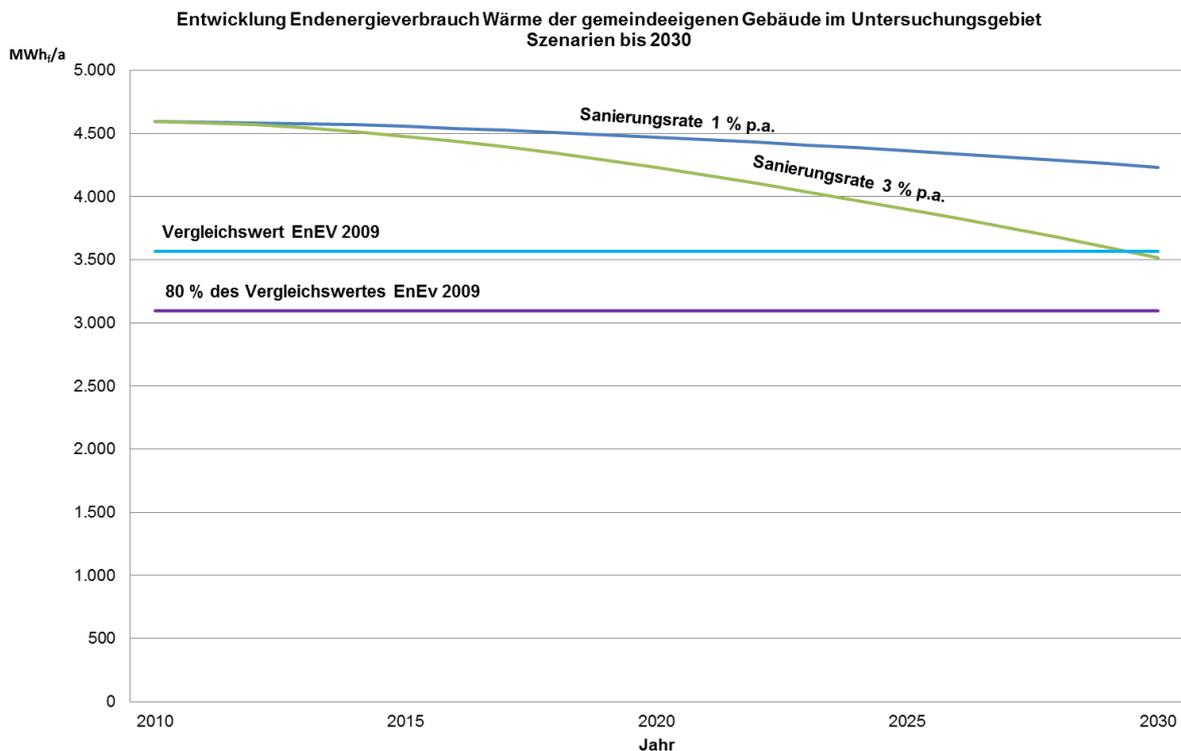


Abbildung 4-19: Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme

Die Grafik macht deutlich, dass mit der aktuellen Sanierungsrate von 1 % p.a. der Endenergieverbrauch Wärme den Vergleichskennwert nach EnEV 2009 bis 2030 nicht erreicht. In 2030 würde der heutige Verbrauch um etwa 7 % niedriger sein. Mit der ambitionierten Sanierungsrate von 3 % p.a. reduziert sich der Endenergieverbrauch Wärme bis zum Jahr 2030 auf etwa 3.500 MWh_f/a und erreicht damit die berechneten Energieeinsparpotenziale nach der EnEV 2009. Demnach wäre der Verbrauch in 2030 um ca. 23 % niedriger als der heutige Verbrauch.

Die Grafik verdeutlicht, dass mit der aktuellen Sanierungsrate von 1 % p.a. die Ziele der EnEV 2009 nicht erreicht werden. Das ursprüngliche Vorhaben des EU-Parlaments, die Sanierungsrate von 3 % p.a. auf alle öffentlichen Gebäude zu beziehen, würde für das Untersuchungsgebiet eine enorme Einsparung bedeuten und das Einsparpotenzial ausschöpfen.



Szenarien Strom

Es stellen sich folgende Szenarien ein:

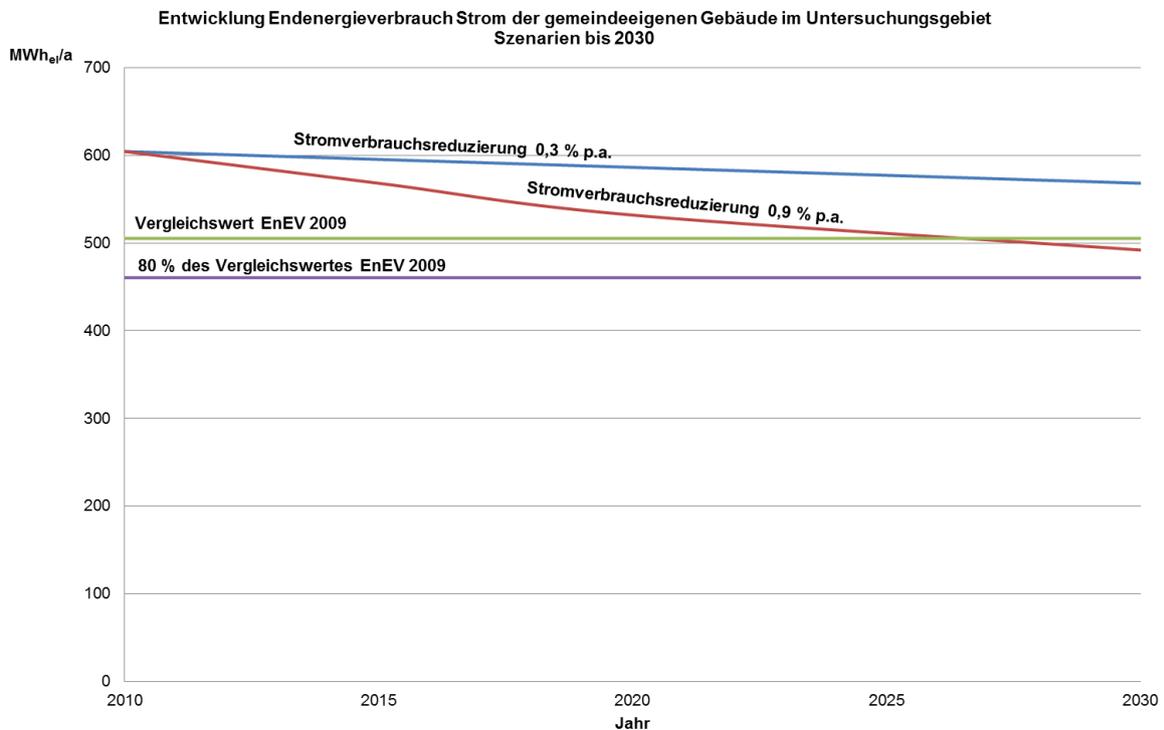


Abbildung 4-20: Entwicklung Endenergieverbrauch Strom

Die Abbildung zeigt, dass mit einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,9 % p.a. das Einsparpotenzial nach der EnEV 2009 etwa im Jahr 2026 erreicht werden kann. Mit einer Stromverbrauchsreduzierung von 0,3 % p.a. kann der Endenergieverbrauch um etwa 5 % gesenkt werden, jedoch werden die Einsparpotenziale kaum ausgeschöpft.



Szenarien CO₂e-Emissionen

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

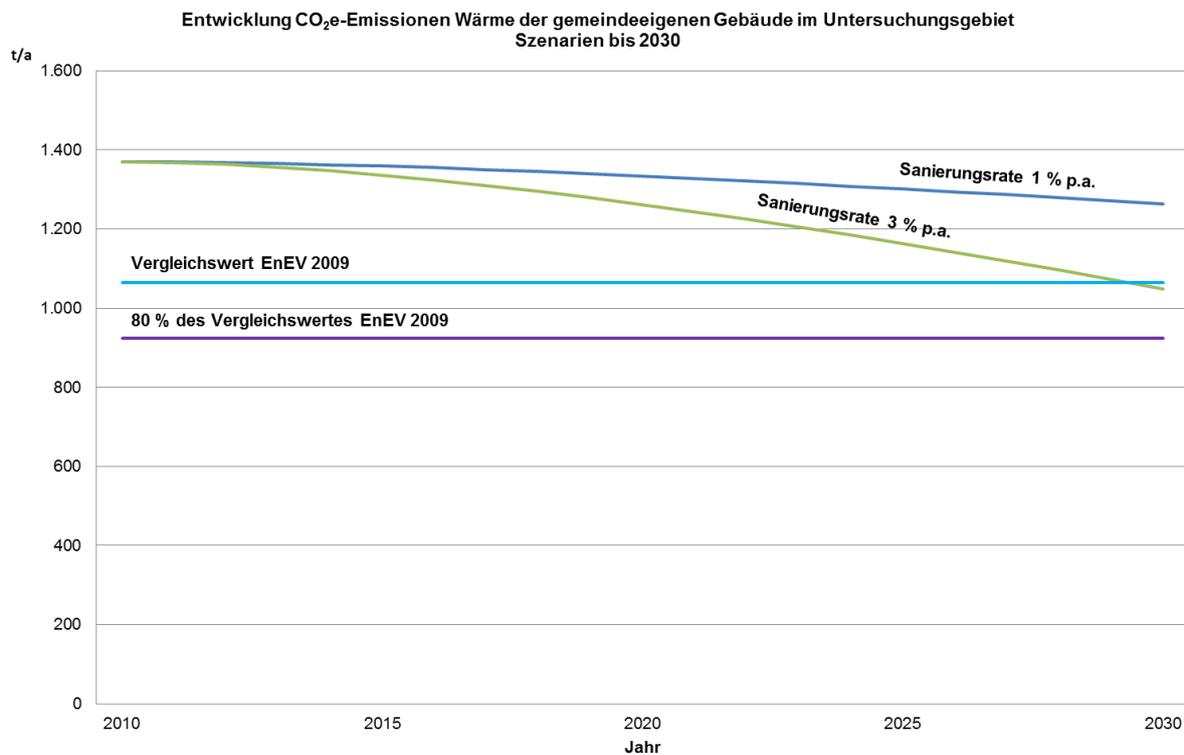


Abbildung 4-21: Entwicklung CO₂e-Emissionen Wärme in gemeindeeigenen Gebäuden

Nach den Berechnungen verringern sich durch die Energieeinsparung zur Wärmeversorgung der gemeindeeigenen Liegenschaften die CO₂e-Emissionen bei 1 % p. a. als Sanierungsrate um ungefähr 9 % im Jahr 2030 bezogen auf heute und bei 3 % p. a. Sanierungsrate um ca. 24 %.

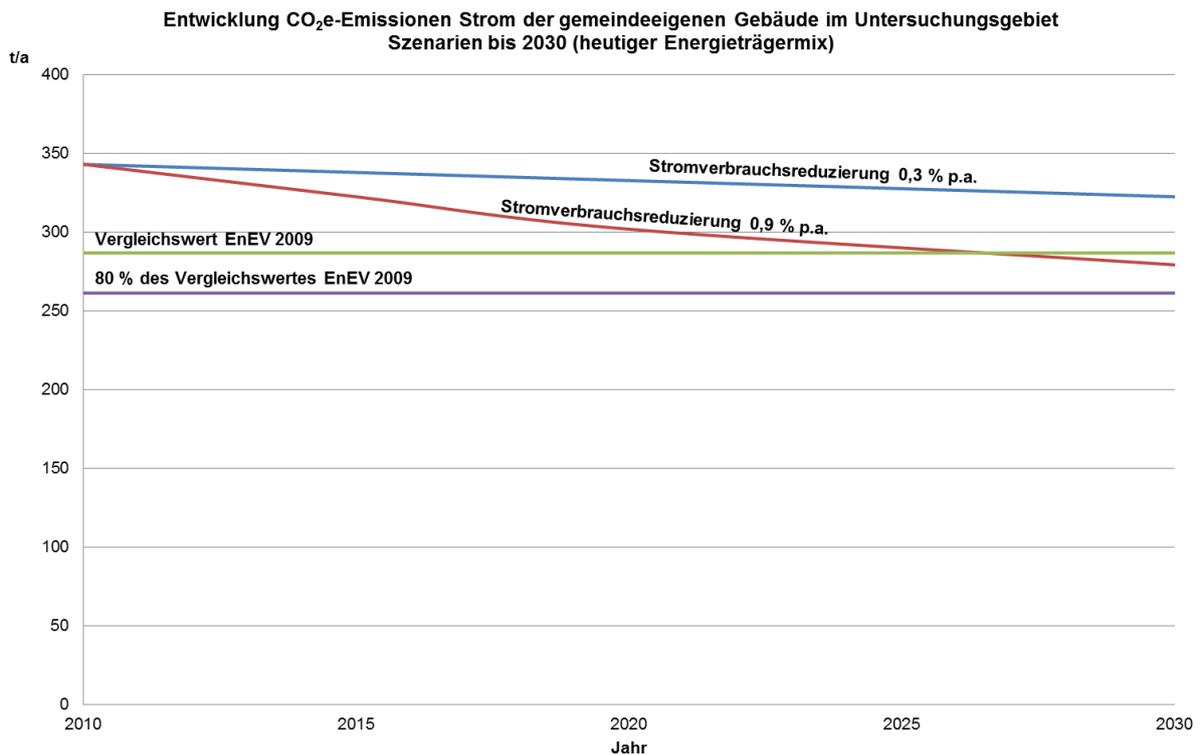


Abbildung 4-22 Entwicklung CO₂e-Emissionen Strom in gemeindeeigenen Gebäuden

Der Ansatz von 0,3 % p. a. als Stromverbrauchsreduzierung vorausgesetzt führt zu etwa 6 % niedrigeren CO₂e-Emissionen in 2030 im Vergleich zu heute. Eine wesentlich größere Verringerung der Emissionen ist mit 0,9 % p. a. als Stromverbrauchsreduzierung möglich: sie liegt in einer Größenordnung von ca. 20 %.



4.3 Einsparpotenzial Abwasserbehandlung

Abbildung 4-23 gibt eine Übersicht über die im Untersuchungsgebiet installierten Kläranlagen und deren Ausbau-Einwohnergewichte.

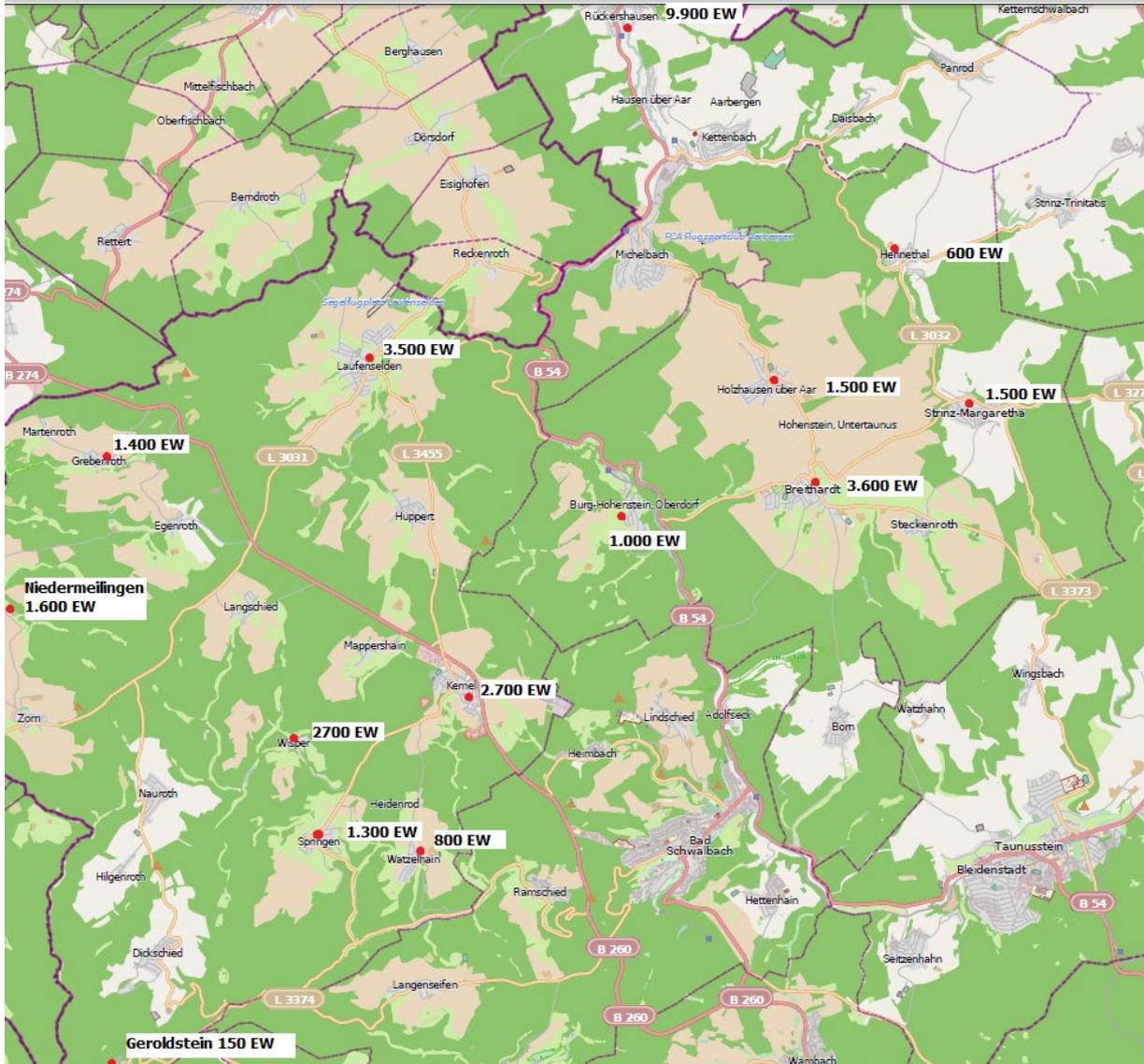


Abbildung 4-23 Kläranlagen der Gemeinden Aarbergen, Hohenstein und Heidenrod mit Einwohnerwerten unten (Kartengrundlage: Openstreetmap)

Von der Gemeinde Aarbergen wird eine Kläranlage in Rückershausen betrieben. Die Kläranlage wurde im Jahr 1986 erbaut und hat insgesamt eine Fläche von 298 m². Sie hat eine Ausbaugröße von 9.900 EW und verfügt über eine biologische Reinigung, Nitrifikation, Denitrifikation und Phosphorelimination.



In Tabelle 4-9 werden verschiedene Informationen zum Verbrauch der Kläranlage der Gemeinde Aarbergen dargestellt.

Tabelle 4-9 Übersicht zum Strom- und Erdgasverbrauch der Kläranlagen der Gemeinde Aarbergen

	2008	2009	2010	Mittelwert
Stromverbrauch kWh_{el}/a	274.256	273.930	272.329	273.505
Erdgasverbrauch kWh_{Hs}/a	22.644	28.492	29.087	26.741
Einwohner EW	6.209	6.109	6.006	6.108
spezifischer Stromverbrauch kWh_{el}/EW*a	44,17	44,84	45,34	44,78
Kennwert Literatur (UBA, 2008) Größenklasse 3 kWh_{el}/EW*a	44	44	44	44
Zielwerte Gesamtstromverbrauch GK3 (UBA, 2008) kWh_{el}/EW*a	15 - 25	15-25	15-25	15-25

Der Stromverbrauch in den angegebenen Jahren bleibt konstant und entspricht Durchschnittswerten der Kläranlagengrößenklasse. Von Zielwerten weicht er jedoch ab. Ein Energieeinsparpotenzial kann daher unterstellt werden.

Im Jahr 2011 beträgt die anfallende Klärschlammmenge 538 t mit ca. 214 t Trockenmasseanteil (TS); das entspricht gerundet 40 %. Der getrocknete Klärschlamm wird nach der Kammerfilterpresse landwirtschaftlich auf den Äckern aufgebracht. Laut Gemeinde Aarbergen betragen die jährlichen Entsorgungskosten 30.000 – 40.000 €, also zwischen 55 - 75 € / t_{40%TS}.

Von der Gemeinde Hohenstein werden fünf Kläranlagen betrieben. Die Stromverbräuche der einzelnen Kläranlagen werden in Tabelle 4-10 aufgelistet:



Tabelle 4-10 Stromverbrauch der Kläranlagen der Gemeinde Hohenstein

	2008	2009	2010	Mittelwert	Ausbaugröße [EW]
Breithardt kWh_{el}/a	107.392	109.471	99.881	105.581	3.600
Burg Hohenstein kWh_{el}/a	54.609	58.479	60.027	57.705	1.000
Holzhausen über Aar kWh_{el}/a	37.999	43.093	43.353	41.482	1.500
Strinz-Margarethä kWh_{el}/a	37.807	39.346	39.107	38.753	1.500
Hennethal kWh_{el}/a	22.382	24.717	24.868	23.989	600
Summe	260.189	275.106	267.236	267.510	8.200

In Tabelle 4-11 werden verschiedene Daten zum Stromverbrauch der Gemeinde Hohenstein zusammengefasst.

Tabelle 4-11 Gesamtübersicht der Kläranlagen der Gemeinde Hohenstein

	2008	2009	2010	Mittelwert
Stromverbrauch kWh_{el}/a	260.189	275.106	267.236	267.510
Einwohner EW	6.121	6.100	6.061	6.094
spezifischer Stromverbrauch kWh_{el}/EW*a	42,51	45,10	44,09	43,90
Kennwert Literatur (UBA, 2008) Größenklasse 3 kWh_{el}/EW*a	44	44	44	44
Zielwerte Gesamtstromverbrauch GK3 (UBA, 2008) kWh_{el}/EW*a	15 - 25	15-25	15-25	15-25



Der Stromverbrauch in den angegebenen Jahren bleibt recht konstant und entspricht Durchschnittswerten der Kläranlagengrößenklasse. Von Zielwerten weicht er jedoch ab. Ein Energieeinsparpotenzial kann daher unterstellt werden.

Die anfallende Klärschlammmenge beträgt im Jahr 2011 650 m³ mit 46,8 t Trockenmasseanteil. Laut Literaturangaben ergeben 1 m³ Nassschlamm 1 t Nassschlamm, d. h. man erhält 7,2 % TS. Der Klärschlamm wird als Nassschlamm (i. d. R. 3-10 % Trockensubstanzgehalt) landwirtschaftlich auf Äckern ausgebracht. Die Entsorgungskosten betragen jährlich 40.000 – 50.000 €, also etwa 62 - 77 € / t_{7% TS}. Die Gemeinde Heidenrod betreibt derzeit sieben Kläranlagen. Von fünf Kläranlagen liegen die Energieverbrauchsdaten vor, die in folgender Tabelle aufgelistet sind.

Tabelle 4-12 Stromverbrauch der Kläranlagen der Gemeinde Heidenrod

	2008	2009	2010	Mittelwert	Ausbaugröße [EW]
Laufenselden kWh_{el}/a	118.085	138.202	151.077	135.788	3.500
Grebenroth kWh_{el}/a	46.642	48.487	48.115	47.748	1.400
Kemel kWh_{el}/a	93.502	91.050	86.500	90.351	2.700
Springen kWh_{el}/a	32.621	34.748	34.128	33.832	1.300
Watzelhain kWh_{el}/a	39.350	39.900	40.800	40.017	800
Wisper kWh_{el}/a	111.840	118.000	119.250	116.363	2.700
Summe	442.040	470.387	479.870	464.099	8.200

In Tabelle 4-13 sind die Verbrauchswerte der Gemeinde Heidenrod zusammengefasst.



Tabelle 4-13 Übersicht der Kläranlagen der Gemeinde Heidenrod

	2008	2009	2010	Mittelwert
Stromverbrauch kWh_{el}/a	442.040	470.387	479.870	464.099
Einwohner EW	7.939	7.946	7.901	7.929
spezifischer Stromverbrauch kWh_{el}/a	55,68	59,20	60,74	58,54
Durchschnitt Gesamtstromverbrauch (UBA, 2008) Größenklasse 3 kWh_{el}/EW*a	44	44	44	44
Zielwerte Gesamtstromverbrauch GK3 (UBA, 2008) kWh_{el}/EW*a	15 - 25	15-25	15-25	15-25

Die Kläranlagen der Gemeinde Heidenrod haben einen hohen absoluten Stromverbrauch und einen hohen spezifischen Stromverbrauch im Vergleich zu den Durchschnitts- bzw. Zielwerten. Eine Ursache für den überdurchschnittlichen Wert sind die vielen kleinen Kläranlagen. Ein Energieeinsparpotenzial kann unterstellt werden.

Die anfallende Klärschlammmenge beträgt 4.800 m³ mit ca. 150 t Trockenmasseanteil. Der Klärschlamm wird größtenteils landwirtschaftlich auf Äckern aufgebracht und etwa 15 % werden an eine Großanlage abgegeben.

Es wird davon ausgegangen, dass sich die Entsorgungskosten der Kläranlage im gleichen Rahmen wie Gemeinde Aarbergen und Hohenstein bewegt; zwischen 65 und 77 €/ t

Möglichkeiten zur Energieeinsparung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie auf einer Kläranlage der Energieverbrauch reduziert werden kann.

Eine Möglichkeit zur Energieeinsparung besteht darin, kleinere Kläranlagen zu einer größeren zusammenzuschließen. Der Stromverbrauch je EW ist in größeren Kläranlagen geringer.

Für Hohenstein besteht bereits ein Angebot zur Untersuchung des Zusammenlegens der fünf kleineren Kläranlagen zu einer großen Neubau-ARA in Hennethal.



Nach Auskunft der Verwaltung wurden in Heidenrod die Möglichkeiten der Zusammenlegung schon mehrfach ohne positives Ergebnis geprüft.

Energieeinsparpotenziale finden sich auch im Betrieb. Eine detaillierte Analyse des Betriebs und der Anlagentechnik der Kläranlage kann Einsparpotenziale identifizieren. In Abbildung 4-24 ist die typische Verteilung des Gesamtstromverbrauchs einer Kläranlage dargestellt.

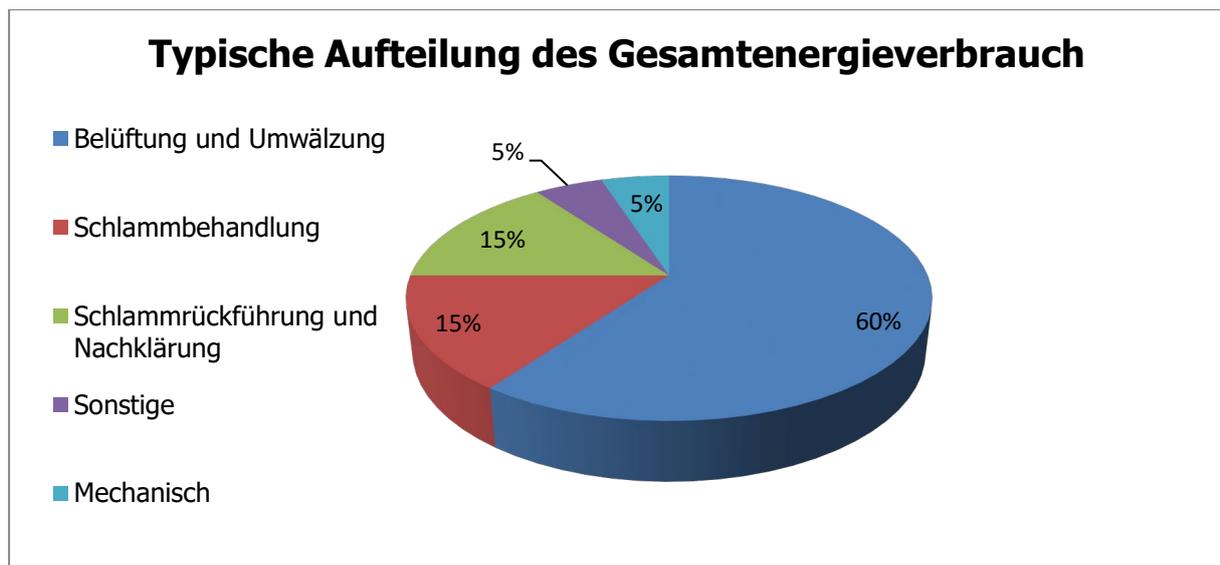


Abbildung 4-24 Typische Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs von Kläranlagen (Kremer, Schmidt, 2012)

Es gibt ein Förderprogramm des Landes Hessen zur Durchführung von Energieanalysen auf Kläranlagen mit dem Titel „Förderung der Erstellung von Energieanalysen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Abwasserbehandlungsanlagen“. Auf der Homepage des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz können weitere Informationen bezogen werden und man findet auch eine Arbeitshilfe und einen Vordruck zur Antragsstellung.

Schlammbehandlung

Klärschlamm kann als Nassschlamm oder getrockneter Schlamm auf landwirtschaftliche Felder als Bodenverbesserungsmittel oder Düngemittel aufgebracht werden. Der Vorteil der landwirtschaftlichen Verwertung ist zum einen die Nutzung der Nährstoffgehalte und Schonung der Phosphat-Ressourcen, zum anderen der günstige Entsorgungsweg mit geringerem Energieverbrauch und günstiger Klimabilanz.

Es dürfen aber verschiedene Schadstoffgrenzen, z.B. Schwermetalle, Krankheitserreger oder Rückstände von Arzneimitteln, nicht überschritten werden.



Derzeit (Stand 2010) werden 30 %TS des Klärschlammes landwirtschaftlich verwertet. Es wird zukünftig, vermutlich ab 2015, strengere Gesetze geben, die das Aufbringen von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Felder weiter erschweren (BMU, 2010) (EKO-PLANT GmbH, 2012).

Aarbergen, Hohenstein und Heidenrod nutzen diese Möglichkeit den anfallenden Klärschlamm zu entsorgen. Durch die zukünftigen strengeren Auflagen sollte mittelfristig eine Alternative zur Klärschlammbehandlung und -entsorgung in Betracht gezogen werden.

Nachfolgend werden einige Verfahren kurz vorgestellt. Sie befinden sich zum Teil noch in der Entwicklungsphase. Mittel- bis langfristig könnte ein Einsatz im Untersuchungsgebiet interessant werden. Vorher bedarf es jedoch einer detaillierten Einzelfallprüfung.

Anaerobe Schlammstabilisierung

Das Fraunhofer Institut hat ein Verfahren zur Hochlastfaulung entwickelt, welches sich auch für Kläranlagen mit 10.000 EW eignet. Als Beispiel wird eine Anlage mit 28.000 EW aufgeführt, die bei Entsorgungskosten von 200.000 € 25 % einsparen können.

Bei unzureichender Wirtschaftlichkeit kann zusätzlich über eine Co-Vergärung nachgedacht werden. Es werden weitere Substrate wie Bioabfall, Grünschnitt, Strohreste mitvergärt, um die Faulgasproduktion zu steigern.

Das erzeugte Faulgas kann zur Wärmenutzung herangezogen werden oder in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Stromerzeugung dienen.

Trocknung

Bei der Klärschlamm-trocknung wird die vorhandene Wassermenge im Klärschlamm nach einer Entwässerung reduziert, wodurch auch Gewicht und Volumen weiter vermindert werden.

Eine Variante ist die solare Klärschlamm-trocknung. Der vorentwässerte Schlamm wird mit der Kraft der Sonne getrocknet. Dazu wird eine geeignete Trocknungshalle benötigt, in der der Schlamm untergebracht wird. Durch das natürliche Feuchtigkeits-Aufnahmepotenzial der Trocknungsluft und der Sonnenenergie wird der Klärschlamm getrocknet.

Durch die solare Klärschlamm-trocknung können Trocknungsgrade bis zu 85 % erreicht werden, unter günstigen Bedingungen auch über 90 %.

Ein Nachteil der solaren Klärschlamm-trocknung besteht darin, dass für den Bau der Trocknungshallen geeignete Flächen zur Verfügung stehen müssen. Diese sind abhängig vom Standort, an dem eine Halle errichtet werden soll, und von der einstrahlenden Sonnenmenge.



Bei der hybriden Klärschlamm-trocknung wird Sonnenenergie und Abwärme aus anderen Bereichen wie BHKW oder Faulturm dazu genutzt, um Klärschlamm zu trocknen. Dabei können Trockensubstanzgehalte von über 90 % erreicht werden und zusätzlich wird der Heizwert auf 8,6 bis 11,6 MJ/kg angehoben. Dieser kann als biogener Kohle-Ersatzbrennstoff genutzt werden. Voraussetzung allerdings ist eine bereits erfolgte Entwässerung des Klärschlammes auf ca. 25 % TS.

Thermische Verwertung

Die thermische Verwertung (Verbrennung oder Vergasung) von Klärschlamm spielt eine immer wichtigere Rolle in der Klärschlammverwertung.

Ein thermisches Verfahren, das dezentral in Kläranlagen von 10.000 bis 50.000 EW eingesetzt werden kann, ist die Pyrolyse. Unter einer Pyrolyse versteht man die thermische Zersetzung von Stoffen unter Ausschluss von Sauerstoff. Dies wird zum Beispiel im PYREG-Reaktor umgesetzt.

Der Brennstoff, ggf. Klärschlamm, wird aus einem Lagerbehälter über eine Zentralschleuse in den Reaktor transportiert und im Reaktor auf ca. 700 °C erhitzt. Das dabei entstehende Gas, Pyrolysegas, wird in einem sogenannten FLOX®-Brenner (FLOX = flammenlose Oxidation) verbrannt. Die Abwärme kann darauffolgend für die Pyrolyse, zur Trocknung oder zur Vorwärmung der Verbrennungsluft genutzt werden. Als Endprodukt entsteht ein gut transportierbares Granulat, das auch als Düngemittel verwendet werden kann.

Die dezentrale Pyrolyse kann eine sinnvolle Art der Klärschlammverwertung darstellen, sollte eine Ausbringung in die Landwirtschaft nicht mehr möglich sein.

4.4 Einsparpotenziale Straßenbeleuchtung

4.4.1 Einleitung



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. In den Gemeinden Hohenstein, Heidenrod und Aarbergen beläuft sich der Stromverbrauch für die Straßenbeleuchtung auf gut 800.000 kWh_{el}/a. Der Anteil am kommunalen Stromverbrauch liegt bei etwas mehr als 20 %. Die Straßenbeleuchtungsanlagen der Gemeinden im Untersuchungsgebiet befinden sich zurzeit im Besitz der Süwag Energie AG.

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 eine 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 Halogenmetaldampflampen nicht mehr erhältlich; so sollte die Straßenbeleuchtung der Gemeinden auf eine bis dahin möglichst effiziente Umrüstung hin geprüft werden. Es folgt eine Beschreibung denkbarer Lampensysteme für den energieeffizienten Einsatz in der Straßenbeleuchtung.

Natriumdampf Lampe (HSE)

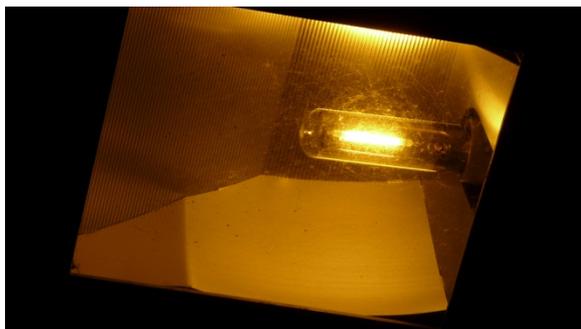


Abbildung 4-25: Natriumdampf Lampe

Die Natriumdampf Lampe 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 gegenüber der Quecksilberdampfleuchte von bis zu zwölf Jahren. Bei gedimmten Natriumdampfleuchten verläuft der Rückgang der Beleuchtungsstärke überproportional zur Leistungsreduzierung.



Merkmale der HSE:

- Reduzierung der Verbrauchs- und Betriebskosten (durch geringe Leistung im Vergleich zum Bestand)
- Lichtausbeute steigt um 150 % im Vergleich zum Bestand (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)

Tab. 4-1: 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 4-26: 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 festgelegt ist, werden ebenfalls durch LED-Leuchten verschiedener Hersteller in der Regel erfüllt. Bei einer geplanten Umsetzung ist eine Einzelfallbetrachtung notwendig.

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)
- Leuchte muss auf LED optimiert sein; v.a. ausreichende Kühlung notwendig, sonst vorzeitige Alterung durch Überhitzung

Tabelle 4-14: 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}

4.4.2 Bestand

In den Gemeinden des Untersuchungsgebietes befinden sich Straßenbeleuchtungseinrichtungen im Besitz der Süwag Energie AG. Nach Ablauf des aktuellen Straßenbeleuchtungsvertrages fallen sie wieder in den Besitz der Gemeinden zurück.

Daten zur Straßenbeleuchtungsanlage wie z.B. Alter der Leuchten, Leuchtentyp, Schaltzeiten, usw., sowie der Stromverbrauch, wurden von den Gemeinden zur Verfügung gestellt und ungeprüft übernommen.

Tabelle 4-15: Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz

		Aarbergen	Heidenrod	Hohenstein	Gesamt
Anzahl Lichtpunkte		984	1.253	777	3.014
Leistung Lichtpunkte	kW_{el}	87	100	70	257
Einwohneranzahl		5.981	7.896	6.082	19.959
Einwohnergleichwert	LP je 1000 EW	165	159	128	151
Stromverbrauch Straßenbeleuchtung	kWh_{el}/a	260.000	340.000	200.000	800.000
Emissionsfaktor	g CO ₂ e/kWh _{el}	651	465,7	580,6	--
Emissionen	t/a	169	158	116	444

Betrachtet man die in Deutschland gängige Anzahl Lichtpunkte je 1.000 Einwohner, sind, entsprechend einer Untersuchung des Deutschen Städte- und Gemeindebundes (DStGB, 2009), in Gemeinden bis 5.000 Einwohnern unter 120 Lichtpunkte je 1.000 Einwohner als Durchschnitt anzusehen. Da die im vorliegenden Klimaschutzkonzept untersuchten Gemeinden jedoch ein Zusammenschluss kleinerer Ortschaften mit unter 5.000 Einwohnern sind, und darüber hinaus sehr ländlich geprägt, ist die hohe Anzahl der Lichtpunkte erklärbar und kein Indiz für eine eventuelle Überdimensionierung der Beleuchtungsanlagen.

In den Gemeinden werden teilweise einzelne Leuchten in ihrer Leistung reduziert (Halbnachtschaltung) oder abgeschaltet. Hierdurch ergeben sich für diese Leuchten um rund 1.100 h/a geringere Betriebsstunden.

Aus der Energie- und CO₂e-Bilanz geht hervor, dass die Gemeinden im Untersuchungsgebiet, Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein, insgesamt rund



800.000 kWh_{el}/a verbrauchen und dadurch 444 t/a CO₂e-Emissionen emittieren. Aus den Daten der Gemeinden geht folgende Alters- und Leuchttechnikverteilung hervor:

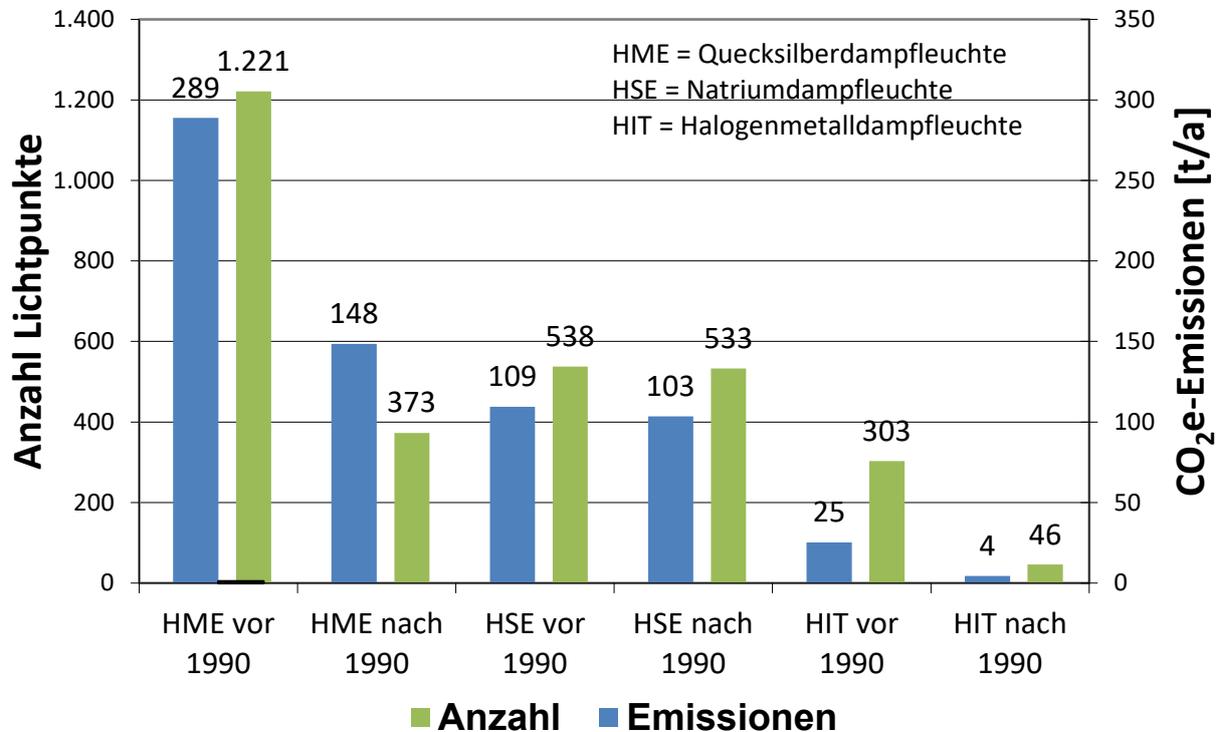


Abbildung 4-27: Alters- und Leuchtmittelverteilung

Aus der Verteilung geht hervor, dass ein Großteil der verbauten Leuchten in Aarbergen, Heidenrod, Hohenstein noch auf Basis der Quecksilberdampfleuchte und/oder vor dem Jahr 1990 installiert wurden.

4.4.3 Einsparpotenzial Straßenbeleuchtung in den Gemeinden

Die zur Ermittlung des Einsparpotenzials der Straßenbeleuchtung im Betrachtungsgebiet verwendeten Daten wurden von den Gemeinden zur Verfügung gestellt und im Zuge der Bearbeitung ungeprüft übernommen. Bei den Daten handelt es sich um eine Aufstellung der in den jeweiligen Orten eingesetzten Leuchten, Leistungen der Leuchtmittel, Brenndauer und Alter. . Aus diesen Angaben kann mit einer typischen Brenndauer der Leuchten von 4.000 h/a für eine Ganznachtschaltung und 2.900 h/a für die Halbnachtschaltung der Endenergieverbrauch im Bestand ermittelt werden. Das so ermittelte Einsparpotenzial wurde auf den abgerechneten Stromverbrauch der Gemeinden umgerechnet.

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



In der Variante Bestand wird der Ist-Zustand der Straßenbeleuchtung für die Gemeinden ermittelt und dargestellt.

Variante 1 zeigt das Einsparpotenzial auf, wenn die durch die ErP-Richtlinie betroffenen Quecksilberdampfleuchten (HME) durch Natriumdampfleuchten (HSE) ersetzt werden.

Die schon eingesetzten Natriumdampf- und Halogenmetalldampfleuchten (HIT) bleiben bestehen.

In **Variante 2** werden die Quecksilberdampfleuchten durch moderne LED-Leuchten ersetzt. Die schon eingesetzten Natriumdampf- und Halogenmetalldampfleuchten bleiben bestehen.

Die **Variante 3** betrachtet den Austausch aller Quecksilberdampfleuchten sowie die Natriumdampf- und Halogenmetalldampfleuchten vor 1990 gegen LED-Leuchten. Hintergrund dieser Trennung nach Alter ist, dass Straßenleuchten nach 19 Jahren ihre rechnerische Lebensdauer erreicht haben.

In **Variante 4** werden alle Leuchten im Betrachtungsgebiet gegen LED-Leuchten ausgetauscht.

In der nachfolgenden Übersichtstabelle werden die betrachteten Varianten nochmals dargestellt.

Tabelle 4-16: Modernisierungsvarianten

Variante	Beschreibung
Variante 1	Quecksilberdampf- werden durch Natriumdampfleuchten ersetzt
Variante 2	Quecksilberdampf- werden durch LED-Leuchten ersetzt
Variante 3	Quecksilberdampf-, Natriumdampf- und Halogenmetalldampfleuchten vor 1990 werden durch LED-Leuchten ersetzt
Variante 4	Alle Leuchten werden durch LED-Leuchten ersetzt

Aarbergen

In Aarbergen sind ausschließlich Natriumdampfaustauschleuchten installiert. Bei diesen Leuchten werden in bestehende Quecksilberdampfleuchten spezielle Austauschlampen auf Natriumdampfbasis ohne Umbau der alten Leuchte eingesetzt.



Diese Leuchten fallen allerdings ab dem Jahr 2015 ebenfalls unter die ErP-Richtlinie und verlieren ihre CE-Zulassung. Damit ist auch hier ein Austausch bis 2015 erstrebenswert.

In diesem Fall werden allerdings nur zwei Varianten bei der Sanierung betrachtet: Variante 1 und Variante 4.

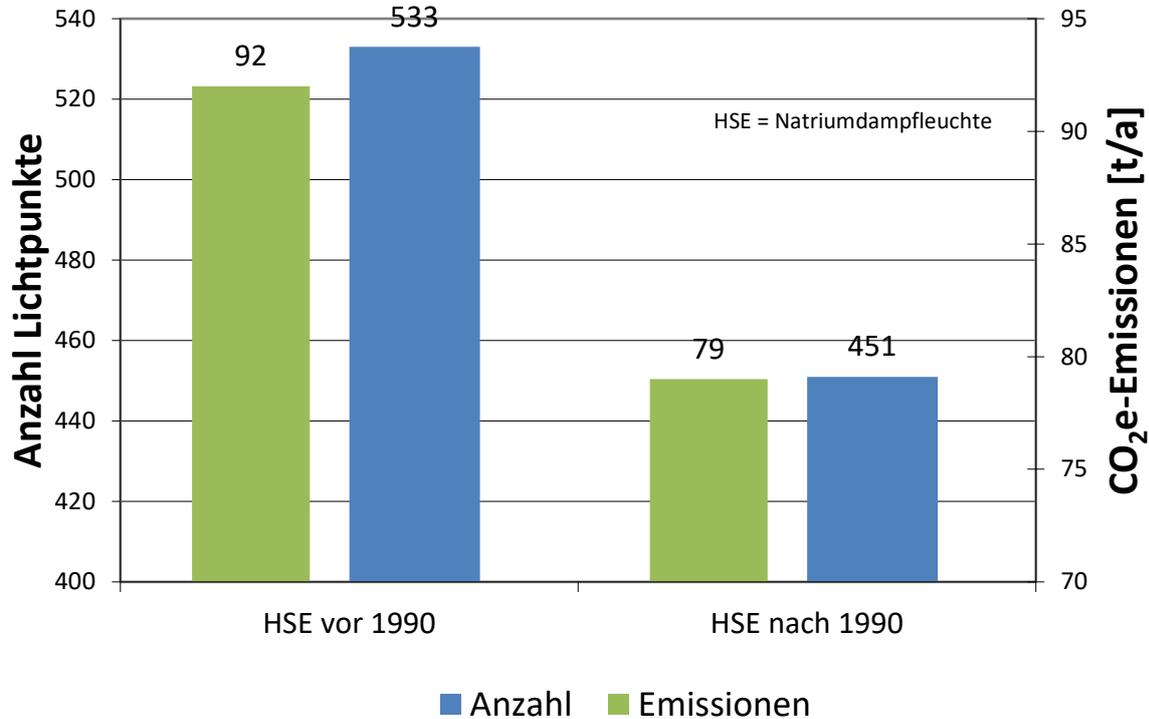


Abbildung 4-28: Alters- und Leuchtmittelverteilung Aarbergen

In dem vorangegangenen Diagramm sind die Altersverteilung der Lichtpunkte, sowie die durch den Stromverbrauch entstehenden CO₂e-Emissionen aufgetragen. In Aarbergen sind zurzeit 984 Lichtpunkte in der Straßenbeleuchtung installiert. Diese verursachen einen Stromverbrauch von rund 260.000 kWh_{el}/a und rund 170 t/a CO₂e-Emissionen.

Tabelle 4-17: Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Aarbergen

		Bestand	Variante 1	Variante 4
Stromverbrauch Aarbergen	kWh_{el}/a	260.000	257.000	190.000



Einsparung Stromverbrauch	kWh _{el} /a		3.000	67.000
Emissionsfaktor	g CO ₂ e/kWh _{el}	651	651	651
Emissionen	t/a	169,2	167,3	123,6
Einsparung Emissionen	t/a		2,0	45,6
Einsparung Emissionen	%		1,2	26,9

Bedingt durch die geringere Systemleistung der Natriumaustauschleuchten, ist hier ein geringeres Einsparpotenzial als bei dem Austausch von Quecksilberdampfleuchten möglich.

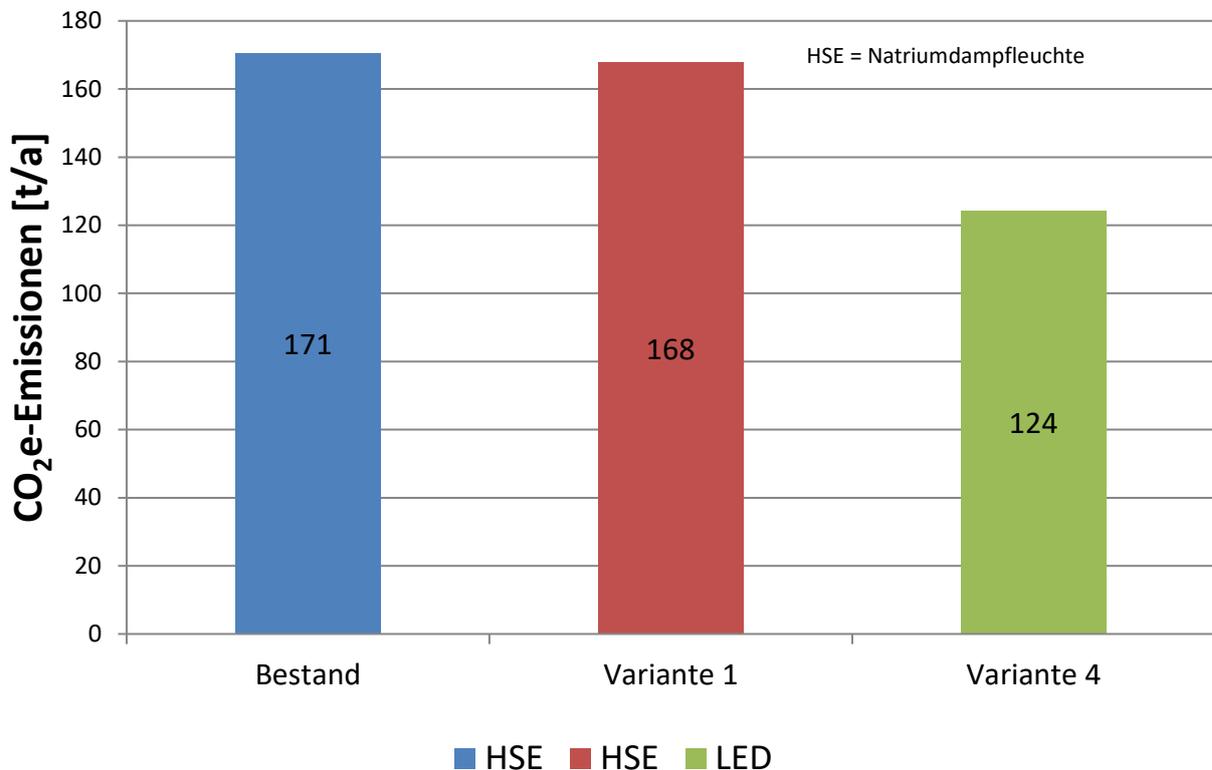


Abbildung 4-29: Variantenvergleich Aarbergen

Durch Umsetzung der Variante 1 ist es möglich, rund 1,2 % der Emissionen und des Endenergieverbrauches zum Bestand hin einzusparen. Durch die Variante 4 ist das Einsparpotenzial bei den Emissionen und dem Endenergieverbrauch mit rund 27 % höher.

Heidenrod

In der Gemeinde Heidenrod sind im Bestand 871 Quecksilberdampf-, 45 Natriumdampf- und 336 Halogenmetallampfleuchten zu finden. Aus diesem Grund werden alle eingangs beschriebenen 4 Varianten untersucht.

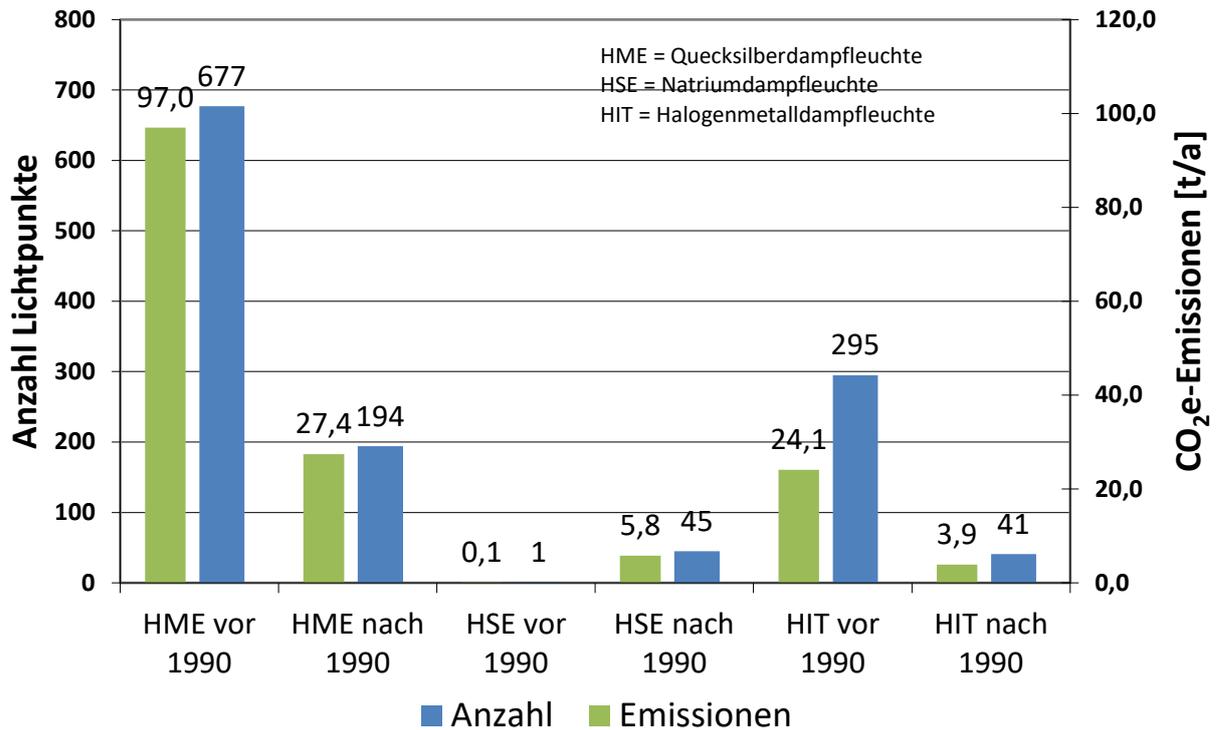


Abbildung 4-30: Alters- und Leuchtmittelverteilung Heidenrod

In dem vorangegangenen Diagramm sind die Altersverteilung der Lichtpunkte, die Verteilung der Leuchtmittel, sowie die durch den Stromverbrauch entstehenden CO₂e-Emissionen aufgetragen.

Tabelle 4-18: Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Heidenrod

		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Stromverbrauch Heidenrod	kWh_{el}/a	340.000	310.000	166.000	150.000	144.000
Einsparung Stromverbrauch	kWh _{el} /a		30.000	174.000	190.000	196.000
Emissionsfaktor	g CO ₂ e/kWh _{el}	466	466	466	466	466
Emissionen	t/a	158,3	144,4	77,3	69,9	67,1
Einsparung Emissionen	t/a		14,0	81,0	88,5	91,3
Einsparung Emissionen	%		8,8	51,2	55,9	57,6

Gut zu erkennen ist, dass ein Großteil der Lichtpunkte in der Gemeinde Heidenrod auf Quecksilberdampfleuchten basiert und/oder vor 1990 errichtet wurde.

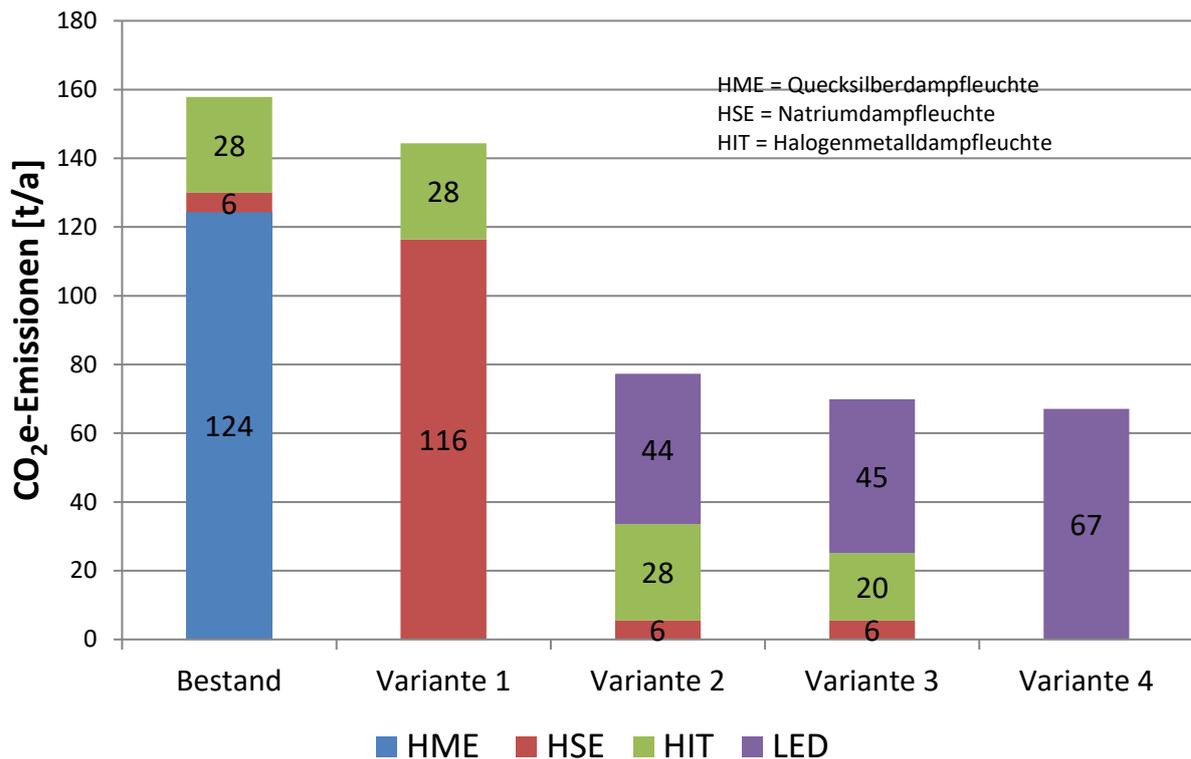


Abbildung 4-31: Variantenvergleich Heidenrod

Bedingt durch die große Anzahl an Quecksilberdampfleuchten ist bei einer Umrüstung auf HSE-Leuchten ein Einsparpotenzial in Variante 1 von rund 9 % möglich. Bei Variante 2 reduzieren sich, durch den Einsatz der LED, die CO₂e-Emissionen um etwa 51 % im Vergleich zum Bestand. Durch die Umsetzung der Varianten 3 und 4 reduzieren sich die Emissionen um rund 56 bzw. 58 %.

Hohenstein

In der Gemeinde Hohenstein sind im Bestand 723 Quecksilberdampf-, 49 Natriumdampf- und 5 Halogenmetaldampfleuchten zu finden. Im Bestand werden durch die Straßenbeleuchtung bedingt rund 200.000 kWh_{el}/a Strom verbraucht und hierdurch rund 116 t/a an CO₂e-Emissionen emittiert.

In dem nachfolgenden Diagramm sind die Altersverteilung der Lichtpunkte, die Verteilung der Leuchtmittel, sowie die durch den Stromverbrauch entstehenden CO₂e-Emissionen aufgetragen.

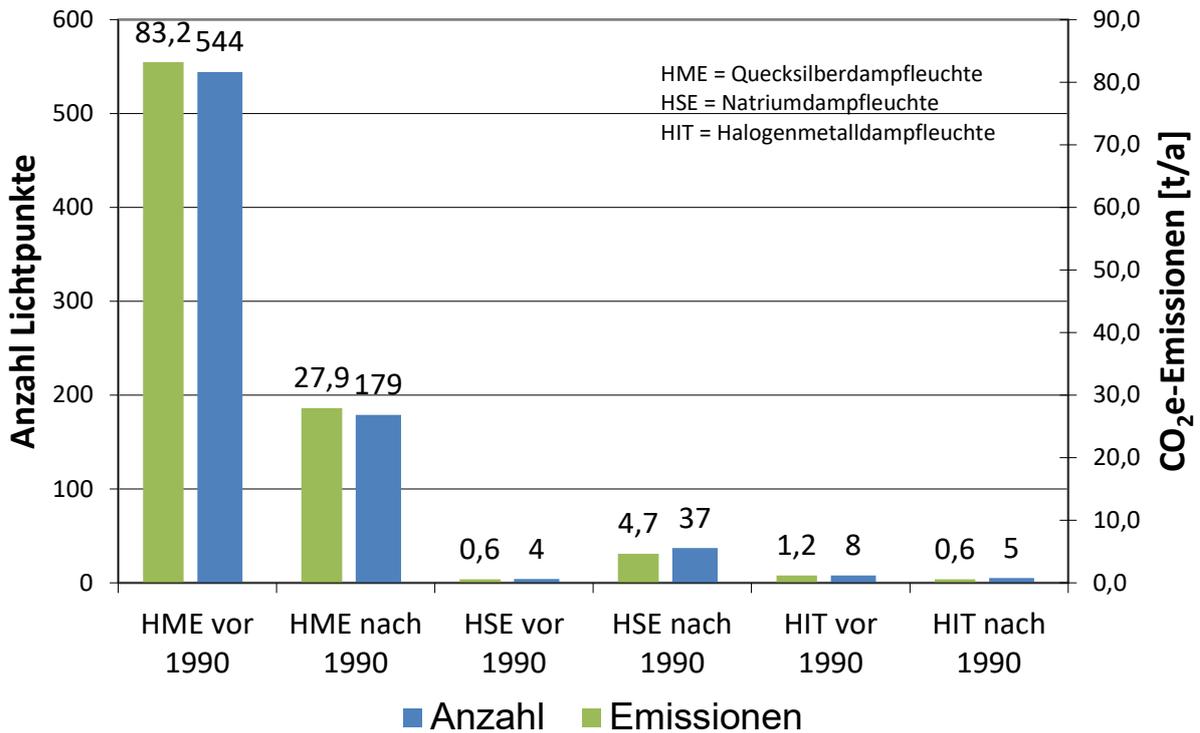


Abbildung 4-32: Alters- und Leuchtmittelverteilung Hohenstein

Wie in Heidenrod ist auch in Hohenstein gut zu erkennen, dass ein Großteil der Lichtpunkte auf Quecksilberdampfleuchten basiert und/oder vor 1990 errichtet wurde.

Tabelle 4-19: Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Hohenstein

		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Stromverbrauch Hohenstein	kWh_{el}/a	200.000	179.000	79.000	79.000	74.000
Einsparung Stromverbrauch	kWh _{el} /a		21.000	121.000	121.000	126.000
Emissionsfaktor	g CO ₂ e/kWh _{el}	581	581	581	581	581
Emissionen	t/a	116,1	103,9	45,9	45,9	43,0
Einsparung Emissionen	t/a		12,2	70,3	70,3	73,2
Einsparung Emissionen	%		10,5	60,5	60,5	63,0

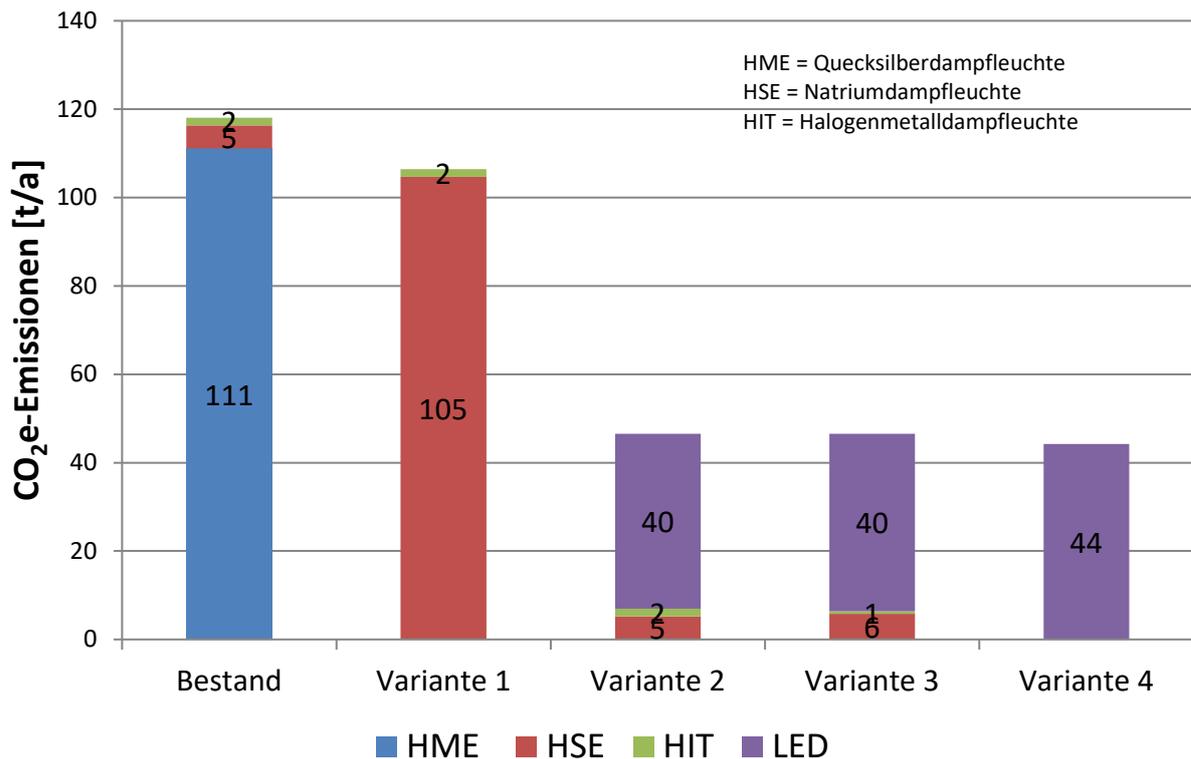


Abbildung 4-33: Variantenvergleich Hohenstein

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 61 % gegenüber dem Bestand. Durch die Umsetzung der Varianten 3 und 4 reduzieren sich die Emissionen um rund 61 bzw. 63 %.

4.4.4 Zusammenfassung und Szenarienentwicklung

Im gesamten Untersuchungsgebiet sind im Bestand 1.594 Quecksilberdampf-, 1.071 Natriumdampf- und 349 Halogenmetalldampfleuchten zu finden. Im Bestand werden durch die Straßenbeleuchtung bedingt rund 800.000 kWh_{el}/a Endenergie verbraucht und hierdurch rund 444 t/a an CO₂e-Emissionen emittiert.



Tabelle 4-20: Bestandsanalyse

		Aar- bergen	Heiden- rod	Hohen- stein	Gesamt
Anzahl Lichtpunkte		984	1.253	777	3.014
Leistung Lichtpunkte	kW_{el}	87	100	70	257
Einwohneranzahl		5.981	7.896	6.082	19.959
Einwohnergleichwert	LP je 1000 EW	165	159	128	151
Stromverbrauch Straßenbeleuchtung	kWh_{el}/a	260.000	340.000	200.000	800.000
Emissionsfaktor	g CO _{2e} /kWh _{el}	651	465,7	580,6	--
Emissionen	t/a	169	158	116	444

Zur Ermittlung der Einsparpotenziale in den betrachteten Gemeinden wurden vier Modernisierungsvarianten auf ihre Energieeinsparung und CO_{2e}-Emissionen der Straßenbeleuchtung hin untersucht und gegenübergestellt.

Tabelle 4-21: Modernisierungsvarianten

Variante	Beschreibung
Variante 1	Quecksilberdampf- werden durch Natriumdampfleuchten ersetzt
Variante 2	Quecksilberdampf- werden durch LED-Leuchten ersetzt
Variante 3	Quecksilberdampf-, Natriumdampf- und Halogenmetaldampfleuchten vor 1990 werden durch LED-Leuchten ersetzt
Variante 4	Alle Leuchten werden durch LED-Leuchten ersetzt

In dem nachfolgenden Diagramm sind die Altersverteilung der Lichtpunkte, die Verteilung der Leuchtmittel, sowie die durch den Stromverbrauch entstehenden CO_{2e}-Emissionen im Untersuchungsgebiet aufgetragen.

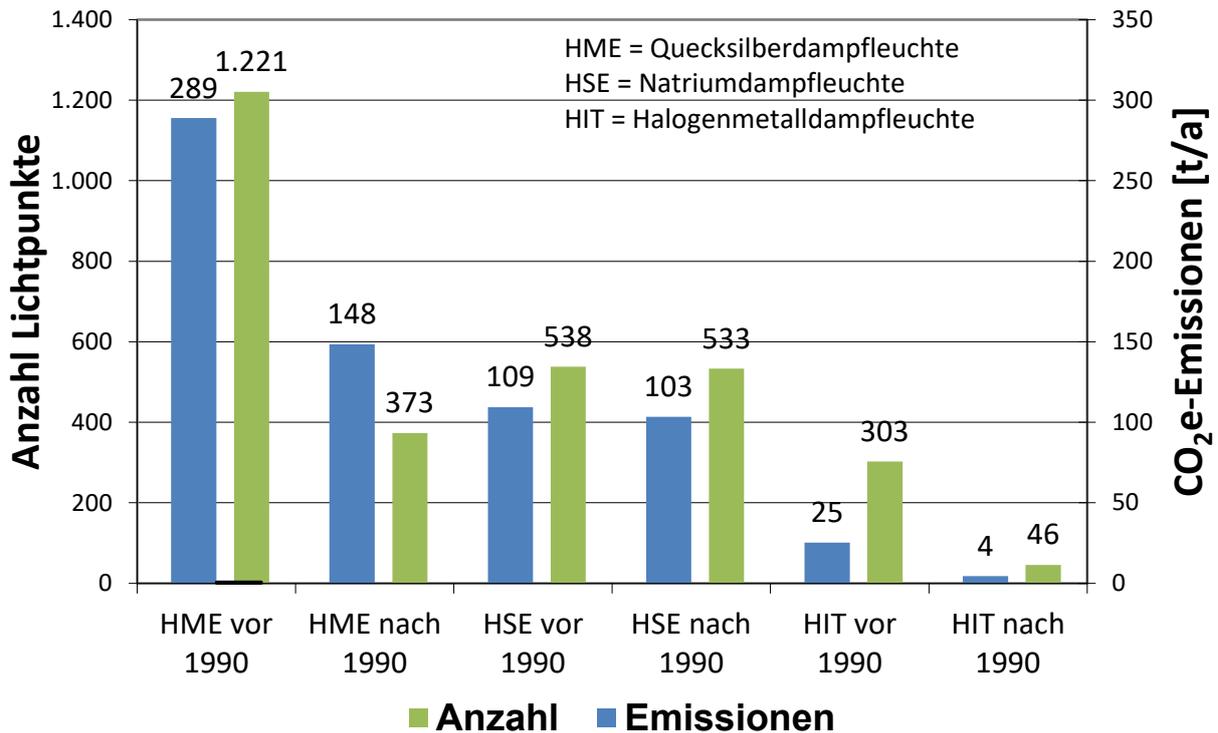


Abbildung 4-34: Alters- und Leuchtmittelverteilung

Aus dem vorangegangenen Diagramm ist zu erkennen, dass der überwiegende Teil der Leuchten im Untersuchungsgebiet auf Quecksilberdampfleuchten basiert und/oder vor 1990 installiert wurde.

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

Tabelle 4-22: Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz

		Bestand	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Stromverbrauch Straßenbeleuchtung	kWh_{el}/a	800.000	746.000	435.000	419.000	408.000
Einsparung Stromverbrauch	kWh _{el} /a		54.000	365.000	381.000	392.000
Emissionen	t/a	444	416	247	239	234
Einsparung Emissionen	t/a		28,1	196,8	204,3	210,0
Einsparung Emissionen	%		6,3	44,4	46,0	47,3

Durch Umsetzung der Variante 1 ist es möglich, rund 6 % der Emissionen und des Endenergieverbrauches zum Bestand hin einzusparen. Bei Variante 2 reduzieren sich,



durch den Einsatz der LED, die CO₂e-Emissionen um etwa 44 % gegenüber dem Bestand. Durch die Umsetzung der Varianten 3 und 4 reduzieren sich die Emissionen um rund 46 bzw. 47 %.

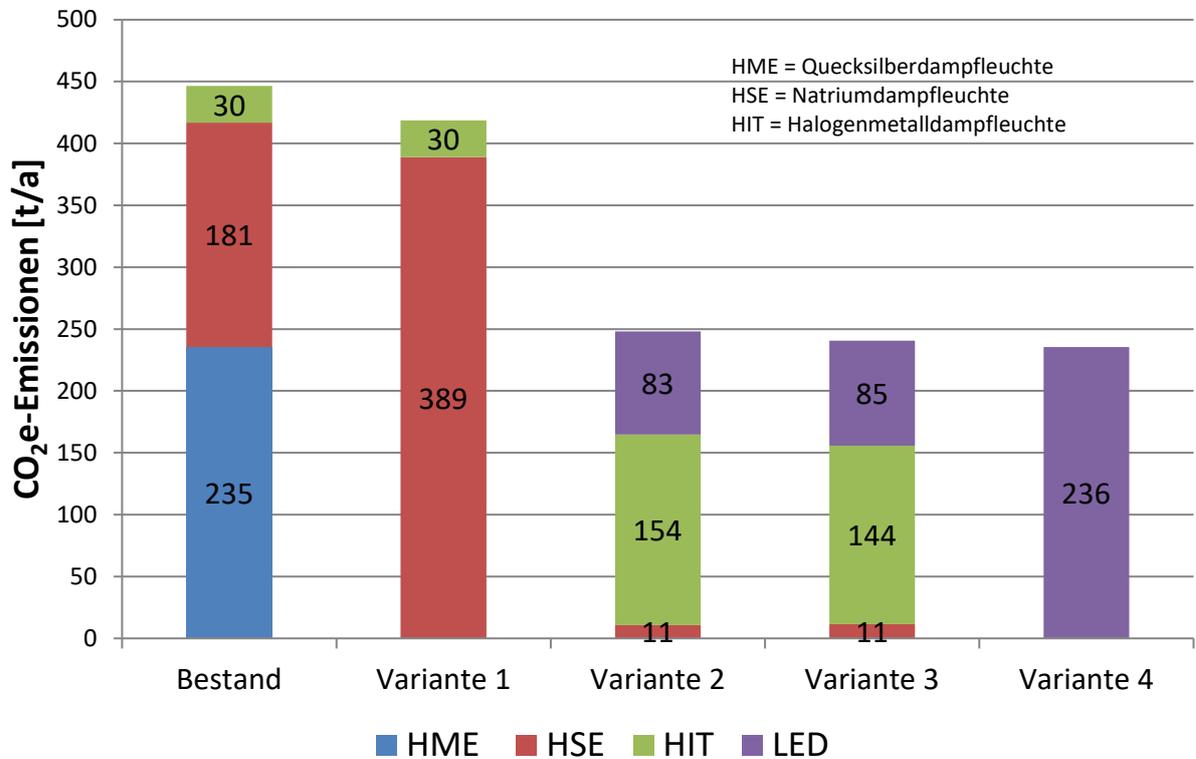


Abbildung 4-35: Variantenvergleich

Das Einsparpotenzial der Variante 4 wird für die Aufstellung von Entwicklungslinien (Trend und Klimaschutzszenario) als Vergleichswert herangezogen:

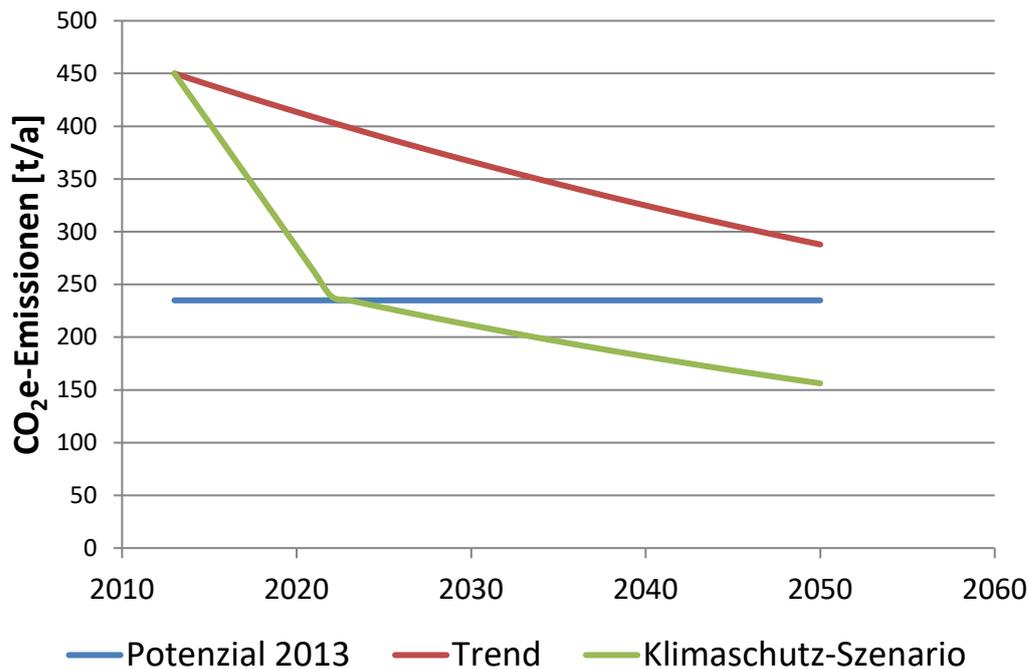


Abbildung 4-36: Szenarientwicklung CO₂e-Emissionen

Im vorangegangenen Diagramm sind dem Einsparpotenzial ein Trend und ein Klimaschutzszenario für die Emissionsminderung beim Betrieb der Straßenbeleuchtung bis zum Jahr 2050 aufgezeigt. Die Linie „Potential 2013“ 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 2022 gegen LED-Leuchten (entspricht in erster Näherung dem heute technisch sinnvollen Potenzial) ausgetauscht. Ab 2022 (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 haben können. Wir nehmen ab 2022 hier eine Austauschrate von rund 2 %/a an, wobei von einer Reduzierung der Emissionen von jedem Austauschobjekt von 25 % zum Bestand ausgegangen wird.



4.5 Einsparpotenziale Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie

Im Folgenden werden die möglichen technischen sowie wirtschaftlichen Einsparpotenziale im GHD+I-Sektor sowohl für den Wärmebedarf als auch für den Strombedarf 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. Gleiches gilt für den Strombedarf, bei dem einzig das Einsparpotenzial durch eine Optimierung der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) bestehend aus Beleuchtung, Klimatisierung sowie der Raumwärme von Stromheizungen, ermittelt wird.

Grundlage der Berechnungen bilden die in der Bilanzierung ermittelten Endenergieverbräuche.

Datenbasis

Für die Ermittlung der Einsparpotenziale im Gewerbe, Handel, Dienstleistungssektor und der Industrie wurden Daten und Kennwerte aus folgender Quelle verwendet: Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch (Fraunhofer(ISI), FfE, 2003).

Methodik

Die Einsparpotenziale werden über Kennwerte erhoben und branchenspezifisch dargestellt.

Der Potenzialbegriff wird im Rahmen dieses Berichtes als technisches und wirtschaftliches Potenzial verwendet und in Anlehnung an (Prognos, 2007) definiert.

- Das **technische Potenzial** beziffert die Einsparung von Energie, 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, also eine Amortisation der Investition unter Berücksichtigung eines definierten Zinssatzes innerhalb einer definierten Lebensdauer. 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.

4.5.1 Einsparpotenziale Brennstoffe für Wärme

Einsparpotenziale, die bei der Raumwärme erreicht werden können, setzen sich aus verschiedenen Maßnahmen zusammen und sind aus Tabelle 4-23 zu entnehmen.

Tabelle 4-23: Einsparpotenziale (Verhältnis) Raumwärme bei entsprechenden Maßnahmen

Anlage	Maßnahme	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial
Wärmeerzeuger	Ersatz durch Brennwertkessel	12,5 %	6 %
Gebäudehülle	Besserer Wärmedämmstandard	46 %	14 %

Quelle: (BMW Energiekonzept, 2010)

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 4-37 dargestellt, folgende Einsparpotenziale für den GHD+I Sektor im Untersuchungsgebiet.

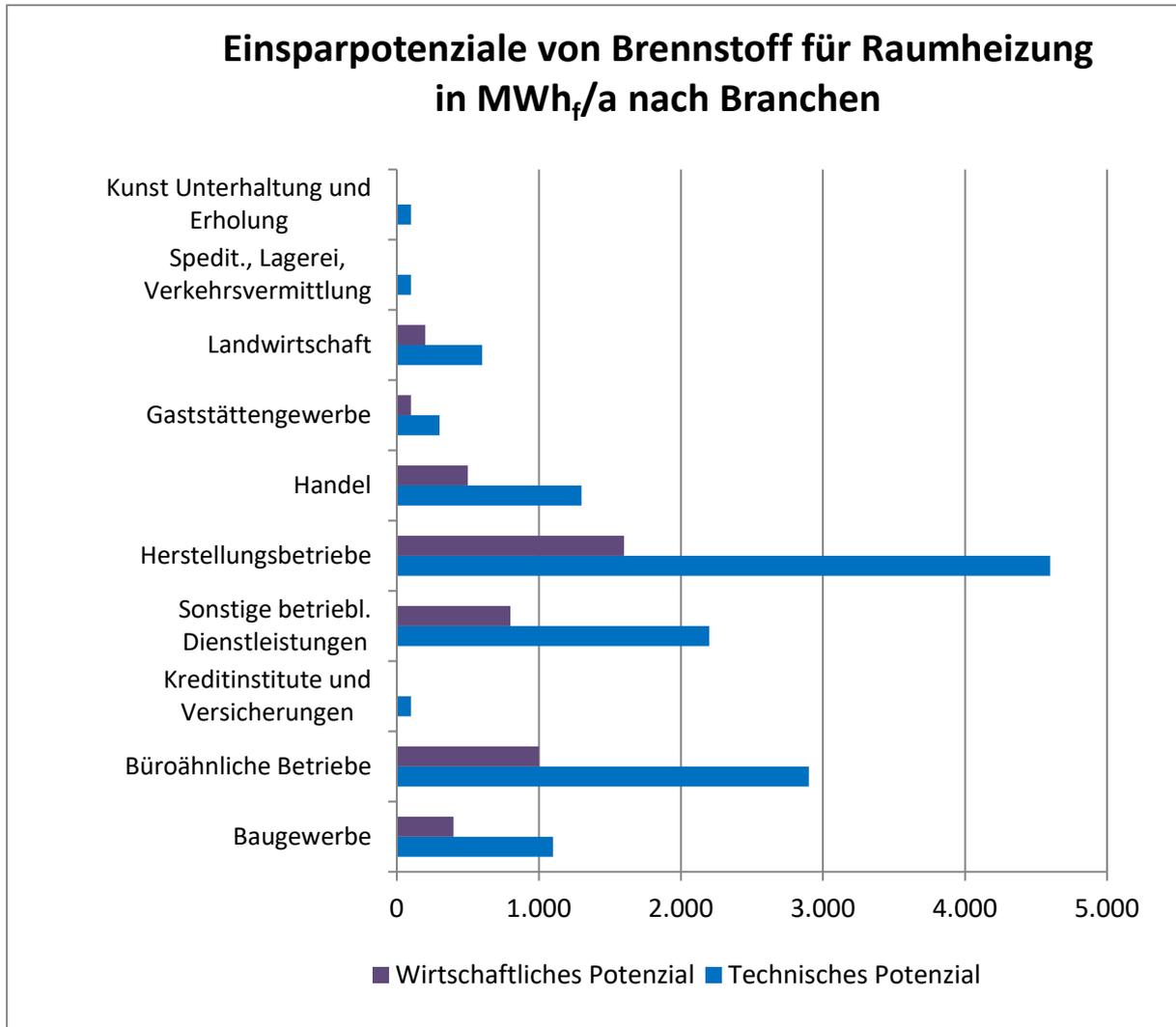


Abbildung 4-37 Branchenspezifische Einsparpotenziale für Raumheizung

Da das technische Potenzial durch seine nicht vorhandene Kosteneffektivität in diesem Fall irrelevant ist, wird im Folgenden ausschließlich das wirtschaftliche Potenzial betrachtet und bilanziert. Aus der Ermittlung des Einsparpotenzials ist die Gießerei am Industriestandort in Aarbergen-Michelbach ausgenommen. Im Untersuchungsgebiet dominieren daneben die sonstigen Herstellungsbetriebe, die ein wirtschaftliches Einsparpotenzial von rund 1.500 MWh_f/a aufweisen sowie büroähnliche Betriebe mit einem wirtschaftlichen Einsparpotenzial von rund 1.000 MWh_f/a.

Das gesamte wirtschaftliche Potenzial dieses Sektors im Untersuchungsgebiet lässt sich auf 4.500 MWh_f/a beziffern, davon 2.100 MWh_f/a in der Gemeinde Aarbergen, 1.300 MWh_f/a in der Gemeinde Heidenrod und 1.100 MWh_f/a in der Gemeinde Hohenstein. Noch einmal soll darauf hingewiesen werden, dass ausschließlich eine Betrachtung der Raumwärme erfolgt. Prozesswärme, bei der durch Prozessoptimierung und andere Maßnahmen ebenfalls Einsparungen erzielt werden können, findet keine Berücksichtigung.



4.5.2 Einsparpotenziale Strom

Einsparpotenziale, die bei der technischen Gebäudeausrüstung erreicht werden können, setzen sich aus verschiedenen Maßnahmen zusammen und können aus Tabelle 4-24 entnommen werden.

Tabelle 4-24: Einsparpotenziale (Verhältnis) TGA bei entsprechenden Maßnahmen

Anlage	Maßnahme	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches 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 4-38 dargestellt folgende Einsparpotenziale für den GHD + I Sektor im Untersuchungsgebiet.

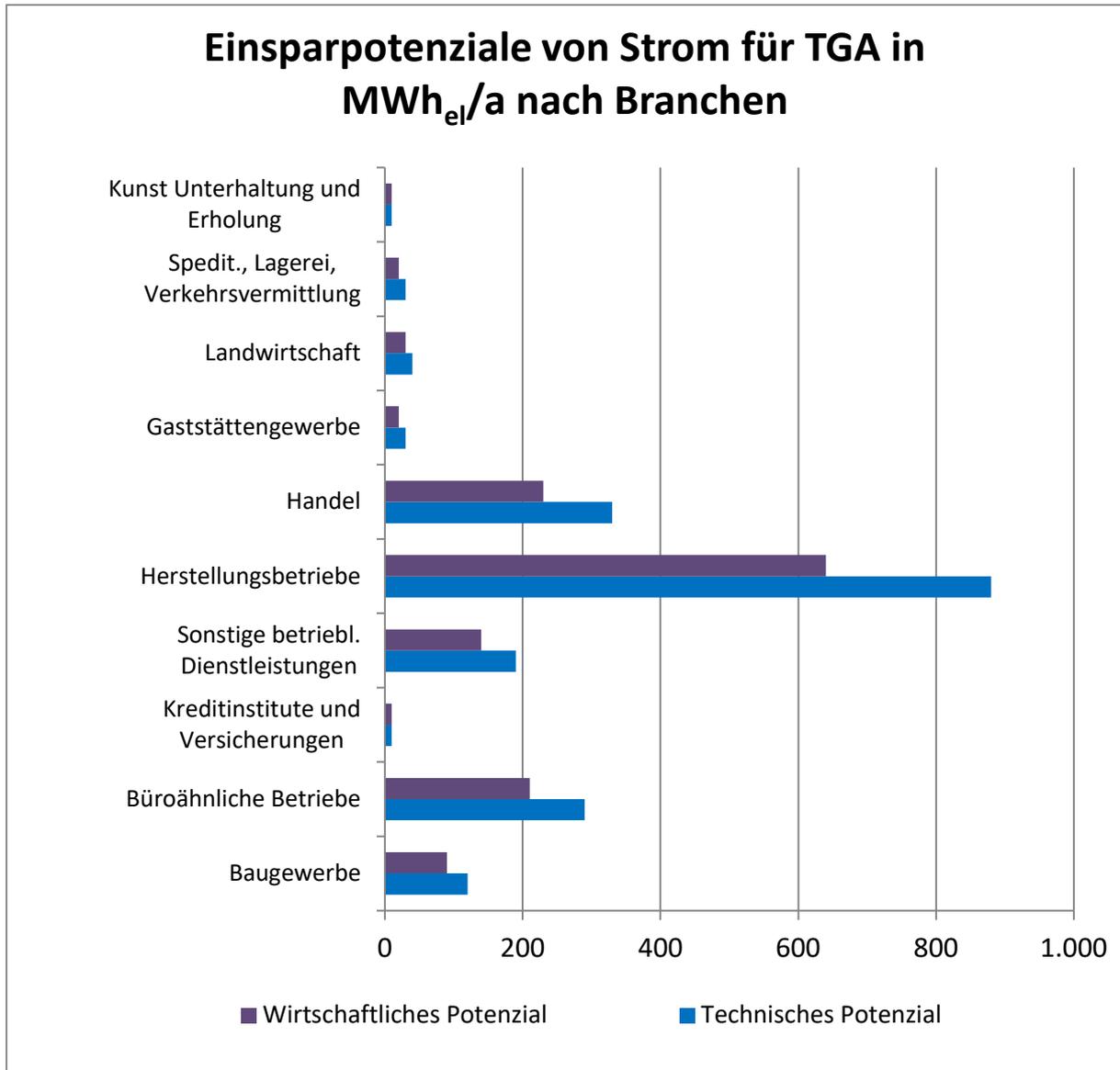


Abbildung 4-38 Branchenspezifische Einsparpotenziale und Gesamtverbrauch von Strom für TGA

Bei der Potenzialanalyse wurde die Gießerei am Industriestandort Aarbergen-Michelbach nicht mit berücksichtigt.

Beim Strom besteht bei den sonstigen Herstellungsbetrieben das größte wirtschaftliche Einsparpotenzial, welches sich auf knapp 600 MWh_{el}/a beläuft. Den nächsten größeren Posten bilden der Handel und die büroähnlichen Betriebe mit einem wirtschaftlichen Einsparpotenzial von gut 200 MWh_{el}/a.

Der Abbildung 4-39 ist zu entnehmen, welche Technische Gebäudeausrüstung (TGA) anteilig wie stark zu dem wirtschaftlichen Einsparpotenzial beiträgt. Dabei lässt sich deutlich erkennen, dass sich bei der Beleuchtung, die mit 86 % des gesamten wirtschaftlichen Einsparpotenzials vertreten ist, am meisten Strom einsparen lässt.

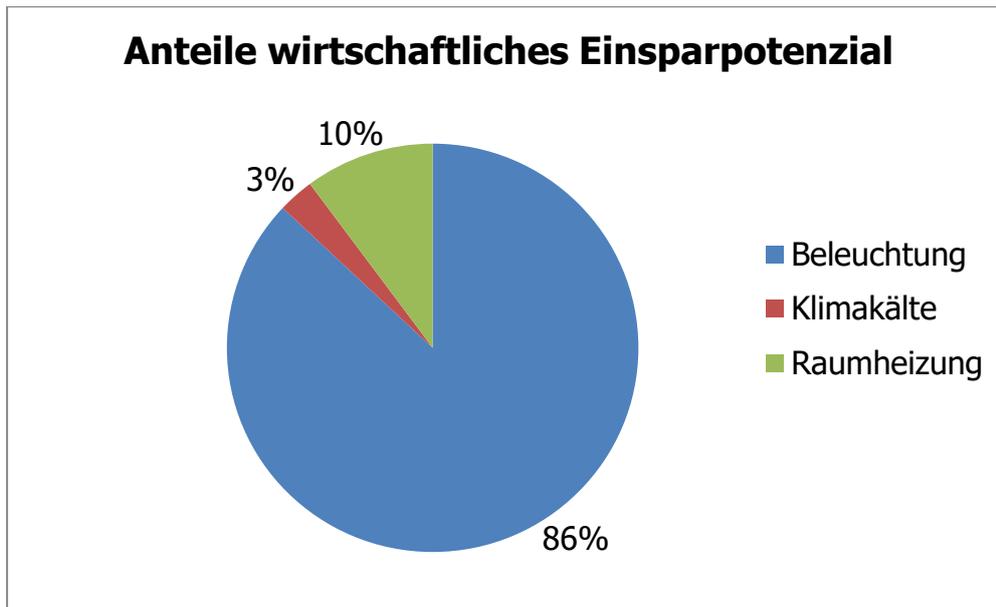


Abbildung 4-39: Anteile wirtschaftliches Einsparpotenzial

Obwohl, wie in Tabelle 4-24 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.

4.5.3 Szenarien

Raumwärme

In der nachstehenden Abbildung 4-40 sind die Szenarien für die unterschiedlichen Sanierungsraten dem technischen und wirtschaftlich möglichen Einsparpotenzialen im Sektor GHD+I gegenübergestellt.

Die Raten zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs im Bereich GHD+I sind der Studie „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ von DLR, Fraunhofer IWES und IfnE von 2012 (DLR, 2012) entnommen. Sie stellen keine Prognosen dar, sondern geben mit einer Sanierungsrate von 1 % den Trend und mit einer durchschnittlichen Sanierungsrate von 1,7 % die erforderliche Rate an, um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Ziele bis zum Jahr 2050 zu erreichen.

Das Szenario geht davon aus, dass die beheizte Nutzfläche bis 2020 zunächst leicht zunimmt, dann bis 2050 allerdings kontinuierlich abnimmt. Im gleichen Zeitraum



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.

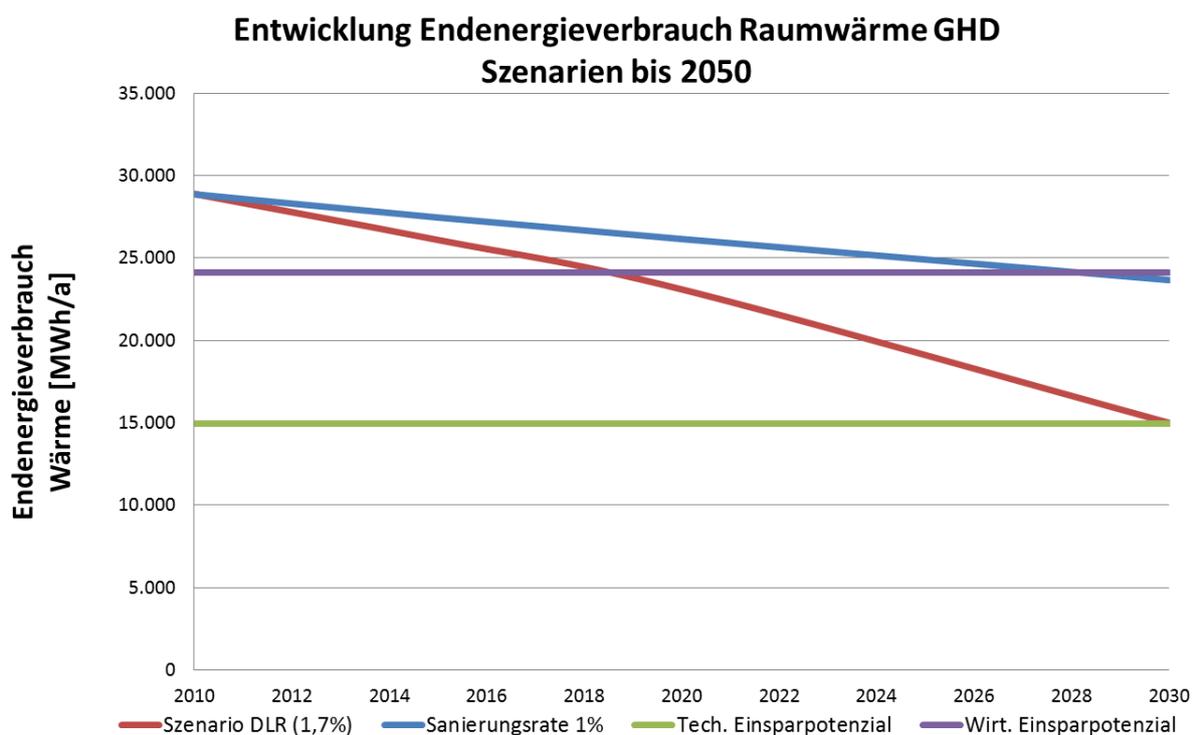


Abbildung 4-40: Entwicklung Endenergieverbrauch Raumwärme im Sektor GHD+I

Bei Fortschreibung des derzeitigen Trends (entspricht: Sanierungsrate von 1 % pro Jahr) kann gemäß Abbildung 4-37 bis zum Jahr 2020 eine Reduzierung des derzeitigen Energieverbrauchs um knapp 2.800 MWh_f/a (ca. 10 %) und bis 2030 um knapp 5.300 MWh_f/a (ca. 18 %) erreicht werden. Dies entspricht bereits mehr als dem wirtschaftlichen Einsparpotenzial.

Bei einer durchschnittlichen Sanierungsrate von 1,7 %, welche erforderlich ist um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 zu erreichen, kann bis zum Jahr 2020 eine Reduzierung des derzeitigen



Energieverbrauchs um knapp 5.800 MWh_f/a (ca. 20 %) und bis 2030 um knapp 13.900 MWh_f/a (ca. 25 %) erreicht werden, was ungefähr dem technischen Einsparpotenzial entspricht.

Das DLR-Szenario übertrifft die aus heutiger Sicht wirtschaftlichen Einsparpotenziale und wird bei der weiteren Szenarienentwicklung nicht mehr herangezogen.

Um die Entwicklung der CO₂e-Emissionen durch die Endenergieeinsparung zu ermitteln, wird der heutige Energiemix zu Grunde gelegt.

Beim Trendszenario würde sich demnach eine CO₂e-Emissionseinsparung von knapp 750 t/a bis 2020 und von ca. 1.400 t/a bis 2030 einstellen.

Deutlich höhere Emissionsminderungen können mit dem Einsatz regenerativer und effizienter Energienutzung erreicht werden, diese werden in Szenarien zum Ausbau von Erneuerbaren Energien und KWK aufgezeigt.

Strom

In der nachstehenden Abbildung 4-41 sind die Szenarien für die unterschiedlichen Sanierungsraten den technischen und wirtschaftlich möglichen Potenzialen im Sektor GHD+I gegenübergestellt.

Laut der Studie (DLR, 2012) wird eine Trendsanierungsrate zur Reduzierung des Stromverbrauchs von 0,3 % angenommen sowie eine erforderliche Rate von 0,9 %, um die im Energiekonzept der Bundesregierung formulierten Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 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 durchschnittliche Sanierungsrate von 0,9% voraus. Der Trend (Sanierungsrate von 0,3 %) ergibt sich aus dem Zeitraum 2000 bis 2010 und stellt ein Drittel der Sanierungsrate dar, die zur Erreichung der Ziele des Energiekonzeptes der Bundesregierung erforderlich ist. Wie bei der Raumwärme, wirken sich die Zunahme der Nutzfläche einhergehend mit einer steigenden Wirtschaftsleistung und einem wachsenden Klimatisierungsbedarf gegenläufig auf die Entwicklung aus. So erklärt sich der flachere Kurvenverlauf ab dem Jahr 2020. Im Durchschnitt wird der Trend einer leichten konstanten Abnahme des Stromverbrauchs jedoch fortgeschrieben.



Entwicklung Stromverbrauch für Beleuchtung und Kraft GHD+I Szenarien bis 2030

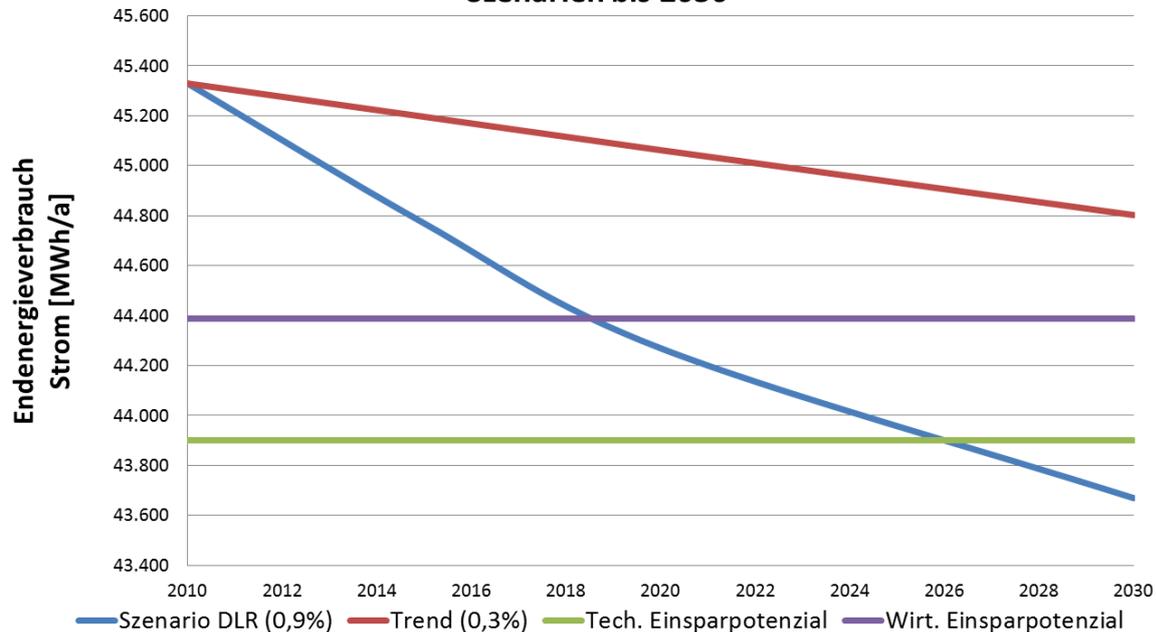


Abbildung 4-41: Entwicklung Endenergieverbrauch Strom im Sektor GHD+I im Untersuchungsgebiet

Bei Fortführung des derzeitigen Trends würde sich der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 nur marginal um 0,6 %, ca. 270 MWh_f/a und bis zum Jahr 2030 um 1,2 %, ca. 530 MWh_f/a reduzieren. Bei Annahme des Klimaschutzszenarios würde im Jahr 2018 das wirtschaftliche Potenzial erreicht und im Jahr 2026 das technische Potenzial erreicht werden. Dieses Szenario wird nicht weiter verfolgt.

Die Einsparung von CO₂e-Emissionen ist stark von der Entwicklung des CO₂e-Kennwertes für Strom abhängig.

Bei Annahme des Trendszenarios (entspricht: Sanierungsrate von 1 % pro Jahr) und einem Emissionskennwert für den lokalen Strommix im Bundesmittel nach (DLR, 2012) können bis 2020 fast 50 % an CO₂e-Emissionen eingespart werden.



4.5.4 Zusammenfassung

Betrachtet man das gesamte wirtschaftliche Einsparpotenzial im Untersuchungsgebiet für den GHD und Industriesektor, so beziffert sich dieses auf rund 5.440 MWh_f/a. Das Potenzial, das durch Maßnahmenumsetzung beim Brennstoffbedarf vorhanden ist, überwiegt dem des Stroms deutlich.

Ausblick zu Hemmnissen

Eine Vielzahl von Hemmnissen führen dazu, dass Unternehmen die nötigen Einsparmaßnahmen nicht umsetzen. Diese sind unterschiedlichster Natur. Eine Umfrage hat ergeben (Brüggemann, 2005), dass gerade in kleineren Unternehmen, welche im Untersuchungsgebiet einen Großteil der Betriebe ausmacht, 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 teils extrem niedrige Amortisationszeiten ein Hemmnis darstellen, da Investitionen, deren Amortisationszeiten sich über zwei mehr als Jahre erstrecken, oft als zu unsicher und unrentabel beziffert werden. So werden vielfach in sich wirtschaftliche Maßnahmen nicht umgesetzt.

Weitere Hemmnisse in kleinen und mittleren Unternehmen lassen sich in folgende drei Gruppen einteilen: Informations- und Motivationsmangel, Finanzielle Restriktionen und hemmende Rahmenbedingungen. Die Merkmale sind im Einzelnen aus Tabelle 4-25 zu entnehmen.

Tabelle 4-25 Überblick über Hemmnisse

Informations- und Motivationsmangel	Finanzielle Restriktionen	Hemmende Rahmenbedingungen
Fehlende energietechnische Kenntnisse	zu hohe Rentabilitätserwartungen	externe Kosten nicht im Energiepreis berücksichtigt
fehlende Informationen über geeignete Maßnahmen	Konkurrenz zu anderen Investitionen	Unsicherheit über die Energiepreisentwicklung
	geringe Eigenkapitalausstattung	zu wenig Energiedienstleistungsangebote



keine Energiefachleute in kleinen und nicht energieintensiven Betrieben Zeitmangel Fehlende Kenntnisse von Bau- und Installationsfachleuten Investor-/Nutzer-Dilemma	fehlende Verfügbarkeit oder Akzeptanz von Krediten	fehlendes Image mancher Energiespartechniken scharfe Gesetzesvorgaben und zeitaufwändige Genehmigungsverfahren
---	--	---

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

4.6 Mobilität

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 möglich.

4.6.1 Handlungsfelder Mobilität

Mögliche Handlungsfelder zur Reduktion von CO₂e-Emissionen sind:

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

Handlungsfeld „Raumstruktur“

Dieses Handlungsfeld umfasst die verkehrsvermeidende Siedlungs- und Verkehrsplanung. In den letzten Jahren entwickelten sich Siedlungs-, Infrastruktur- und Produktionsstrukturen so, dass sich immer weitere Entfernungen zwischen Ausgangspunkt und Ziel 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.

Wichtig bei der Thematisierung einer verkehrsvermeidenden Siedlungsplanung ist zudem die Einbindung von Nachbargemeinden beziehungsweise diese zur Kooperation zu gewinnen, da der eigene Einfluss auf die Siedlungsentwicklung begrenzt ist.

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.

Handlungsfeld „Umweltfreundliche Verkehrsmittel“

Die Senkung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂e-Emissionen lassen sich durch Änderungen des Modal-Splits erreichen. Werden ein Teil der mit PKW zurückgelegten Wegstrecken auf umweltfreundlichere Fortbewegungsmittel wie dem ÖPNV oder dem Fahrrad verlegt oder zu Fuß bewältigt, 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 somit durchaus 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 Nutzung des privaten PKW wird jedoch mit oder ohne großartige Verschiebung des Modal-Splits zugunsten umweltfreundlicher Fortbewegungsmittel zukünftig, gerade im ländlichen Raum, eine hohe 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 eher zurückgestuft wird. Dennoch ist für eine Steigerung der Attraktivität des Umstieges auf den umweltfreundlichen ÖPNV 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 und 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. Im Bereich Fahrrad- und Fußgängerverkehr sind neben der bereits zuvor erwähnten Infrastruktur- und Serviceverbesserung (u.a. 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.

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.

Ein weiterer Anreiz, wesentlich weniger Kilometer mit dem eigenen Auto zu fahren, bietet das Car-Sharing. Hierunter können sowohl 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 – d.h. 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.

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 % reduzieren¹. Dies lässt sich unter anderem durch Direkteinspritzung, Einspritzdruck, Hubraumverkleinerung und Ventilsteuerung der Aggregate erzielen.

¹ Minderungspotenziale basieren auf Vergleich mit einem heutigen Standardmotor (Vierzylinder-Aggregate mit zwei Liter Hubraum, Leistung von 100 kW/136 PS)



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-Stopp-Technik kommt ein Benziner mit 22 % weniger Treibstoff aus als ein vergleichbares Modell ohne diese Technik (Die Zeit, 2010).

Eine weitere Möglichkeit bietet 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 scheint mittelfristig insbesondere für Einsatzprofile im PKW-Kurzstrecken- und Mittelstreckenverkehr zu liegen.

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 öffentlichem Parkraum. Der finanzielle Aspekt ist ein wesentlicher Grund für die Bildung von Fahrgemeinschaften. Die Verteilung hoher Betriebskosten auf mehrere Personen bietet 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 kann eine firmeninterne Fahrtenvermittlung bewirken 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 CO₂-Minderungspotenziale nur sehr schwer quantifizierbar.

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, Fahrstress, Unfallhäufigkeit sowie einen Rückgang von Unfallfolgen.



Zur Berechnung von CO₂-Minderungspotenzialen ist als Ausgangsgröße das Geschwindigkeitsverhalten der FahrerInnen auf den Straßen im Untersuchungsgebiet erforderlich, das heißt welche Strecken mit welcher Geschwindigkeit zurückgelegt werden. Eine quantifizierbare Aussage beziehungsweise belastbare Berechnungen liegen demnach nicht vor.

4.6.2 Szenarien / Entwicklungen im 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:

Das Trendszenario und das Klimaschutzszenario. Beide Betrachtungen liegen der Studie „Modell Deutschland“ (Prognos ; Öko Institut e.V., 2009) zu Grunde. Für die zwei Szenarien wurde jeweils eine eigene Berechnung durchgeführt.

Das Trendszenario stützt sich auf eine Fortsetzung der heutigen Energie- und Klimaschutzpolitik. Nach (Prognos AG & 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 Innovationsszenario 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 den drei Gemeinden übertragen.

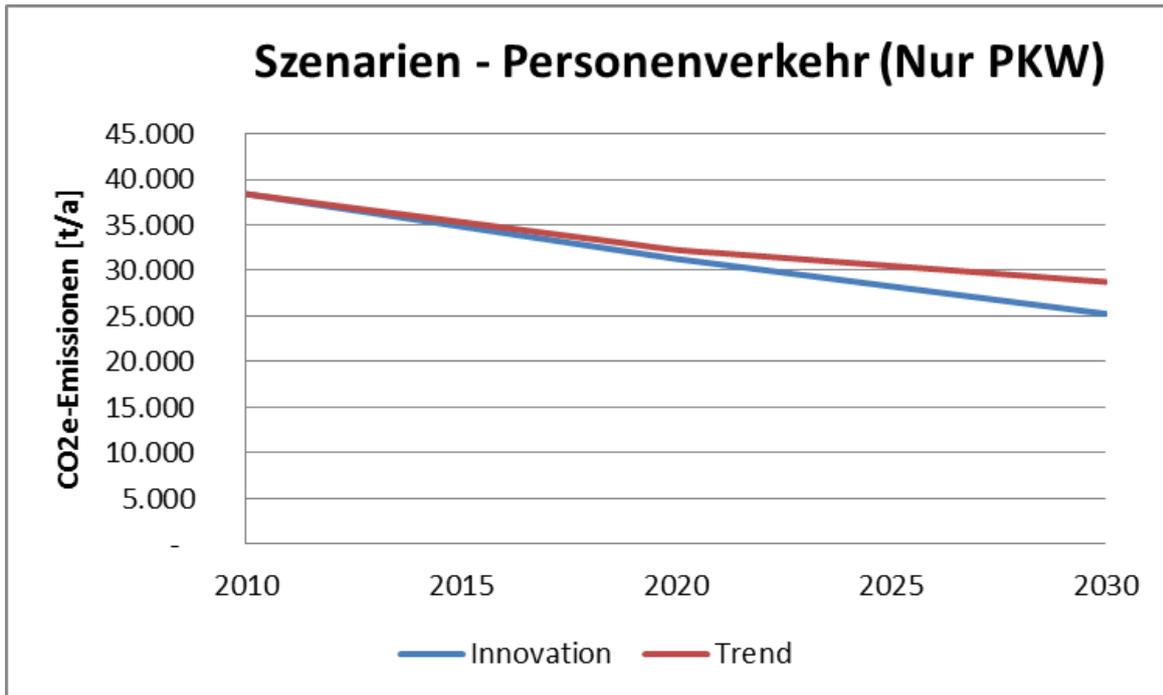


Abbildung 4-42 Szenarien Mobilität

Im Trendszenario reduziert sich der CO₂e-Ausstoß der PKW im Untersuchungsgebiet um 16 % bis 2020, ca. 6.000 t/a, und um 25 % bis 2030, ca. 10.000 t/a.

Im Innovationsszenario reduziert sich der CO₂e-Ausstoß der PKW im Untersuchungsgebiet um 19 % bis 2020, ca. 7.000 t/a, und um 34 % bis 2030, ca. 13.000 t/a.

4.7 Ausbau Kraft-Wärme-Kopplung

Seit dem Jahr 2000 bis Ende 2011 wurden sieben Mini-KWK-Anlagen im Untersuchungsgebiet installiert, zwei in Hohenstein, zwei in Aarbergen und drei in Heidenrod. Fünf werden mit Erdgas betrieben, zwei mit Heizöl. Insgesamt ist eine elektrische Leistung von 42 kW_{el} und eine thermische Leistung von knapp 95 kW_{th} installiert. Die Stromerzeugung kann auf etwa 250 MWh_{el}/a abgeschätzt werden, was knapp 0,6 % des Stromverbrauchs in den drei Gemeinden entspricht. Ein großer Teil des Stroms wird direkt verbraucht und nicht ins Netz eingespeist. Die in den KWK-Anlagen eingesetzte Brennstoffmenge kann auf etwa 950 MWh_f/a abgeschätzt werden, was unter 0,5 % des gesamten Brennstoffeinsatzes liegt.

Tabelle 4-26 stellt eine Übersicht über die bisher im Untersuchungsgebiet installierten KWK-Anlagen dar.



Tabelle 4-26 KWK-Anlagen im Untersuchungsgebiet

Standort	kW _{el}	kW _{th}	Inbetriebnahme	eingesetzter Brennstoff in %	
				Erdgas	Heizöl
Aarbergen	5,5	12,5	21.01.2000	100	
Heidenrod	5,3	10,5	24.05.2002		100
Heidenrod	10,0	24,0	01.08.2002	100	
Hohenstein	5,3	10,5	05.11.2002		100
Heidenrod	5,0	12,3	11.02.2003	100	
Hohenstein	5,5	12,5	09.12.2004	100	
Aarbergen	5,5	12,5	27.04.2011	100	
Summe	42,1	94,8			

Es besteht noch Ausbaupotenzial. So soll z. B. mit dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG, 2012) in Deutschland bis 2020 der Anteil des KWK-Stroms an der Netto-Stromerzeugung auf 25 % erhöht werden. Inwiefern sich der Zubau weiterer KWK-Anlagen im Untersuchungsgebiet darstellen lässt, wird in einem Szenario entwickelt, das sich aus dem bisherigen Zubautrend ableitet.

Es ist nicht zu erwarten, dass in der ländlichen Region des Untersuchungsgebietes die KWK eine sehr bedeutende Rolle spielen wird und dass die bundesweiten Ausbauziele auf die Region übertragen werden können.

Daher wird der bisherige Ausbautrend seit dem Jahr 2000 für die Szenarioentwicklung herangezogen.

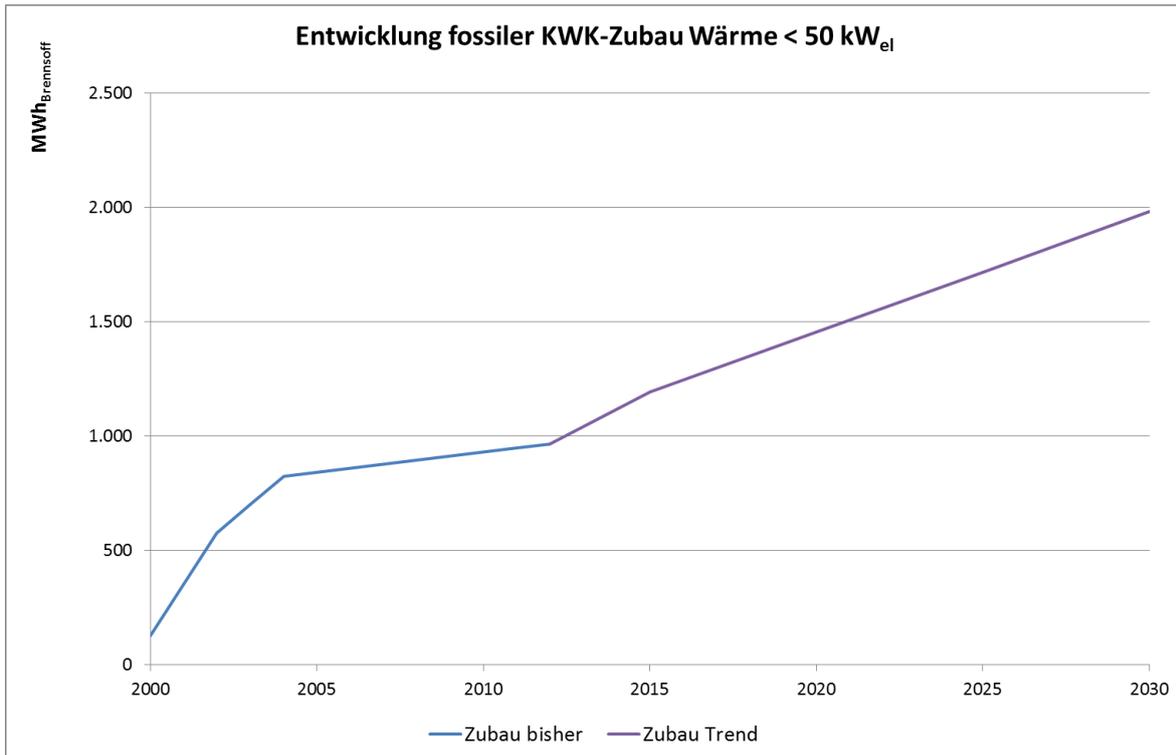


Abbildung 4-43 stellt die mögliche Entwicklung des Brennstoffverbrauchs in KWK-Anlagen im Untersuchungsgebiet dar. 2020 liegt er bei knapp 1.500 MWh_f/a und 2030 bei rund 2.000 MWh_f/a, was weniger als 1 % des bisherigen Brennstoffverbrauchs in den drei Gemeinden entspricht.

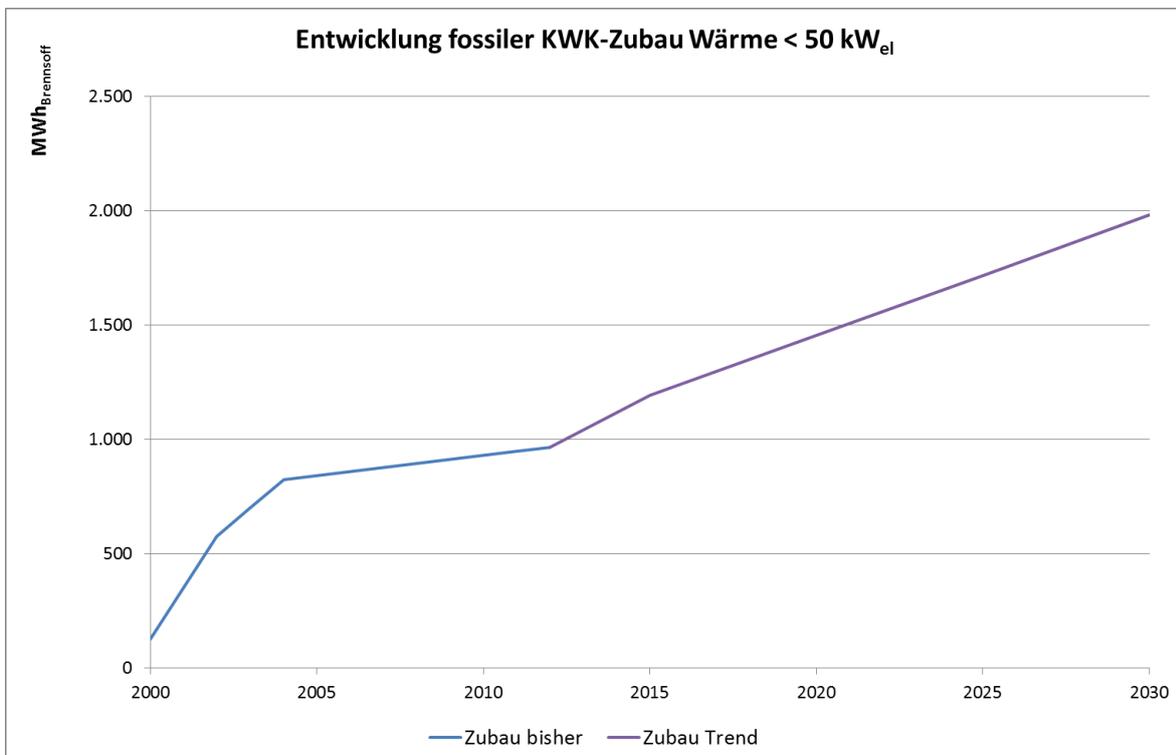


Abbildung 4-43: Entwicklung des Endenergieverbrauchs Mini-KWK



Hinsichtlich der vermiedenen CO₂e-Emissionen durch den Einsatz des Brennstoffes in KWK-Anlagen kann eine Gutschrift ausgewiesen werden. Für die Gutschrift wird angenommen, dass die KWK-Wärme CO₂e-Emissionen von Erdgaskesseln und KWK-Strom CO₂e-Emissionen des deutschen Kraftwerksmix vermeidet.

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass im Jahr 2011 eine Gutschrift von etwa 90 t/a CO₂e-Emissionen ausgewiesen werden kann. Das entspricht weniger als 0,1 % des gesamten CO₂e-Ausstoßes der Gemeinden. Bis 2030 könnte die Gutschrift 190 t/a betragen, was dann 0,1 % des aktuellen CO₂e-Ausstoßes der Gemeinde entspricht.

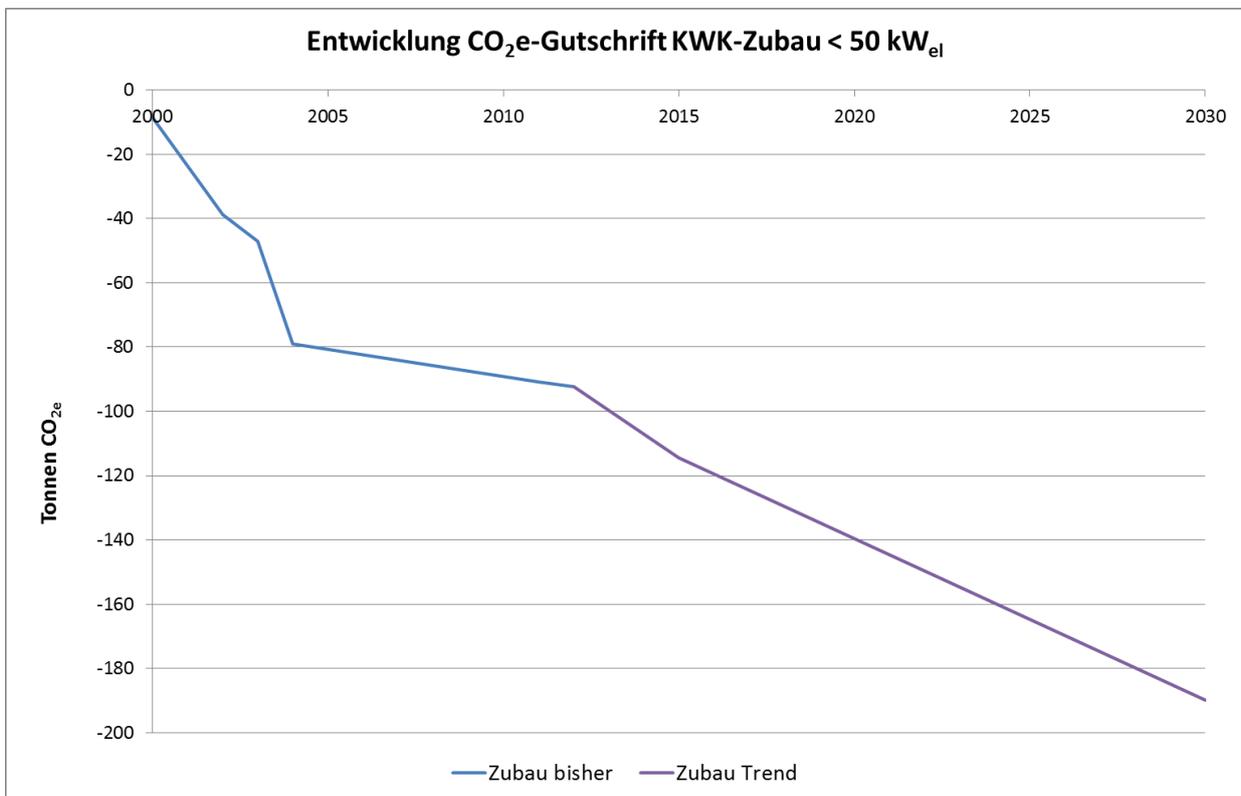


Abbildung 4-44: Entwicklung CO₂e-Gutschrift KWK Ausbau



4.8 Zusammenfassung der Einsparpotenziale zur Energieeffizienz und Energieeinsparung

In Tabelle 4-27 sind für alle Sektoren die Einsparpotenziale und das Zielszenario 2020 zusammenfassend dargestellt. Die CO₂e-Emissionseinsparung ist bei der Darstellung des Zielszenarios 2020 schon mit der Entwicklung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien bundesweit sowie im Untersuchungsgebiet verknüpft, was zu geringeren spezifischen CO₂e-Emissionskennwerten führt. Bei der Darstellung der Einsparpotenziale wird diese Entwicklung nicht berücksichtigt.

Tabelle 4-27 Zusammenfassung der Szenarien auf Basis der Jahre 2020 und 2030

Bereich	Sektor	Ist-Bilanz 2011		Zielszenario 2020			Einsparpotenzial	
		Endenergie [MWh _r /a]	CO ₂ e-Emissionen [t/a]	Endenergie [MWh _r /a]	CO ₂ e-Emissionen [t/a]	CO ₂ e-Einsparung (%)	Endenergie [MWh _r /a]	CO ₂ e-Emissionen [t/a]
Wärme	Private Haushalte	175.800	52.000	152.700	41.200	20,8%	120.700	35.700
	GHD und Industrie	28.900	9.700	26.700	9.000	7,2%	13.200	4.400
	öffentliche Einrichtungen	4.600	1.500	4.200	1.300	13,3%	1.500	500
Strom	Private Haushalte	18.000	10.000	17.400	5.800	42,0%	3.600	2.000
	GHD und Industrie	45.300	27.800	43.700	14.600	47,5%	1.400	900
	öffentliche Einrichtungen	3.800	2.300	3.400	1.100	52,2%	500	300
Verkehr	gesamt	208.000	80.000	191.300	72.900	8,9%	16.700	6.400
Summe	gesamt	484.400	183.300	439.400	145.900	20,4%	157.600	50.200



5 Teilkonzept „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare Energien –Potenziale“

5.1 Energie- und CO₂e-Bilanz Erneuerbare Energien

Die Bilanzierung für das Teilkonzept „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare Energien-Potenziale“ baut auf der Bilanzierung des integrierten Klimaschutzkonzepts (Kapitel 3) auf.

Tabelle 5-1 gibt eine Übersicht über den Endenergieverbrauch und die CO₂e-Emissionen in den drei Gemeinden im Wärmebereich.

Tabelle 5-1 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Wärme

Energieträger	Endenergieverbrauch [MWhf/a]	CO₂e-Emissionen [t/a]
Erdgas	84.100	24.500
Heizöl	84.400	31.700
Flüssiggas	60	20
Kohle	320	140
Scheitholz	25.600	570
Holzhackschnitzel	120	3
Holzpellets	2.800	70
Solarthermie	1.000	40
Nahwärme	330	50
Strom Wärmeversorgung	7.000	4.000
Strom Wärmepumpen	800	400
Summe	206.500	61.500

Der Anteil der verschiedenen Energieträger und der Erneuerbaren Energien wird in Abbildung 5-1 und Abbildung 5-2 veranschaulicht.

Der Anteil der Biomasse in Form von Scheitholz ist mit 12 % überdurchschnittlich hoch. Die Region ist sehr walddreich. Es gibt sehr viele Selbstwerber. Das zuständige Forstamt Bad Schwalbach konnte genaue Daten zu den Mengen zur Verfügung stellen, die im Jahr 2011 als Brennholz erworben wurden.

Die restlichen Wärmeversorgungstechniken, die Erneuerbare Energien nutzen, wie Solarthermie, Wärmepumpen, Holzpellets-/Hackschnitzelheizungen, spielen eine untergeordnete Rolle. Deren Anteil liegt zumeist unter 1 %.



Insgesamt haben die Erneuerbaren Energien einen Anteil von knapp 15 % am Wärmeverbrauch in den drei Gemeinden und von rund 2 % an den damit verbundenen CO₂e-Emissionen.

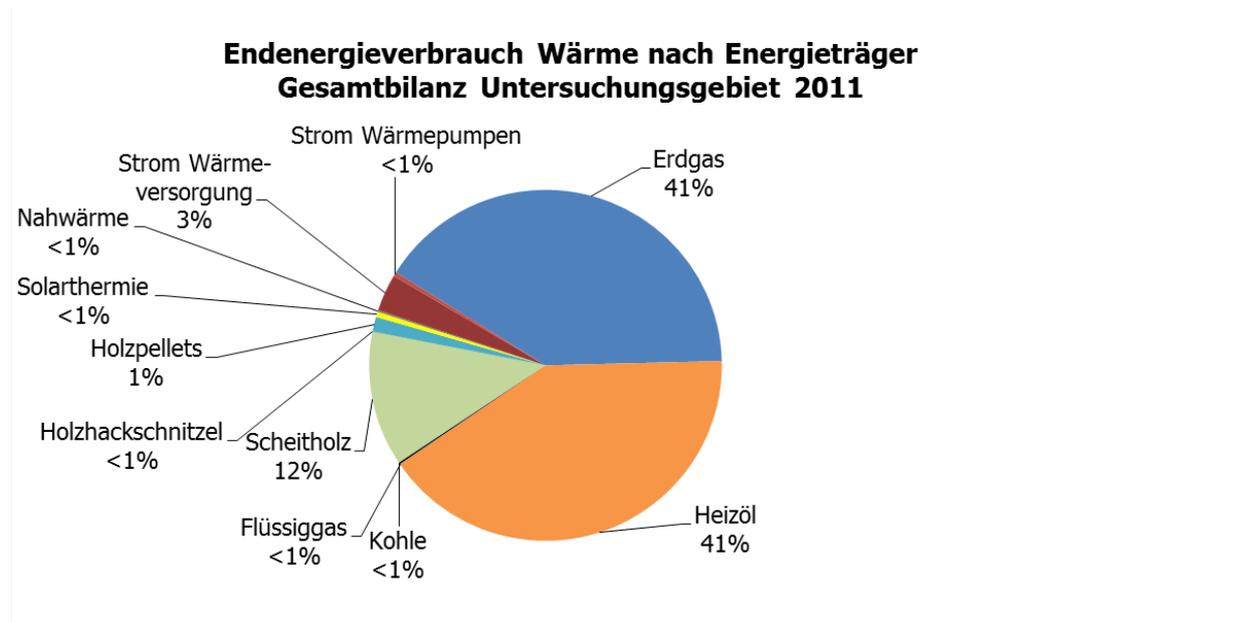


Abbildung 5-1: Endenergieverbrauch nach Energieträger, Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011

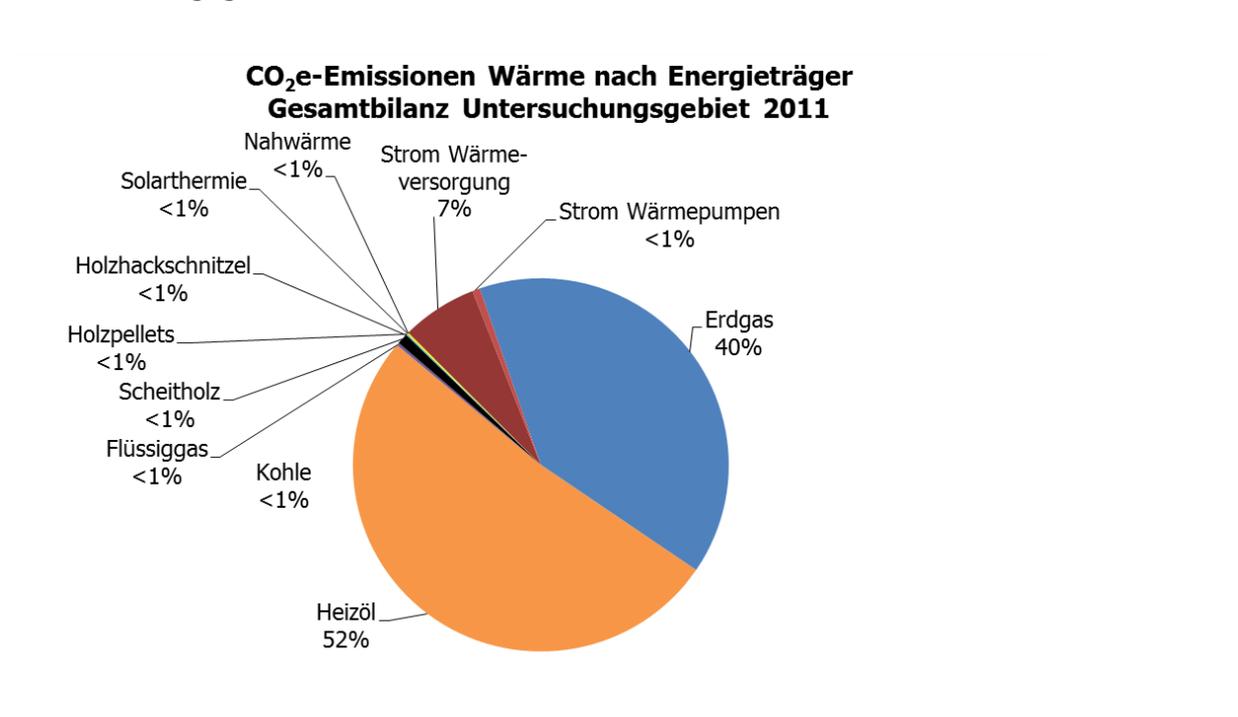


Abbildung 5-2: CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Untersuchungsgebiet 2011



Die nachfolgenden Tabellen stellen die Situation des Ausbaus Erneuerbarer Energien im Strombereich in den drei Gemeinden zum Stand 31.12.2011 dar. Sie enthalten Angaben zur Anlagenzahl, der installierten Leistung und der ins Netz des Verteilnetzbetreibers Syna GmbH eingespeisten Strommenge.

Tabelle 5-2 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, Gemeinde Aarbergen

Aarbergen	Solar	Wind	Wasserkraft	Biomasse
Anlagenzahl	94	1	1	0
Leistung [kW _{el}]	1.153	225	30	0
Stromertrag 2011 [kWh _{el} /a]	950.000	209.000	90.000	0

Der Anteil des aus Erneuerbaren Energien erzeugten Stroms in Höhe von rund 1,25 Mio. kWh_{el}/a liegt, bezogen auf den Stromverbrauch in der Gemeinde Aarbergen, bei rund 3 %. Der größte Beitrag kommt von der Solarenergie mit 94 Photovoltaikanlagen und einer installierten Nennleistung von insgesamt 1.153 kW_{el}.

Tabelle 5-3 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, Gemeinde Heidenrod

Heidenrod	Solar	Wind	Wasser	Biomasse
Anlagenzahl	132	9	0	0
Leistung [kW _{el}]	2.750	4.500	0	0
Stromertrag 2011 [kWh _{el} /a]	2.700.000	4.235.000	0	0

Der Anteil des aus Erneuerbaren Energien erzeugten Stroms in Höhe von rund 7 Mio. kWh_{el}/a liegt, bezogen auf den Stromverbrauch in der Gemeinde Heidenrod, bei rund 35 %. Den größten Teil liefern die neun Windkraftanlagen mit je 500 kW_{el} Leistung.



Tabelle 5-4 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, Gemeinde Hohenstein

Hohenstein	Solar	Wind	Wasser	Biomasse
Anlagenzahl	89	2	0	0
Leistung [kW _{el}]	1.300	1.600	0	0
Stromertrag 2011 [kWh _{el} /a]	976.000	1.740.000	0	0

Der Anteil des aus Erneuerbaren Energien erzeugten Stroms in Höhe von rund 2,7 Mio. kWh_{el}/a liegt, bezogen auf den Stromverbrauch in der Gemeinde Hohenstein, bei rund 16 %. Den größten Teil liefern die zwei Windkraftanlagen mit je 800 kW_{el} Leistung.

Im gesamten Untersuchungsgebiet lag 2011 der Anteil der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien gegenüber dem Stromverbrauch bei rund 14 %. Davon lieferte die Windenergie 57 %, die Photovoltaik 42 % und die Wasserkraft 1 %.

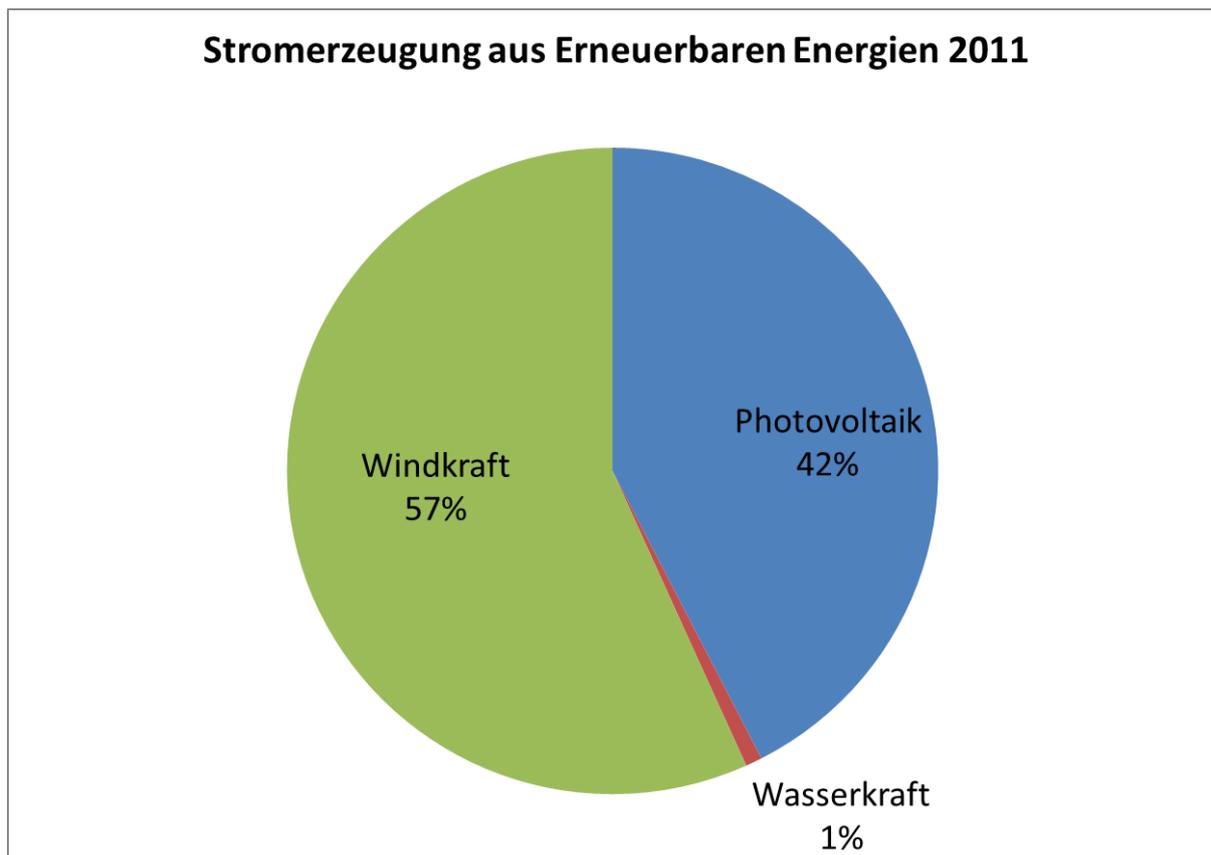


Abbildung 5-3 Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien im gesamten Untersuchungsgebiet



5.2 Potenzielle Windenergie

Die Windenergie gehört zu den am längsten vom Menschen genutzten Energieformen. Zuerst stand die Nutzung des Windes zur Fortbewegung im Vordergrund, später die mechanische Nutzung als Windpumpe oder Windmühle. Inzwischen wird die Windenergie vor allem zur Stromerzeugung genutzt. Dabei wird die kinetische Energie des Windes mit den Rotorblättern des Windrades in mechanische Energie und dann über einen Generator in elektrische Energie umgewandelt.

Den größten Einfluss auf die Energie, die dem Wind entnommen werden kann, haben die Windgeschwindigkeit und die Rotorfläche. Daher geht die Tendenz bei der Weiterentwicklung von Windkraftanlagen zu Anlagen mit immer größeren Rotorblättern und immer höheren Türmen.

Moderne Windkraftanlagen haben heute zum Teil Rotordurchmesser von mehr als 100 m und erreichen Nabenhöhen von 135 m und mehr. Die durchschnittliche installierte Leistung pro Windrad lag 2011 zwischen 2 und 3 Megawatt (MW_{el}). Die leistungsstärksten Windkraftanlagen erreichen eine Spitzenleistung von 7,5 MW_{el} . Der jährliche Stromertrag einer Windkraftanlage mit einer Leistung von 2 MW_{el} sollte bei 4 Mio. kWh_{el}/a und mehr liegen, bei einer Windkraftanlage mit einer Leistung von 3 MW_{el} bei 6 Mio. kWh_{el}/a und mehr.

5.2.1 Ist-Situation in den Gemeinden

In allen drei Gemeinden wird bisher Windenergie zur Stromerzeugung genutzt, allerdings in stark unterschiedlicher Intensität.

In Hohenstein sind bislang 2 Windkraftanlagen mit je 800 kW_{el} Leistung installiert. Sie befinden sich an der L 3274 zwischen Breithardt und Strinz-Margarethä. Deren Stromerzeugung erreichte 2011 1,7 Mio. kWh_{el}/a , was etwa 10 % des Stromverbrauchs in der Gemeinde entspricht.

In Heidenrod sind bereits 9 Windkraftanlagen mit insgesamt 4.500 kW_{el} Leistung installiert. 7 davon befinden sich östlich von Kemel, in der Nähe des Naturenergieparks Heidenrod und 2 südlich von Zorn. Deren Stromerzeugung erreichte 2011 4,2 Mio. kWh_{el}/a , was rund 21 % des Stromverbrauchs in der Gemeinde entspricht.

Die 7 Windkraftanlagen bei Kemel werden aktuell repowert und durch 3 Anlagen mit höherer Leistung von 2 bzw. 3 MW_{el} ersetzt. Des Weiteren werden auf dem Gelände des Naturenergieparks Heidenrod 2 weitere Windkraftanlagen mit drei MW_{el} errichtet. In Aarbergen gibt es bisher eine Windkraftanlage mit einer Leistung von 225 kW_{el} . Deren Stromerzeugung erreichte im Jahr 2011 ca. 209.000 kWh_{el}/a , was knapp 0,5 % des Stromverbrauchs in der Gemeinde entspricht.



5.2.2 Rahmenbedingungen

Windkraftanlagen im Außenbereich sind nach § 35 Baugesetzbuch als privilegierte Bauvorhaben im Außenbereich zulässig. Eine Steuerung der Errichtung von Windkraftanlagen ist auf kommunaler und regionaler Ebene über die Ausweisung von Vorrangflächen in Bauleit- bzw. Regionalplänen möglich.

Für die Bauleitplanung, den Flächennutzungsplan und den Bebauungsplan ist die Gemeinde zuständig. Regionalpläne werden von der Regionalplanung, hier Regionalversammlung Südhessen, erstellt. Vorgaben liefert das von der obersten Planungsbehörde (Ministerien) erstellte Landesentwicklungsprogramm.

Das Landesentwicklungsprogramm Hessen 2000 ist hinsichtlich der Vorgaben zur Nutzung der Windenergie in Überarbeitung. Es gibt einen Kabinettsbeschluss vom 18.06.2012. Berücksichtigung finden darin auch die Ziele und Beschlüsse des hessischen Energiegipfels wie die Ausweisung von 2 % der Landesfläche als Vorrangfläche für Windenergienutzung.

Der Regionalplan/Regionale Flächennutzungsplan für Südhessen ist in Überarbeitung. Bei der Potenzialanalyse wird der Entwurf zum Stand vom 29.06.2012 berücksichtigt, der auch einen Abstands- und Ausschlusskriterienkatalog enthält.

Weitere Grundlage für die Potenzialanalyse ist die gemeinsame Handlungsempfehlung des hessischen Wirtschafts- und des hessischen Umweltministeriums zu Abständen von raumbedeutsamen Windenergieanlagen zu schutzwürdigen Räumen und Einrichtungen.

Auf Gemeindeebene gibt es in allen drei Gemeinden planerische Aktivitäten hinsichtlich des Ausbaus der Windenergie.

In Heidenrod gab es am 22.01.2012 einen Bürgerentscheid zur Errichtung von Windkraftanlagen mit folgender Frage: „Sind Sie dafür, dass zur Erzeugung umweltfreundlicher, erneuerbarer Energie und zur Verbesserung der Einnahmesituation der Gemeinde nordöstlich der B 260 zwischen dem Egenrother Stock und der Landesgrenze bei Holzhausen Großwindkraftanlagen errichtet werden?“

Die Frage wurde von 88 % der abgegebenen Stimmen mit „ja“ beantwortet. Der Bürgerentscheid wurde in Folge eines Bürgerbegehrens durchgeführt.

Basis für die Potenzial- und Ertragsanalyse ist die Windressourcenkarte Hessen, die von der TÜV Süd Industrie Service GmbH im Auftrag des hessischen Umweltministeriums erstellt wurde. Sie stellt die modellierte, durchschnittliche Windgeschwindigkeit auf einer Höhe von 140 m über Grund dar.

Es wurde eine Restriktionsanalyse durchgeführt, die die Vorgaben des Entwurfs des Regionalplans Südhessen zum Stand vom 29.06.2012 sowie die gemeinsame Handlungsempfehlung des hessischen Wirtschafts- und des hessischen



Umweltministeriums zu Abständen von raumbedeutsamen Windenergieanlagen zu schutzwürdigen Räumen und Einrichtungen berücksichtigt.

Diskutiert wurde zur Zeit der Bearbeitung der Potenzialanalyse die Forderung der Deutschen Flugsicherung nach einem Schutzradius für Navigations- und Radaranlagen (Funkfeuer) gegenüber Windkraftanlagen von bis zu 15 km. Diese Forderung ist in der Potenzialanalyse nicht berücksichtigt. Bei Durchsetzung dieser Forderung wird ein beachtlicher Teil der Potenzialflächen wegfallen.

Die in der Potenzialanalyse ermittelten Eignungsflächen haben eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von mindestens 6 m/s auf 140 m Höhe gemäß der Windressourcenkarte Hessen.

Die Potenzialberechnung wurde anhand einer modernen Windkraftanlage mit einer Nennleistung von 3 MW_{el} und einem Rotordurchmesser von 100 m durchgeführt. Bei der schematischen Belegung der Potenzialflächen mit Windkraftanlagen zur Potenzialbestimmung wurden folgende Abstände zwischen den Windkraftanlagen angenommen: 5-facher Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung und 3-facher Rotordurchmesser in Nebenwindrichtung.

Um die wirtschaftliche und genehmigungsrechtliche Realisierbarkeit der einzelnen Standorte zu bewerten, bedarf es jedoch zusätzlich einer standortbezogenen Einzelfallprüfung. Dabei müssen die Kosten für den Netzanschluss und die Erschließung des Standorts ermittelt, sowie Prognosen der Schall- und Schattenimmissionen und der konkreten Umweltauswirkungen am Standort erstellt werden.

5.2.3 Ergebnisse der Potenzialanalyse Gemeinde Hohenstein

Abbildung 5-4 zeigt die Restriktionskarte für die Gemeinde Hohenstein, erstellt auf Basis der zuvor genannten Kriterien.

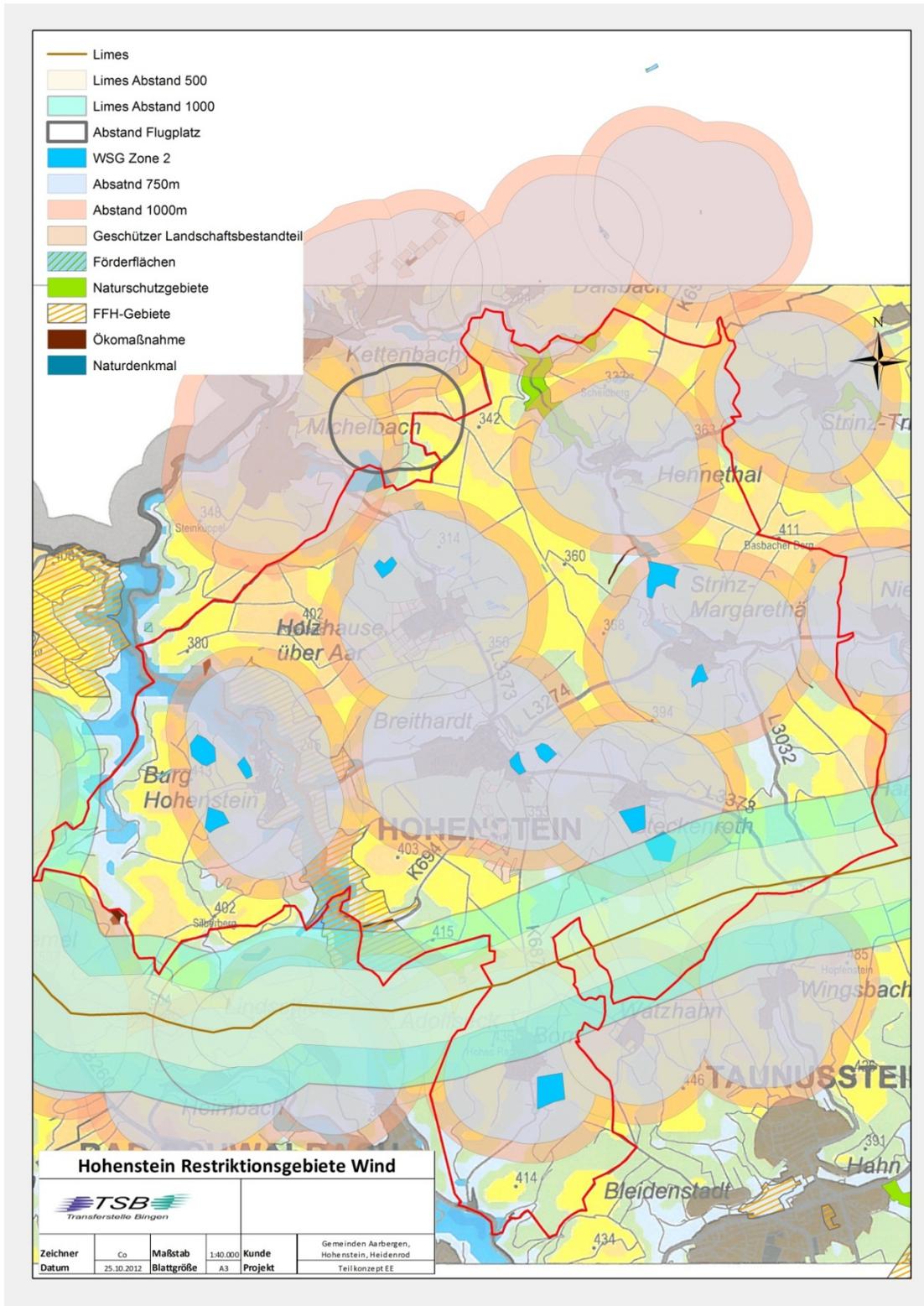


Abbildung 5-4 Restriktionskarte Gemeinde Hohenstein



Abbildung 5-5 stellt die Potenzialflächen im Gemeindegebiet Hohenstein unter Berücksichtigung eines 1.000 m-Abstands zu Siedlungsflächen dar.

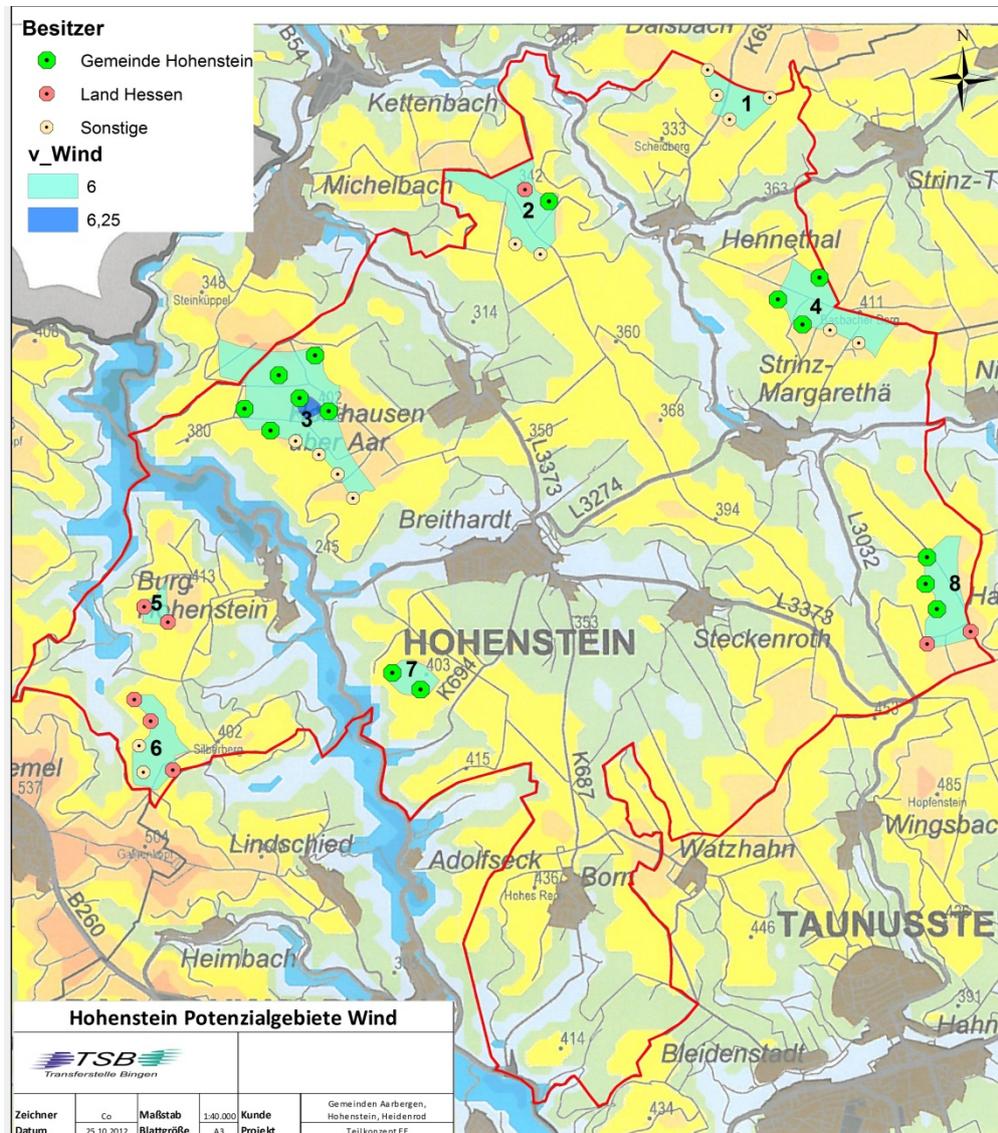


Abbildung 5-5 Potenzialflächen Gemeinde Hohenstein

In der Potenzialanalyse können im Gemeindegebiet Hohenstein 8 Potenzialflächen mit einer Größe von insgesamt rund 410 ha ermittelt werden. Das entspricht rund 6 % der Gemeindefläche. Auf den Flächen können etwa 37 Windkraftanlagen mit insgesamt 111 MW_{el} errichtet werden. Die jährliche Stromerzeugung lässt sich auf etwa 220 Mio. kWh_{el}/a beziffern. Das ist etwa das 14-fache des jährlichen Stromverbrauchs in der Gemeinde. In Tabelle 5-5 sind die Ergebnisse der Potenzialermittlung noch einmal zusammengestellt.



Tabelle 5-5 Übersicht Windkraftpotenziale der Gemeinde Hohenstein

Potenzialfläche	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Fläche [ha]	Anzahl WKA	Leistung [MW _{el}]	Volllaststunden [h/a]	Stromertrag [MWh _{el} /a]
1	6,00	27	4	12	2.000	24.000
2	6,00	59	4	12	2.000	24.000
3	6,03	132	10	30	2.015	60.450
4	6,00	58	5	15	2.000	30.000
5	6,00	10	2	6	2.000	12.000
6	6,00	38	5	15	2.000	30.000
7	6,00	16	2	6	2.000	12.000
8	6,00	69	5	15	2.000	30.000
Summe	6,00	409	37	111	2.002	222.450

Die Grundstücke der Potenzialfläche 1 befinden sich komplett in privatem Besitz.

Die Potenzialfläche 2 liegt zum Teil noch innerhalb der Platzrunde des Segelflugplatzes Aarbergen-Michelbach. Dies wurde bei der Belegung der Fläche mit Windkraftanlagen berücksichtigt.

Für den Bereich der Potenzialfläche 3 gibt es eine gemeinsame Absichtserklärung mit der Gemeinde Aarbergen, dort gemeindegrenzenübergreifend einen Windpark zu errichten.

Potenzialfläche 6 befindet sich bereits in der Planungsphase. Die juwi wind GmbH aus Wörrstadt ist als Projektentwickler dort aktiv.

5.2.4 Ergebnisse der Potenzialanalyse – Gemeinde Heidenrod

Abbildung 5-6 zeigt die Restriktionskarte für die Gemeinde Heidenrod, erstellt auf Basis der zuvor genannten Kriterien.

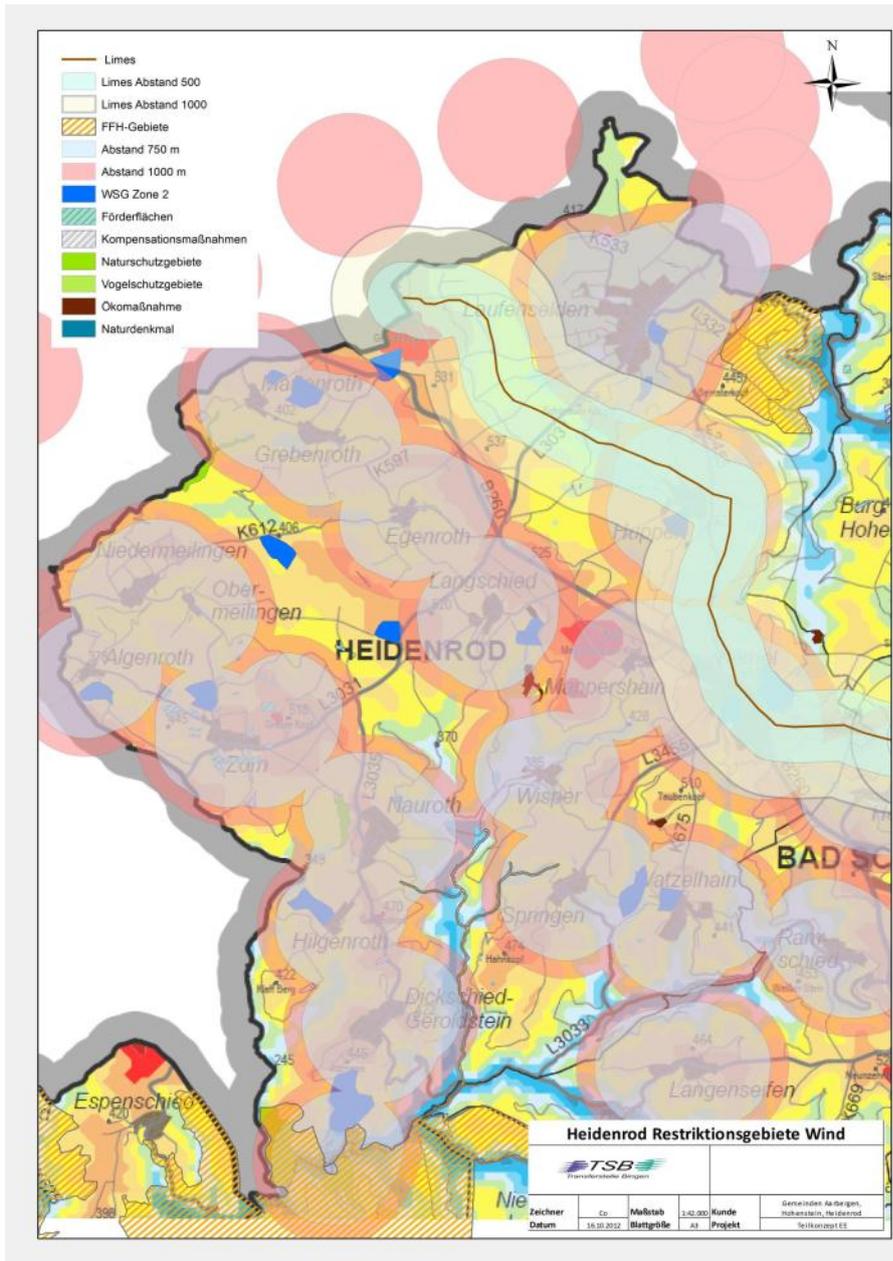


Abbildung 5-6 Restriktionskarte Gemeinde Heidenrod

Abbildung 5-7 stellt die Potenzialflächen im Gemeindegebiet Heidenrod unter Berücksichtigung eines 1.000 m-Abstands zu Siedlungsflächen dar.

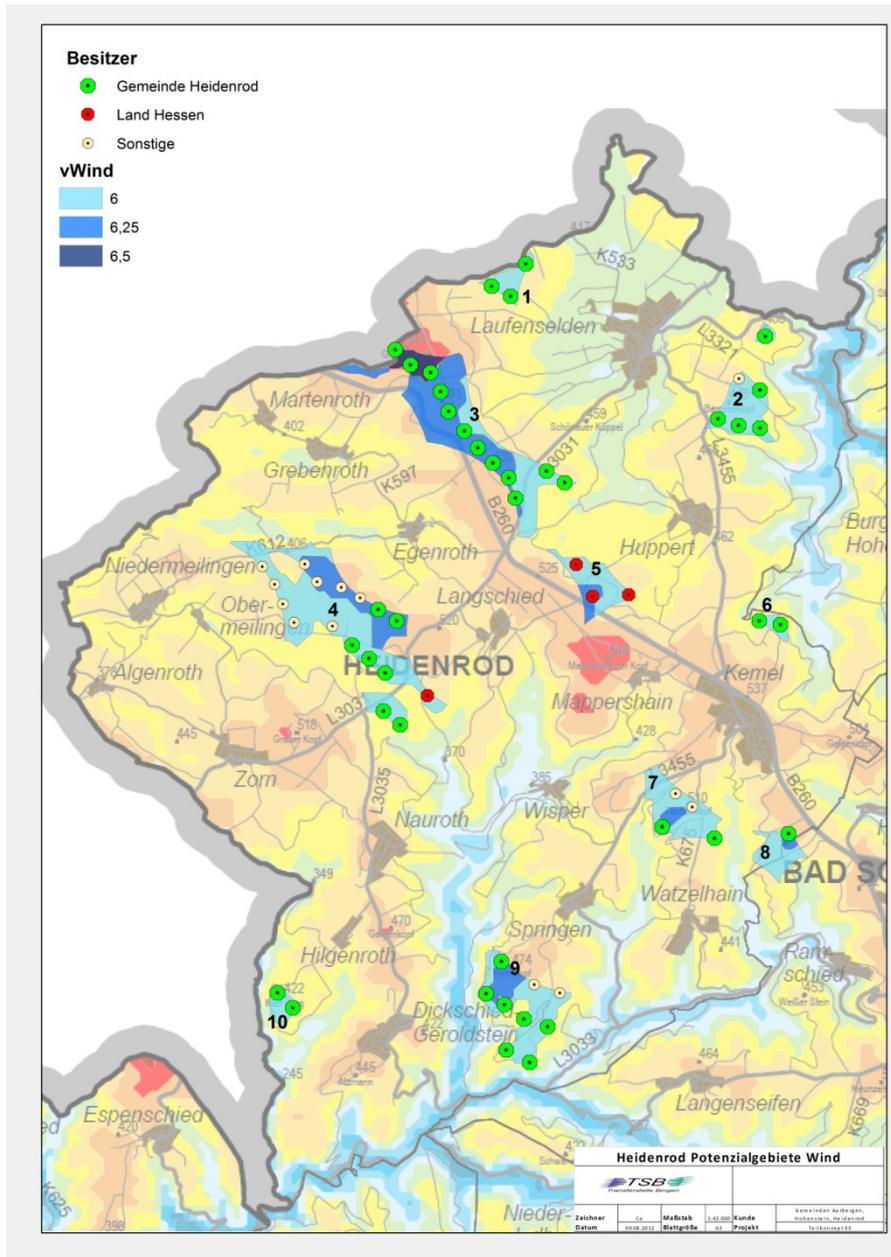


Abbildung 5-7 Potenzialflächen Gemeinde Heidenrod

In der Potenzialanalyse können im Gemeindegebiet Heidenrod zehn Potenzialflächen mit einer Größe von insgesamt rund 714 ha ermittelt werden. Das entspricht rund 7,5 % der Gemeindefläche. Auf den Flächen können etwa 59 Windkraftanlagen mit insgesamt 177 MW_{el} errichtet werden. Die jährliche Stromerzeugung lässt sich auf rund 360 Mio. kWh_{el}/a beziffern. Das ist etwa das 18-fache des jährlichen Stromverbrauchs in der Gemeinde. In Tabelle 5-6 sind die Ergebnisse der Potenzialermittlung noch einmal zusammengestellt.



Tabelle 5-6 Übersicht Windkraftpotenziale der Gemeinde Heidenrod

Potenzialfläche	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Fläche [ha]	Anzahl WKA	Leistung [MW _{el}]	Volllaststunden [h/a]	Stromertrag [MWh _{el} /a]
1	6,00	18	3	9	2.000	18.000
2	6,00	54	6	18	2.000	36.000
3	6,27	183	12	36	2.163	77.850
4	6,10	211	17	51	2.053	104.700
5	6,08	44	3	9	2.050	18.450
6	6,00	8	2	6	2.000	12.000
7	6,06	64	4	12	2.038	18.450
8	6,25	31	1	3	2.150	6.450
9	6,08	85	9	27	2.050	55.350
10	6,00	15	2	6	2.000	12.000
Summe	6,09	714	59	177	2.030	359.250

Der in Folge eines Bürgerbegehrens in der Gemeinde Heidenrod durchgeführte Bürgerentscheid vom 22.01.2012 betrifft zum Teil die Potenzialfläche 3. Die Flächen sind komplett in Besitz der Gemeinde Heidenrod.

Ein großer Teil der Potenzialfläche 4 befindet sich in privatem Besitz.

Potenzialfläche 5 liegt komplett auf Flächen des Landes Hessen (Staatsforst).

Potenzialfläche 7 (Taubenkopf) wurde in der Gemeindevertretung schon einmal diskutiert und darin als Windkraftstandort abgelehnt.

Die Potenzialflächen 6, 8 und 10 sind als sehr klein einzustufen. Sie wären nur mit einzelnen Anlagen belegbar, was den Konzentrationsbestrebungen bei der Planung von Windkraftanlagen widerspricht.

5.2.5 Ergebnisse der Potenzialanalyse – Gemeinde Aarbergen

Abbildung 5-8 zeigt die Restriktionskarte für die Gemeinde Aarbergen, erstellt auf Basis der zuvor genannten Kriterien.

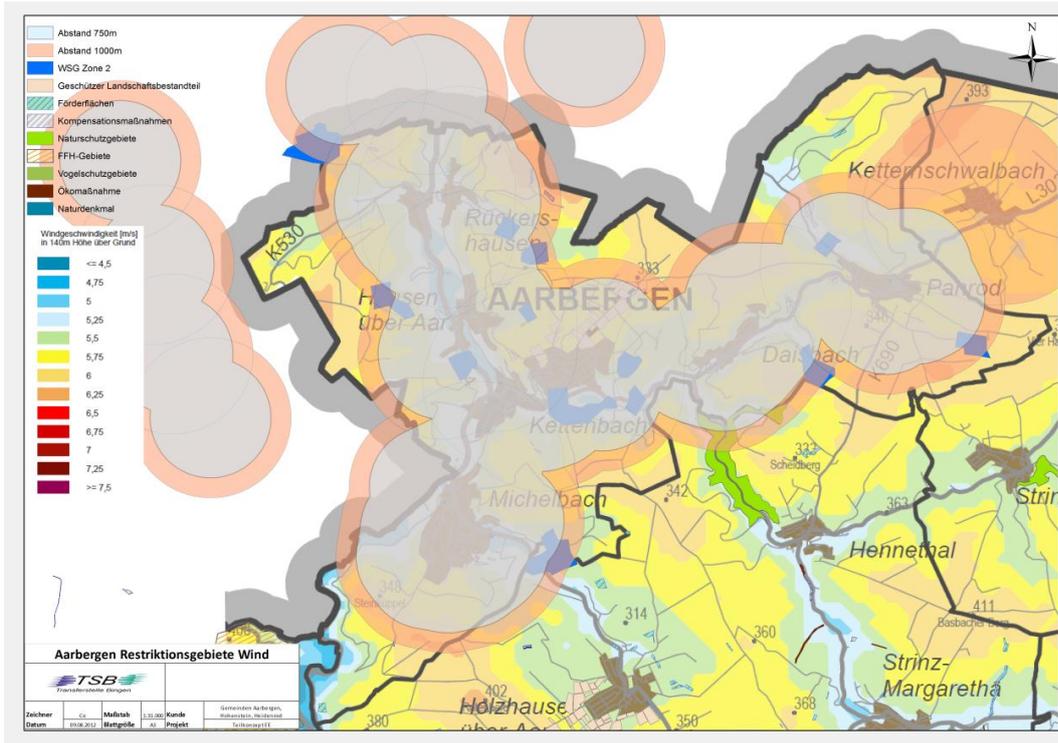


Abbildung 5-8 Restriktionskarte Gemeinde Aarbergen

Abbildung 5-9 stellt die Potenzialflächen im Gemeindegebiet Aarbergen unter Berücksichtigung eines 1.000 m-Abstands zu Siedlungsflächen dar.

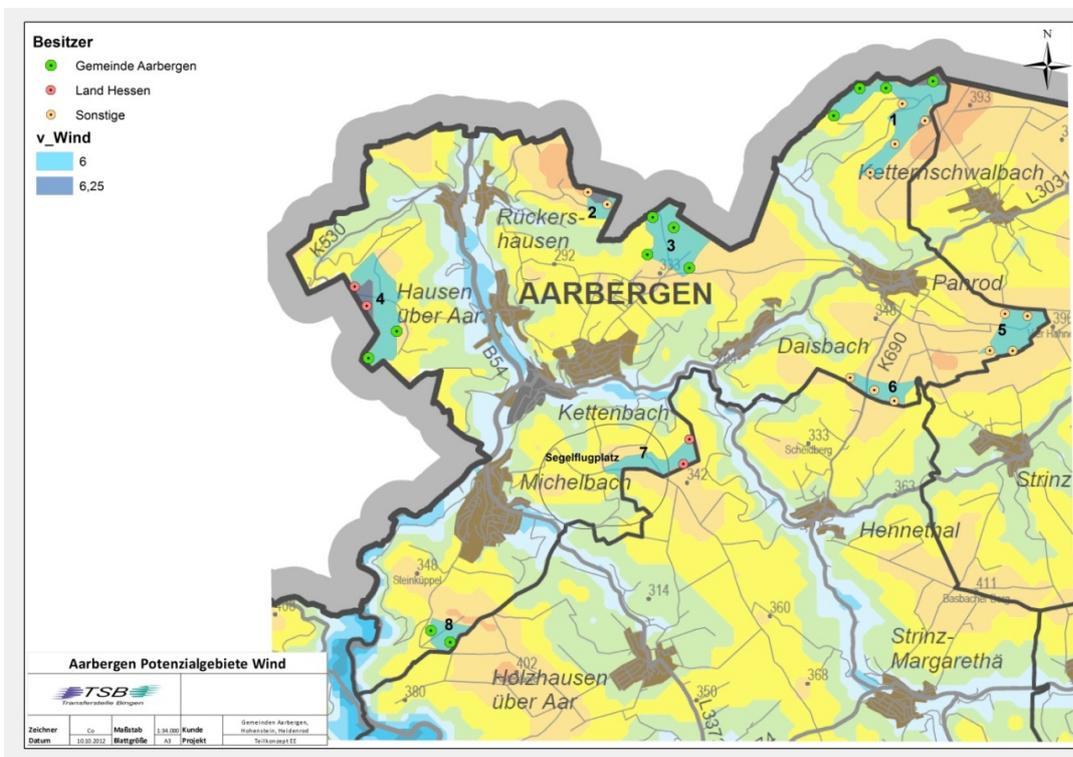


Abbildung 5-9 Potenzialflächen Gemeinde Aarbergen



In der Potenzialanalyse können im Gemeindegebiet Aarbergen 8 Potenzialflächen mit einer Größe von insgesamt rund 255 ha ermittelt werden. Das entspricht rund 7,5 % der Gemeindefläche. Auf den Flächen können etwa 29 Windkraftanlagen mit insgesamt 87 MW_{el} errichtet werden. Die jährliche Stromerzeugung lässt sich auf etwa 176 Mio. kWh_{el}/a beziffern. Das ist etwa das 4-fache des jährlichen Stromverbrauchs in der Gemeinde. In Tabelle 5-7 sind die Ergebnisse der Potenzialermittlung noch einmal zusammengestellt.

Tabelle 5-7 Übersicht Windkraftpotenziale der Gemeinde Aarbergen

Potenzialfläche	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Fläche [ha]	Anzahl WKA	Leistung [MW _{el}]	Volllaststunden [h/a]	Stromertrag [MWh _{el} /a]
1	6,06	68	8	24	2.038	48.900
2	6,13	10	2	6	2.075	12.450
3	6,00	45	4	12	2.000	24.000
4	6,13	53	4	12	2.075	24.900
5	6,00	28	4	12	2.000	24.000
6	6,00	17	3	9	2.000	18.000
7	6,00	22	2	6	2.000	12.000
8	6,00	13	2	6	2.000	12.000
Summe	6,04	255	29	87	2.023	176.250

Für die Potenzialfläche 1 hat die Gemeinde ein tierökologisches Gutachten beauftragt. Die Ergebnisse lagen zum Zeitpunkt der Bearbeitung noch nicht vor.

Im Bereich der Potenzialfläche 4 befindet sich ein Umspannwerk. Das sollte sich auf einen möglichen Netzanschluss von Windkraftanlagen positiv auswirken.

Die Potenzialfläche 7 liegt zum Teil noch innerhalb der Platzrunde des Segelflugplatzes Aarbergen-Michelbach. Dies wurde bei der Belegung der Fläche mit Windkraftanlagen berücksichtigt.

Für den Bereich der Potenzialfläche 8 gibt es eine gemeinsame Absichtserklärung mit der Gemeinde Hohenstein, dort gemeindegrenzübergreifend einen Windpark zu errichten.

Ein Beschluss der Gemeindevertretung Aarbergen sieht vor, dass Windkraftanlagen nur auf kommunalen Flächen errichtet werden sollen. Die Grundstücke der Potenzialflächen 2, 5, 6 und teilweise der Potenzialfläche 1 befinden sich nicht in kommunalem Besitz. Sie werden seitens der Gemeinde nicht als Windkraftanlagenstandorte favorisiert.



5.2.6 Windkraftpotenziale – Zusammenfassung

Für alle drei Gemeinden wurde das jeweilige Ausbaupotenzial für Windkraft ermittelt. Berücksichtigt wurden dabei die Vorgaben aus den zum Zeitpunkt der Bearbeitung aktuellen Entwürfen der Regionalversammlung Südhessen zum Regionalplan und die Entwürfe des Landesentwicklungsplans des Landes Hessen. Basis für die Potenzial- und Ertragsanalyse war die Windressourcenkarte Hessen, die von der TÜV Süd Industrie Service GmbH im Auftrag des hessischen Umweltministeriums erstellt wurde. Das Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie ist im Untersuchungsgebiet als hoch einzuschätzen. Die Potenzialanalyse hat ergeben, dass unter Berücksichtigung der zum Zeitpunkt der Bearbeitung geltenden Regelungen, geeignete Flächen in einer Größenordnung identifiziert werden konnten, die bei üblicher Belegung durch moderne Windkraftanlagen eine Stromerzeugung möglich macht, die den Stromverbrauch in den Gemeinden um ein vielfaches überschreitet.

Im Zuge von detaillierten standortbezogenen Prüfungen und auch den weiteren planerischen Aktivitäten und daraus folgenden Bewertungen im Rahmen der Regionalplanung oder auch einer Bauleitplanung ist zu erwarten, dass noch Potenzialflächen oder einzelne Teile von Potenzialflächen aus Gründen wegfallen werden, die zum Zeitpunkt der Bearbeitung der Potenzialanalyse noch nicht bekannt waren.

Tabelle 5-8 fasst die Ergebnisse der Potenzialanalyse Windenergie zusammen.

Tabelle 5-8 Zusammenfassung Windkraftpotenziale

Gemeinde	bereits genutztes Potenzial (Stand 2011)				Ausbaupotenzial			
	Anzahl Windkraftanlagen	installierte Leistung [MWel]	jährliche Stromerzeugung [MWhel/a]	Anteil am Stromverbrauch	Anzahl Windkraftanlagen	installierte Leistung [MWel]	jährliche Stromerzeugung [MWhel/a]	Anteil am Stromverbrauch
Hohenstein	2	1,8	1.700	10%	37	111	220.000	1400%
Heidenrod	9	4,5	4.200	23%	59	177	360.000	1800%
Aarbergen	1	0,2	200	0,5%	29	87	176.000	400%
Gesamt	12	6,5	6.100	8%	125	375	756.000	1000%

5.3 Potenziale Solarenergie

In diesem Abschnitt wird das Potenzial für die Nutzung der Solarenergie ermittelt und das bereits genutzte sowie das Ausbaupotenzial dargestellt.

Hierfür werden Anlagen zur Stromerzeugung (Photovoltaik) und Anlagen zur Wärmeerzeugung (Solarthermie) betrachtet.

Im Bereich der Photovoltaik werden sowohl Dachanlagen als auch Freiflächenanlagen berücksichtigt.



Insbesondere bei Wohngebäuden entsteht eine Nutzungskonkurrenz, da hier Photovoltaik- sowie Solarthermieanlagen installiert werden können.

5.3.1 Bestandsanlagen Solarthermie

Die Erfassung der bestehenden solarthermischen Anlagen erfolgt durch Auswertung der Datenbank der Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAfA), die das sogenannte Marktanreizprogramm betreut, ein Förderprogramm für den Einsatz Erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung. Solarthermische Anlagen, die ohne einen Zuschuss aus diesem Programm errichtet wurden, sind daher nicht erfasst. Die Anzahl dieser Anlagen ist allerdings als gering einzuschätzen. Die Daten liegen bis zum Stand 31.12.2010 vor.

In Hohenstein waren zum 31.12.2010 96 Solarthermieanlagen mit insgesamt 827 m² Kollektorfläche installiert. 40 Anlagen dienen der Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung, 56 Anlagen der reinen Warmwasserbereitung. Die durchschnittliche Kollektorfläche pro Anlage liegt bei rund 8,60 m².

Es wird angenommen, dass der durchschnittliche nutzbare Solarertrag bei 350 kWh_{th}/m²× a liegt. Die mit solarthermischen Anlagen in Hohenstein erzeugte und genutzte Wärmemenge kann somit auf rund 290.000 kWh_{th}/a geschätzt werden.

In Heidenrod waren zum 31.12.2010 146 Solarthermieanlagen mit insgesamt 1.400 m² Kollektorfläche installiert. 75 Anlagen dienen der Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung, 70 Anlagen der reinen Warmwasserbereitung und eine Anlage der Prozesswärmeerzeugung. Die durchschnittliche Kollektorfläche pro Anlage liegt bei rund 9,60 m².

Es wird angenommen, dass der durchschnittliche nutzbare Solarertrag bei 350 kWh_{th}/m²× a liegt. Die mit solarthermischen Anlagen in Heidenrod erzeugte und genutzte Wärmemenge kann somit auf rund 490.000 kWh_{th}/a geschätzt werden.

In Aarbergen waren zum 31.12.2010 65 Solarthermieanlagen mit insgesamt 550 m² Kollektorfläche installiert. 27 Anlagen dienen der Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung, 38 Anlagen der reinen Warmwasserbereitung. Die durchschnittliche Kollektorfläche pro Anlage liegt bei rund 8,50 m².

Es wird angenommen, dass der durchschnittliche nutzbare Solarertrag bei 350 kWh_{th}/m²× a liegt. Die mit solarthermischen Anlagen in Aarbergen erzeugte und genutzte Wärmemenge kann somit auf rund 192.000 kWh_{th}/a geschätzt werden.



Im Untersuchungsgebiet waren somit zum 31.12.2010 307 solarthermische Anlagen mit einer Kollektorfläche von 2.779 m² installiert. Mit einer nutzbaren Wärmemenge von ca. 973.000 kWh_{th}/a liegt der Anteil der Solarwärmeerzeugung gegenüber dem Wärmeverbrauch bei deutlich unter 1 %.

Tabelle 5-9 stellt den Stand zum 31.12.2010 dar.

Tabelle 5-9 Solarthermische Anlagen Stand 31.12.2010

Gemeinde	Anlagenanzahl	Kollektorfläche	Spez. Kollektorfläche	Nutzbarer Wärmeeertrag	Anteil an Wärmeverbrauch
	Stk.	m ²	m ² /Stk	kWh _{th} /a	%
Hohenstein	96	828	8,6	290.000	0,4
Heidenrod	146	1.401	9,6	490.000	0,6
Aarbergen	65	550	8,5	192.000	0,3
Summe	307	2.779	9,1	973.000	0,5

5.3.2 Potenzialanalyse Solarthermie

Solarthermische Anlagen werden fast ausschließlich auf Wohngebäuden installiert, in Ausnahmefällen auf öffentlichen Gebäuden mit entsprechendem Warmwasserbedarf (Turnhallen, Sportheime) oder Betrieben mit Prozesswärmebedarf, für dessen Sonderfall eine solarthermische Anlage in Betracht kommt. Bei der Potenzialermittlung werden daher ausschließlich Wohngebäude betrachtet. Solarthermische Anlagen sind auf den Wärmebedarf oder den Warmwasserbedarf des Gebäudes ausgelegt. Die benötigte Fläche ist dadurch begrenzt. In den drei Gemeinden beträgt die durchschnittliche Kollektorfläche einer solarthermischen Anlage ca. 9 m². Der größere Teil der solarthermischen Anlagen wird nur zur Warmwasserbereitung genutzt, ein geringerer Teil unterstützt die Heizung bei der Heizwärmebereitstellung. Es ist zu erwarten, dass dieser Anteil zunimmt, da mit steigenden Energiepreisen auch die Heizungsunterstützung wirtschaftlich interessanter wird und weil durch Bundesförderprogramme nur noch solarthermische Anlagen gefördert werden, die für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt werden.

Daher wird für die Ermittlung des technischen Potenzials eine durchschnittliche Größe einer solarthermischen Anlage von 10 m² Kollektorfläche angenommen. Der Ertrag pro Kollektorfläche kann mit 350 kWh_{th}/m²*a abgeschätzt werden.

Bei der Potenzialanalyse erhält die Installation einer solarthermischen Anlage Vorrang gegenüber einer Photovoltaikanlage. Die hierbei verbrauchte Dachfläche wird bei der Potenzialbetrachtung für Photovoltaik-Dachanlagen abgezogen. Die Einsparung von



vor allem fossil erzeugter Wärmeenergie hat im Wohngebäudebereich eine vorrangige Bedeutung.

So wird bei der Potenzialbetrachtung davon ausgegangen, dass auf jeder geeigneten Dachfläche eines Wohngebäudes, das mindestens 50 m² groß ist, eine solarthermische Anlage errichtet wird. Geeignet sind alle Dachflächen mit einer Ausrichtung nach Süden bis hin zu Abweichungen zur Südausrichtung von +/- 90°.

Nachfolgende Tabelle stellt das technische Solarthermie-Potenzial dar, unter Angabe der Anzahl der Gebäude, der zur Verfügung stehenden geeigneten Dachflächen, der Kollektorfläche, den Solarwärmeerträgen und der damit ersetzbaren Wärmemenge.

Tabelle 5-10 Ausbaupotenzial Solarthermie

	Berücksichtigte Gebäudeanzahl	Kollektorfläche	Gesamtpotenzial	Anteil am Wärmeverbrauch	Genutztes Potenzial	Ausbaupotenzial	Anteil bisher genutztes Potenzial
		m ²	MWh _f /a	%	MWh _f /a	MWh _f /a	%
Aarbergen	2.079	20.790	7.300	18	200	7.100	3
Heidenrod	3.186	31.860	11.200	14	500	10.700	4
Hohenstein	2.357	23.570	8.200	14	300	7.900	4
Summe	7.622	76.220	26.700	15	1.000	25.700	4

Das Potenzial zur Wärmeerzeugung mit solarthermischen Anlagen beläuft sich im Untersuchungsgebiet auf rund 25.700 MWh_f/a, was etwa 15 % des Wärmeverbrauchs der Privathaushalte entspricht. Bisher werden ca. 4 % des Potenzials genutzt.

5.3.3 Ausbauszenario Solarthermie

Das Ausbauszenario für die Solarthermie im Untersuchungsgebiet orientiert sich an der Leitstudie 2011 des Bundesumweltministeriums "Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global" (DLR, 2012).

Ausgehend vom Bestand in den drei Gemeinden wird der Ausbau entlang dieser bundesweiten Entwicklung hochgerechnet.

Bis 2020 werden demnach in Hohenstein rund 2.500 m² Solarkollektorfläche installiert sein, die rund 880 MWh_{th}/a liefern. In Heidenrod liegt die Solarkollektorfläche bei ca. 3.400 m² und die Wärmemenge bei rund 1.200 MWh_{th}/a, in Aarbergen liefern ca. 2.200 m² Solarkollektorfläche 760 MWh_{th}.

Das entspricht in allen Gemeinden rund 1,4 % des Wärmeverbrauchs der Privathaushalte.



2030 liefern im gesamten Untersuchungsgebiet nach dieser Entwicklung rund 18.650 m² Solarkollektorfläche 6.500 MWh_{th}/a Wärme, ca. 3 % des Wärmeverbrauchs.

5.3.4 Bestandsanlagen Photovoltaik

In Hohenstein waren zum 31.12.2011 89 Photovoltaikanlagen mit insgesamt 1.300 kW_{p_{el}} Leistung installiert. Es handelt sich ausschließlich um Dachanlagen. Im Jahr 2011 wurden knapp 976.000 kWh_{el}/a Solarstrom ins Netz des Verteilnetzbetreibers Syna GmbH eingespeist. Dies entspricht knapp 6 % des Stromverbrauchs in der Gemeinde.

Auf folgenden gemeindeeigenen Gebäuden sind bislang Photovoltaikanlagen installiert: Bauhof in Breithardt, Gemeindezentrum in Breithardt, Kindergarten in Breithardt, Feuerwehrgerätehaus in Breithardt, Gemeindehalle in Burg Hohenstein, Aubachhalle in Strinz-Margarethä. Alle Anlagen wurden in 2011 installiert. Die gesamte installierte Leistung beträgt rund 210 kW_{p_{el}}. Die PV-Anlage auf dem Bauhof wird von der Gemeinde betrieben, alle anderen von Privatunternehmern.

In Heidenrod waren zum 31.12.2011 132 Photovoltaikanlagen mit insgesamt 2.750 kW_{p_{el}} Leistung installiert. Es handelt sich dabei um eine Freiflächenanlage im Naturenergiepark Heidenrod sowie um Dachanlagen. Im Jahr 2011 wurden knapp 2.700.000 kWh_{el}/a Solarstrom ins Netz des Verteilnetzbetreibers Syna GmbH eingespeist. Dies entspricht fast 13 % des Stromverbrauchs in der Gemeinde.

Auf folgenden gemeindeeigenen Gebäuden sind bislang Photovoltaikanlagen installiert: Kindertagesstätte Pfiffikus in Laufenselden, Gemeindezentrum /Feuerwehrgerätehaus in Kemel, Dornbachhalle/Feuerwehrgerätehaus in Springen. Die gesamte installierte Leistung beträgt rund 139 kW_{p_{el}}. Die PV-Anlagen werden von Privatunternehmern betrieben.

In Aarbergen waren zum 31.12.2011 94 Photovoltaikanlagen mit insgesamt 950 kW_{p_{el}} Leistung installiert. Es handelt sich vor allem um Dachanlagen. Im Jahr 2011 wurden knapp 950.000 kWh_{el}/a Solarstrom ins Netz des Verteilnetzbetreibers Syna GmbH eingespeist. Dies entspricht rund 2 % des Stromverbrauchs in der Gemeinde.

Das Haus der Vereine in Daisbach ist das bisher einzige kommunale Gebäude, auf dem eine Photovoltaik-Anlage installiert ist. Die installierte Leistung beträgt rund 21 kW_{p_{el}}. Die PV-Anlage wird von einem Privatunternehmer betrieben.

Tabelle 5-11 fasst den Stand zum 31.12.2011 zusammen.



Tabelle 5-11 Photovoltaik-Anlagen Stand 31.12.2011

Gemeinde	Anlagenanzahl	Installierte Leistung	Solarstrom-einspeisung	Anteil am Stromverbrauch
	Stk.	kWp_{el}	kWh_{el}/a	%
Hohenstein	89	1.300	976.000	6
Heidenrod	132	2.750	2.700.000	13
Aarbergen	94	1.153	950.000	2
Summe	305	5.203	4.626.000	6

5.3.5 Potenzialanalyse Photovoltaik-Dachanlagen

Das technische Potenzial umfasst die Dachflächen, die aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung für die Errichtung von Photovoltaik-Dachanlagen geeignet sind. Bei der Ermittlung der Solarstrom-Erzeugungspotenziale auf Dachflächen wird zwischen Dachflächen auf Wohngebäuden, öffentlichen Gebäuden und gewerblichen Gebäuden unterschieden.

Bei Wohngebäuden und teilweise bei öffentlichen Gebäuden sind Satteldächer vorzufinden. Es wird eine durchschnittliche Neigung von 35° angenommen. Bei gewerblich genutzten Gebäuden wird ein durchschnittlicher Neigungswinkel von 25 % angenommen.

Satteldächer werden hinsichtlich Ihrer Eignung bewertet und eingeteilt. Bewertungskriterium ist der Azimutwinkel. Er beschreibt die Ausrichtung nach Süden. Ein Azimutwinkel von 0° bedeutet, dass die Dachfläche genau nach Süden ausgerichtet ist. Die solare Einstrahlung ist in diesem Fall über das gesamte Jahr betrachtet am höchsten und damit auch der Solarstromertrag. Abweichungen vom Azimutwinkel von 0° führen zu geringerer solarer Einstrahlung und geringerem Solarstromertrag.

Bei gewerblichen Gebäuden und zum Teil bei öffentlichen Gebäuden sind Flachdächer dominierend. Flachdächer sind in der Regel für die Errichtung von PV-Anlagen geeignet. Die PV-Module werden dort idealerweise nach Süden auf eine Neigung von 15-30° aufgeständert. Aspekte der Dachstatik und der Dachdichtigkeit sind dabei besonders genau zu beachten.

Die Dächer werden in folgende Klassen unterteilt:

Tabelle 5-12 Einteilung der Dachflächen nach Eignung



Dachart	Azimutwinkel	Spezifischer Solarstromertrag	Flächenbedarf pro installierte Leistung	Einstufung
	°	kWh _{el} /kWp _{el}	m ² /kWp _{el}	
Satteldach	0-30	950	8	Sehr gut geeignet
Satteldach	30-60	900	8	Gut geeignet
Satteldach	60-90	850	8	Bedingt geeignet
Flachdach	0	950	25	Gut geeignet

Dachflächen mit einem Azimutwinkel von mehr als 90° sind für die Photovoltaik-Nutzung nicht geeignet.

Unter Anwendung eines Geoinformationssystems konnten die Bruttogrundflächen der Gebäude und darauf basierend die Dachflächen, die für die Photovoltaik-Nutzung geeignet sind, ermittelt werden.

Über den Faktor Dachneigung wird berücksichtigt, dass die Satteldachflächen aufgrund der Neigung größer sind als die reine Bruttogrundfläche.

Des Weiteren wird berücksichtigt, dass Teile der Dachflächen bei der Belegung mit PV-Modulen freizuhalten sind, z. B. Schornsteine, Dachflächenfenster, Randabstände oder sonstige Verschattungsflächen. Das erfolgt durch einen Abschlag von 20 % auf die Dachflächen von Wohngebäuden und kommunalen Gebäuden sowie von 35 % auf Gebäuden von Gewerbe-/Industriebetrieben.

Kristalline PV-Module haben einen leistungsbezogenen Flächenbedarf von rund 8 m²/kWp_{el}. Auf Flachdächern ist der Flächenbedarf aufgrund der Aufständigung und dadurch notwendigen Abständen zwischen den Modulreihen höher und wird mit 25 m²/kWp_{el} angenommen.

Es wird nicht bewertet, dass einige Dachflächen momentan aufgrund des Zustands der Dacheindeckung nicht geeignet sind, da sie innerhalb der nächsten Jahre wieder ertüchtigt werden. Einige Dächer sind möglicherweise aus statischen Gründen nicht geeignet. Das kann in diesem Rahmen nicht ermittelt werden und bleibt unberücksichtigt.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Potenzialanalyse für Photovoltaik-Dachanlagen.

Tabelle 5-13 Ergebnisse Potenzialanalyse PV-Dach, Hohenstein

Hohenstein	Einheit	GHD	Öffentliche Gebäude	Wohngebäude	SUMME
------------	---------	-----	---------------------	-------------	-------



Berücksichtigte Gebäude	Stk.	808	121	3.221	4.150
Berücksichtigte Gebäudegrundfläche	m ²	97.000	20.100	285.300	402.400
Nutzbare Dachfläche	m ²	40.200	11.200	122.200	173.600
Stromerzeugungspotenzial	MWh _{el} /a	3.600	1.000	13.400	18.000

Auf Basis der beschriebenen Annahmen kann die für Photovoltaikanlagen nutzbare Dachfläche in der Gemeinde Hohenstein auf rund 174.000 m² geschätzt werden. Auf dieser Fläche könnten rund 18.000 MWh_{el}/a Solarstrom erzeugt werden.

Tabelle 5-14 Ergebnisse Potenzialanalyse PV-Dach, Heidenrod

	Einheit	GHD	Öffentliche Gebäude	Wohngebäude	SUMME
Berücksichtigte Gebäude	Stk.	949	196	4.371	5.516
Berücksichtigte Gebäudegrundfläche	m ²	128.800	40.600	376.100	545.500
Nutzbare Dachfläche	m ²	53.100	23.100	160.500	236.700
Stromerzeugungspotenzial	MWh _{el} /a	4.800	2.000	17.600	24.400

Auf Basis der beschriebenen Annahmen kann die für Photovoltaikanlagen nutzbare Dachfläche in der Gemeinde Heidenrod auf rund 237.000 m² geschätzt werden. Auf dieser Fläche könnten rund 24.000 MWh_{el}/a Solarstrom erzeugt werden.

Tabelle 5-15 Ergebnisse Potenzialanalyse PV-Dach, Aarbergen

	Einheit	GHD	Öffentliche Gebäude	Wohngebäude	SUMME
Berücksichtigte Gebäude	Stk.	825	121	2.818	3.764
Berücksichtigte Gebäudegrundfläche	m ²	138.100	22.600	243.500	404.200
Nutzbare Dachfläche	m ²	65.800	13.600	103.800	183.200
Stromerzeugungspotenzial	MWh _{el} /a	4.700	1.100	11.400	17.200



Auf Basis der beschriebenen Annahmen kann die für Photovoltaikanlagen nutzbare Dachfläche in der Gemeinde Aarbergen auf rund 183.000 m² geschätzt werden. Auf dieser Fläche könnten rund 17.000 MWh_{el}/a Solarstrom erzeugt werden.

Tabelle 5-16 Übersicht Ergebnisse Potenzialanalyse PV-Dach

	Potenzial PV-Dach	Stromverbrauch	Anteil Stromverbrauch
	MWh_{el}/a	MWh_{el}/a	%
Aarbergen	17.200	41.100	42
Heidenrod	24.400	20.300	120
Hohenstein	18.000	16.300	110
Summe	59.600	77.700	77

Das Gesamte Potenzial zur Solarstromerzeugung auf Dachflächen liegt bei rund 60.000 MWh_{el}/a. Das entspricht rund 77 % des Stromverbrauchs im Untersuchungsgebiet.

Tabelle 5-17 Ausbaupotenzial PV-Dachanlagen

	Gesamt-potenzial PV-Dach	Bereits genutztes Potenzial (31.12.2011)	Ausbau-potenzial	Anteil bereits genutztes Potenzial
	MWh_{el}/a	MWh_{el}/a	MWh_{el}/a	%
Aarbergen	17.200	950	16.250	6
Heidenrod	24.400	2.700	21.700	11
Hohenstein	18.000	980	17.120	5
Summe	59.600	4.630	54.570	8

Zum Stand 31.12.2011 wurden im gesamten Untersuchungsgebiet rund 8 % des Potenzials zur Solarstromerzeugung auf Dachflächen genutzt. Das Ausbaupotenzial liegt bei rund 54.000 MWh_{el}/a.

5.3.6 Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Bei der Ermittlung des Potenzials für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind technische, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte relevant. Zum einen sind die Flächen in den Gemeinden zu betrachten, die die Anforderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes hinsichtlich der Vergütungsfähigkeit einer PV-Freiflächenanlage einhalten:

- Fläche ist versiegelt



- Flächen mit Abstand von bis zu 110 m vom Außenrand der befestigten Fahrbahn von Autobahnen oder Schienenwegen
- Konversionsfläche aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung, die nicht als Naturschutzgebiet oder Nationalpark festgesetzt worden ist

Auf der anderen Seite ist zu erwarten, dass in absehbarer Zeit Photovoltaik-Anlagen unabhängig von der Vergütung nach dem EEG errichtet werden und dann hinsichtlich der Standortauswahl vielmehr Fragestellungen des Baurechts und der Stromvermarktung relevant sind. Dann stehen grundsätzlich alle Flächen, die nicht aus bau- oder naturschutzrechtlichen Gründen ausgeschlossen sind (z. B. Naturschutzgebiete) zur Diskussion. Ein wichtiges Kriterium kann dann die Nähe zu einem Großverbraucher sein, der den Strom direkt abnimmt (z. B. stromintensiver Industriebetrieb).

Vergütungsfähige Flächen nach dem EEG

Im gesamten Untersuchungsgebiet befindet sich keine Autobahnstrecke. Durch das Gemeindegebiet Aarbergen führt eine stillgelegte Bahnstrecke, die Aartalbahn, Strecke 3500 von Wiesbaden nach Diez. Eine Vergütungsfähigkeit ist an stillgelegten Schienenwegen nicht gegeben.

Im Zuge einer möglichen Reaktivierung der Bahnstrecke könnten geeignete EEG-vergütungsfähige Flächen entstehen.

Kleinere Flächen liegen zum Beispiel südlich von Burg Hohenstein, nördlich des Bahnhofs Hohenstein und nördlich von Rückershausen in der Nähe der Kläranlage.



Abbildung 5-10 Luftbild Flächen südlich von Burg Hohenstein (Quelle: Google maps)



Abbildung 5-11 Luftbild Flächen nördlich des Bahnhofs Hohenstein (Quelle: Google maps)

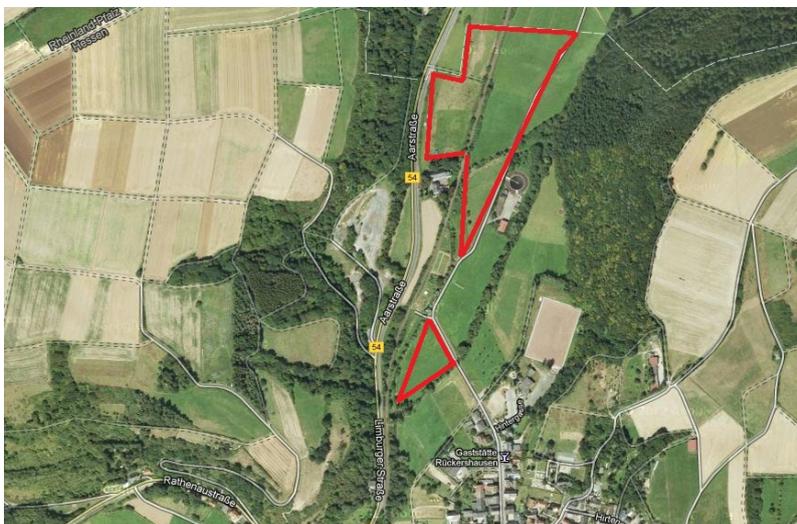


Abbildung 5-12 Luftbild Flächen nördlich von Rückershausen (Quelle: Google maps)

Etwas größere und durch die Nähe zum Industriestandort Aarbergen-Michelbach interessante Flächen finden sich südlich von Hausen, westlich von Michelbach und südlich von Rückershausen.



Abbildung 5-13 Luftbild Fläche südlich von Hausen über Aar (Quelle: Google maps)



Abbildung 5-14 Luftbild Fläche westlich Michelbach (Quelle: Google maps)



Abbildung 5-15 Luftbild Fläche südlich von Rückershausen (Quelle: Google maps)

Nach Angaben der Verwaltungen in den Einzelgesprächen am 03.07.2012 gibt es in Hohenstein keine Konversionsflächen, die sich zur Nutzung als Solarpark eignen. In Heidenrod gibt es neben der militärischen Konversionsfläche, die von der Fa. Kopp Umwelt GmbH als Standort für den Naturenergiepark Heidenrod genutzt wird, zwei weitere militärische Konversionsflächen. Beide befinden sich inzwischen in Privatbesitz einer Person. Sie sind zum Teil bewaldet und zum Teil mit Gebäuden und Parkflächen versiegelt. Südlich und westlich der Flächen grenzt Wald an, so dass dort Verschattungen auftreten. Die Errichtung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage ist auf diesen Flächen nicht zu erwarten.

Im Gemeindegebiet Aarbergen gibt es noch eine ehemalige Altablagerungsfläche in der Gemarkung Michelbach, die als Standort für einen Solarpark in Frage kommen könnte. Sie ist nach dem EEG wahrscheinlich vergütungsfähig, gleichzeitig aber noch in der Nähe zu Industriestandorten, so dass sich auch Möglichkeiten der Direktvermarktung ergeben. Allerdings ist die Fläche mit ca. 7.000 m² für eine Freiflächenanlage sehr klein.



Abbildung 5-16 Luftbild Altablagerung in Michelbach (Quelle: Google maps)

In der nachfolgenden Tabelle werden die Potenzialflächen dargestellt, die aus heutiger Sicht kurz- oder mittelfristig für die Errichtung eines Solarparks in Frage kommen könnten. Das sind die ehemalige Deponiefläche in Aarbergen-Michelbach, die voraussichtlich nach dem EEG vergütungsfähig ist, sowie die Flächen an der stillgelegten Bahnlinie der Aartalbahn, die größer 3 ha sind und nahe des Industriestandorts Aarbergen-Michelbach liegen. Diese Flächen sind aktuell zwar nicht nach dem EEG vergütungsfähig, das könnte sich im Zuge einer Reaktivierung der Aartalbahn jedoch ändern. Des Weiteren gibt es durch die Nähe zu möglichen Großabnehmern auch Direktvermarktungsoptionen.



Tabelle 5-18 Potenziale Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Bezeichnung	Gemeinde	Lage	Standort-typ	Fläche [m ²]	Installier-bare Leistung [MW _{p_{el}}]	Ertrag [MWh _{el} /a]	Vergütungs-fähig nach EEG
PVFFA 1	Aarbergen	südlich von Michelbach	Konversion	7.000	0,28	280	Ja
PVFFA 2	Aarbergen	westlich von Michelbach	Schiene	50.000	2,0	2.000	aktuell nicht
PVFFA 3	Aarbergen	südlich von Hausen über Aar	Schiene	35.000	1,4	1.400	aktuell nicht
PVFFA 4	Aarbergen	südlich von Rückershausen	Schiene	30.000	1,2	1.200	aktuell nicht
Summe				122.000	4,88	4.880	

Kennwerte: Flächenbedarf: 25 m² pro kW_{p_{el}}
spezifischer Ertrag: 1.000 kWh_{el}/kW_{p_{el}} x a

Nicht EEG-vergütungsfähige Potenzialflächen

Sollen Photovoltaikfreiflächen-Anlagen unabhängig von der Vergütung nach dem EEG errichtet werden, sind hinsichtlich der Standortauswahl vor allem Fragestellungen des Baurechts und der Stromvermarktung relevant. Dann stehen grundsätzlich alle Flächen, die nicht aus bau- oder naturschutzrechtlichen Gründen ausgeschlossen sind (z. B. Naturschutzgebiet) zur Diskussion. Ein wichtiges Kriterium kann dann die Nähe zu einem Großverbraucher sein, der den Strom direkt abnimmt (z. B. stromintensiver Industriebetrieb). Weitere Kriterien sind unter anderem die Größe der Fläche, die Neigung, Besitzverhältnisse, naturschutzrechtliche Belange und die Bodenbeschaffenheit. Eine Ausweisung von Potenzialflächen auf Basis der Standortuntersuchung von Flächen hinsichtlich dieser Kriterien ist in diesem Rahmen nicht möglich.

5.3.7 Ausbauszenario Photovoltaik

Das Ausbauszenario für die Photovoltaik im Untersuchungsgebiet orientiert sich an der Leitstudie 2011 des Bundesumweltministeriums "Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global" (DLR, 2012).

Ausgehend vom Bestand in den drei Gemeinden wird der Ausbau entlang dieser bundesweiten Entwicklung hochgerechnet.



Bis 2020 werden demnach in Hohenstein rund 2.700 kW_{p_{el}} Leistung installiert sein, die rund 2.300 MWh_{el}/a liefern. In Heidenrod liegt die installierte Leistung bei ca. 5.200 kW_{p_{el}} und die Stromerzeugung bei rund 4.500 MWh_{el}/a, in Aarbergen liefern ca. 2.600 kW_{p_{el}} Leistung rund 2.230 MWh_{el}/a Strom.

Die Stromerzeugung aus Photovoltaik liegt gemäß dem Szenario im Jahr 2020 bei rund 9.000 MWh_{el}/a im gesamten Untersuchungsgebiet, was rund 12 % des Stromverbrauchs entspricht.

2030 liefern im gesamten Untersuchungsgebiet nach dieser Entwicklung rund 11.700 kW_{p_{el}} Leistung etwa 10.700 MWh_{el}/a Strom, ca. 14 % des Stromverbrauchs.

5.4 Potenzielle Biomasse

In diesem Abschnitt werden die Potenziale zur Gewinnung und energetischen Nutzung von Biomasse dargestellt. Hierzu gehören biogene Reststoffe die zum jetzigen Zeitpunkt schon anfallen oder in Zukunft anfallen werden, sowie speziell für die energetische Verwertung angebaute Energiepflanzen. Dabei wird unterschieden zwischen fester Biomasse (z. B. aus der Forstwirtschaft, Altholz, Landschaftspflegeholz), flüssiger Biomasse und gasförmiger Biomasse (z. B. aus Gülle, Festmist, Energiepflanzen aus der Landwirtschaft, Bioabfall, Grünschnitt). Die Methodik und Kennwerte der Potenzialschätzungen sind dazu weitestgehend der Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen (Witzenhausen-Institut GmbH, Pöyry Environment GmbH, Abt. IGW, 2009) entnommen.

Die Gemeinden sind durch einen hohen Waldanteil geprägt. Er liegt zwischen 43 % und 60 %. In Hessen liegt er im Schnitt bei rund 40 %, im Rheingau-Taunus-Kreis bei knapp 56 %. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche liegt mit knapp 30 % in Heidenrod bis gut 40 % in Aarbergen über dem Kreisdurchschnitt von 23 %, aber unter dem hessenweiten Wert von 43 %.

Tabelle 5-19 Flächenbestand in den Gemeinden (Statistisches Landesamt Hessen, 2011)

	Aarbergen		Heidenrod		Hohenstein	
	Fläche	Flächenanteil	Fläche	Flächenanteil	Fläche	Flächenanteil
	ha	%	ha	%	ha	%
Landwirtschaftsfläche	1.388	40,9	2.824	29,4	2.382	37,3
Siedlungs- und Verkehrsflächen	515	15,2	907	9,5	625	9,8



Wasserfläche	25	0,7	50	0,5	38	0,6
Waldfläche	1.461	43,0	5.792	60,4	3.328	52,2
Sonstige Flächen	5	0,1	20	0,2	5	0,1
Fläche insgesamt	3.394	100,0	9.594	100,0	6.379	100,0

24 % bis 29 % der landwirtschaftlichen Fläche wird als Dauergründland genutzt, 60 % bis 70 % als Ackerland.

Schwerpunkt ist dabei der Anbau von Raps (13 % bis 24 %) sowie Getreide, vor allem Weizen und Gerste (37 % bis 47 %). In der Gemeinde Aarbergen wird auch verstärkt Roggen und Triticale angebaut (13 %). Hackfrüchte und Futterpflanzen werden nicht angebaut, Energiepflanzen wie Mais oder Kurzumtriebsplantagen bisher ebenfalls nicht.

Tabelle 5-20 Nutzung der Landwirtschaftsfläche [Hessische Gemeindestatistik]

		Aarbergen		Heidenrod		Hohenstein	
		Fläche	Flächenanteil	Fläche	Flächenanteil	Fläche	Flächenanteil
		ha	%	ha	%	ha	%
Ackerland	Roggen	83	6	26	1	31	2
	Gerste	242	17	445	17	346	18
	Hafer	16	1	16	1		0
	Triticale	93	7		0		0
	Weizen	292	20	740	28	582	29
	Sonstiges Getreide (Unbekannt)	2	0	74	3	21	1
	Raps	339	24	338	13	391	20
	Sonstiges Ackerland (Unbekannt)	23	2	201	8	126	6
Dauergrünland		336	24	761	29	470	24
Sonstige LW-Flächen (Unbekannt)		0	0	4	0	9	0
Fläche insgesamt		1.426	100	2.605	100	1.976	100

5.4.1 Feste Biomassepotenziale

Feste Biomasse wie Holz oder halmartige Feststoffe wie z. B. Stroh kann in Biomasseheizungen und –heizwerken zur Wärmeerzeugung, aber auch in



Biomasseheizkraftwerken zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

Die wichtigste und bisher am stärksten genutzte Quelle für feste Biomasse in den Gemeinden ist der Wald.

Zusätzlich gibt es verschiedene Reststoffpotenziale und Potenziale für Biomasse, die speziell zur energetischen Nutzung angebaut werden.

Waldholz

Mit einem Anteil von ca. 84 % ist der überwiegende Teil, der Waldflächen in den drei Gemeinden in kommunalem Besitz. Die Verwaltung obliegt dem Forstamt Bad Schwalbach.

Hinzu kommen Staatswaldanteile und kleinere Privatwaldanteile, die eine untergeordnete Rolle spielen.

Nach Auskunft des Forstamts Bad Schwalbach wurden 2011 in den Gemeinden folgende Holzmengen für die energetische Nutzung freigegeben:

Mengen aus dem Gemeindewald Hohenstein

Holz zur Selbstwerbung: 1.920 fm, davon ca. 98 % Hartlaubholz wie Eiche oder Buche
Für andere Kunden aufbereitetes Holz zur energetischen Nutzung: 1.129 fm, zu 75 % Nadelholz

Mengen aus dem Gemeindewald Heidenrod

Holz zur Selbstwerbung: 4.021 fm, davon ca. 99 % Hartlaubholz wie Eiche oder Buche
Für andere Kunden aufbereitetes Holz zur energetischen Nutzung: 770 fm, zu 55 % Nadelholz

Mengen aus dem Gemeindewald Aarbergen

Holz zur Selbstwerbung: 1.110 fm, davon ca. 87 % Hartlaubholz wie Eiche oder Buche
Für andere Kunden aufbereitetes Holz zur energetischen Nutzung: 106 fm, zu 100 % Hartlaubholz

Mengen aus dem Staatswald im Untersuchungsgebiet

420 fm, zu 90 % Hartlaubholz

Diese im Jahr 2011 genutzten Holzmengen stimmen nach Einschätzung des Forstamtes Bad Schwalbach mit den üblichen Werten der letzten Jahre überein. Sie entsprechen etwas mehr als 20 % des Holzeinschlags. Aus Sicht des Forstamtes ist das Brennholzpotenzial insbesondere beim Laubholz weitestgehend ausgeschöpft, da der Bedarf der Holzverarbeitenden Industrie mit den restlichen Mengen des Holzeinschlags gedeckt wird. Verbleibende Reste werden als wirtschaftlich nicht nutzbar eingeschätzt oder sollten aus Gründen der Nährstoffbilanz im Bestand verbleiben.



Beim Nadelholz ergeben sich aus Sicht des Forstamtes rechnerisch Potenziale in einer Größenordnung von ca. 1.500 Efm als Summe in allen drei Gemeinden. Es wurde bereits versucht, diese Mengen an Firmen zur Hackschnitzelgewinnung zu vergeben. Dies ist aber bislang gescheitert, da die Erntemenge pro Flächeneinheit zu klein war, die Reisigmengen als Matte auf Rückegassen zum Bodenschutz verwendet wurden oder eine wirtschaftliche Konzentration dieser Mengen nicht möglich war.

Die Naturenergiepark Heidenrod GmbH steht mit dem Forstamt in Kontakt bezüglich der Planung für ein Holzhackschnitzel-Heizkraftwerk. Ein Teil der im Kraftwerk benötigten Substratmenge soll aus Waldrestholz gedeckt werden. Die nachgefragte Menge wird sich überwiegend aus Wegepflegemaßnahmen (Lichtraumprofil) und Landschaftspflegeholz (offenhalten von Wiesen) zusammensetzen.

Tabelle 5-21 stellt die Brennholzmengen und deren Energiegehalt zusammen. Es wird davon ausgegangen, dass diese Mengen auch in den Gemeinden genutzt werden und sich Aus- und Einfuhr etwa die Waage halten.

Tabelle 5-21 Brennholzmengen und Energiegehalt

Gemeinde	Summe Gemeindewald		Menge aus Staatsforst		Gesamtsumme	
	Menge	Energiegehalt	Menge	Energiegehalt	Menge	Energiegehalt
	fm	MWh _{Hi} /a	fm	MWh _{Hi} /a	fm	MWh _{Hi} /a
Hohenstein	3.049	7.900	141	400	3.190	8.300
Heidenrod	4.791	13.100	222	600	5.013	13.700
Aarbergen	1.216	3.300	56	200	1.272	3.500
Summe	9.056	24.300	420	1.100	9.476	25.400

Landschaftspflege- und Verkehrswegebegleitholz



Das Aufkommen an Landschaftspflegeholz wird anhand der Gemeindeflächen außerhalb der Siedlungs- und Waldflächen sowie Kennwerten aus der Biomassepotenzialstudie Hessen abgeschätzt.

Tabelle 5-22 stellt die Ergebnisse der Abschätzung zusammen.

Das Gesamtaufkommen liegt bei knapp 2.000 srm/a, was rund 560 t/a entspricht. Der Energiegehalt beträgt gut 1.300 MWh_f/a.

Tabelle 5-22 Aufkommen Landschaftspflegeholz

		Aarbergen	Heidenrod	Hohenstein	Summe
Ertragspotenzial	t/a	120	240	200	560
Energieertrag	MWh _f /a	290	580	490	1.360

Das Landschaftspflegeholz auf kommunalen Flächen wird bisher in den Gemeinden in der Regel am Entstehungsort gelassen und nicht gesammelt.

Das Aufkommen an Verkehrswegebegleitholz wird anhand der Straßenkilometer sowie Kennwerten aus der Biomassepotenzialstudie Hessen abgeschätzt.

Die Kommunen selbst sind hinsichtlich der Straßenpflege nur für einen geringen Teil der Straßen zuständig. Die anfallenden Mengen sind klein und verbleiben in der Regel vor Ort.

Das Gesamtaufkommen wird auf knapp 170 t/a bei 30 % Wassergehalt geschätzt. Der Energiegehalt beträgt rund 570 MWh_f/a.

Holz aus Kurzumtriebsplantagen

Es wird in Anlehnung an das Energiekonzept des Rheingau-Taunus-Kreises (Witzenhausen-Institut GmbH, IGW, 2009) angenommen, dass mittelfristig rund 5 % der landwirtschaftlichen Fläche für Kurzumtriebsplantagen (KUP) genutzt werden können. Dies entspricht einer Größe von 330 ha im Untersuchungsgebiet. Als Kurzumtriebshölzer bieten sich Weiden und Hybridpappeln an, die auf günstigen Standorten eine mittlere Ertragsmenge von 12,5 t Trockensubstanz pro Hektar und Jahr erreichen. Bei einem Wasseranteil von 20 % und einem Energiegehalt von 4 MWh_{hi}/t ergibt sich ein Potenzial von 16.800 MWh_{hi}/a für das gesamte Untersuchungsgebiet. Die Potenziale für die einzelnen Kommunen sind in nachstehender Tabelle dargestellt.

Tabelle 5-23 Potenziale Kurzumtriebsplantagen



		Aarbergen	Heidenrod	Hohenstein	Summe
Angesetzte Fläche	ha	69	141	119	330
Mittleres Ertragspotenzial je ha (Trockenmasse)	t/ha/a	12,5			
Ertragspotential	t/a	900	1.800	1.500	4.200
Spezifischer Heizwert (20 % Wassergehalt)	MWh/t	4,0			
Energieertrag	MWh _f /a	3.600	7.200	6.000	16.800

Aufgrund der Besonderheiten der Flächennutzung im Untersuchungsgebiet, gekennzeichnet durch einen unterdurchschnittlichen Anteil an landwirtschaftlich genutzter Fläche und einen erheblichen Anteil an Raps an der Anbaufläche von 13 bis 25 % in 2010, ist es zu hinterfragen, ob weitere Ackerflächen für den Anbau von Energiepflanzen bereit gestellt werden können. Nach Rücksprache innerhalb der Projektgruppe werden die hier nach Kennwerten ermittelten Substratmengen nicht dem verfügbaren Biomassepotenzial angerechnet.

Holzige Fraktion an Gartenabfällen

Nach Auskunft des Eigenbetriebs Abfallwirtschaft des Rheingau-Taunus-Kreises sind die Mengen an holzartigen Gartenabfällen langfristig an die Kopp Umwelt GmbH vergeben. Sie wird voraussichtlich im Naturenergiepark Heidenrod diese Stoffe als Substrat für das Biomasseheizkraftwerk einsetzen.

Der Eigenbetrieb Abfallwirtschaft des Rheingau-Taunus-Kreises machte keine Angaben zur Menge, die im Kreis beziehungsweise in den Gemeinden anfällt. Basierend auf Kennwerten kann eine Größenordnung von 900 t/a bei 50 % Wassergehalt für das Untersuchungsgebiet abgeschätzt werden, was einem Energiegehalt von rund 2.200 MWh_f/a entspricht.

Stroh

In den drei Gemeinden werden auf knapp 4.000 ha Getreide und Raps angebaut. Unter Berücksichtigung von Bergungsverlusten von 15 % des Strohs bei Getreide und 35 % bei Raps, dem Korn-Stroh-Verhältnis nach Tabelle 5-24 sowie der Annahme, dass bei Getreide 30 % und bei Raps 10 % des bergbaren Strohs für die energetische Nutzung zur Verfügung stehen, ergibt sich ein Nettostrohertrag von rund 4.000 t/a. Der Energiegehalt liegt bei rund 16.000 MWh_f/a.

Nach Einschätzung der Mitglieder der Projektgruppe im Klimaschutzkonzept werden die anfallenden Strohmenngen zu nahezu 100 % stofflich verwertet (Pferdehaltung).



Die Substratmengen an Stroh werden daher nicht dem verfügbaren Biomassepotenzial zugerechnet.

Tabelle 5-24 Korn-Stroh-Verhältnis

	Weizen	Roggen	Gerste	Raps	Hafer	Triticale
Korn-Stroh-Verhältnis	1 : 0,8	1 : 0,9	1 : 0,7	1 : 1,7	1 : 1,1	1 : 0,9

Halmartige Energiepflanzen

Gemäß den Annahmen der Biomassepotenzialstudie Hessen, könnten im Untersuchungsgebiet rund 0,9 % der landwirtschaftlichen Fläche für den Anbau von Miscanthus genutzt werden. Das entspricht knapp 60 ha. Der Ernteertrag liegt bei rund 900 t/a, der Energiegehalt bei knapp 3.500 MWh_{Hi}/a.

Aufgrund der Besonderheiten der Flächennutzung im Untersuchungsgebiet, gekennzeichnet durch einen unterdurchschnittlichen Anteil an landwirtschaftlich genutzter Fläche und einem erheblichen Anteil an Raps an der Anbaufläche von 13 bis 25 % in 2010, ist es zu hinterfragen, ob weitere Ackerflächen für den Anbau von Energiepflanzen bereit gestellt werden können. Nach Rücksprache innerhalb der Projektgruppe werden die hier nach Kennwerten ermittelten Substratmengen nicht dem verfügbaren Biomassepotenzial angerechnet.

Zusammenfassung der Potenziale aus fester Biomasse

Insgesamt ergibt sich für die feste Biomasse ein Potenzial von 1.930 MWh_{Hi}/a. In nachstehender Tabelle 5-25 sind die verschiedenen Potenziale dargestellt. Die grau markierten Mengen sind bereits genutzte Substratmengen, die nicht mehr zusätzlich zur Verfügung stehen. Die gelb hervorgehobenen Mengen werden nach Rücksprache mit der Projektgruppe nicht dem verfügbaren Biomassepotenzial zugerechnet.

Tabelle 5-25 Zusammenfassung der Potenziale aus fester Biomasse



			Aarbergen	Heidenrod	Hohenstein
Holzartig	Waldholz	MWh _f /a	5.200	20.400	11.700
	Kurzumtriebsplantagen		3.600	7.200	6.000
	Offenlandpflegeholz		290	580	490
	Verkehrsbegleitholz		100	280	190
	Altholz		160	210	160
	Gartenabfälle holzartig		670	880	680
Halmartig	Stroh	MWh _f /a	4.100	6.600	5.400
	Energiepflanzen		700	1.500	1.300
Summe Festbrennstoffe		MWh _f /a	390	860	680

Unter der Annahme, dass diese Brennstoffe in Wärmeerzeugungsanlagen mit einem Jahresnutzungsgrad von 85 % eingesetzt werden, ergibt sich eine erzeugbare Wärmemenge von 1.640 MWh_{th}/a. Das entspricht weniger als 1 % des Wärmeverbrauchs in den drei Gemeinden.

5.4.2 Flüssige Biomassepotenziale

Die Herstellung von flüssigen Brenn- und Kraftstoffen aus Biomasse birgt im Vergleich zur Herstellung von Biogas einen deutlich niedrigeren Energieertrag pro Fläche. Daher wurde die Erzeugung von Biogas aus organischen Abfällen und auf landwirtschaftlichen Flächen in dieser Potenzialanalyse vorrangig betrachtet.

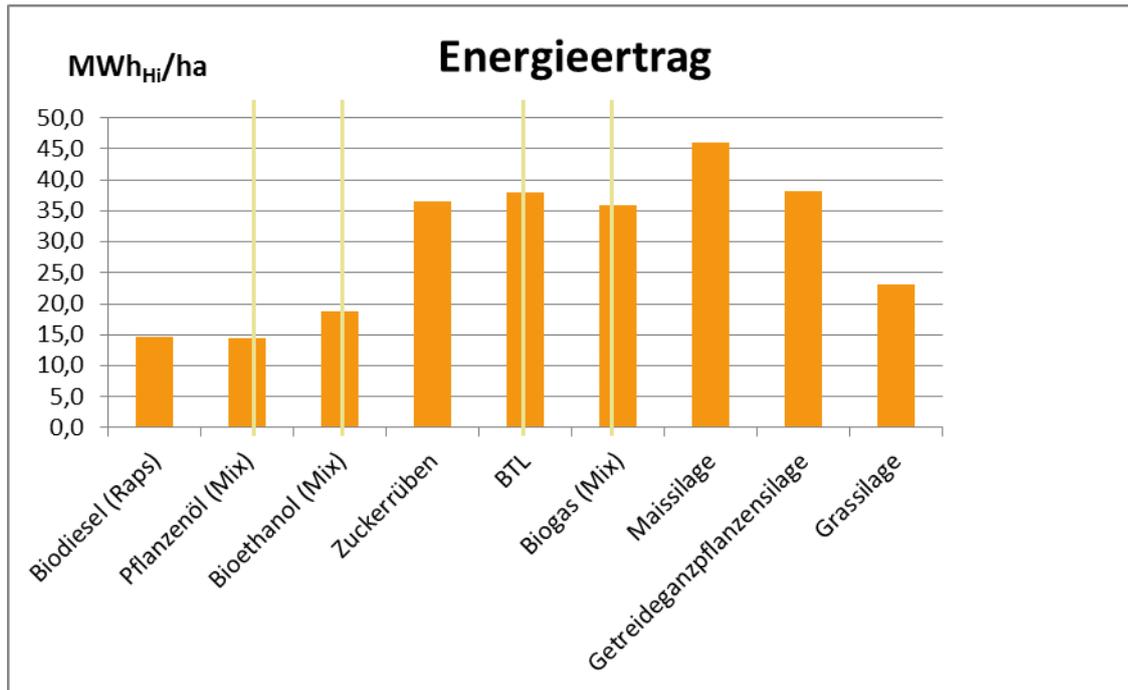


Abbildung 5-17: Vergleich der Energieerträge bezogen auf die Fläche (Daten von (FNR, 2011))

In Abbildung 5-17 ist ersichtlich, dass Biodiesel (nach Veredelung), Bioethanol (Mix) und Pflanzenöl einen deutlich niedrigeren flächenbezogenen Energieertrag besitzen als Biogas. Bei der Bioethanol Herstellung hat lediglich der Anbau von Zuckerrüben ein vergleichbares Potenzial wie Biogas.

Unter Umständen bildet die Herstellung von BTL-Kraftstoff (Biomass-to-Liquid) zukünftig eine ertragsreiche Konkurrenz zur Biogasherstellung, aber die bisher bekannten Werte zu BTL-Kraftstoffen beruhen auf theoretischen Berechnungen und können sich in der Realität ändern (FNR, BTL-Plattform, 2011). Auch wenn der BTL-Kraftstoff die Erwartungen erfüllt, besitzt Biogas aus Getreideganzpflanzensilage in etwa denselben Energieertrag während Biogas aus Maissilage diesen sogar übertrifft. Im Energiekonzept des Rheingau-Taunus-Kreises wird die Einschätzung abgegeben, dass die Rohstoffproduktion für Kraftstoffe der ersten Generation nicht ausgeweitet wird. Der Rapsanteil ist bereits hoch. Daneben bietet die logistische Ausgangssituation in der Region keine geeigneten Voraussetzungen, sehr große Mengen an Biomasse, wie für die Erzeugung von synthetischen Kraftstoffen (BtL) in Großanlagen benötigt, zu bündeln. Eine Ausweitung der Biokraftstoffproduktion im Untersuchungsgebiet wird daher nicht erwartet.



5.4.3 Gasförmige Biomassepotenziale

In diesem Abschnitt werden Potenziale ermittelt, in wie weit im Untersuchungsgebiet gasförmige Biomasse (Biogas) aus nachwachsenden Rohstoffen oder Klärgas produziert werden kann.

Wirtschaftsdünger (Gülle, Festmist)

Tabelle 5-26 stellt den Viehbestand in den drei Gemeinden gemäß der Hessischen Gemeindestatistik 2010 (Statistisches Landesamt Hessen, 2011) dar. Auffallend ist die vergleichsweise hohe Anzahl an Schweinen in Heidenrod und dass in Hohenstein gar keine Schweine gehalten werden.

Das Gülleaufkommen in den drei Gemeinden zusammen liegt bei rund 3.200 t/a, das Festmistaufkommen bei knapp 5.000 t/a.

Der damit erzeugbare Methanertrag liegt in Aarbergen bei rund 49.000 m³/a, in Heidenrod bei rund 132.000 m³/a und in Hohenstein bei 24.000 m³/a.

Bei einem spezifischen Energiegehalt von knapp 10 kWh_f/m³ ergibt sich für das gesamte Untersuchungsgebiet ein Energieertrag von rund 2.000 MWh_f/a.

Tabelle 5-26 Energieertrag aus Wirtschaftsdünger

		Aarbergen		Heidenrod		Hohenstein	
		Rindvieh	Schweine	Rindvieh	Schweine	Rindvieh	Schweine
Anzahl Tiere	-	262	278	412	1.176	225	0
Aufkommen Gülle	t/a	524	267	824	1.129	450	0
Aufkommen Festmist	t/a	734	445	1.154	1.882	630	0
Biogasertrag aus Gülle	m ³ /a	13.100	7.500	20.600	31.600	11.300	0
Biogasertrag aus Festmist	m ³ /a	33.000	26.700	51.900	112.900	28.400	0
Methanertrag gesamt	m ³ /a	49.000		132.000		24.000	
Energieertrag	MWh _f /a	490		1.320		240	

Dauergrünland

Die Dauergrünlandfläche in den drei Gemeinde beträgt insgesamt knapp 1.500 ha. Es wird in Anlehnung an die Hessische Biomassestudie (Witzenhausen-Institut GmbH, Pöyry Environment GmbH, Abt. IGW, 2009) angenommen, dass davon rund 15 % der Fläche mittelfristig für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehen könnten. Daraus könnte ein Biogasertrag von insgesamt fast 600.000 m³/a und ein Energieertrag von gut 3.000 MWh_f/a generiert werden.



Tabelle 5-27 Potenziale Dauergrünland

		Aarbergen	Heidenrod	Hohenstein
Fläche Dauergrünland	ha	336	761	470
Biomasseertrag	t/a	1.300	2.900	1.800
Biogasertrag	m ³ /a	127.000	284.000	176.000
Methanertrag	m ³ /a	69.000	153.000	95.000
Energieertrag	MWh _f /a	700	1.500	900

Nachwachsende Rohstoffe

Im Energiekonzept des Rheingau-Taunus-Kreises (Witzenhausen-Institut GmbH, IGW, 2009) wird angenommen, dass rund 20 % der Getreideanbaufläche für den Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur Verfügung gestellt werden könnten. Übertragen auf die Flächen der Gemeinden ergibt sich in Aarbergen eine Anbaufläche von 145 ha, in Heidenrod von 245 ha und in Hohenstein von 192 ha. Für die Potenzialberechnung wird angenommen, dass diese Flächen zu 60 % mit Mais und zu 40 % mit Getreide-Ganzpflanzen belegt werden. In Aarbergen könnte bei diesen Annahmen ein Biogasertrag von knapp 1,2 Mio. m³/a mit einem Energieertrag von ca. 6.000 MWh_f/a erreicht werden. In Heidenrod liegt der Biogasertrag bei knapp 2 Mio. m³/a mit einem Energieertrag von ca. 10.000 MWh_f/a. In Hohenstein ergibt sich ein Biogasertrag von ca. 1,5 Mio. m³/a mit einem Energiegehalt von fast 8.000 MWh_{Hi}/a.

Tabelle 5-28 Potenzial Nachwachsende Rohstoffe Biogas

		Aarbergen		Heidenrod		Hohenstein	
Anbaufläche	ha	145		245		192	
Flächen- aufteilung	%	Mais- silage	Getreide -silage	Mais- silage	Getreide -silage	Mais- silage	Getreide -silage
		60	40	60	40	60	40
Biomasse- ertrag	t/a	4.400	1.500	7.400	2.500	5.800	1.900
Biogasertra- g	m ³ /a	880.00 0	294.000	1.480.00 0	490.000	1.160.00 0	372.400
Methan- ertrag	m ³ /a	457.60 0	152.880	769.600	254.800	603.200	193.648
Methan- ertrag Gesamt	m ³ /a	610.000		1.024.000		797.000	
Energie- ertrag	MWh _f / a	6.100		10.200		7.900	



Aufgrund der Besonderheiten der Flächennutzung im Untersuchungsgebiet, gekennzeichnet durch einen unterdurchschnittlichen Anteil an landwirtschaftlich genutzter Fläche und einem erheblichen Anteil an Raps an der Anbaufläche von 13 % bis 25 % in 2010, ist es zu hinterfragen, ob weitere Ackerflächen für den Anbau von Energiepflanzen bereit gestellt werden können. Nach Rücksprache innerhalb der Projektgruppe werden die hier nach Kennwerten ermittelten Substratmengen nicht dem verfügbaren Biomassepotenzial angerechnet.

Bioabfall und Grünabfall

Nach Auskunft des Eigenbetriebs Abfallwirtschaft des Rheingau-Taunus-Kreises sind die Mengen an Bioabfall und Grünabfall langfristig vergeben. Angaben zur Menge, die im Kreis beziehungsweise in den Gemeinden anfällt, machte der Eigenbetrieb nicht. Anhand des durchschnittlichen Abfallaufkommens pro Kopf in Hessen für Bioabfall und Gartenabfall kann für das Untersuchungsgebiet eine Substratmenge von etwa 1.600 t/a Bioabfall und 600 t/a krautige Gartenabfälle abgeschätzt werden.

Die Naturenergiepark Heidenrod GmbH will in der für 2014 geplanten Biogasanlage unter anderem grasartige und krautige Anteile aus Garten- und Gartenbauabfällen aus dem Rheingau-Taunus-Kreis einsetzen.

Klärgas

In den Gemeinden Heidenrod und Hohenstein erfolgt die Abwasserreinigung in mehreren kleinen Kläranlagen und Klärteichen. Aufgrund der Größe und der angeschlossenen Einwohnergleichwerte ist eine Faulung und Klärgaserzeugung nicht sinnvoll. Die Gemeinde Aarbergen betreibt eine Zentralkläranlage im Gemeindegebiet mit aktuell deutlich unter 10.000 Einwohnergleichwerten. Auch hier ist eine Faulung und Klärgaserzeugung nicht sinnvoll.

Zusammenfassung der Potenziale aus gasförmiger Biomasse

Insgesamt ergibt sich für die gasförmige Biomasse ein Potenzial von 5.100 MWh_{Hi}/a. In nachstehender Tabelle 5-25 sind die verschiedenen Potenziale zusammenfassend dargestellt. Die grau markierten Mengen sind bereits genutzte Substratmengen, die nicht mehr zusätzlich zur Verfügung stehen. Die gelb genutzten Mengen werden nach Rücksprache mit der Projektgruppe nicht dem verfügbaren Biomassepotenzial zugerechnet.



Tabelle 5-29 Zusammenfassung gasförmige Biomasse

			Aarbergen	Heidenrod	Hohenstein
Biogas	Wirtschaftsdünger	MWh _f /a	490	1.320	240
	Energiepflanzen		6.100	10.200	7.900
	Dauergrünland		700	1.500	900
	Bioabfall		290	380	300
	Gartenabfälle krautartig		80	100	80
Summe Biogas		MWh _f /a	1.200	2.800	1.100

Unter der Annahme, dass die in der Potenzialanalyse erfasste Menge Biogas in BHKW mit durchschnittlichem elektrischen Wirkungsgrad von 38 % und durchschnittlichem thermischem Wirkungsgrad von 45 % eingesetzt wird (ASUE, 2011), können damit jährlich 1.940 MWh_{el}/a Strom und 2.300 MWh_{th}/a Wärme erzeugt werden. Das entspricht knapp 3 % des Stromverbrauchs und gut 1 % des Wärmeverbrauchs in den drei Gemeinden.

5.4.4 Zusammenfassung Biomassepotenziale

Abbildung 5-18 stellt die Biomassepotenziale in den drei Gemeinde noch einmal zusammenfassend grafisch dar. In Aarbergen und Heidenrod ist das Potenzial der gasförmigen Biomasse im Vergleich zu dem der Festbrennstoffe gut dreimal, in Hohenstein etwa doppelt so hoch.

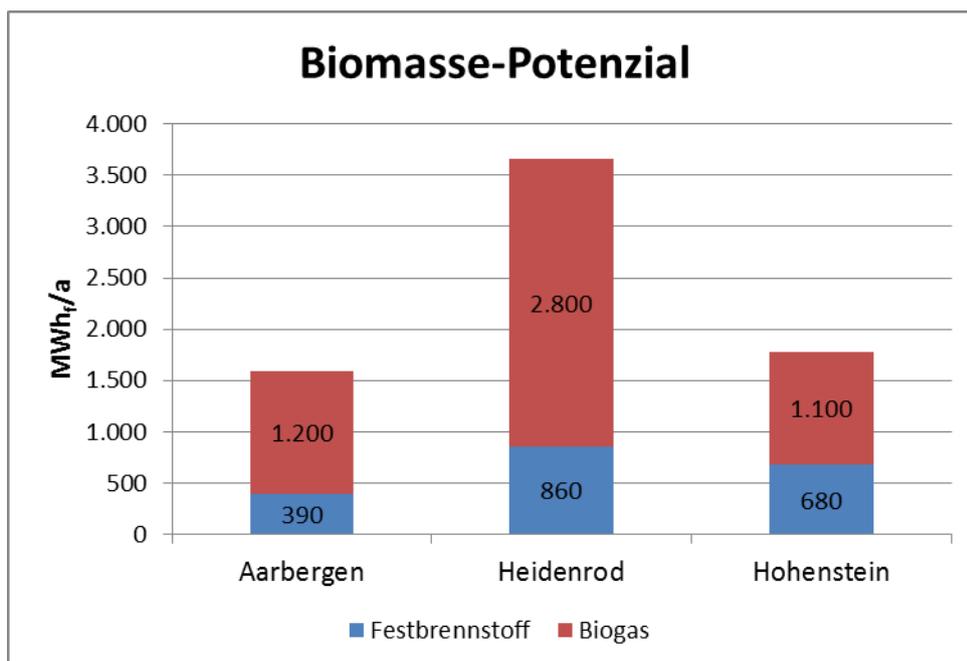


Abbildung 5-18 Zusammenfassung Biomassepotenzial



Die Nutzung dieser Potenziale ist von sehr vielen Faktoren wie z. B. der räumlichen Verteilung der Substrate oder dem Vorhandensein entsprechend erschließbarer Wärmesenken abhängig. Dazu sind Einzelfallbetrachtungen unabdingbar. Eine wichtige Aufgabe in der Umsetzungsphase des Klimaschutzkonzepts ist die Weiterführung des Dialogs mit den regionalen Akteuren und die Vertiefung der Untersuchung. Dann können die Gemeinden zu einer Initiierung von Projekten wie Biogasanlagen oder Biomasse-Nahwärmeverbänden beitragen.

5.4.5 Ausbauszenario Biomasse

Im Ausbauszenario Biomasse spielen vor allem die Vorhaben der Naturenergiepark Heidenrod GmbH eine große Rolle. An dem Standort in Heidenrod-Kemel soll 2013 ein Biomasseheizkraftwerk mit bis zu 2,75 MW_{el} elektrischer Leistung und bis zu 4 MW_{th} thermischer Leistung errichtet werden. Die rund 32.000 t/a Brennstoff, die pro Jahr in etwa für den Betrieb benötigt werden, sollen aus Waldrestholz aus der Region und dem holzartigen Anteil aus der Gartenabfallsammlung kommen. Die voraussichtliche Stromerzeugung liegt bei rund 22.000 MWh_{el}/a. Die Wärmemenge schwankt je nach Fahrweise der Anlage. Die Errichtung einer Fernwärmeleitung nach Bad Schwalbach ist in der Diskussion.

Für 2014 ist die Errichtung einer Biogasanlage mit 700 kW_{el} geplant. Substrate kommen aus dem gras-/krautartigen Anteil aus Gartenbau- und Gartenabfällen sowie aus der Pferde- und Hühnerhaltung, aus dem Weinbau (Trester) und aus dem Anbau nachwachsender Rohstoffe in der Landwirtschaft. Die voraussichtlich erzeugte Strommenge liegt bei rund 5.600 MWh_{el}/a. Die entstehende Wärme soll in einem speziell auf die Wärmemenge abgestimmten Trocknungskonzept verwendet werden. Der zurückbleibende Gärrest kann als Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Die voraussichtliche Stromerzeugung in diesen beiden Anlagen entspricht knapp 37 % des Stromverbrauchs im Untersuchungsgebiet.

Im Wärmebereich kann der Ausbau der Nutzung des Brennstoffs Holzpellets und die effizientere Nutzung des Brennholzes eine Rolle spielen.

Nach Einschätzung des zuständigen Forstamts Bad Schwalbach gibt es für den Ausbau der Brennholznutzung in den drei Gemeinden kein Potenzial mehr. Daher sollte der Fokus dort auf die effizientere Nutzung des Brennstoffs gelegt werden. Durch Informations- und Aufklärungsarbeit können die Gemeinden hier tätig werden.

Die Entwicklung der Holzpelletsnutzung wird anhand des bisherigen regionalen Zubaus abgeschätzt. Demnach wird 2020 eine Wärmemenge von rund 6.200 MWh_f/a durch den Einsatz von Holzpellets abgedeckt, was rund 3 % des Wärmeverbrauchs



entspricht. 2030 könnte der Anteil bei gleichbleibender Entwicklung über 4 % betragen.

Die Nutzung der weiteren Substratmengen, die in der Potenzialanalyse identifiziert wurden, ist nur über weitergehende Einzelfallbetrachtungen zu bewerten. Die Initiierung von Projekten wie Biomasse-Nahwärmeverbünde oder Biogasanlagen kann zum Teil auch durch die Gemeinden vorangetrieben werden.

5.5 Potenziale Wasserkraft

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, J., Mosonyi, E., Heidelberg). 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 (Reingans, R., 1993).

An die Wasserkraftnutzung wird der Anspruch gestellt, effizient elektrische Energie zu generieren. Daneben gewinnt der Anspruch der guten ökologischen Verträglichkeit jedoch immer mehr an Bedeutung, so dass es in jüngerer Vergangenheit einige Neuentwicklungen von Wasserkraftwerken gab, 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 sie sich noch in der Erprobungsphase durch Prototypen.

5.5.1 Ist-Analyse

Gewässer im Untersuchungsgebiet

In den Gebieten der Gemeinden Hohenstein, Heidenrod und Aarbergen gibt es kein Gewässer 1. Ordnung, aber mit der Aar und der Wisper 2 Gewässer 2. Ordnung.. Zudem gibt es eine Vielzahl an Gewässern 3. Ordnung, welche für die Wasserkraftnutzung aber in der Regel nicht von Bedeutung sind, da der Durchfluss zu gering ist. Eine Übersicht über die Gewässer 2. Ordnung gibt Tabelle 5-30.

Tabelle 5-30 Gewässer im Untersuchungsgebiet

Gewässername	Länge (im Untersuchungsgebiet)	Ordnung	Querverbauung	Wehre
Aar	Ca. 9 km	2. Ordnung	ja	ja
Wisper	Ca. 5,6 km	2. Ordnung	ja	ja

Bestehende Anlagen

In Tabelle 5-31 sind die sich im Untersuchungsgebiet in Betrieb befindlichen Wasserkraftanlagen aufgeführt. Es gibt drei Wasserkraftanlagen. Alle liegen an der Aar.

Tabelle 5-31: Wasserkraftanlagen im Untersuchungsgebiet (RP Darmstadt_Nina Boxen, 2012)

Wasserkraftanlagen	Standort	Gewässer	Fallhöhe [m]	Ausbauwassermenge [m³/s]	Mittlerer Abfluss [m³/s]	Eingesetzter Turbinentyp
Schiesheimer Mühle	Rückershausen/Aarbergen	Aar	3,5	1,2	1,7	Durchström-turbine
Zimmermannsmühle	Michelbach/Aarbergen	Aar	4,5	0,5	1,2	Durchström-turbine
Neumühle	Laufenselden/Heidenrod	Aar	2	0,19	1,2	Durchström-turbine

In Tabelle 5-32 sind die Ausbauleistung, die Jahresstromerträge und die Vollbenutzungsstunden der Wasserkraftanlagen zusammengestellt.

Die Schiesheimer Mühle ist die einzige Wasserkraftanlage, die den erzeugten Strom ins Netz der Syna GmbH einspeist. Die angegebene Jahresstromerzeugung ist der Mittelwert der Stromeinspeisung ins Netz der Syna GmbH in den Jahren 2008 bis 2011.



Die Zimmermannsmühle und die Neumühle nutzen den erzeugten Strom selbst. Die angegebene Jahresarbeit ist ein vom Regierungspräsidium Darmstadt abgeschätzter Wert.

Tabelle 5-32 Wasserkraftanlagen im Bestand – Technische Daten (RP Darmstadt_Nina Boxen, 2012); (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V., 2010)

Wasserkraftanlagen	Ausbauleistung [kW _{el}]	Jahresstromerzeugung [kWh _{el} /a]	Volllaststunden [h/a]	Nutzung des erzeugten Stroms
Schiesheimer Mühle	30	120.000	4.000	Netzeinspeisung
Zimmermannsmühle	21	94.500	4.500	Eigenverbrauch
Neumühle	3	13.500	4.500	Eigenverbrauch

Die Schiesheimer Mühle erzeugte in den Jahren 2008-2011 im Durchschnitt rund 120.000 kWh/a und erreichte damit Vollbenutzungsstunden von 4.000 h/a. Der Jahresertrag lag 2011 mit 90.000 kWh_{el}/a deutlich unter dem der anderen Jahre. Die Abweichung zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Jahresertrag ohne Berücksichtigung des Jahres 2011 (2008: 119.503 kWh_{el}/a, 2010: 143.412 kWh_{el}/a) liegt bei rund 16 %. Das kann durch übliche Schwankungen der äußeren Rahmenbedingungen wie zum Beispiel dem mittleren Abfluss [m³/s] entstehen. Die Vollbenutzungsstunden sind im regionalen Vergleich als durchschnittlich einzustufen.

Stillgelegte Anlagen

Stillgelegte Wasserkraftanlagen sind nach Auskunft des Regierungspräsidiums Darmstadt im Untersuchungsgebiet nicht erfasst.

5.5.2 Potenziale der Wasserkraft

Bei der Potenzialanalyse wird untersucht, ob durch Reaktivierung stillgelegter Wasserkraftanlagen, durch Modernisierung bestehender Wasserkraftanlagen oder die Errichtung neuer Wasserkraftanlagen die Stromerzeugung aus Wasserkraft im Untersuchungsgebiet erhöht werden kann.

Potenziale durch Reaktivierung



Stillgelegte Wasserkraftanlagen sind nach Auskunft des Regierungspräsidiums Darmstadt im Untersuchungsgebiet nicht erfasst. In einer Stellungnahme aus dem RP Darmstadt vom 19. Juni 2012 (RP Darmstadt_Nina Boxen, 2012) heißt es dazu weiter: *Zudem stellen Wasserkraftanlagen aus gewässerökologischer Sicht einen erheblichen Eingriff in das empfindliche Ökosystem eines Gewässers dar. Das Wasserhaushaltsgesetz und das hessische Wassergesetz verpflichten die Behörden, die Funktionsfähigkeit des Ökosystems Gewässer zu schützen. Eine nachhaltige Nutzung und eine Nutzung zum Wohl der Allgemeinheit, die diese Eingriffe rechtfertigen würden, können gerade bei kleinen Wasserkraftanlagen aus wasserwirtschaftlicher Sicht fast regelmäßig verneint werden.*

Ein Potenzial durch Reaktivierung stillgelegter Wasserkraftanlagen kann somit nicht identifiziert werden.

Potenziale durch Modernisierung

Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz wurde 2011 die „Studie Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges“ (Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald, Uni Kassel, 2011) erstellt. Darin werden auch Potenziale durch die Modernisierung von Wasserkraftanlagen beschrieben und abgeschätzt. Für Kleinwasserkraftanlagen kleiner 50 kW_{el} Leistung werden mögliche durchschnittliche Steigerungsraten von 10 % angenommen, z. B. durch Maßnahmen wie die Generalüberholung der Turbine, den Austausch von Getriebe und Generator oder die Erneuerung von Rechen und Rechenreiniger. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass immer eine differenzierte Einzelfallbetrachtung durchzuführen ist und dass gerade im Bereich der Kleinwasserkraftanlagen die technisch möglichen Steigerungspotenziale aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen häufig nicht oder nicht vollständig genutzt werden.

Die Wasserkraftanlagen im Untersuchungsgebiet erreichen eine durchschnittliche Vollbenutzungsstundenzahl von 4.000 bis 4.500 h/a. Das entspricht den üblichen Werten für Anlagen dieser Größenordnung in dieser Region.

Bei einer Steigerungsrate von 10 % ergibt sich ein Potenzial durch Modernisierung der Wasserkraftanlagen von rund 24.000 kWh_{el}/a.

Potenziale durch Anlagenneubau



Der Neubau von Wasserkraftanlagen an neuen Querbauwerken kann ausgeschlossen werden. Das widerspricht dem Verschlechterungsgebot der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Die Stromerzeugung solcher Anlagen erhalten keine Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Auch die oben zitierte Stellungnahme des RP Darmstadt (RP Darmstadt_Nina Boxen, 2012) lässt sich so interpretieren, dass ein Neubau von Querbauwerken zum Zwecke der Wasserkraftnutzung nicht möglich ist.

Potenziale könnten durch den Einsatz von Strömungskraftwerken bestehen. Sie benötigen keine Querverbauungen, sondern nutzen die kinetische Energie des Fließgewässers.

Strömungskraftwerke befinden sich allerdings noch in der Testphase und werden noch nicht in Serie produziert. Die Technik ist also noch nicht kurzfristig verfügbar.

Bei Strömungskraftwerken hängt 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. Am besten eignen sich Flusskurven und Flussverengungen, an denen die Strömungsgeschwindigkeit erhöht ist. Zudem benötigen Strömungskraftwerke Gewässertiefen größer 2 m.

Die Pegelstände der Aar, dem größten Gewässer im Untersuchungsgebiet, sind zu niedrig, um sich für die Nutzung durch Strömungskraftwerke zu eignen. Die Wasserkraftnutzung dieses Gewässers ist daher auszuschließen.

In Abbildung 5-19 ist der Verlauf des Pegels der Aar vom 01.04.2011 bis zum 26.03.2012 an der Pegelmessstelle in Michelbach dargestellt, aus dem hervorgeht, dass der Pegel zumeist unter 1 m Wassertiefe liegt, also bei weniger als der Hälfte der für die Nutzung durch Strömungskraftwerke benötigten Wassertiefe.

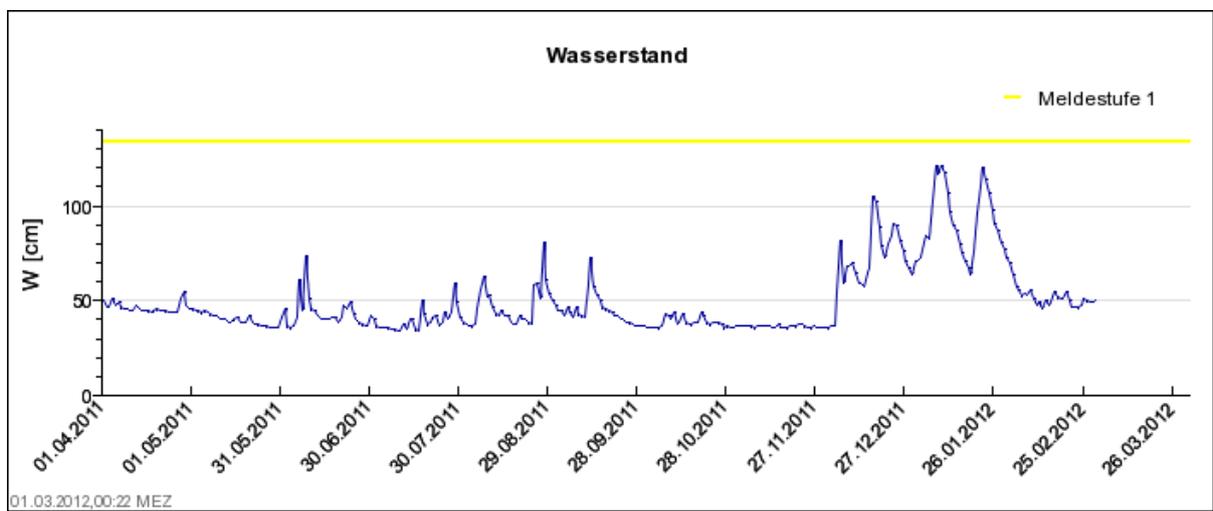


Abbildung 5-19: Pegel der Aar am Messpunkt in Michelbach (HLUG, 2012)



5.5.3 Wasserkraftnutzung in der kommunalen Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung

Bei der Energiegewinnung in der Trinkwasserversorgung werden üblicherweise die Höhenunterschiede in den Rohrleitungssystemen über Turbinen zur Energiegewinnung genutzt. Je nach Versorgungssituation und topografischem Gelände lässt sich so möglicherweise Energie gewinnen. Bei der Untersuchung möglicher Potenziale muss die Versorgungssicherheit der Trinkwasserkunden beachtet werden.

Das Potenzial zur Stromerzeugung aus Wasserkraft bei Kläranlagen liegt im Bereich des Auslaufs. In Abhängigkeit vom Gefälle zum Vorfluter und dem Durchfluss könnte dort eine Kleinwasserkraftanlage errichtet werden.

Nach Rücksprache mit den zuständigen Mitarbeitern der Gemeindeverwaltung (Wassermeister und Bauverwaltung) liegen keine nennenswerten Stromerzeugungspotenziale vor.

Folgende Bedingungen wurden dokumentiert:

Wasserversorgung:

Die Gemeinde Hohenstein bezieht täglich etwa 200 m³ Fremdwasser aus insgesamt sechs Teilanlagen. Nutzbares Potenzial ist nach Aussage von Herrn Weingardt, Wassermeister der Gemeinde Hohenstein, nur theoretisch aber nicht wirtschaftlich vorhanden.

Die Gemeinde Aarbergen ist autark bei der Wasserversorgung. Das Wasser wird in einen Hochbehälter gepumpt der das Druckniveau des Endkunden aufweist. Auch sonst sieht Herr Müller, Wassermeister der Gemeinde Aarbergen, kein ungenutztes Energiepotenzial.

Die Gemeinde Heidenrod bezieht ihr Trinkwasser von der Hessenwasser GmbH & Co. KG (ca. 300.000 m³/a). Das Wasser wird in einen Hochbehälter gepumpt und von dort auf insgesamt 19 Ortsteile verteilt. Für manche Ortsteile ist eine weitere Druckerhöhung notwendig. Das Leitungsnetz wurde bereits vor einigen Jahren extern begutachtet und optimiert. Herr Bender, Wassermeister der Gemeinde Heidenrod sieht kein ungenutztes Energiegewinnungspotenzial.

Abwasserbehandlung:



Es gibt in der Gemeinde Hohenstein vier Klärteiche und eine Kompaktkläranlage. Die Höhendifferenz am Auslauf beträgt maximal drei Meter, allerdings bei einem sehr geringen Volumenstrom.

Die Gemeinde Aarbergen betreibt eine Zentralkläranlage. Das geklärte Abwasser (ca. 900.000 m³/a) wird mit einer Höhendifferenz von 1,5 m ausgeleitet.

In der Gemeinde Heidenrod wird das geklärte Abwasser (etwa 1,1 Mio. m³/a) mit einer Höhendifferenz von 0,2 bis 0,5 Metern ausgeleitet.

Das Gefälle und/oder der Volumenstrom an den Ausleitungen der Kläranlagen sind für den Betrieb von Kleinwasserkraftanlagen zu gering.

5.5.4 Überblick Wasserkraftpotenzial im Untersuchungsgebiet

Die Tabelle 5-33 stellt die Wasserkraftpotenziale im Untersuchungsgebiet dar. Potenziale durch Reaktivierung stillgelegter Wasserkraftanlagen, oder durch den Neubau von Wasserkraftanlagen können nicht ausgewiesen werden. Es wird, in Anlehnung an (Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald, Uni Kassel , 2011) abgeschätzt, dass durch die Modernisierung bestehender Wasserkraftanlagen rund 10 % mehr Strom erzeugt werden kann. Das entspricht knapp 24.000 kWh_{el}/a.

Tabelle 5-33: Wasserkraftpotenziale im Untersuchungsgebiet Hohenstein, Heidenrod, Aarbergen

	Technisches Potenzial	Genutztes Potenzial	Ausbaupotenzial
	MWh_{el}	MWh_{el}	MWh_{el}
Wasserkraft	260	236	24

5.6 Geothermiefpotenziale

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 5-20).

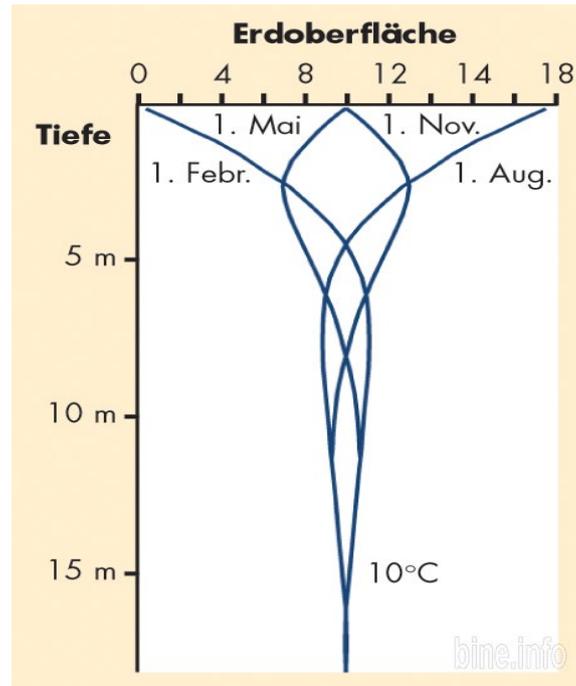


Abbildung 5-20 jahreszeitliche Temperaturschwankungen der oberen Erdschichten (BINE)

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. Anlagen, die Tiefengeothermie nutzen, sind größere Anlagen, die ein Wärmenetz oder einen Großabnehmer versorgen. Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist eher für kleinere Anlagen zur Beheizung von einzelnen Gebäuden geeignet.

5.6.1 Tiefengeothermie

Tiefengeothermie beginnt ab einer Tiefe von etwa 400 m. 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). Weiterhin werden die Lagerstätten nach ihrem Temperaturniveau eingeteilt. So gibt es Lagerstätten mit hoher und niedriger Enthalpie. Von Hochenthalpielagerstätten spricht man ab ca. 200 °C, bei geringeren Temperaturen von Niederenthalpielagerstätten (GTV, 2011).



In Deutschland kommen lediglich Lagerstätten mit niedriger Temperatur vor. Die Tiefengeothermie unterteilt sich weiter in Hydrothermale und Petrothermale Systeme.

Hydrothermale Systeme

Hydrothermale Systeme nutzen wasserführende Schichten in großer Tiefe (Grundwasserleiter). Bei Wasser in großer Tiefe und Temperaturen über 20 °C spricht man von Thermalwasser. Bei diesem System wird das warme Thermalwasser gefördert und das abgekühlte Wasser anschließend über eine zweite Bohrung wieder in die Lagerstätte eingebracht.

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.

In Deutschland gibt es drei Gebiete mit nachgewiesenem hydrothermale Vorkommen. Zu diesen Gebieten sind das Norddeutsche Becken, das Süddeutsche Molassebecken und der Oberrheingraben zu zählen. Mithilfe von Temperaturkarten des Leibnitz Instituts für angewandte Geophysik (LIAG) kann ein erster Eindruck über die Temperaturen in verschiedenen Tiefen gewonnen werden (LIAG , 2011). Diese Karten basieren auf Daten aus Forschungs- und Industriebohrungen.

Abbildung 5-21 zeigt das Temperaturfeld in Deutschland für eine Tiefe von 3.000 m.

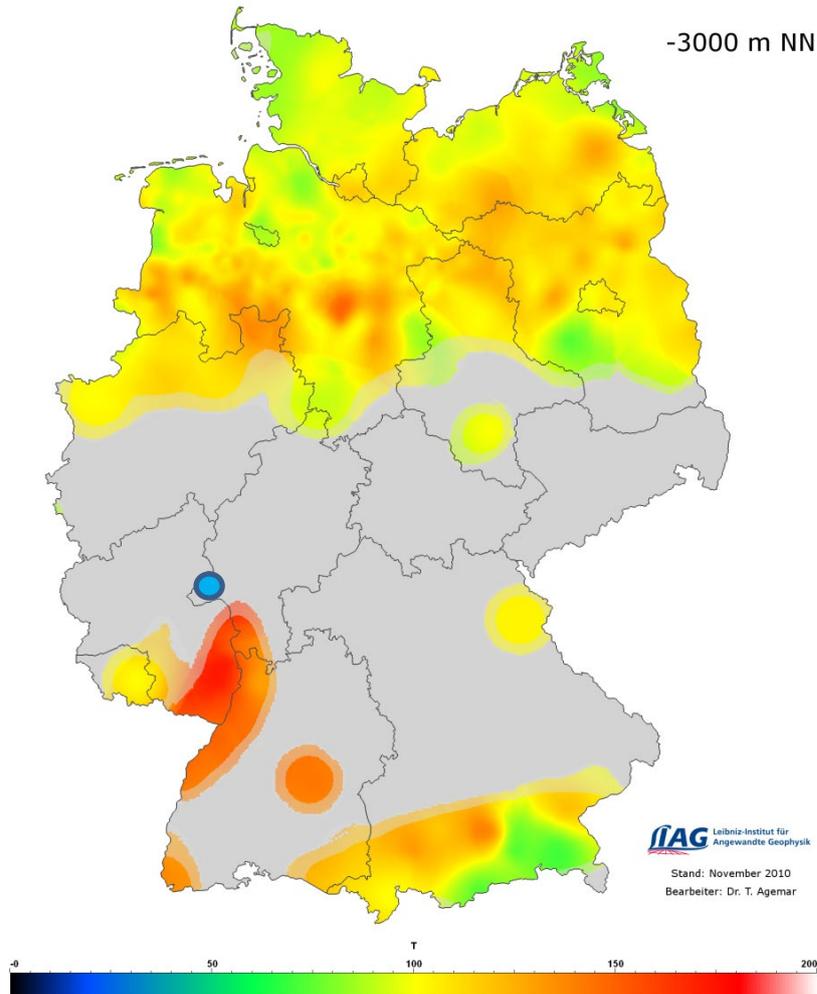


Abbildung 5-21 Temperaturfeld in Deutschland in 3.000 m Tiefe (LIAG, 2011-2)

Die höchsten Temperaturen in Deutschland sind im mit ca. 150-180 °C in 3.000 m Tiefe im Bereich des südlichen Oberrheingrabens zu erwarten (vgl. Abbildung 5-21). In Gebieten mit geringer Datendichte kann keine Abschätzung der Temperaturen in großer Tiefe vorgenommen werden (LIAG, 2011). In der Karte sind diese Gebiete grau dargestellt. Zur besseren Übersicht wurde das Untersuchungsgebiet mit der Temperaturkarte verschnitten. Der Standort der drei Gemeinden ist mit einem blauen Punkt markiert. Die Gemeinden liegen in einem grau dargestellten Gebiet mit geringer Datendichte. Aussagen zu den Temperaturen können daher nicht getroffen werden. Es ist allerdings anzunehmen, dass die drei Gemeinden nicht in einem für die Tiefengeothermienutzung besonders geeigneten Gebiet liegen.



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 erhitzte Wasser zu Tage gefördert.

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. Bei petrothermalen Systemen wird die geothermische Energie primär zur Stromerzeugung genutzt (PK TG, 2007). In Deutschland ist noch kein petrothermales System im näheren Sinn realisiert. 95 % Prozent der verfügbaren geothermischen Energie entfallen auf kristalline Gesteine (Paschen et al, 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.

5.6.2 Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie findet in einer Tiefe bis zu 400 m statt. Deshalb wird hier nur ein sehr geringes Temperaturniveau erschlossen, welches zur Raumheizung oder Kühlung dient. In Einzelfällen ist auch eine Bereitstellung von Prozesswärme (bspw. Trocknungsprozesse mit Niedertemperaturwärme) möglich.

Zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie ist eine Wärmequellenanlage, eine Wärmepumpe und eine Wärmesenke (Bsp.: zu beheizendes Gebäude) nötig. Die Wärmequellenanlage kann offen und geschlossen ausgeführt werden. Eine offene Wärmequellenanlage fördert Wasser aus einem Grundwasserbrunnen und nutzt die relativ konstante Grundwassertemperatur. Eine geschlossene Wärmequellenanlage besteht entweder aus einer Erdwärmesonde oder einem Erdwärmekollektor. Bei beiden Anlagen ist es vorteilhaft, wenn der Boden mit Wasser gesättigt ist, da so die Wärmeleitfähigkeit deutlich höher liegt und eine höhere Wärmeausbeute möglich ist.



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.

Erdwärmesonden zeichnen sich durch einen vergleichsweise geringen Platzbedarf aus. Bei dieser Art von System werden vertikale Erdsonden mittels Bohrungen ins Erdreich gebracht. Erdwärmesonden sind 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 (Bundesberggesetz, 2009). Für die Errichtung und den Betrieb einer Erdwärmesondenanlage ist eine wasserrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung nach § 8 (WHG, 2009) erforderlich. Vor der Errichtung einer Erdwärmesondenanlage ist ein entsprechender Antrag bei der jeweiligen unteren Wasserbehörde einzureichen.

In Hessen wird das Erlaubnisverfahren durch den Erlass „Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden“ geregelt (HLUG, 2011). Darin sind z.B. Regelungen über den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen oder Anforderungen zur Errichtung und Betrieb enthalten. Der Erlass gilt für Anlagen mit einer Heizleistung kleiner $30 \text{ kW}_{\text{th}}$. Bei der Antragsstellung sind die hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Gegebenheiten am Standort zu prüfen, da möglicherweise ein vereinfachtes Verfahren durchgeführt werden kann.

Grundwasserbrunnen ermöglichen es, Erdwärme mittels eines offenen Systems zu nutzen. Die Grundwassertemperatur liegt das ganze Jahr über konstant bei etwa $8\text{-}12 \text{ °C}$. 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. Bei Grundwasserbrunnen wird direkt Wasser gefördert. Neben den Nutzungen von Grundwasser nach WHG bei den geschlossenen Systemen kommt hier noch ein Nutzungstatbestand nach § 9 Abs.1 Nr. 5 WHG hinzu.

Auf der Internetseite des Hessischen Landesamts für Umwelt und Bergbau stehen Karten für die hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung zum Download:



<http://www.hlug.de/start/geologie/erdwaerme-geothermie/oberflaechennahe-geothermie/karten-standortbeurteilung.html>.

Die Webseite dient als erster Anhaltspunkt für Interessenten. Sie zeigt, dass im Untersuchungsgebiet einige wenige Bereiche wasserwirtschaftlich ungünstig beziehungsweise unzulässig sind.

Die Nutzung der Erdwärme erfolgt über den Einsatz von Wärmepumpen. Wärmepumpen entziehen einem Trägermedium (Grundwasser, Sole oder Luft) Wärme auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau und heben diese auf ein höheres Temperaturniveau.

Neben der Temperatur der Wärmequelle und der Effizienz der Wärmepumpentechnik ist die Wärmesenke (z. B. Gebäude) und deren Rahmenbedingungen für die Nutzung von Erdwärme entscheidend.

Im Sinne der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit sollte beim Einsatz von Erdwärme auf eine möglichst effiziente Nutzung, ausgedrückt durch die so genannte Jahresarbeitszahl, geachtet werden. Die Jahresarbeitszahl gibt an, wie viel kWh_{th}/a Wärme durch den Einsatz einer kWh_{el}/a Strom im Jahr erzeugt wurden. Um einen ökonomisch und ökologisch sinnvollen Betrieb der Wärmepumpe zu erreichen, sollte die Jahresarbeitszahl höher als 3,0 sein. Dies bedeutet, dass die Nutzung vorrangig in energieeffizienten Gebäuden (z.B. Neubauten und/oder entsprechend sanierten Bestandsgebäuden) erfolgen sollte. Des Weiteren sollten Heizsysteme mit niedrigen Vorlauftemperaturen eingesetzt werden. Im Sinne einer nahezu CO₂e-neutralen Gesamtbilanz sollte der Strombezug von Wärmepumpen nach Möglichkeit aus erneuerbaren Energien erfolgen (z.B. Photovoltaikanlagen, Bezug von Ökostrom).

5.6.3 Ausbauszenario Geothermie und Wärmepumpen

Im Bereich der Tiefengeothermie können keine Potenziale identifiziert werden. Dementsprechend findet er auch keine Berücksichtigung im Ausbauszenario.

Die Entwicklung des Wärmepumpen-Ausbaus in den drei Gemeinden wird anhand der Branchenstudie 2011 des Bundesverbands Wärmepumpen e. V. „Szenarien und politische Handlungsempfehlungen - Daten zum Wärmepumpenmarkt bis 2010 und Prognosen bis 2030“ ermittelt. Die darin prognostizierte bundesweite Entwicklung wird dabei auf das Untersuchungsgebiet übertragen.

Demnach steigt der in Wärmepumpen genutzte Strom von derzeit 800 MWh_{el}/a bis 2020 auf 1.840 MWh_{el}/a an, was rund 1 % des Endenergieverbrauchs für Wärme in



den drei Gemeinden entspricht. Die damit erzeugte Nutzwärme liegt bei etwa 6.000 MWh_{th}/a.

2030 liegt der Anteil des in Wärmepumpen genutzten Stroms bei etwa 1,3 % des Endenergieverbrauchs Wärme.

5.7 Übersicht Potenziale für den Ausbau Erneuerbarer Energien

Tabelle 5-34 gibt eine Übersicht über die Potenziale und das Ziel-Szenario 2020 für den Ausbau der Erneuerbaren Energien. Das größte Ausbaupotenzial steckt in der Windenergie. Im Ziel-Szenario 2020 liefert die Windenergie den größten Beitrag zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und zur CO₂e-Einsparung, gefolgt von der Biomasse. Im Wärmebereich hat die Biomasse den größten Anteil an der regenerativen Wärmeerzeugung.

Die CO₂e-Einsparung im Strombereich wird hier gegenüber dem CO₂e-Kennwert für Steinkohle-Kraftwerke 2020 mit 911 kg/MWh_{el} nach (Umweltbundesamt, 2012) und (DLR, 2012) gerechnet, da zu erwarten ist, dass 2020 vor allem dieser Strom durch Erneuerbare Energien verdrängt wird (Merit-Order-Effekt).

Die CO₂e-Einsparung im Wärmebereich wird gegenüber dem CO₂e-Kennwert des lokalen Wärmemixes im Untersuchungsgebiet abzüglich des Anteils Erneuerbarer Energien mit einem Wert von 348 g/kWh_f errechnet.

Tabelle 5-34 Übersicht Potenziale und Szenarien Ausbau Erneuerbarer Energien

Bereich		Ist-Bilanz 2011		Szenario 2020			Ausbaupotenzial	
		Erzeugung [MWh _f /a]	Deckung Verbrauch	Erzeugung [MWh _f /a]	Deckung Verbrauch	CO ₂ e-Einsparung (t/a)	Erzeugung [MWh _f /a]	CO ₂ e-Einsparung (t/a)
Wärme	Solarthermie	1.000	0,5%	2.900	1,4%	100	25.700	1.100
	Biomasse	28.500	15,0%	29.300	15,0%	700	3.900	200
	Geothermie/ Wärmepumpen	800	0,4%	1.800	1,0%	600	nicht ausweisbar	nicht ausweisbar
Strom	Windenergie	6.200	8,0%	129.100	120,0%	114.800	756.000	671.500
	Photovoltaik	4.600	6,0%	9.000	12,0%	7.100	64.400	50.500
	Wasserkraft	100	0,1%	100	0,1%	100	0	0
	Biomasse gasförmig	0	0,0%	5.600	7,0%	4.200	1.900	1.400
	Biomasse fest	0	0,0%	22.000	29,0%	19.700	0	0



6 Akteursbeteiligung

6.1 Akteursanalyse

Eine umfassende Reduktion von klimaschädlichen Treibhausgasemissionen kann nur gelingen, wenn Maßnahmen in unterschiedlichen Handlungsfeldern umgesetzt werden und diese von den beteiligten Akteursgruppen (oder der Bevölkerung) vor Ort mitgetragen werden. Aus diesem Grund wurden Akteure und Multiplikatoren aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen bereits in die Entwicklung des Klimaschutzkonzeptes, das heißt konkret in die Erhebung von Grundlagen und die Entwicklung von Maßnahmenideen, einbezogen. Die Partizipation verschiedener Akteursgruppen gewährleistete im Verlauf des Projektes die Berücksichtigung eines breiten Themen- und Interessenspektrums.

Die Akteursbeteiligung bildet die Grundlage zur Schaffung eines umfassenden und interdisziplinären Klimaschutznetzwerkes in den drei Gemeinden. Zur Steuerung wurde entsprechend in der Projektanfangsphase eine Projektgruppe eingerichtet (siehe 2.2.1 Partizipative Konzepterstellung). Begleitend zu der Bearbeitung der einzelnen Projektbausteine sowie insbesondere bei der Konzeption der Akteursbeteiligung bei Schwerpunktthemen (Einzelgespräche und Workshops), wurde eine Akteursanalyse mit der Projektgruppe durchgeführt. Die Zusammensetzung der Projektgruppe (siehe 2.2.1 Partizipative Konzepterstellung) aus regionalen Akteuren garantierte die Identifikation wesentlicher Akteure für die Bearbeitung. Akteure des Klimaschutzkonzeptes können verschiedene Kompetenz- und Interessensträger sein, wie die nachstehende Abbildung 6-1 verdeutlicht.

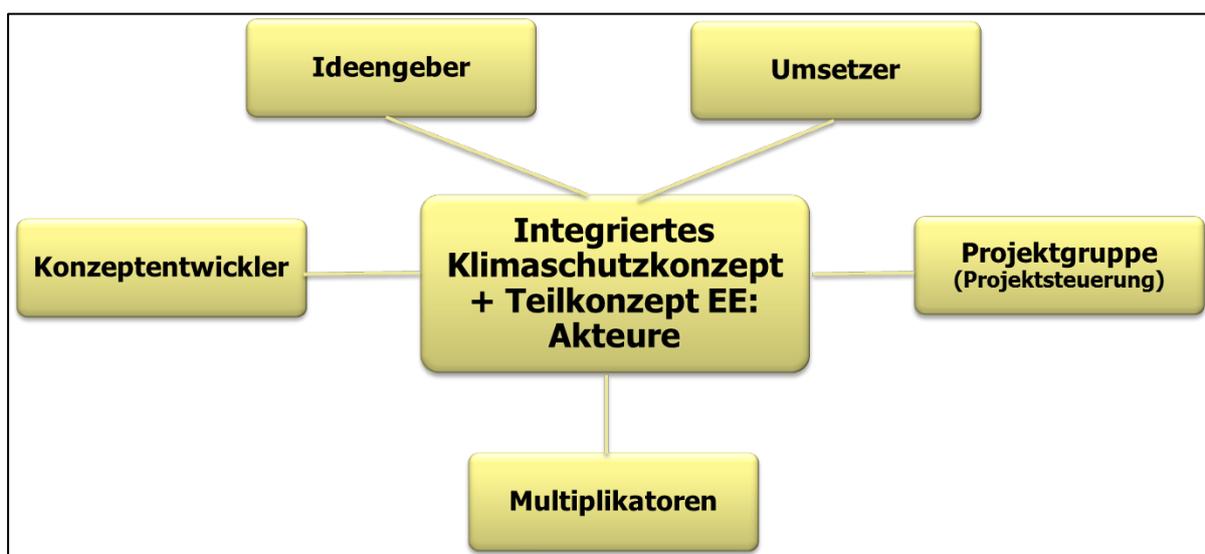


Abbildung 6-1: Akteure des Klimaschutzkonzeptes



Im Rahmen von Veranstaltungen sowie individuell geführter Gespräche vor Ort, Telefonaten sowie einen Informationsaustausch mittels Schriftverkehr, konnte der Akteurskreis, auch im Hinblick auf die Konkretisierung und Umsetzung von Handlungsmaßnahmen weiter ausgebaut werden. Darüber hinaus wurde während der Projektlaufzeit mehrfach in regionalen Zeitungen über das Klimaschutzkonzept und die durchgeführten Veranstaltungen berichtet (siehe Anhang V Pressespiegel), so dass der Kreis der informierten Personen erheblich größer ausfällt.

Die Koordinierung und Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes soll künftig durch einen Klimaschutzmanager gesteuert werden. Um den Klimaschutzmanager die Pflege des aktuellen Netzwerkes und die Kontaktaufnahme mit den für die Umsetzung der entwickelten Klimaschutzmaßnahmen mitgewirkten und verantwortlichen Personen zu erleichtern, wurde eine Adressliste erstellt. Aus Datenschutzgründen kann diese nicht im Klimaschutzkonzept abgedruckt werden.

6.2 Akteursmanagement

Ausgangspunkt für die Entwicklung und Konkretisierung von Handlungsmaßnahmen im Bereich Energie und Klimaschutz waren Gespräche innerhalb der strategischen Projektgruppe. Im Rahmen der Durchführung zielgruppen- und themenspezifischer Workshops, wurden zahlreiche Klimaschutzmaßnahmen von den jeweiligen Zielgruppen vorgeschlagen. Darüber hinaus wurden diverse Einzelgespräche und Telefonate zwischen den jeweiligen Bearbeitern der Projektbausteine mit den verantwortlichen Mitarbeitern aus der Verwaltung und weiteren relevanten Experten geführt, um Maßnahmenschwerpunkte zu konkretisieren. Ergänzend erfolgten Abstimmungsgespräche zwischen den Projektleitern und der Politik hinsichtlich organisatorischer Belange. Nachfolgend werden die Auftaktveranstaltung, Workshops und einige Expertengespräche beispielhaft beschrieben. Tabelle 6-1 gibt einen Überblick über die durchgeführten Veranstaltungen.



Tabelle 6-1: Überblick über die verschiedenen Veranstaltungen

Termin	Ort	Projektgruppentreffen
30.11.2011	Hohenstein	Auftaktveranstaltung
01.02.2012	Heidenrod	PGR 1
03.04.2012	Aarbergen	PGR 2
26.06.2012	Heidenrod	PGR 3
11.10.2012	Aarbergen	PGR 4

Termin	Ort	Thema des Workshops
09.05.2012	Hohenstein	Kommunales Energiemanagement
12.06.2012	Heidenrod	Energieeinsparpotenziale in Haushalten
29.08.2012	Aarbergen	Rahmenbedingungen für den Ausbau EE
05.09.2012	Hohenstein	Nachhaltige Mobilität

6.2.1 Auftaktveranstaltung, Projektgruppentreffen

In der Auftaktveranstaltung am 30.11.2011 im Rathaus der Gemeinde Hohenstein wurden Arbeitsabläufe, Schwerpunkte des Konzepts und die Akteursanalyse diskutiert sowie die Projektgruppe zusammengestellt.

Die Projektgruppe tagte in vier Projektgruppentreffen. Darin wurden Zwischenergebnisse präsentiert und diskutiert, Maßnahmen entwickelt, Schwerpunkte und Workshopthemen festgelegt. Die Protokolle zu den Projektgruppentreffen sind im Anhang beigefügt.

6.2.2 Akteursworkshops

Während der Konzepterstellung wurden vier themenspezifische Workshops mit verschiedenen Zielgruppen durchgeführt. Die Themenauswahl der Workshops und die Zielgruppen wurden im Rahmen der Projektgruppe festgelegt. Hauptkriterium für die Festlegung der Schwerpunktthemen der Workshops waren die möglichen Einsparpotenziale sowie die Voraussetzung, dass die ausgewählten Schwerpunktthemen im direkten Handlungsbereich der Akteure vor Ort liegen und somit z.B. die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in eigenen Objekten möglich ist. Die Akteure wurden mittels Einladungsschreiben informiert und zu den Workshops eingeladen. Im Rahmen der Workshops fanden verschiedene, auf die Zielgruppen abgestimmte Vorträge seitens der TSB statt. Zum Teil wurden ergänzend Gastreferenten eingeladen. In einer Vorstellungsrunde stellten sich die Teilnehmer und ihre Erwartungen an den Workshop kurz vor.



Die Diskussionen wurden von der TSB moderiert und auf Flipcharts oder Tafeln vor Ort und anschließend in einem Protokoll dokumentiert, das an alle Workshopteilnehmer sowie die Projektgruppe gesendet wurde. Die Protokolle zu den Workshops befinden sich im Anhang des Klimaschutzkonzeptes. In nachstehender Tabelle ist der Ablauf der Workshops beispielhaft dargestellt.

Tabelle 6-2: Ablauf der Workshops

TOP-Nr.	Was	Wer	Zeit
1	Begrüßung	Bürgermeister der Kommune	5 Minuten
2	Vorstellungsrunde	Moderation: TSB	10 Minuten
3	Kurzvorstellung Klimaschutzkonzept (Ziele, Bausteine, Zeitplan, aktueller Stand)	Präsentation: TSB	15 Minuten
4	Bedeutung Strom- und Wärmebedarf in Wohngebäuden und Hemmnisse bei der Aktivierung von Einsparpotentialen (Erste Ergebnisse der Bilanzierung für die Kommune)	Präsentation: TSB	15 Minuten
5	Diskussionsrunde 1: Bisherige Struktur im Untersuchungsgebiet Welche Akteure gibt es? Welche Akteure fehlen? Was wird gemacht? Wer macht was? Gibt es bereits öffentlichkeitswirksame Aktionen?	Moderation: TSB Dokumentation auf Flipchart	15-30 Minuten
6	Diskussionsrunde 2: Einschätzung der Teilnehmer zu Sanierungsrate/-bereitschaft im Untersuchungsgebiet Wie werden Energieberatungsangebote angenommen? Welche Hemmnisse gibt es? Wo sehen die Teilnehmer Probleme oder auch Informationslücken?	Moderation: TSB Dokumentation auf Flipchart	30-45 Minuten
7	Diskussionsrunde 3: Ideensammlung für Maßnahmenkatalog Sammlung von Ideen für Maßnahmen, sortiert nach Kategorien,	Moderation: TSB Kärtchen, Pinnwand Vorstellung der Kategorien und dazugehörigen Beispielen	60 Minuten



8	Verabschiedung	Bürgermeister der Kommune	5 Minuten
---	----------------	------------------------------	-----------



Abbildung 6-2: Beispielhafter Ablaufplan und Bilder der Workshops

Nachfolgend werden die durchgeführten Workshops beschrieben.

Workshop: Kommunales Energiemanagement

Die Gemeinden nehmen bei den angestrebten Klimaschutzanstrengungen eine Vorreiterrolle ein und möchten dies durch verstärktes Energiemanagement und vorbildliche Sanierungen umsetzen. Am Workshop „Kommunales Energiemanagement“ nahmen die zuständigen Mitarbeiter der Bauverwaltungen sowie die Projektgruppe teil. Ein Impulsreferat zur der Thematik lieferte die TSB. In der Diskussion wurde neben der intensiveren Datenerfassung und Auswertung auch die Sensibilisierung der Nutzer der gemeindeeigenen Liegenschaften als entscheidender Baustein gewertet.

Workshop: Energieeinsparpotenziale in Wohngebäuden aktivieren

Wohngebäude nehmen einen großen Anteil am Energieverbrauch in den drei Gemeinden 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 CO₂e-Einsparmaßnahmen in den Gemeinden diskutiert. Neben Vertretern des regionalen Handwerks und Energieberatern nahmen auch regionale Banken sowie Vertreter aus Verwaltung und Politik 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 dem Einsatz Erneuerbarer Energien unterstützt werden können.



Workshop: Rahmenbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien

In den drei Gemeinden wurden große Potenziale für den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien identifiziert, insbesondere im Bereich der Windenergie, aber auch durch die Bioenergieprojekte der Naturenergiepark Heidenrod GmbH und den weiteren Ausbau der Photovoltaik.

Im Workshop am 29.08.2012 wurden die Rahmenbedingungen für einen gesellschaftlich möglichst breit akzeptierten Ausbau der Nutzung Erneuerbarer Energien diskutiert.

Neben der Vorstellung der bis dahin vorliegenden Ergebnisse der Potenzialbetrachtungen durch die TSB, steuerten die Gastreferenten des Regierungspräsidiums Darmstadt, Herr Mecke und Herr Wolk, sowie Herr Seel als Vertreter der IG Wind e. V. und der Bürgerliste Aarbergen Redebeiträge bei.

Schwerpunkt der Redebeiträge und der Diskussion war die Windenergie, da dort große Potenziale bestehen und aktuell Planungstätigkeiten in der Gemeinde, den Regionalversammlungen und der Landespolitik erfolgen.

Eine Hauptzielsetzung aus der Diskussion ist, dass die Gemeinden sich auf Basis der Ergebnisse des Klimaschutzkonzepts möglichst aktiv in die Regionalplanung einbringen, um bei der Ausgestaltung des Regionalplans auch eigene Ziele verwirklichen zu können.

Workshop: Klimaschutz und Mobilität

Die Mobilität hat einen bedeutenden Anteil an der Energie- und Treibhausgas-Bilanz in den Gemeinden und spielt in der ländlichen Region mit sehr hohem Pendleranteil auch eine wichtige Rolle. Eine bezahlbare, nachhaltige Mobilität wird dabei zum Standortfaktor in dieser Region.

Aus diesem Grund wird das Thema auch im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes behandelt. Am 05.09.2012 fand diesbezüglich ein Workshop im Gemeindezentrum in Hohenstein-Breithardt statt. Die Teilnehmer setzten sich aus Mitarbeitern der Verwaltung, Politik, Wirtschaft, Verkehrsverbänden und der TSB zusammen.

Zunächst wurde den Teilnehmern durch die Vertreter der TSB verdeutlicht, was im Rahmen eines Klimaschutzkonzepts untersucht wird und welche vorläufigen Ergebnisse bisher für die Gemeinde existieren.

Als Gastreferenten zu dem Thema Nachhaltige Mobilität steuerten Prof. Dr. Türk von der FH Bingen und Herr Mack, Geschäftsführer der Taunus-Auto-Verkaufs-GmbH Redebeiträge bei.



Zentrales Thema war die Elektromobilität, deren Technik auch erläutert wurde. Die Taunus-Auto-Verkaufs-GmbH stellte mehrere Elektro-Fahrzeuge vor dem Gemeindezentrum zu Demonstrationszwecken aus.

Nach der Präsentation wurden gemeinsam Ideen und Maßnahmenvorschläge für die zukünftige Gestaltung der Mobilität in den Gemeinden erarbeitet.

In allen Workshops wurden Projektideen generiert, die im weiteren Projektverlauf in enger Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten diskutiert, gefiltert, ergänzt und schließlich zu einem Maßnahmenkatalog verdichtet wurden.

6.2.3 Expertengespräche

Während der Projektphase fanden Gespräche mit unterschiedlichen Institutionen statt, die direkt oder indirekt mit dem Handlungsfeld Energie und Klimaschutz befasst sind. In Gesprächen mit relevanten Akteuren der Verwaltung, Wirtschaft und der Politik ging es neben der Sammlung relevanter Daten für die Projektbausteine „Bilanzierung“ und „Potenziale“ um die Diskussion und Konkretisierung anstehender Maßnahmen, wie z.B. energie- und kosteneffiziente Klärschlammverwertung (über Solare Klärschlamm-trocknung), Potenziale zur energetischen Nutzung von Waldholz oder dem Ausbau der Windenergie.

Tabelle 6-3 Übersicht Einzelgespräche, Expertengespräche, sonstige Termine

Termin	Beteiligte Personen/-gruppe
12.01.2012	Naturenergiepark Heidenrod
02.03.2012	Bürgerinformationsveranstaltung Windenergie Aarbergen
13.02.2012	Gemeindevorstand Aarbergen
13.03.2012	Passavant-Geiger Aarbergen
04.05.2012	Aco Aarbergen
03.07.2012	Einzelgespräche Verwaltung
fernmündlich	Forstamt Bad Schwalbach
	IG Wind e. V. Aarbergen
	Rheingau-Taunus-Kreis - Eigenbetrieb Abfallwirtschaft EAW
	Kompetenzzentrum Erneuerbare Energien e. V.
	edz Rheingau-Taunus GmbH
	Regierungspräsidium Darmstadt - Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Wiesbaden (Frau Boxen)

Des Weiteren dienten Beratungsgespräche innerhalb der Projektgruppe zur Definition und Konkretisierung der Klimaschutzziele des vorliegenden Konzeptes.





7 Maßnahmenkatalog

Kommunale Klimaschutzkonzepte umfassen Bilanzen zum Energieverbrauch und den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen in Kommunen, 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 aufbauenden Maßnahmen für die drei Gemeinden.

Die Maßnahmenvorschläge kamen aus verschiedensten Gruppen und Gremien, wie der Projektgruppe, der Verwaltung, den Workshops, der Politik, etc.. 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 Informationstransfer 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 drei Gemeinden 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 den drei Gemeinden.

Im Folgenden werden der Aufbau und die wichtigsten Bewertungskategorien des Kataloges erläutert.

7.1 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 Neben-/flankierenden Maßnahmen. Neben den eher deskriptiven Elementen werden im Rechnungs- und Bewertungsteil bewertende Kategorien berücksichtigt, welche die Grundlage für die Priorisierung von geeigneten Maßnahmen darstellen.

Die nachstehenden Abbildung 7-1 und Abbildung 7-2 zeigen beispielhaft den Aufbau einer Maßnahme.



Maßnahmensteckbrief : Nr.	
Integriertes Klimaschutzkonzept der Gemeinden Hohenstein, Heidenrod und Aarbergen	
Titel	
Sektor	Übergreifende Maßnahmen ▾
Handlungsfeld	<input type="checkbox"/> Energieeffizienz <input type="checkbox"/> Erneuerbare Energien <input type="checkbox"/> Netzwerk/Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit <input type="checkbox"/> Verkehr <input type="checkbox"/> Begleitung in der Bauleitplanung <input type="checkbox"/> Abfall/Abwasser
Beschreibung	
nächste Schritte	
Chancen und Hemmnisse	
Anschubkosten	
Akteure	
Zielgruppe	
Umsetzungszeitraum	<input type="radio"/> kurzfristig <input type="radio"/> mittelfristig <input type="radio"/> langfristig
Vorschlag von	
flankierende Maßnahmen	

Abbildung 7-1: 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
Endenergieeinsparung	0	20%	0	Wirkungstiefe	0	5%	0
Wertschöpfung	0	10%	0	Gesamtwert 0			

Abbildung 7-2: Maßnahmensteckbrief (Bewertungsteil)

Im Folgenden werden die Kriterien, mit der die Maßnahmen beschrieben werden, kurz erläutert.

Beschreibungsteil (siehe Abbildung 7-1):

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
GHDI 4	Maßnahme Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie 4
MOB 6	Maßnahme Mobilität 6
EE 5	Maßnahme Erneuerbare Energien 3



Der „**Titel**“ der Maßnahme wird kurz und prägnant formuliert, evtl. auftretende Abkürzungen oder zusammengesetzte Wortkreationen müssen erläutert werden.

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 das Handlungsfeld in welchem die Maßnahmen ihre Wirkung hat. Es erfolgt eine Unterteilung in folgende Handlungsfelder:

- 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 Querweise 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 u.ä. anfallen (z.B. Kosten für die Erstellung von Flyer, Broschüren, usw.).

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“, benennt Beginn und/oder 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 **„Neben-/flankierende Maßnahmen“** 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 (flankierende Maßnahme).
- die ohne nennenswerten Mehraufwand mitrealisiert werden können (flankierende Maßnahme).
- die gleichzeitig mehreren Sektoren zuzuordnen sind (flankierende Maßnahme).

Bewertungsteil (siehe Abbildung 7-2):

Der Bewertungsteil des Maßnahmenkataloges setzt sich aus mehreren Elementen zusammen. Zu den Kriterien zählen:

- das **„CO₂-Minderungspotenzial“**, gemessen am errechneten wirtschaftlichen Gesamtinderungspotenzial,
- 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 Gewichtung wird von der Kommune bzw. Konzeptentwickler vorgenommen und gilt jeweils für ein Projekt.

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.

7.2 Auswertung Maßnahmenkatalog

Der umfassende Maßnahmenkatalog mit detaillierten Beschreibungen zu jeder Maßnahme kann dem Anhang dieses Berichtes entnommen werden. Diese Auflistungen sind zugleich die wesentliche Arbeitsgrundlage für die Konzeptumsetzung durch einen Klimaschutzmanager. Hintergrund ist hierbei die Absicht der drei Gemeinden, nach Fertigstellung des Klimaschutzkonzeptes und basierend auf den darin entwickelten Klimaschutzmaßnahmen, im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums einen Antrag für eine finanzielle Unterstützung zur Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes zu erstellen.

7.2.1 Übergreifende Maßnahmen

Zu den übergreifenden Maßnahmen zählen insbesondere institutionell-organisatorische Maßnahmen, Kommunikations- und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen zum Klimaschutz sowie Maßnahmen die nicht einem bestimmten Sektor zuzuordnen sind.

Zur Anregung, Bündelung und Koordinierung von Klimaschutzaktivitäten sowie zur Unterstützung durch begleitende Öffentlichkeitsarbeit müssen in den drei Gemeinden entsprechende Strukturen geschaffen, beziehungsweise bereits bestehende Strukturen weiterentwickelt werden. Hierfür wird ein Klimaschutzmanager als zentrale Anlaufstelle für Klimaschutz eingestellt, der die Maßnahmenumsetzung des Klimaschutzkonzeptes



maßgeblich begleitet. Unterstützt wird er durch die Einführung eines Klimaschutz-Controlling, in dessen Rahmen auch die Projektgruppe, die während der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes gebildet wurde, eingebunden werden soll, um gemeinsam die weiteren Schritte der Maßnahmenumsetzung und Evaluierung zu beraten und die erforderlichen Impulse in die einzelnen Bereiche (Sektoren) weiterzutragen. Intensive Öffentlichkeitsarbeit, unter anderem durch öffentlichkeitswirksame Aktionen (z.B. Informationsabende) soll in weiten Kreisen der Institutionen in den Gemeinden, Unternehmen und der Bürgerschaft für Bewusstseinsbildung und steigende Bereitschaft zur Beteiligung an Klimaschutzprojekten sorgen.

Ü 1: Einstellung eines Klimaschutzmanagers

„Der Klimaschutzmanager soll die drei Gemeinden bei der Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzeptes sowie des Teilkonzeptes „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale in Kommunen“ aktiv unterstützen. Hierbei moderiert er im Wesentlichen den Prozess und unterstützt die Fachbereiche der Verwaltung bei der Umsetzung der im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes entwickelten Klimaschutzmaßnahmen. Zu den wesentlichen Aufgaben des Klimaschutzmanagers gehören insbesondere die Initialisierung und Steuerung von Klimaschutzprojekten, inhaltliche Zuarbeit sowie fachliche Beratung von Entscheidungsträgern und Sachbearbeitern bei der Vorbereitung und Planung von Entscheidungen. Weitere Aufgaben sind unter anderem die Erfassung und Auswertung von Daten (Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz) und Berichterstattung, Koordinierung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen sowie Berichterstattung, Beratung von Akteuren bei wichtigen Förderprogrammen und/oder die Durchführung von kommunalen und regionalen Fachforen.

Ü 2: Klimaschutz-Controlling

„Ergebnisse / Erfolge im Rahmen der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes sollen insbesondere für die politischen Entscheidungsträger präsent dargestellt werden. Hierzu gehört die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz, welche als Kurzbilanz jährlich und als ausführliche Energie- und CO₂e-Bilanzierung alle 3-5 Jahre erstellt wird. Die Ergebnisse der Bilanzierung sind in regelmäßigen Abständen den zuständigen Ausschüssen (halbjährlich) und dem Rat der Gemeinden (jährlich) mitzuteilen. Darüber hinaus soll für jede umgesetzte Klimaschutzmaßnahme eine entsprechende



Evaluierung erfolgen. Die Ergebnisse aus Klimaschutzmaßnahmen und Bilanzierungsergebnissen sind darüber hinaus entsprechend aufbereitet und für jedermann verständlich auf der Internetseite und/oder dem Amtsblatt der Gemeinden zu veröffentlichen. Das Klimaschutz-Controlling ist eine der wesentlichen Aufgaben des Klimaschutzmanagers.“

7.2.2 Maßnahmen nach Sektoren und Bewertung

Um einen Überblick zu erhalten, welche Maßnahmen auf welche Zielgruppe ausgerichtet sind, werden die im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes erarbeiteten Maßnahmen in Tabelle 7-1 bis Tabelle 7-5 nach den Verbrauchssektoren gegliedert sowie nach der Prioritäteneinschätzung (Bewertung) u.a. in Bezug auf ihren Beitrag zum Klimaschutz erfasst.

Privathaushalte

Die privaten Haushalte haben einen Anteil von rund 40 % am Gesamtenergieverbrauch in den Gemeinden. Dementsprechend ergeben sich in diesem Bereich hohe Energieeffizienz- und Energieeinsparpotenziale. Ein Großteil der Bevölkerung in den drei Gemeinden lebt in Ein- und Zweifamilienhaushalten. Da die Gemeindeverwaltung keinen direkten Einfluss auf die Sanierung des privaten Wohnungsbestandes hat, ist es wichtig, über gezielte Beratung und Öffentlichkeitsarbeit die Bereitschaft für Sanierungstätigkeiten zu wecken.

Über bewährte Kommunikationsmethoden, wie Kampagnen, Informationsmaterialien zu Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten, Mitarbeiterschulungen in Betrieben und öffentlichen Einrichtungen, Integration des Themas in Bildungseinrichtungen, das Angebot von Beratungsleistungen an BürgerInnen, etc. sollen die Erschließung der Energieeffizienz- und Einsparpotenziale angestoßen werden. Die Wirkungen dieser vielen Einzelmaßnahmen sind Bewusstseinsbildung, Aufklärung und Wissensvermittlung bei den Zielgruppen, eine positive Außenwirkung der Initiatoren sowie eine forcierte Umsetzung von Maßnahmen.

Ein entscheidender Baustein ist die Einrichtung einer neutralen Beratungsstelle für Bauherren und Gebäudeeigentümer, die von der Gemeinde organisiert wird.

In der nachstehenden Tabelle 7-1 sind die einzelnen Maßnahmen aufgelistet.

Tabelle 7-1 Maßnahmen im Sektor Privathaushalte



Kürzel	Titel	Punkte
Kategorie: Privathaushalte		
HH 1	Unabhängige Energieersterberatung für Privathaushalte	3,95
HH 2	Informationskampagne zum Thema Energieeinsparung + Einsatz erneuerbarer Energien in Privathaushalten	3,85
HH 3	Erstellung eines Branchenverzeichnisses, ggfs. mit einem Muster-Sanierungsfahrplan für Gebäude	3,7
HH 4	Gründung eines Netzwerkes oder Vereins	3,65
HH 5	Gutscheinaktion der Gemeinden für Vor-Ort-Energieberatung	3,1
HH 6	Energetische Gebäudesanierung für Ü 60	2,95
HH 7	Energiemesse	3

Gewerbe / Handel / Dienstleistung/Industrie

Durch Unterstützung dieser Maßnahmen sollen Wärme- und Stromeinsparpotenziale im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie erschlossen werden. Der Sektor GHD+I macht einen Anteil von 20 % (ohne Nutzverkehr) an den gesamten CO₂e-Emissionen in den drei Gemeinden aus, wobei davon mit über 70 % der Stromanteil an den Emissionen deutlich überwiegt. Die Gemeinden haben keine unmittelbare Einwirkmöglichkeit zur Umsetzung von Einsparpotenzialen in diesem Sektor. Durch eine gezielte Bewerbung von Förder- und Netzwerkmöglichkeiten und Informationsveranstaltungen für Unternehmen können die Gemeinden den Prozess zur Erschließung von Energieeinsparpotenzialen anstoßen.

In der nachstehenden Tabelle 7-2 sind die Maßnahmen im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung aufgeführt.

Tabelle 7-2 Maßnahmen im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung + Industrie

Kürzel	Titel	Punkte
Kategorie: Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie		
GHD1 1	Einrichten eines Newsletter „Energieeffizienz in Gewerbe, Handel, Dienstleistung“	3,1
GHD1 2	Branchenstammtisch GHD1	3,1

Öffentliche Einrichtungen

Auch wenn, wie die Energie- und CO₂e-Bilanz zeigt, die quantitativen Effekte im Handlungsfeld kommunale Verwaltung begrenzt sind, müssen die Gemeindeverwaltungen in ihren eigenen Bereichen mit gutem Beispiel voran gehen, um mittels exzellent umgesetzter energetischer Maßnahmen Vorbildfunktion zu entfalten. Einige Sanierungsmaßnahmen konnten in den letzten Jahren durchgeführt werden. Zukünftiges Potenzial liegt insbesondere im Energiemanagement bei den eigenen Liegenschaften (Erstellung von Energieberichten, Identifizierung von



Handlungsschwerpunkten, Auswertung von Maßnahmen). Darüber hinaus soll auch das Bewusstsein der Mitarbeiter und Gebäudenutzer für das Thema Klimaschutz und Energie(-kosten) über entsprechende langfristige Maßnahmen sensibilisiert werden. Einsparpotenziale gibt es insbesondere auch im Bereich der Straßenbeleuchtung, die rund 20 % des kommunalen Stromverbrauchs in den drei Gemeinden ausmacht, sowie zum Teil bei den Kläranlagen mit einem Anteil von gut 25 % am kommunalen Stromverbrauch.

In der nachstehenden Tabelle sind Maßnahmen im Bereich Öffentliche Einrichtungen zusammengefasst.

Tabelle 7-3 Maßnahmen im Sektor Öffentliche Einrichtungen

Kürzel	Titel	Punkte
Kategorie: Kommunale Einrichtungen		
Öff 1	Intensivierung Verbrauchsdatenerfassung und -bewertung der öffentlichen Gebäude	3,8
Öff 2	Sensibilisierung und Motivation Gebäudenutzer zum sparsamen Umgang mit Energie	3,7
Öff 3	Leitbild für Energieverbrauch in öffentlichen Gebäuden entwickeln	2,5
Öff 4	Energetische Sanierung von kommunalen Gebäuden als Best-Practice-Beispiel für Bürger nutzen	3,2
Öff 5	Qualitätssicherung bei Neubau und Sanierung - Baubegleitung Energieberater	2,75
Öff 6	Bei Neubau und Nutzung bestehender kommunaler Gebäude den Flächenbedarf kritisch prüfen	2,95
Öff 7	Energieeinsparpotenziale bei kommunalen Kläranlagen	3,4
Öff 8	Energieeinsparpotenziale Straßenbeleuchtung	3,25

Mobilität

Im Bereich Mobilität liegen die Schwerpunkte auf der Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs hin zu klimafreundlichen Fortbewegungsmitteln. Vor allem sollen durch zahlreiche öffentlichkeitswirksame Aktionen die Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung für eine nachhaltige Mobilität gesteigert werden. Ein wichtiges Signal für die Bevölkerung kann durch die Umstellung der gemeindeeigenen Fuhrparks auf klimafreundliche Fortbewegungsmittel gesetzt werden. Ein Fuhrparkmanagement kann dazu beitragen, durch gezielte Straffung der Strukturen dem Verbrauch in diesem Bereich entgegen zu wirken.

In der nachstehenden

Tabelle 7-4 sind die einzelnen Maßnahmen aufgeführt.

Tabelle 7-4 Maßnahmen im Sektor Mobilität



Kürzel	Titel	Punkte
Kategorie: Mobilität		
Mob 1	Aufklärungsarbeit, Infokampagne der Gemeinden zum Thema nachhaltige Mobilität	3,5
Mob 2	Einrichtung Mitfahrerbörse in Amtsblatt oder Gemeinde-Webseite	3,25
Mob 3	Gemeinden kommunizieren stärker die eigene Vorreiterrolle bei nachhaltiger Mobilität	3,1
Mob 4	Einsatz E-Fahrzeuge in kommunalen Fuhrpark	3
Mob 5	Analyse Fahrzeugnutzung Muster-Familie	3
Mob 6	Anschaffung Ladestation E-Fahrzeug in Kombination mit Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien	2,7
Mob 7	Car-Sharing mit Fahrzeugen der Gemeinde	2,55

Erneuerbare Energien

Im Bereich des Ausbaus der Erneuerbaren Energien zur Strom- und Wärmeenergieerzeugung liegt der Schwerpunkt stromseitig im Ausbau der Windenergie, der Photovoltaik auf Dachflächen und der Umsetzungen im Naturenergiepark Heidenrod bezüglich der Bioenergieprojekte. Wärmeseitig ist der Ausbau der effizienten Nutzung von Solarthermie, Holzpellets, Scheitholz und Wärmepumpen voranzutreiben.

In der nachstehenden Tabelle 7-5 sind die einzelnen Maßnahmen aufgeführt.

Tabelle 7-5 Maßnahmen Erneuerbare Energien

Kürzel	Titel	Punkte
Kategorie: Ausbau Erneuerbare Energien		
EE 1	Ausbau Windenergie mindestens bis zur Zielerreichung Null-Emissions-Region 2020	3,85
EE 2	Ausbau Solarenergienutzung auf Dächern (PV + Solarthermie)	3,55
EE 3	Initiierung Solarpark-Projekte	2,75
EE 4	Steigerung der Effizienz bei der Wärmeversorgung mit Biomasse	3,4
EE 5	Steigerung des effizienten Einsatzes von Wärmepumpen	3,1
EE 6	Initiierung Projekte Biomasse-Nahwärme (Machbarkeitsprüfung)	3
EE 7	Initiierung Projekte Biogasanlagen (Machbarkeitsstudie)	3

7.2.3 Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Bewertung

In den nachstehenden Tabellen Tabelle 7-6 bis Tabelle 7-7 sind die im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes entwickelten Maßnahmen nach Zeitraum und Priorisierung (Bewertung) gegliedert. Die einzelnen Maßnahmensteckbriefe befinden sich im Anhang und können dadurch losgelöst vom Bericht ausgedruckt und verwendet werden.

Die nachstehende Auflistung der Maßnahmen zeigt eine große Bandbreite aus einfacheren, kurzfristig realisierbaren bis hin zu komplexen, eher mittelfristig umsetzbaren Maßnahmen mit mehr Vorbereitungszeit.



Tabelle 7-6 Kurzfristige Maßnahmen

Kürzel	Titel	Punkte
Ü 1	Einstellung eines Klimaschutzmanagers	
Ü 2	Klimaschutz-Controlling	
HH 1	Unabhängige Energieerstberatung für Privathaushalte	3,95
HH 2	Informationskampagne zum Thema Energieeinsparung + Einsatz erneuerbarer Energien in Privathaushalten	3,85
Öff 1	Intensivierung Verbrauchsdatenerfassung und -bewertung der öffentlichen Gebäude	3,8
HH 3	Erstellung eines Branchenverzeichnisses, ggfs. mit einem Muster-Sanierungsfahrplan für Gebäude	3,7
Öff 2	Sensibilisierung und Motivation Gebäudenutzer zum sparsamen Umgang mit Energie	3,7
EE 2	Ausbau Solarenergienutzung auf Dächern (PV + Solarthermie)	3,55
Mob 1	Aufklärungsarbeit, Infokampagne der Gemeinden zum Thema nachhaltige Mobilität	3,5
Mob 2	Einrichtung Mitfahrer Börse in Amtsblatt oder Gemeinde-Webseite	3,25
Öff 4	Energetische Sanierung von kommunalen Gebäuden als Best-Practice-Beispiel für Bürger nutzen	3,2
EE 5	Steigerung des effizienten Einsatzes von Wärmepumpen	3,1
GHDI 1	Einrichten eines Newsletter „Energieeffizienz in Gewerbe, Handel, Dienstleistung“	3,1
GHDI 2	Branchenstammtisch GHDI	3,1
Mob 4	Einsatz E-Fahrzeuge in kommunalen Fuhrpark	3
Öff 6	Bei Neubau und Nutzung bestehender kommunaler Gebäude den Flächenbedarf kritisch prüfen	2,95
Öff 5	Qualitätssicherung bei Neubau und Sanierung - Baubegleitung Energieberater	2,75
Öff 3	Leitbild für Energieverbrauch in öffentlichen Gebäuden entwickeln	2,5

Zu den mittelfristigen Maßnahmen zählen insbesondere Maßnahmen, die noch genauer geplant werden müssen und eine längere Vorbereitungszeit benötigen.

Tabelle 7-7 Mittelfristige Maßnahmen



Kürzel	Titel	Punkte
EE 1	Ausbau Windenergie mindestens bis zur Zielerreichung Null-Emissions-Region 2020	3,85
HH 4	Gründung eines Netzwerkes oder Vereins	3,65
Öff 7	Energieeinsparpotenziale bei kommunalen Kläranlagen	3,4
EE 4	Steigerung der Effizienz bei der Wärmeversorgung mit Biomasse	3,4
Öff 8	Energieeinsparpotenziale Straßenbeleuchtung	3,25
HH 5	Gutscheinaktion der Gemeinden für Vor-Ort-Energieberatung	3,1
HH 7	Energiemesse	3
Mob 5	Analyse Fahrzeugnutzung Muster-Familie	3
EE 6	Initiierung Projekte Biomasse-Nahwärme (Machbarkeitsprüfung)	3
EE 7	Initiierung Projekte Biogasanlagen (Machbarkeitsstudie)	3
HH 6	Energetische Gebäudesanierung für Ü 60	2,95
Öff 6	Bei Neubau und Nutzung bestehender kommunaler Gebäude den Flächenbedarf kritisch prüfen	2,95
EE 3	Initiierung Solarpark-Projekte	2,75
Mob 6	Anschaffung Ladestation E-Fahrzeug in Kombination mit Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien	2,7
Mob 7	Car-Sharing mit Fahrzeugen der Gemeinde	2,55



8 Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Um die ermittelten Energie- und CO₂e-Einsparpotenziale im größeren Maßstab realisieren zu können, bedarf es nicht allein der Anstrengungen der öffentlichen Hand, denn ein Großteil der Energie- und CO₂e-Einsparpotenziale liegen in den Sektoren private Haushalte und GHD+I und Mobilität. Hier sind insbesondere private Akteure die Verantwortlichen und Handelnden. Diese gilt es zu motivieren, Energie- und CO₂-Reduktionsmaßnahmen durchzuführen und Erneuerbare Energien zu nutzen. Ein wichtiges Instrument stellt demnach die Öffentlichkeitsarbeit und die damit verknüpfte Bewusstseinsbildung dar.

8.1 Anforderungen an eine erfolgreiche Öffentlichkeitsarbeit

Im Hinblick auf die Konzeption der Öffentlichkeitsarbeit steht die Frage, wie Inhalte und Ziele der kommunalen Klimaschutzarbeit verständlich und wirkungsvoll für die relevanten Zielgruppen vermittelt werden können, wie über die eigenen Klimaschutzaktivitäten und deren Ergebnisse informiert wird, wie die Gemeinden Ideen/Anregungen von relevanten Akteuren sammeln und wie die Kommunikationswege innerhalb der Verwaltung gestaltet werden.

Das Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit beantwortet folgende Fragen:

- Welche Zielsetzungen werden mit der Öffentlichkeitsarbeit verfolgt?
- Welche Zielgruppen werden angesprochen?
- Welche Inhalte werden zu welchem Zeitpunkt kommuniziert?
- Welche Kommunikationskanäle werden verwendet?
- Welche Ressourcen werden zur Hilfe genommen?

8.1.1 Zielsetzungen der Öffentlichkeitsarbeit

Klimaschutzbedingte Öffentlichkeitsarbeit hat folgende Zielsetzungen:

- Vermittlung von Informationen über Klimaschutzaktivitäten an Mitbürger und Entscheidungsträger in den Gemeinden mit dem Ziel bei dem genannten Personenkreis Einstellungs- und Verhaltensänderungen in Gang zu setzen.
- Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung bei möglichst vielen Menschen
- Erzeugen von Motivation bei vielen Menschen sich an der Umsetzung einzelner Maßnahmen des Klimaschutzkonzeptes zu beteiligen oder individuelle Maßnahmen durchzuführen



8.1.2 Zielgruppen der Öffentlichkeitsarbeit

Bei der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes müssen, je nach den Inhalten der zu kommunizierenden Maßnahmen, jeweils unterschiedliche Zielgruppen aktiv angesprochen werden. Die wichtigen Zielgruppen für die Öffentlichkeitsarbeit sind:

- Entscheidungsträger und Multiplikatoren in Politik und Wirtschaft:

Diese Akteure können für einen breiten Rückhalt und eine breit gestreute Kommunikation für das Klimaschutzkonzept sorgen.

- Wohngebäudebesitzer:

Diese Akteure gilt es insbesondere zur energetischen Sanierung ihrer Gebäude zu motivieren.

- Bauherren und Investoren:

Diese Akteure sollten dazu bewegt werden, bei ihren Bauvorhaben bestmögliche energetische Standards anzuwenden und Erneuerbare Energien zu nutzen.

- Unternehmen:

Entscheidungsträger in Unternehmen sind wichtig im Hinblick auf die Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen und den Einsatz von Erneuerbaren Energien im Wirtschaftssektor.

- Autofahrer:

Hier sollen Alternativen zu motorisierten Individualverkehr aufgezeigt und Kenntnisse über effiziente Antriebe vermittelt werden.

- Schulen und Kindergärten:

Diese Akteure sind ein wichtiger Multiplikator im Hinblick der Stärkung des Bewusstseins für die Themen Energie, Umwelt und Klimaschutz.

- Vereine:

Diese sind wichtige Akteure, um die Themen Energie, Umwelt und Klimaschutz im privaten Bereich breit zu streuen.

8.1.3 Inhalte der Öffentlichkeitsarbeit

Die Klimaschutzmaßnahmen zielen größtenteils auf mittel- bis langfristige Veränderungen in den Gemeinden ab. Dementsprechend muss die Berichterstattung zur Maßnahmenumsetzung immer einen Bezug auf übergeordnete, langfristige Ziele nehmen und deutlich machen, worin der Beitrag und Nutzen einer aktuellen Maßnahme besteht. Sinnvoll ist es, quantifizierbare Effekte darzustellen, z.B. anhand



der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Maßnahmen, bei der neben den Investitionskosten (Ausgabentransparenz öffentlicher Gelder) auch die konkreten jährlichen Energie- oder Kosteneinsparungen benannt werden. Ein qualitativer positiver Effekt ist z.B. die Stärkung des Bewusstseins für den Klimaschutz. Zugleich sollten Bezüge zu aktuellen Themen und Ereignissen hergestellt werden. Dadurch wird die Berichterstattung verständlicher.

Folgende Grundelemente sollen unabhängig von den jeweiligen Klimaschutzmaßnahmen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit kommuniziert werden:

- Benennung durchgeführter und geplanter Projekte
- Projektverantwortliche
- Angesprochene Zielgruppen
- Beschreibung der Projektinhalte und Projektziele
- Umsetzungszeitplan
- Projektstatus
- Projektergebnisse

Bei der Aufbereitung von Klimaschutzthemen sollte zudem auf eine für alle Mitbürger gut verständliche und lesbare Berichterstattung geachtet werden.

8.1.4 Kommunikationskanäle

Gängige Medien für die Berichterstattung in den Gemeinden sind die Gemeindeblättchen, die Internetseite der Gemeinden sowie die Tageszeitungen.

Es ist sinnvoll in diesen Medien einen festen Platz für die Berichterstattung festzuhalten. Die Internetseite sollte hierbei das zentrale Element der Öffentlichkeitsarbeit darstellen. Mögliche Inhalte sind:

- Ausweisung von Kennzahlen und Bilanzen aus dem Klimaschutzkonzept
- Integration der lokalen Akteure (Forum)
- Energiespartipps

Weitere sehr wichtige Kommunikationskanäle sind neben den bereits zuvor genannten Medien auch audiovisuelle Medien. Der künftige Klimaschutzmanager sollte den Kontakt zu allen regionalen Medien suchen und sich mit den entsprechenden Medienvertretern vernetzen. Die Vernetzung kann auch für einen dauernden Informationsrückfluss an den Klimaschutzmanager beziehungsweise der Gemeindeverwaltungen genutzt werden, um einen Pressespiegel zu den Klimaschutzaktivitäten zu erstellen.



8.1.5 Ressourcen und Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit

Um eine erfolgreiche Realisierung der im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes entwickelten Maßnahmen ermöglichen zu können, ist es nach Einschätzung der beteiligten Experten und Akteure empfehlenswert, dass entsprechende personelle und finanzielle Ressourcen bereitgestellt werden, unter anderem die Einstellung eines Klimaschutzmanagers. Dieser soll als zentraler Ansprechpartner bei der Verwaltung agieren und dabei behilflich sein, zusammen mit dem initiierten Arbeitskreis Klimaschutz, die Klimaschutzarbeit in der Verwaltung zu verankern. Daneben umfasst sein Aufgabenfeld die Sammlung und Aufbereitung relevanter Daten, die vorbereitende Umsetzung, Koordinierung und Bewerbung konkreter Maßnahmen und des kommunalen Energiemanagements sowie die Unterstützung und damit einhergehende Entlastung der Bauverwaltung bei ihrer bisherigen Arbeit im Rahmen des Klimaschutzes. Ein weiterer Aufgabenschwerpunkt ist das Projektcontrolling (s. Kapitel 9).

8.2 Vorarbeiten – Öffentlichkeitsarbeit

Zu den Themen „Energie“ und „Klimaschutz“ wurden in den Gemeinden bisher einzelne Projekte durchgeführt. Als Beispiel für die Öffentlichkeitsarbeit sind zu nennen:

- Infoabende „Effizient Heizen mit Holz“
- Anschaffung Elektroauto für gemeinsames Ordnungsamt
- Diverse Bürgerinformationsabende zur Windenergienutzung, z. B. am 02.03.2012 in Aarbergen-Panrod

8.3 Ideensammlung

Erste Ideen für öffentlichkeitswirksame Aktionen werden in Form von Steckbriefen in diesem Kapitel dargestellt. Sie sind nicht als abschließende Aufzählung zu verstehen, sondern zeigen exemplarische Umsetzungsmöglichkeiten. Vielfältige Öffentlichkeitsarbeits- und Bewusstseinsbildungsmaßnahmen sind im Klimaschutzkonzept der Gemeinden vorgesehen und können dem Maßnahmenkatalog entnommen werden.

8.3.1 Zielgruppenspezifische Aktionen

- (1) Wohngebäudebesitzer

Gebüdesteckbriefe



Die Feststellung des Wärmebedarfs und der Einsparpotenziale innerhalb eines Klimaschutzkonzeptes bilden einen ersten Schritt. Um Einsparpotenziale im Wohngebäudebestand aktivieren zu können, bedarf es vor allem der Aufklärung der Bürgerinnen und Bürger. Gerade seitens der Kommune besteht die Möglichkeit, Veranstaltungen und Messen zu organisieren, um Gebäudeeigentümer direkt anzusprechen und sie mit Beratern, Handwerkern und Finanzierern zusammenzubringen. Die im Rahmen des Konzeptes erarbeiteten Gebäudesteckbriefe dienen dabei als erste Informationsquelle, um einen gebäudetypspezifischen (aber nicht individuellen) Überblick über Sanierungsmöglichkeiten zu vermitteln. Mit diesen ersten Informationen können sich Hausbesitzer an Handwerker und Berater wenden, um wirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen zur Gebäudesanierung zu finden und sich mit Finanzierern zusammensetzen, um diese Maßnahmen auch umzusetzen. Die Gebäudesteckbriefe können einen Beitrag zur Kenntnis über Rentabilitäten von Sanierungsmaßnahmen und einen An Schub zur Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen leisten. Die Unkenntnis über die Wirtschaftlichkeit ist immer noch eines der größten Umsetzungshemmnisse.

Die Steckbriefe wurden für die häufigsten Gebäudetypen entwickelt, um möglichst eine breite Masse von Gebäudeeigentümern ansprechen zu können.

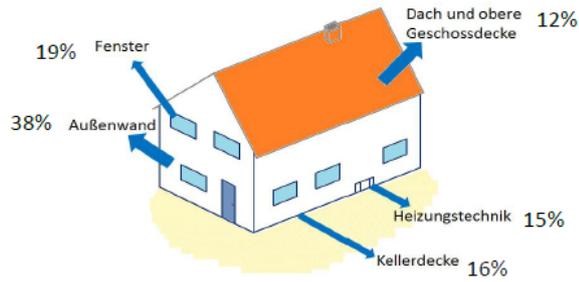
Die Gebäudesteckbriefe können Anhang I des Klimaschutzkonzeptberichtes entnommen werden.

Muster Gebäudesteckbrief Gebäude Einfamilienhaus 80er Jahre:

Bauteil	Beschreibung	U-Wert nach Gebäudetypologie W/m ² K	U-Wert nach Sanierung in W/m ² K	Energieeinsparung in kWh/m ² a (bezogen auf Bauteil)
Außenwand	30 cm Hochlochziegel, verputzt	0,80	0,16	52
Fenster	2-Scheiben-Isolierverglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen	2,57	0,95	140
Dachschräge	10 cm Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten	0,43	0,11	27
Oberste Geschossdecke	Stahlbetondecke, oberseitig 8 cm Dämmung unter dem Estrich	0,44	0,11	22
Kellerdecke	Stahlbetondecke, 7 cm Trittschalldämmung, 4 cm Estrich	0,81	0,19	31
Heizsystem	Niedertemperaturkessel aus 80/90er Jahren			
Warmwasser-Bereitung	Warmwasserbereitung über den Heizkessel mit beigestelltem Speicher			
Sonstige typische Schwachpunkte	<u>Wärmebrücken:</u> Heizkörpernischen, auskragende Balkonplatten, Beton-Ringanker <u>Schwachstellen Anlagentechnik:</u> Rohrleitungen ungedämmt, keine voreinstellbaren Thermostatköpfe, überdimensionierter Kessel, überdimensionierte Umwälzpumpe, fehlende Zeitschaltung an Zirkulation			



Wärmeverluste eines Gebäudes



Allgemein

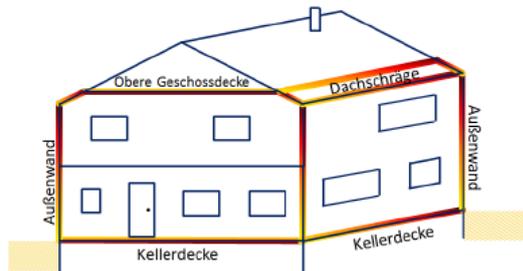
Bauteil	Maßnahmen	Energiebedingte Investition [€/m ²]	Gesamtkosten Investition [€/m ²]	Kosten der eingesparten Energie [ct/kWh]
Außenwand	Wärmeverbundsystem, 14 cm WLG 030	51	124	4,9
Fenster	3-fach-Wärmeschutzverglasung Uw= 0,95	350	350	12,5
Dachschräge	Zwischensparrendämmung, 24 cm, WLG 035	42	188	7,8
Oberste Geschossdecke	Wärmedämmung, 24cm, WLG 035	44	44	9,9
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 12cm WLG 032	52	52	8,4

Anlagenerneuerung im unsanierten Zustand

Anlagentechnik	Ist-Zustand	Maßnahme	Mehrkosten gegenüber NT-Kessel [€]	Vollkosten [€]	Amortisationszeit [a]
Heizsystem und Warmwasser	Niedertemperaturkessel	Gasbrennwertkessel und Solaranlage mit 7m ² Kollektorfläche	7.100 €	12.500 €	15
		Brennwertkessel	3.100 €	8.500 €	11
		Holzvergaserkessel	4.300 €	10.200 €	9
		Holzpelletkessel	10.800 €	16.700 €	13



Darstellung der gedämmten Flächen



Modellgebäude

Flächen [m ²]	Energiebedingte Mehrkosten [€]	Vollkosten [€]	Energieeinsparung [%]	Kosteneinsparung [€/a]	CO ₂ -Einsparung [kg/a]	Amortisationszeit [a]
190 m ²	9.700 €	23.600 €	30%	790	2.600	12
30 m ²	10.500 €	10.500 €	12%	300	1.100	35
30 m ²	1.300 €	5.600 €	2%	60	200	22
105 m ²	4.600 €	4.600 €	7%	180	600	26
130 m ²	6.800 €	6.800 €	12%	310	1.000	22
Summe	32.900 €	51.100 €	63%	1.640	5.500	20

Anlagenerneuerung im sanierten Zustand

Maßnahme	Mehrkosten gegenüber NT-Kessel [€]	Vollkosten [€]	Energieeinsparung [%]	Kosteneinsparung [€/a]	CO ₂ -Einsparung [kg/a]	Amortisationszeit [a]
Erdgasbrennwertkessel + Solarthermieanlage	5.800 €	12.300 €	40%	280	1.200	21
Erdgasbrennwertkessel	1.800 €	8.300 €	11%	100	420	18
Holzvergaserkessel	3.200 €	9.700 €	0%	170	3.680	19
Holzpelletkessel	9.700 €	16.200 €	6%	320	3.650	30

Abbildung 8-1 Muster Gebäudesteckbrief



Tabelle 8-1 Steckbrief Öffentlichkeitsarbeit Privatpersonen

Übergeordnete Maßnahme	Umsetzung von Wärmeeinsparpotenzialen in Haushalten
Maßnahmentitel	Informationskampagne zum Thema Energieeinsparung + Einsatz Erneuerbarer Energien in Privathaushalten
Beschreibung der Maßnahme	<p>Die Informationskampagne nutzt verschiedene Medien und organisiert Veranstaltungen, um bei den Bürgern das Thema Energieeinsparung und Einsatz Erneuerbarer Energien in Wohngebäuden stärker zu verankern. Gezielte, ausgewählte Informationen werden über Webseiten der Gemeinde, Gemeindeblätter und andere gemeindeeigenen Medien veröffentlicht.</p> <p>Gemeinsam mit Kooperationspartnern (Banken, Handwerker, Energieberater...) werden Infoabende zu verschiedenen Themen organisiert (Effizient Heizen mit Holz, Förderprogramme, Energieeffiziente Gebäudesanierung, Einsatz Solarenergie auf dem Dach...). Referent ist ein unabhängiger Berater und wird von der Gemeinde ausgesucht.</p> <p>Vermittlung der wesentlichen Botschaft: Keine Sanierung ohne Beratung.</p>
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer, Bauherren, Mieter, Vermieter
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> • Erschließung der Wärmeeinsparpotenziale im Sektor der privaten Haushalte • Senkung von Treibhausgasemissionen • Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele in den Gemeinden • Bewusstseinsbildung
Nutzen für Zielgruppe	Energie- und Kosteneinsparungen
Nächste Schritte	Auswahl Infomaterialien, bestehende Angebote prüfen (z.B. Hessische Energiesparaktion), Aufbau Webseite bzw. Integration in Webseite der Gemeinde, Planung Themenabende
Anschub-Kosten	1.000,- € (Bewerbung des Angebots, Beschaffung von Informationsmaterial...)
Zeitrahmen	kurzfristiger Umsetzungszeitraum



Tabelle 8-2 Steckbrief Öffentlichkeitsarbeit Unternehmen

Maßnahme	Newsletter „Gewerbe; Handel, Dienstleistung, Industrie“
Querverweis zu folgenden Maßnahmensteckbriefen	Branchenstammtisch
Beschreibung der Maßnahme	Der Newsletter informiert über Maßnahmen zu Energieeffizienzsteigerungen in branchenübergreifenden Querschnittstechnologien, beinhaltet Informationsangebote zu Energieberatung, Energiemanagement in Unternehmen, Veranstaltungen, etc.. Der Newsletter soll halbjährlich erscheinen.
Zielgruppe	Kaufmännische und technische Entscheidungsträger in Unternehmen
Zielsetzung	Motivieren von Unternehmen für Energieeffizienzmaßnahmen, Erschließung von Energieeinsparpotenzialen und CO ₂ e-Emissionsminderungspotenzialen im Wirtschaftssektor
Nutzen für Zielgruppe	Die Unternehmen erhalten regelmäßig Informationen zu möglichen Energiesparmaßnahmen und Fördermöglichkeiten mit der Chance, bei entsprechender Umsetzung Kosteneinsparungen im Betrieb zu erzielen.
Nächste Schritte	Inhaltliche Organisation und Konzeptionierung des Newsletters durch den Klimaschutzmanager
Kosten	Finanzierung im Rahmen der Arbeit des Klimaschutzmanagers
Zeitraumen	In Absprache mit beteiligten Akteuren, insbesondere regionales Gewerbe und Handwerk



Tabelle 8-3 Steckbrief Öffentlichkeitsarbeit Autofahrer

Maßnahme	Informationskampagne umweltfreundliche Mobilität
Querverweis zu folgenden Maßnahmensteckbriefen	Informationskampagne umweltfreundliche Mobilität
Beschreibung der Maßnahme	Zur allgemeinen Förderung der umweltfreundlichen Mobilität und der Verbesserung von Angeboten in diesem Bereich, sollen geeignete Marketingmaßnahmen durchgeführt werden. Hierzu gehören zum Beispiel: Bewerbung von ÖPNV und Mitfahrbörsen sowie Informationen und Anreize geben für effizientes, kraftstoffsparendes Fahren.
Zielgruppe	Einwohner der Gemeinden, Touristen
Zielsetzung	Förderung einer allgemein umweltfreundlichen Mobilität, Imageverbesserung bei regionalen ÖPNV Angeboten, Erhöhung der Fahrgastzahlen
Nutzen für Zielgruppe	Energie- und Kosteneinsparungen, Informationsangebote, Steigerung der Lebensqualität (langfristig)
Nächste Schritte	Konzepterstellung und Durchführung von Werbemaßnahmen
Kosten	Finanzierung im Rahmen der Arbeit des Klimaschutzmanagers
Zeitrahmen	In Absprache mit beteiligten Akteuren, insbesondere Kommunen, Verkehrsunternehmen, Verkehrsverbänden



8.3.2 Informationsmaterialien

Es gibt eine Vielzahl von Informationen zum Thema Energieeinsparung, -effizienz und Einsatz Erneuerbarer Energien, insbesondere für Wohngebäude, aber auch für Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie oder auch für Bildungseinrichtungen. Diese können an verschiedenen Stellen bezogen werden.

Beispiele für Infomaterialien für Wohngebäude sind:

- Hessische Energiesparaktion:
<http://www.energiesparaktion.de/wai1/showcontent.asp?ThemaID=4784>
- Verbraucherzentrale Hessen: <http://www.verbraucher.de/energiesparen>
- Deutsche Energieagentur: <http://www.zukunft-haus.info/de/verbraucher/energieeffizient-sanieren.html>

Tabelle 8-4 zeigt Beispiele für Lehrmaterialien zum Thema Klimaschutz für Schulen und Kindergärten.

Tabelle 8-4: Übersicht Programme zur Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit

Institution	Zielgruppe	Programm
BMU, Bfn	Schülerinnen und Schüler, Kindergärten, Lehrerinnen und Lehrer	Wochenwettbewerb der Naturdetektive: Erstellung eigener Reporterseiten, Texte, Bilder, Audio-Dateien und interaktive Karten zu naturschutz- und umweltrelevanten Themen. http://www.naturdetektive.de
BMU, UfU, weitere	Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer, Kindergärten	Ausleihe von Experimentierkisten (unter anderem Solarkoffer, Wassererlebniskoffer, Energiefahrrad, etc.), Filme über Arten und Klimaschutz
FNR	Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer	Lehrmaterialien für den Schulunterricht  http://www.nachwachsenderohstoffe.de



8.3.3 Ausstellungen

Ausstellungen zu den Themen Klimaschutz sowie rationeller und regenerativer Energienutzung bieten den Zielgruppen durch die Umsetzung des Klimaschutz(-teil-)konzeptes begleitende Öffentlichkeitsarbeit die Möglichkeit, sich über alternative Technologien und deren Einsatzmöglichkeiten zu informieren.

Eine Energiemesse bietet den regionalen Handwerkern die Möglichkeit, den Bürgern Anlagentechnik und Einsparmaßnahmen zu demonstrieren und Umsetzungen im privaten Gebäudebereich anzuschließen.

Die Hessische Energiesparaktion bietet Ausstellungen zum Thema „Energiesparen im Altbau“ und „Fassadendämmung“ an. Zur Leistung gehört auch eine Eröffnung mit Pressegespräch sowie kostenfreie Aufstellung und Abbau, s. Webseite:

<http://www.energiesparaktion.de/wai1/showcontent.asp?ThemaID=5199>

Ein weiteres Beispiel sind umgesetzte Maßnahmen an Verwaltungsgebäuden, die als Best-Practice-Beispiele dienen. Dazu sollten Informationen bereitgestellt werden zu den Maßnahmen, den Einsparungen und den Kosten.

Best-Practice-Beispiele können auch modernisierte Wohngebäude in den drei Gemeinden sein, die bekannt gemacht werden.

Beispiele für Mustersanierungen werden auch bei der Hessischen Energiesparaktion veröffentlicht:

<http://www.energiesparaktion.de/wai1/showcontent.asp?ThemaID=4806>



9 Konzept Controlling

Das Controlling soll die Unterstützung der drei Gemeinden durch Koordination von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung gewährleisten. Dies bezieht sich insbesondere auf die Begleitung und Evaluation von Klimaschutzmaßnahmen und damit auf die Zielerreichung der im Klimaschutzkonzept dargelegten Maßnahmenvorschläge und –ideen. Durch das Controlling soll erreicht werden, dass der Zeitraum zur Erreichung der Klimaschutzziele eingehalten wird und ggf. Schwierigkeiten bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Das Controlling-Konzept für die Umsetzung der Klimaschutzvorhaben in den drei Gemeinden verfolgt dabei folgende zentrale Funktionen und Anforderungen:

- Kontinuierliche Überprüfung der Umsetzung und Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen
- Gewährleistung einer fortwährenden Datenauswertung (Fortschreibung der Energie-/CO₂e-Bilanz), Darstellung der Änderungen im Bilanzjahr
- Zeitnahe Prüfung des Erreichungsgrades der Klimaschutzziele
- Information und Koordination der am Klimaschutzmanagementprozess Beteiligten sowie der Öffentlichkeit
- Bewertung der organisatorischen Abläufe im Klimaschutzmanagementprozess selbst
- Schaffung einer Datenbasis für die Entwicklung und Konzeption weiterer Klimaschutzmaßnahmen. Bei Bedarf Einbeziehung von Verbesserungsvorschlägen, die wiederum als Grundlage zur Aktualisierung der Klimaschutzaktivitäten dienen.

Durch das Controlling-Konzept kann somit frühzeitig die Anpassungsfähigkeit an das sich entwickelnde Marktumfeld sowie die Reaktionsfähigkeit auf Störungen in der Umsetzbarkeit der Maßnahmenvorschläge verbessert werden.

9.1 Dokumentation

Für ein systematisches Controlling des Klimaschutzmanagementprozesses ist ein kontinuierliches Berichtswesen erforderlich. In einem zu erstellenden Bericht werden die Zielvorgaben des Klimaschutzkonzeptes aufgegriffen und die bisherigen Entwicklungen und der Erreichungsgrad aufgezeigt. Der Bericht umfasst dabei in kompakter und aussagekräftiger Form folgende Inhalte:



- Aktuelle Daten zum lokalen jährlichen Energieverbrauch sowie CO₂e-Bilanzen (grafische Darstellungen)
- Jährliche Kosten der Energieversorgung (grafische Darstellungen)
- Soll-Ist-Vergleich dieser Daten (grafische Darstellungen)
- Rückblick auf durchgeführte und Ausblick auf geplante Maßnahmen

Dieser Bericht in Kurzform sollte jährlich erstellt werden und dient primär der Information interner Entscheidungsträger und als Berichtsvorlage für den Ausschuss zur Beratung und Beschlussempfehlung für die Gemeindegremien.

Desweiteren sollte am Ende der ersten drei bis fünf Jahre nach der Arbeitsaufnahme des Klimaschutzmanagers ein ausführlicher Klimaschutzbericht erstellt werden. Dieser beinhaltet eine Fortschreibung detaillierter Bilanzen und Darstellung der erreichten Ziele mit Unterstützung externer Fachkräfte. Darüber hinaus sind Strukturen und übergreifende Ergebnisse (unter anderem Akteursstrukturen, Koordination der Maßnahmen und Zielerreichung) zum Klimaschutz enthalten.

Da mit dem Controlling Erfolge und Effekte der Strategien und Maßnahmen aufgezeigt und überprüft werden sollen, können die Prüfergebnisse allen an der Umsetzung beteiligten Akteuren Zielorientierung im Sinne von Erkenntnisgewinn, Bestätigung und Motivation für weiterführende Aktivitäten bieten. Bei Bedarf kann die Strategie auf Grundlage der im Bericht erhobenen Informationen neu angepasst und Maßnahmen und Organisationsstrukturen modifiziert beziehungsweise neue Maßnahmen entwickelt werden.

Das Instrument des Berichtswesens muss als fortlaufender Prozess in die Klimaschutzaktivitäten eingebunden und auf Verwaltungsebene etabliert werden. Die Berichterstellung wird im Wesentlichen durch den Klimaschutzmanager in Abstimmung mit der Projektgruppe begleitet. In öffentlichen Ratssitzungen sollen die entsprechenden Gremien, die Presse und die interessierte Bevölkerung regelmäßig über die Umsetzung des Konzeptes berichten.

Neben der Erstellung eines internen Berichtes (kurz: jährlich; detailliert: 3-5 jährig) soll eine anschauliche Kurzfassung mit den wichtigsten Ergebnissen und Erfolgen zur Information der Bevölkerung und weiterer Akteure erfolgen und öffentlichkeitswirksam (z.B. Internetseite der Gemeinden, Nachrichtenblatt, etc.) kommuniziert werden. Inhalte hierfür sind auch hier die Darstellung von Bilanzen und die Skizzierung erreichter Ziele. Damit soll zum einen die Akzeptanz des Klimaschutzkonzeptes und einzelner Maßnahmen weiter gefördert werden und zum anderen das Thema weiter im öffentlichen Bewusstsein gehalten werden.



9.2 Organisatorische Verankerung des Prozesses

Für die Umsetzung, Fortschreibung und Fortentwicklung des Klimaschutzkonzeptes ist die Einrichtung beziehungsweise Benennung einer fachverantwortlichen Stelle innerhalb der Gemeindeverwaltungen erforderlich. Die entsprechende Stelle ist zugleich Ansprechpartner und Koordinator für alle künftigen Initiativen im Bereich des Klimaschutzes. Diese Stelle kann beispielsweise durch den Klimaschutzmanager ausgefüllt werden und/oder durch Änderungen von Aufgabenbereichen innerhalb der Gemeindeverwaltungen geschaffen werden. Es soll eine Struktur geschaffen werden, die eine optimale Vernetzung unterschiedlicher Akteure ermöglicht, um einen dynamischen Start des Klimaschutzkonzeptes zu gewährleisten.

9.3 Definition von Messindikatoren zur Bewertung der Zielerreichungsgrade

Bereits vor der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wurden in den Gemeinden Maßnahmen zur Energieeinsparung sowie der effizienten Nutzung von Energie und dem Einsatz erneuerbarer Energien umgesetzt. Durch die Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes sollen die bisherigen Bestrebungen im öffentlichen, gewerblichen und privaten Bereich weiter vorangetrieben werden und zusätzlich um eine regelmäßige Datenerfassung und Datenkontrolle, eine Verfolgung des Prozessverlaufs, eine Darstellung des Stands der Maßnahmenumsetzung sowie um eine Darlegung der Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen erweitert werden. Die im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes erstellte Bilanz berücksichtigt die Datenbasis Jahr 2010. Es soll darauf geachtet werden, dass nicht nur der Grad der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen überprüft wird, sondern dass auch die Wirkung einzelner Klimaschutzmaßnahmen im Hinblick auf die CO₂-Minderungspotenziale erfasst wird. Darüber hinaus sollte die sektorspezifische Kostenentwicklung bei den Gemeinden betrachtet werden. Hierzu ist eine konsequente Erfassung, Aufbereitung und Auswertung entsprechender Daten erforderlich.



9.4 Aus- beziehungsweise Aufbau von Controlling- und Managementsysteme

Fortschreibung der Energie und CO₂e-Bilanz

Die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz dient der Überprüfung, inwieweit die Klimaschutzziele erreicht worden sind. Allerdings sind die regelmäßigen Erhebungen von Verbrauchswerten mit erheblichem Aufwand verbunden. Demnach wird vorgeschlagen jährlich eine Kurzbilanz zu erstellen und alle drei bis fünf Jahre eine Fortschreibung beziehungsweise ausführliche Energie- und CO₂e-Bilanzierung.

Für die Fortschreibung der Energie und CO₂e-Bilanz ergeben sich folgende Anforderungen:

- Die Bilanzierungsmethodik muss es ermöglichen, die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz mit möglichst geringem Aufwand durchzuführen
- Die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz sollte alle zwei Jahre von dem Klimaschutzmanager mit Unterstützung von weiteren Akteuren aktualisiert werden.
- Die Ergebnisse sollen im Klimaschutzbericht veröffentlicht werden und bei der Identifizierung neuer Maßnahmen bzw. der Anpassung von Maßnahmen berücksichtigt werden.

Ziel der Fortschreibung einer Bilanz sollte sein, lokale Effekte durch die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in der Energie- und CO₂e-Bilanz abbilden zu können.

Für die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz bedeutet dies:

- Verwendung der Methodik mit der die erste Bilanz erstellt wurde (u.a. gleiche Datenquellen, alle 3-5 Jahre)
- Beurteilung von Klimaschutzmaßnahmen auf Basis der errechneten CO₂-Minderungen und Abzug von den Emissionen aus dem Basisjahr 2010 (für Kurzbilanz).
- Erstgespräch zwischen Konzeptentwickler und Klimaschutzmanager notwendig
- Wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung (10.000 €/a) sinnvoll



Prozessbegleitende Evaluation

Aufgebaut werden muss die prozessbegleitende Evaluation von Klimaschutzmaßnahmen. Hierzu muss definiert werden, zu welcher Maßnahme welche Indikatoren verwendet beziehungsweise erhoben werden.

Für „harte“ Maßnahmen lässt sich der Erfolg relativ gut und einfach darstellen. Quantitative Werte für Energieeinsparung und CO₂-Minderung können ermittelt werden. Einige Beispiele für sogenannte „harte“ Maßnahmen sind in nachstehender Tabelle 9-1 dargestellt.

Tabelle 9-1: Harte Maßnahmen- und Indikatorenliste

Maßnahmen	Indikatoren
Ausbau Windenergie, Photovoltaik, Biomasse, ...	CO ₂ -Einsparungen, erzeugte Energie Verdrängte Energie aus Stromnetz
Modernisierung kommunaler Gebäude	CO ₂ -Einsparungen, eingesparte Energie(kosten)
Austausch von Lampen in der Straßenbeleuchtung	Eingesparte Energie(kosten)

Die Erfolgsmessung von „weichen“ Maßnahmen ist dagegen schwieriger. Hierzu können beispielsweise die in nachstehender Tabelle 9-2 aufgelisteten Indikatoren hilfswise verwendet werden.

Tabelle 9-2: Weiche Maßnahmen- und Indikatorenliste

Maßnahmen	Indikatoren
Klimaschutz-Netzwerk „Effiziente Wärmeversorgung und Energieeinsparung“	Anzahl der teilnehmenden Handwerker, Banken, Planer, etc.
Unabhängige Energieberatung	Anzahl der Beratungen, Investierte Mittel
Nutzerschulung	Anzahl der teilnehmenden Angestellten von Unternehmen

Um eine konkrete Maßnahmenwirkung von weichen Maßnahmen zu bewerten, können zum Beispiel stichprobenartig Kurzinterviews mit entsprechenden Akteuren geführt oder Fragebögen für Nutzer und Betroffene eingesetzt werden.

Zum Controlling der Klimaschutzziele können weitere Hilfsmittel eingesetzt werden. Dazu zählt zum Beispiel der „Benchmark kommunaler Klimaschutz“, der im Folgenden erläutert wird.



Benchmark kommunaler Klimaschutz / Aktivitätsprofil

In Zusammenarbeit von Bundesumweltamt und Klima-Bündnis wurde ein internetbasiertes Tool zum Vergleich der Klimaschutzarbeit verschiedener Kommunen eingerichtet. Mit dem Instrument werden Städte und Gemeinden bei der systematischen Erfassung und Darstellung der eigenen Aktivitäten und Ergebnisse im Bereich Klimaschutz unterstützt. Die Umsetzung des Benchmarks erfolgt als online Tool. Es steht Kommunen kostenlos zur Verfügung

Das Benchmark besteht aus folgenden Elementen:

- Steckbrief: Im Steckbrief sind allgemeine Daten einer Kommune hinterlegt. Hier werden die wichtigsten Parameter einer Kommune eingetragen, zum Beispiel die Einwohnerzahl, Fläche, usw..
- Aktivitätsprofil: Das Aktivitätsprofil bildet die qualitativ erfassbaren Klimaschutzbemühungen einer Kommune in Form eines Netzdiagramms ab (siehe Abbildung 9-1). In diesem Diagramm wird für die vier Handlungsfelder Klimapolitik, Energie, Verkehr und Abfallwirtschaft die Umsetzungstiefe einzelner Themenfelder erfasst und dargestellt.
- CO₂-Bilanzdatensatz: Im CO₂-Bilanzdatensatz können die Ergebnisse einer kommunalen Energie- und CO₂-Bilanz eingetragen und dargestellt werden. Es findet keine Berechnung statt. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für einige Indikatoren.
- Indikatoren: Eine Reihe von Kennwerten soll die Fortschritte der Klimaschutzanstrengungen einer Kommune abbilden, die sich nicht direkt durch Energie- und CO₂-Bilanzen ableiten lassen. Eine Einschätzung der eigenen Situation wird durch einen Vergleich mit den Durchschnittswert von Deutschland oder den Durchschnitt von allen Kommunen ermöglicht.

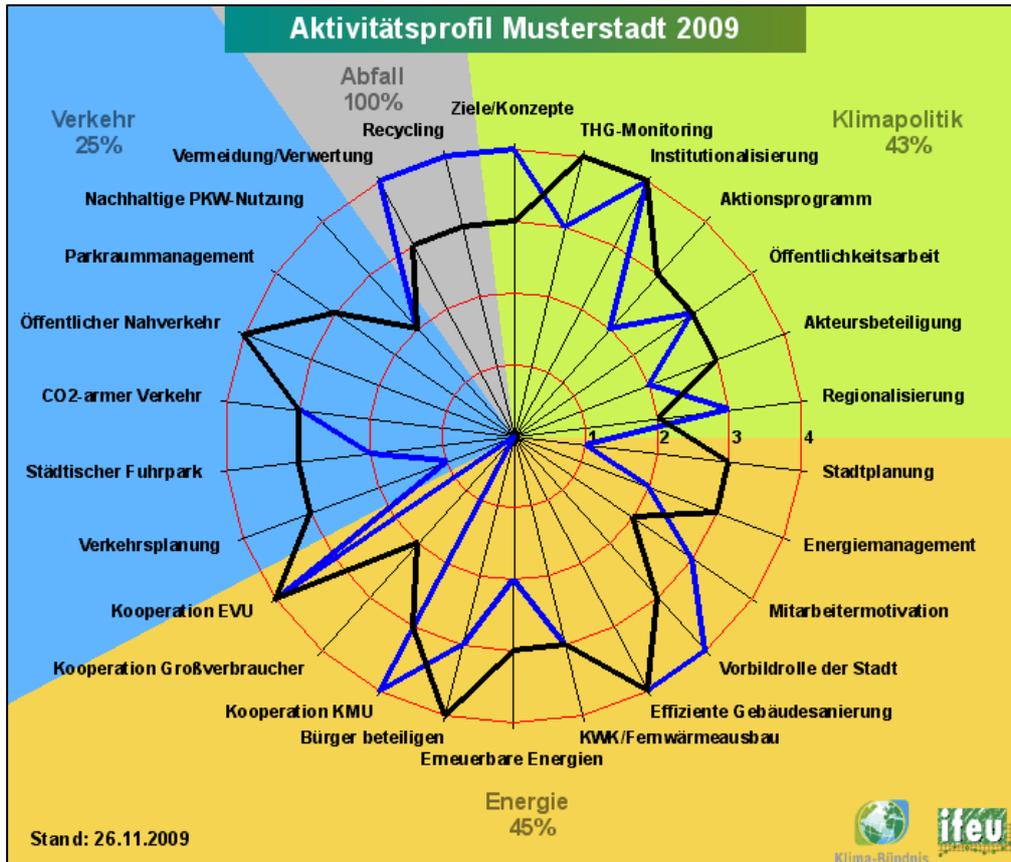


Abbildung 9-1: Aktivitätsprofil einer Musterstadt „Benchmark kommunaler Klimaschutz“ (Dena, 2012)

Der Benchmark kann neben der Funktion als Controlling-Instrument, insbesondere als Instrument zur Öffentlichkeitsarbeit, herangezogen werden.



10 Klimaschutzziel und Umsetzung

Auf Basis der Ergebnisse des integrierten Klimaschutzkonzepts und des Teilkonzepts „Erschließung der Erneuerbaren Energien-Potenziale“ wurde in der Projektgruppe ein gemeinsames Klimaschutzziel für die drei Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein entwickelt und formuliert, welches den Gemeindevertretungen im Rahmen einer Beschlussvorlage zur Umsetzung des Klimaschutzkonzepts vorgelegt wird.

Es lautet:

Die bilanzielle Neutralität der Emissionen (Null-Emissions-Region) von klimarelevanten Schadgasen (CO₂-Äquivalente) in der Summe aus allen Handlungsfeldern des Klimaschutzkonzeptes (Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und Ausbau Erneuerbarer Energien) soll, bezogen auf das Bilanzjahr 2011, bis zum Jahr 2020 erreicht werden.

Die Beschlussvorschläge wurden in der Vorlage folgendermaßen formuliert:

Beschlussvorschläge für Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein

Die Gemeindevertretungen stimmen den im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes entwickelten Ideen und Maßnahmen im Grundsatz zu. Die Umsetzung der Maßnahmen und damit verbundene Ausstattung mit finanziellen Mitteln bedarf im Einzelfall der Zustimmung der gemeindlichen Gremien.

Die Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein schaffen eine Stelle für eine/n gemeinsam/en/e Klimaschutzmanager/in, vorbehaltlich der Förderung durch das Bundesumweltministerium. Die Mittel für die Stellung des Förderantrages werden bereitgestellt.

Die bisherige Arbeitsgruppe bleibt weiterhin bestehen. Im Rahmen der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes ist sie das Bindeglied zwischen Klimaschutzmanager und gemeindlichen Gremien. Sie unterstützt den Klimaschutzmanager, insbesondere bei den regelmäßigen Berichterstattungen für die gemeindlichen Gremien.

Dem Aus- und Aufbau von Controlling- und Managementsystemen zum Klimaschutz in den drei Gemeinden wird zugestimmt. Externe Moderation zur Beratung der Arbeitsgruppe kann herangezogen werden, wenn hierfür ebenfalls Fördermittel zur Verfügung stehen. Dies soll in dem Antrag für den Klimaschutzmanager mit berücksichtigt werden.

Als übergeordnetes Klimaschutzziel für die drei Gemeinden in Summe wird beschlossen: „Die bilanzielle Neutralität der Emissionen (Null-Emissions-Region) von klimarelevanten Schadgasen (CO₂-Äquivalente) in der Summe aus allen Handlungsfeldern des Klimaschutzkonzeptes (Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und Ausbau Erneuerbarer Energien) soll, bezogen auf das Bilanzjahr 2011, bis zum Jahr 2020 erreicht werden.“



Dieses Klimaschutzziel ist vor allem durch Aktivierung des hohen Einsparpotenzials bei Privathaushalten und in den kommunalen Einrichtungen sowie den starken Ausbau der Erneuerbaren Energien, insbesondere der Windenergie, der Biomasse und der Photovoltaik, erreichbar.

Der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien im Untersuchungsgebiet wird bei dieser bilanziellen Betrachtungsweise eine „CO₂e-Gutschrift“ angerechnet. Dabei wird davon ausgegangen, dass im Jahre 2020, kurz vor dem Laufzeitende der letzten Atomkraftwerke, Strom aus Erneuerbaren Energien vor allem Strom aus Import-Steinkohle-Kraftwerken verdrängt (sogenannter Merit-Order-Effekt). Auf Basis von Angaben des Umweltbundesamtes (Umweltbundesamt, 2012) und (DLR, 2012) kann der spezifische CO₂e-Emissionskennwert für Strom aus Steinkohle-Kraftwerken auf 911 kg/MWh_{el} beziffert werden.

Als spezifischer CO₂e-Emissionskennwert für den Strommix 2020, der dem Stromverbrauch im Untersuchungsgebiet 2020 zugeordnet wird, wird auf Basis von (DLR, 2012) ein Wert von 336 kg/MWh_{el} (bundesweiter Wert für lokale Stromnetze) angesetzt.

So ergibt sich für das Jahr 2020 unter Berücksichtigung der Einsparszenarien und der oben beschriebenen Entwicklung der CO₂e-Kennwerte für Strom eine CO₂e-Gesamtemission im Untersuchungsgebiet von knapp 146.000 t/a.

Tabelle 10-1 CO₂e-Emissionen 2020 im Untersuchungsgebiet nach Sektoren

Sektor	Privathaushalte	Öffentliche Einrichtungen	GHDI	Verkehr	Summe
CO ₂ e-Emission [t/a]	47.000	2.400	23.600	72.900	145.900

Folgende „CO₂e-Gutschrift“ durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien steht im Null-Emissionsszenario 2020 dem gegenüber.

Tabelle 10-2 „CO₂e-Gutschrift“ Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2020

Null-Emissions-Szenario 2020	Photovoltaik	Biomasse-HKW	Biogasanlage	Wasserkraft	Windkraft	Summe
„CO ₂ e-Emissionsgutschrift“ [t/a]	7.000	19.400	4.200	100	115.200	145.900

In diesem Nullemissions-Szenario 2020 ist hinterlegt, ein Photovoltaikausbau gemäß dem Ausbauszenario in Kapitel 5.3.7, die Errichtung der bereits aktiv in Planung befindlichen Biomasseheizkraft- und Windkraftanlagen im Naturenergiepark Heidenrod, das Windkraft-Repowering-Projekt in Heidenrod-Kemel sowie die



Errichtung von weiteren Windkraftanlagen im Untersuchungsgebiet mit einer Leistung von insgesamt knapp 50 MW_{el}, was im Mittel rund 15 modernen Windkraftanlagen entspricht.



11 Wirtschaftliche Effekte

Durch die Umsetzung des Klimaschutzkonzepts reduzieren die Gemeinden Aarbergen, Heidenrod und Hohenstein nicht nur CO₂e-Emissionen, sondern es entstehen auch lokale und regionale Wertschöpfungseffekten durch die Umsetzung von Effizienz- und Einsparmaßnahmen sowie durch den Ausbau Erneuerbarer Energien.

Ein verstärktes Engagement in diesen Bereichen bietet dabei zahlreiche Chancen: Teilhabe am wirtschaftlichen Erfolg, Finanzierung wichtiger kommunaler Vorhaben, Haushaltsentlastung, Sicherung des Standortes, der Arbeitsplätze und der lokalen Wertschöpfung. Zu den Profiteuren vor Ort zählen Energiedienstleister, Handwerk, Planungsbüros, weitere Dienstleister und Kommunen (z.B. über Steuereinnahmen, Pachtzahlungen). Durch die Realisierung von Einspar- und Effizienzmaßnahmen sowie den Ausbau Erneuerbarer Energien verbleibt mehr Kapital in der Region und fließt weniger für fossile Energieimporte ab.

Die Region wird durch diese Aspekte gestärkt und die nachhaltige Entwicklung gefördert.

In der Projektgruppe wurde ein Klimaschutzziel formuliert, das den Gemeindegremien im Rahmen einer Beschlussvorlage zur Umsetzung des Klimaschutzkonzepts vorgelegt wird:

Die bilanzielle Neutralität der Emissionen (Null-Emissions-Region) von klimarelevanten Schadgasen (CO₂-Äquivalente) in der Summe aus allen Handlungsfeldern des Klimaschutzkonzeptes (Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und Ausbau Erneuerbarer Energien) soll, bezogen auf das Bilanzjahr 2011, bis zum Jahr 2020 erreicht werden.

Die Berechnung der lokalen Wertschöpfung beruht auf einem Szenario, das die notwendige Energieeinsparung in den verschiedenen Sektoren und den notwendigen Ausbau der Erneuerbaren Energien für die Erreichung dieses Klimaschutzziels berücksichtigt.

11.1 Datengrundlage/Methodik

Investitionen und lokale Wertschöpfung durch die Aktivierung von Einspar- und Effizienzpotenzialen

Die Abschätzung der einmaligen Investitionen, die für die Zielerreichung getätigt werden müssen, erfolgt durch Berechnung mit durchschnittlichen Kosten, die für die Einsparung pro kWh_f/a zu tätigen sind.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die verwendeten Daten:



Tabelle 11-1 Kennwerte Brutto-Investitionskosten und lokale Wertschöpfung

	Wärme			Strom			
	Privat	Kommunal	GHDI	Privat	Kommunal	GHDI	Straßenbeleuchtung
Brutto-Investitionskosten [€/kWh _f]	2,19	1,75	1,75	0,37	0,37	0,37	2,20
Lokale Wertschöpfung [€/kWh _f]	1,21	0,96	0,96	0,037	0,037	0,037	0,15

Die spezifischen Brutto-Investitionskosten pro eingesparter kWh_f/a basieren auf Ergebnissen aus Projekten der Transferstelle Bingen. Berücksichtigt sind dabei Maßnahmen wie Dämmung der Gebäudehülle, Austausch der Fenster und Erneuerung der Heizungsanlage. Für die Abschätzung der spezifischen lokalen Wertschöpfung wurde von einem mittleren Anteil der Handwerkerkosten ausgegangen. Dies entspricht 55 % der Brutto-Investitionskosten.

Die spezifischen Brutto-Investitionskosten pro eingesparter kWh_f/a stammen aus einer Veröffentlichung des Öko-Instituts e.V. aus dem Jahr 2011 über Einsparpotenziale und Kosten von Maßnahmen zur Stromeinsparung (Öko-Institut e. V., 2011). Für die Abschätzung der lokalen Wertschöpfung wurde von einem mittleren Anteil der Handwerkerkosten von 10 % ausgegangen.

Die spezifischen Investitionskosten und die Abschätzung der lokalen Wertschöpfung im Bereich der Straßenbeleuchtung basiert auf Ergebnissen aus Projekten der Transferstelle Bingen.

Zur Ermittlung der Brutto-Investitionskosten und der regionalen Wertschöpfung werden die genannten Werte pro eingesparter kWh_f mit den Werten der eingesparten Endenergie (MWh_f/a) aus dem Zielsszenario multipliziert.



Ausbau Erneuerbare Energien

Zur Berechnung der Wertschöpfung durch den Ausbau der erneuerbaren Energien dienen Kennzahlen der Studie „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“ des Institutes für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW, 2010).

In dieser Studie liegen die Zahlen zu Investitionskosten, Vor-Steuergeinnen, Einkommenseffekten und Kommunalsteuern zu Grunde.

Dabei wird unterschieden zwischen der einmaligen Wertschöpfungseffekte (Planung und Errichtung) sowie der jährlichen Wertschöpfungseffekte (Betrieb und Wartung).

Bei den einmaligen Effekten wurden Planung, Installation und Ausgleichsmaßnahmen zur Berechnung herangezogen. Nicht berücksichtigt wird die Produktion von Anlagenteilen von Windkraftanlagen oder Photovoltaik-Anlagen, da diese in der Regel nicht in der Kommune stattfindet und somit dort auch keine Wertschöpfungseffekte entstehen.

Die jährlichen Effekte sind ebenfalls in die Bereiche Vor-Steuergeinnen, Einkommenseffekte und Kommunalsteuern gegliedert und berücksichtigen Wertschöpfungseffekte durch den Betrieb der Anlagen, der sich aus Wartung und Instandhaltung, wie auch Pachtzahlungen, Unternehmensgewinnen etc. zusammensetzt.

Die Kennzahlen zur lokalen Wertschöpfung werden verknüpft mit dem für die Erreichung des Klimaschutzziels notwendigen Ausbaus der erneuerbaren Energien.

11.2 Ergebnisse

Abbildung 11-1 stellt in einer Übersicht die lokale Wertschöpfung dar, die im Zusammenhang mit der Zielerreichung „Null-Emissions-Gemeinden bis 2020“ steht.

Die kumulierte Wertschöpfung bis 2020 beträgt im Bereich der Energieeinsparung insgesamt rund 30 Mio. €. Mit ca. 28 Mio. € entsteht der Großteil durch Energieeinsparmaßnahmen im Wärmebereich in Privathaushalten.

Die lokale Wertschöpfung durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien beträgt etwa 75 Mio. € bis 2020. Dazu trägt die Windenergie rund 48 Mio. € bei, die Bioenergie 15 Mio. € und die Solarenergie rund 10 Mio. €.

Bei der Wertschöpfung durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien spielen die jährlichen Effekte die bedeutende Rolle. Sie machen mit 63 Mio. € rund 84 % der kumulierten lokalen Wertschöpfung bis 2020 aus.

Im Jahr 2020 erreicht die jährliche lokale Wertschöpfung durch den Betrieb von Erneuerbaren-Energien-Anlagen einen Wert von rund 10 Mio. €.

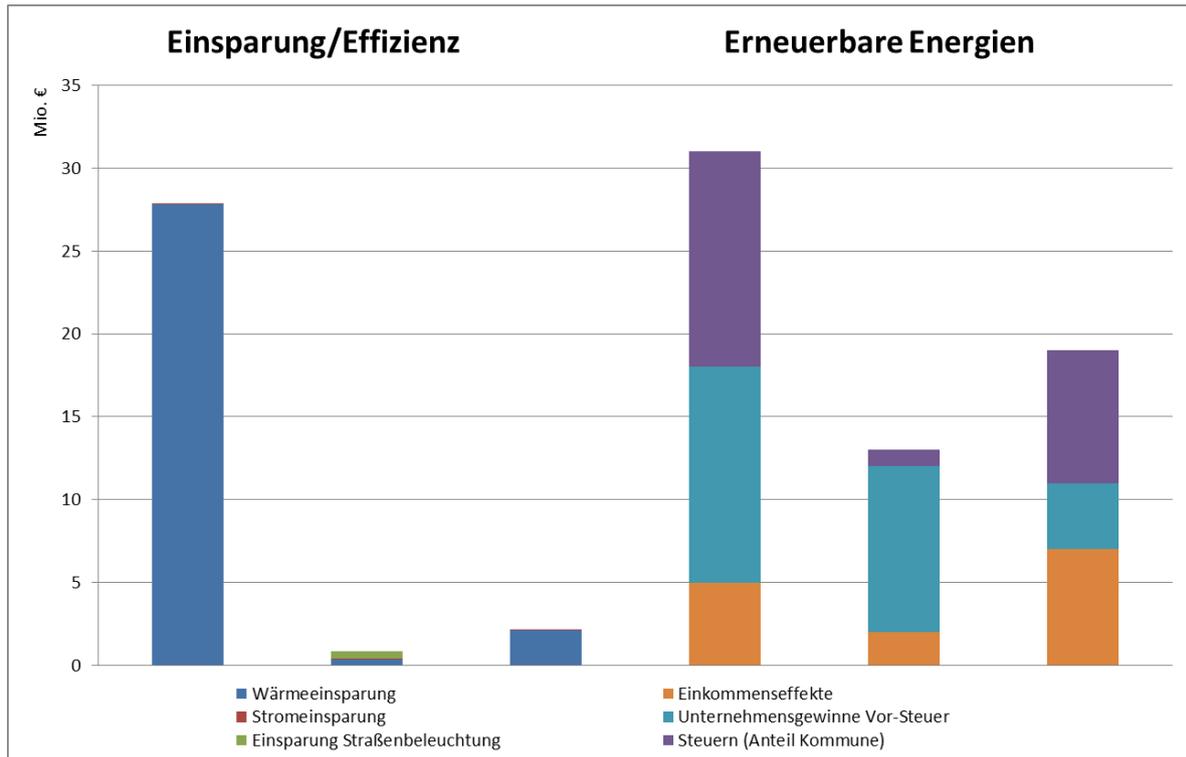


Abbildung 11-1 Übersicht lokale Wertschöpfung bis 2020

Abbildung 11-2 stellt die jährlichen Ausgaben für Energie in den drei Gemeinden den Investitionen gegenüber, die für die Zielerreichung getätigt werden müssten.

Die jährlichen Ausgaben für Strom, Heizöl und Erdgas liegen momentan bei ca. 20 Mio. €/a. Die Investitionen zur Zielerreichung bis 2020 können auf ca. 130 Mio. € beziffert werden, 73 Mio. € für den Ausbau Erneuerbarer Energien und 56 Mio. € für die Energieeinsparung.

Letztendlich führen die Investitionen zu Energiekosteneinsparungen in den Gemeinden und zur Erhöhung der lokalen Wertschöpfung.

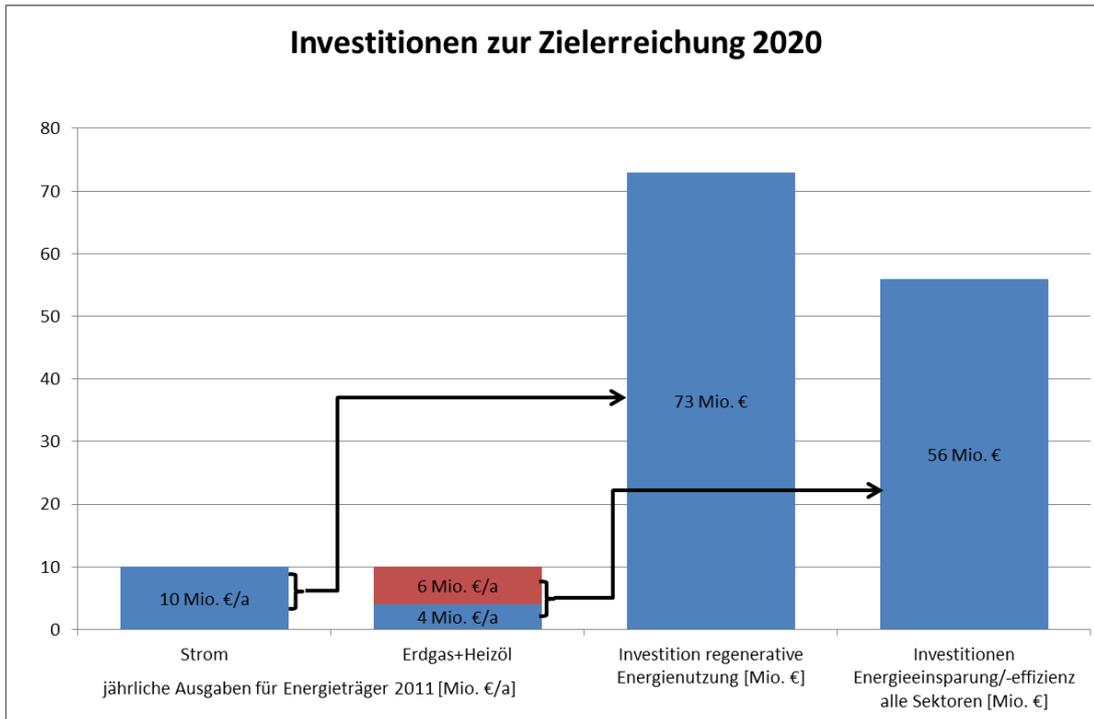


Abbildung 11-2 Investitionen zur Zielerreichung 2020



12 Zusammenfassung und Fazit

Zusammenfassung

Die Bundesregierung hat mit ihrem Energiekonzept (BMWi Energiekonzept, 2010) das Ziel definiert, bis zum Jahr 2050 die Emissionen an Treibhausgasen (THG als Kohlenstoffdioxidäquivalente CO₂e) um 80-95 % gegenüber den Emissionen des Jahres 1990 zu verringern. Die Gemeinden Hohenstein, Heidenrod und Aarbergen unterstützen dieses Ziel und haben sich ein eigenes, zeitnäheres Ziel gesetzt:

Die bilanzielle Neutralität der Emissionen (Null-Emissions-Region) von klimarelevanten Schadgasen (CO₂-Äquivalente) in der Summe aus allen Handlungsfeldern des Klimaschutzkonzeptes (Energieeinsparung, Steigerung der Energieeffizienz und Ausbau Erneuerbarer Energien) soll, bezogen auf das Bilanzjahr 2011, bis zum Jahr 2020 erreicht werden.

Das vorliegende „Integrierte Klimaschutzkonzept und Teilkonzept Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale für die Gemeinden Hohenstein, Heidenrod und Aarbergen“ 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 drei Gemeinden initiiert und in Zusammenarbeit mit der Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen (TSB), einem Aninstitut der Fachhochschule Bingen, entwickelt.

Das vorliegende Klimaschutzkonzept in Verbindung mit dem Beschluss der Umsetzung und konkreten Klimaschutzzielen soll den Akteuren in den drei Gemeinden (insbesondere den politischen Gremien und der Verwaltung) helfen, richtungsweisende Entscheidungen zu treffen und Projekte anzugehen, die den bereits angestoßenen Prozess für mehr Klimaschutz, weniger Energieverbrauch mehr Effizienz, Wertschöpfung und Erneuerbare Energien intensivieren.

Die wesentlichen Inhalte des Klimaschutzkonzepts sind:

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 2011, 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 2011 verwendet.

Zielhorizont des Konzeptes ist das Jahr 2020. Entwicklungsszenarien wurden bis in das Jahr 2030 projiziert, um einen Blick in die weitere Zukunft zu ermöglichen.

Bezugsjahr für die Zielsetzung ist abweichend zu den Zielen der Bundesregierung das Basisjahr 2011. 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 2011 wurden durch den Energieverbrauch von rund 480.000 MWh_f in den drei Gemeinden rund 183.000 Tonnen CO₂e emittiert. Die Bilanzierung ergab sektorenübliche Emissionswerte, die abgesehen von wenigen sektorellen Abweichungen interpretiert werden können. Hierunter fällt zum Beispiel der hohe Stromverbrauch in der Gemeinde Aarbergen, bedingt durch den Industriestandort in Michelbach. Abseits dieses Sonderfalls liegen die Schwerpunkte des Energieverbrauchs und der CO₂e-Emissionen bei den privaten Haushalten. An dieser Stelle ist insbesondere der Wärmeverbrauch zu nennen. Die Emissionen der Haushalte machen einen Anteil von etwa 33 % der Gesamtemissionen in den drei Gemeinden aus. Hiervon ist die Wärmeversorgung mit über 80 % der Emissionen im Sektor Haushalte dominierend. Hier zeigt sich der erste Schwerpunkt für Klimaschutzmaßnahmen, der daher im Laufe der Konzeptentwicklung detaillierter als andere Bausteine entwickelt wurde.

Der Sektor Industrie und Gewerbe (GHD/I) verursacht etwa 20 % der Emissionen. Der Anteil der kommunalen Einrichtungen liegt bei etwa 2 %. Der Verkehrssektor hat einen Anteil von etwa 43 % der Gesamtemissionen. Hier fällt insbesondere auf, dass in den Gemeinden mit 822 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner überdurchschnittlich viele motorisierte, zulassungspflichtige Fahrzeuge pro Einwohner angemeldet sind



(Vergleich - Hessen: 653 Fahrzeuge / 1.000 EW; BRD: 622 Fahrzeuge / 1.000 EW (Kraftfahrt-Bundesamt, 2011))

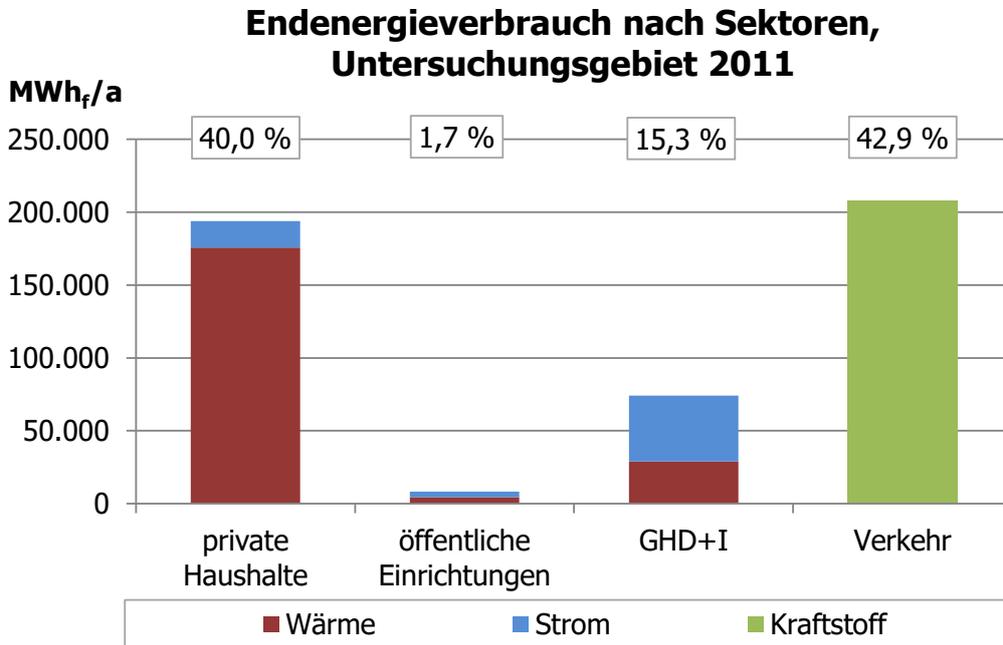


Abbildung 12-1: Bilanz Endenergieverbrauch 2011 im gesamten Untersuchungsgebiet

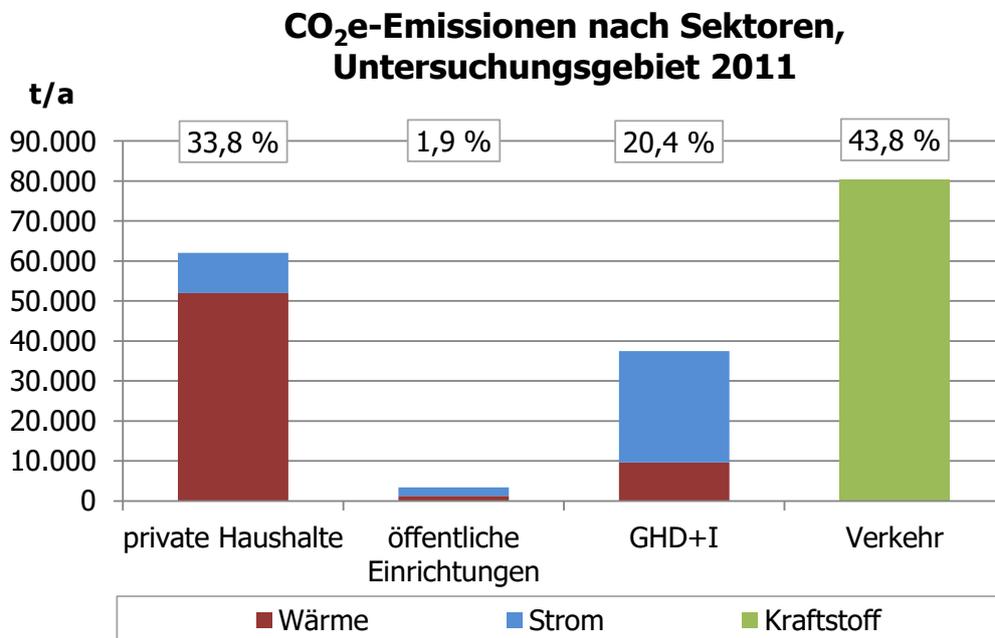


Abbildung 12-2: CO₂e-Emissionsbilanz 2011 im gesamten Untersuchungsgebiet

In der nachstehenden Abbildung 12-3 sind die grob abgeschätzten Energieaufwendungen der Privathaushalte im Untersuchungsgebiet für die



Hauptenergieträger nach üblichen Endenergieverbraucherpreisen dargestellt. Die Darstellung basiert auf den Endenergieverbräuchen der Energie- und CO₂e-Bilanz des Jahres 2011.

	Verbrauch [MWh/a]	Preise [ct/kWh]	Aufwendungen [€/a]
Erdgas	67.300	6	4.000.000
Heizöl	68.500	9	6.200.000
Strom	41.700	23	9.600.000
Summe			19.800.000

Abbildung 12-3: Energiekosten Privathaushalte nach Hauptenergieträger 2011

Die jährlichen Ausgaben für Strom, Heizöl und Erdgas liegen momentan bei ca. 20 Mio. €/a. Die Investitionen zur Zielerreichung bis 2020 können auf ca. 129 Mio. € beziffert werden, 73 Mio. € für den Ausbau Erneuerbarer Energien und 56 Mio. € für die Energieeinsparung.

Letztendlich führen die Investitionen zu Energiekosteneinsparungen in der Gemeinde und zur Erhöhung der lokalen Wertschöpfung.

Ermittlung von Einsparpotenzialen:

Bei der Ermittlung von Einsparpotenzialen hat sich ergeben, dass insbesondere im Bereich der Wärmeversorgung bei privaten Haushalten hohe wirtschaftliche Einsparpotenziale bestehen. Hieraus ergibt sich ein Schwerpunkt für die Akteursbeteiligung und die Entwicklung von Maßnahmen.

Das Einsparpotenzial bei kommunalen Gebäuden im Bereich Wärmeversorgung beträgt etwa 24 %. Bei Sanierung auf ein optimiertes Niveau ergibt sich ein Gesamteinsparpotenzial von bis zu etwa 35 %. Im Bereich Strom ergeben sich statistische Einsparpotenziale von 17 % (Sanierung auf Standard des EnEV Vergleichskennwertes) beziehungsweise 25 % (verbesserter Standard um 20 % gegenüber dem EnEV Vergleichskennwert).

Für alle Sektoren und Handlungsfelder wurde eine mögliche Entwicklung („Szenarien“) aufgestellt. Für jeden dieser Bereiche wurden mindestens ein Trend und ein



ambitionierterer Entwicklungspfad (Klimaschutzszenario) für die Umsetzung aufgestellt. 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.

Ermittlung von Potenzialen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien:

Im Teilkonzept „Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien Potenziale“ wurden die wirtschaftlichen Potenziale zur Nutzung von Windenergie, Solarenergie, Biomasse, Wasserkraft und Geothermie ermittelt.

Ausbaupotenziale der Solarenergienutzung ergeben sich insbesondere auf Dächern von Wohngebäuden. Potenziale für EEG-vergütungsfähige Photovoltaik-Freiflächen gibt es mit Ausnahme einer sehr kleinen Fläche in Aarbergen nicht.

Großes Potenzial gibt es bei der Windenergie. Der mögliche Ertrag im Untersuchungsgebiet liegt deutlich über dem Stromverbrauch.

Die Stromerzeugung aus Biomasse im Untersuchungsgebiet ist geprägt durch Aktivitäten im Naturenergiepark Heidenrod. Dort ist ein Biomasse-Heizkraftwerk mit 2,75 MW_{el} und eine Biogasanlage mit 700 kW_{el} in Planung.

Ein Ausbaupotenzial in der Wasserkraft und Tiefengeothermie ist nicht identifizierbar. Es ist zu erwarten, dass bis 2020 die Regenerativstromerzeugung in den drei Gemeinden den Stromverbrauch deutlich übertrifft und dass die CO₂e-Emissionseinsparungen, als Gutschrift gegengerechnet, die CO₂e-Emissionen in den drei Gemeinden, die nach Aktivierung von Einsparmaßnahmen noch verbleiben, ausgleichen.

Im Wärmebereich sind die Ausbaupotenziale geringer. Auffallend ist der hohe Anteil an Brennholz bei der Wärmeversorgung in Privathaushalten mit ca. 13 %. Dieses Potenzial ist damit allerdings schon weitestgehend ausgeschöpft.

Steigern lässt sich der Anteil neben dem Ausbau der Solarthermie, Holzpelletsheizungen und Wärmepumpen noch durch Initiierung von Projekten mit Biomassenahwärmeversorgung oder mit kleinen landwirtschaftlich betriebenen Biogasanlagen, die Nahwärme aus dem BHKW liefern.

Für die beiden letztgenannten Punkte bedarf es allerdings weiterer Machbarkeitsprüfungen, um eine Umsetzbarkeit beurteilen zu können.



Die Akteursbeteiligung:

Die Akteursbeteiligung erfolgte auf verschiedenen Ebenen. Hierzu zählen zum Beispiel politische Gremien, Verwaltung, Projektleitung, Projektgruppe, Einzelgespräche, Workshops und Öffentlichkeitsarbeit.

Zu Beginn der Konzepterstellung wurde eine Projektgruppe (PGR) eingerichtet. Zielsetzungen bei der Zusammenstellung/Bildung der PGR waren die Integration aller relevanten Entscheidungsträger aus Verwaltung, Politik und weiterer Personen sowie die Vorbereitung der Maßnahmenumsetzung im Anschluss an die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes.

Viele engagierte Akteure konnten im Zuge von vier themenspezifischen Workshops zu den Themen Energieeinsparung in Wohngebäuden, Kommunales Energiemanagement, Rahmenbedingungen für den Ausbau Erneuerbarer Energien und Nachhaltige Mobilität identifiziert werden. Neben den Workshops fanden Abstimmungen und Expertengespräche mit unterschiedlichsten Institutionen statt, die direkt oder indirekt mit dem Handlungsfeld Energie- und Klimaschutz befasst sind.

In der Konzeptstellungsphase wurden regelmäßig Pressebeiträge zum aktuellen Stand der Bearbeitung in lokalen und regionalen Medien veröffentlicht. Im Anhang des Berichts liegen Pressemeldungen zum Klimaschutzkonzept der drei Gemeinden bei. Die Ergebnisse des Klimaschutzkonzeptes wurden den Gemeindevertretungen und interessierten Bürgern am 31. Oktober 2012 im Gemeindezentrum Hohenstein-Breithardt vorgestellt.

Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit und Klimaschutz-Controlling:

Die Säulen der Öffentlichkeitsarbeit sollten die Pressearbeit, Aktionen sowie die Internetseiten der Gemeinden sein.

Durch Controlling-Instrumente soll sichergestellt werden, dass das Klimaschutzkonzept in der Verwaltungspraxis implementiert und „gelebt“ wird. Wesentliche Aufgaben des Klimaschutz-Controllings sind die Prüfung der Umsetzung und Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen sowie der Klimaschutzziele, die Gewährleistung einer fortschreibbaren Energie-/CO₂e-Bilanz, Information und Koordination der am Klimaschutzmanagementprozess Beteiligten und der Öffentlichkeit sowie entsprechende Dokumentationen beziehungsweise Berichtspflichten.

Maßnahmenkatalog und Prioritätenliste:



Bei der Entwicklung des Maßnahmenkatalogs wurden die Schwerpunkte Kommunikation und Information, Erneuerbare Energien und Energieversorgung, Energieeffizienz, Abfall- und Abwasserwirtschaft in den verschiedenen Sektoren berücksichtigt. Im Vordergrund standen Maßnahmen, mit denen sich mit geringen Mitteleinsatz hohe Emissionsminderungen erreichen lassen. Hier bietet sich vor allem der Bereich Netzwerkbildung/Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit an. Beispiele sind der Aufbau eines Branchenstammtisches, die Durchführung von Aktionen im Bereich der Mobilitätsberatung sowie Kampagnen für Energieeffizienzmaßnahmen und den Ausbau von Erneuerbaren Energien. Zur Finanzierung der Maßnahmen können weitere Akteure (z.B. Kammern, Wirtschaftsverbände, Energieversorger) mit einbezogen werden und als Sponsoren gewonnen werden. Für die operative Maßnahmenkoordination und –umsetzung ist die Einstellung eines Klimaschutzmanagers für die drei Gemeinden nahezu unabdingbar.

Die wichtigsten Maßnahmen wurden in einer Prioritätenliste zusammengefasst und können im Kapitel 7 Maßnahmenkatalog nachgelesen werden.

Fazit

Aus den beschriebenen Ergebnissen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

Die Umsetzung der Potenziale zur Erneuerbaren Stromversorgung hat den größten Klimaschutzeffekt. Die Potenziale sind insbesondere bei der Windenergie und der Umsetzung der Biomasseprojekte im Naturenergiepark Heidenrod hoch. Aktivitäten zur Erschließung der Potenziale gibt es bereits in allen drei Gemeinden.

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“.

In der Umsetzungsphase sind funktionierende Zuständigkeiten und Organisationsstrukturen wichtig. Hier empfehlen wir die Weiterführung der Projektgruppe als Aufsichts- und Steuerungsgremium des Prozesses. Die Verantwortlichkeit sollte bei einem Klimaschutzmanager (s.u.) liegen. Die zuständigen Verwaltungsmitarbeiter 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.



13 Quellen

- Amprion GmbH. (2011). *www.amprion.de*. Abgerufen am 14. Juni 2011 von <http://amprion.de/eeg-anlagenstammdaten-aktuell>
- ASUE. (2011). *BHKW-Kenndaten 2011*.
- BAFA. (2011). *Liste der im Marktanzreizprogramm geförderten Anlagen (Stand: 31.12.2010)*. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle.
- BMU. (2010). *Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Referat Öffentlichkeitsarbeit.
- BMU. (2010). *Klärschlammverordnung (AbfKlärV)*. Berlin: 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. (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>
- Brüggemann, A. (2005). *KfW-Beratung zu den Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen*. Frankfurt am Main: KfW Bankengruppe, Abteilung Volkswirtschaft.
- Bundesfernstraßengesetz §9. (2010). Bauliche Anlagen.
- Dena. (2012). *Deutsche Energie Agentur: Benchmark Kommunalen Klimaschutz*. Abgerufen am 10. August 2012 von <http://www.energieeffiziente-kommune.de/energiemanagement/schritt-3-analysieren/benchmarks-und-wettbewerbe/kommunalen-benchmark-klimaschutz/>
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (2010). *Energiemap.info*. (D. G. e.V., Hrsg.) Abgerufen am 06. Mai 2012 von <http://www.energymap.info/energieregionen/118/193/467/14507.html>
- 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>



- 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.
- DStGB. (2009). *Öffentliche Beleuchtung - Analyse, Potenzial und Beschaffung, Dokumentation Nr 92*. Deutscher Städte- und Gemeindebund.
- EEG 2012. (2011). *Konsolidierte fassung des Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG, gültig ab 01.01.2012*.
- EKO-PLANT GmbH. (2012). *Novellierung von Düngemittel- und Klärschlammverordnung - Aktuelle rechtliche Regelungen der Klärschlammdüngung*. Abgerufen am 12. September 2012 von <http://www.eko-plant.de/allgemein-presse/116-presse-klärschlammverordnung/303-novellierung-von-duengemittel-und-klärschlammverordnung.html>
- EnEV. (2007). *Energieeinsparverordnung 2007 - Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung für Wohngebäude. Anlage 1 Nr. 3*.
- FNR. (2011). www.fnr.de. Abgerufen am 07. 09 2011 von verschiedene Themenportale
- FNR, Biogasportal. (2011). www.biogasportal.info. (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe) Abgerufen am 12. 09 2011 von <http://www.biogasportal.info/biogas-gewinnung/biogasgewinnung/biogasausbeuten/>
- Fraunhofer(ISI),FfE. (2003). *Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch*.
- Gensch, C.-O., Gießhammer, R., Götz, K., & Birzle-Harder, B. (2004). *PROSA-PKW-Flotte*. Freiburg: Öko-Institut e.V.
- Giesecke, J., Mosonyi, E. (Heidelberg). *Wasserkraftanlagen: Planung, Bau und Betrieb, 4. Auflage*. 2005: Springer-Verlag.
- GTV. (2011). www.geothermie.de. Abgerufen am 21. 09 2011 von Einteilung der geothermischen Quellen:
<http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/einstieg-in-die-geothermie/einteilung-der-geothermiequellen.html>
- Herkules Aquatec GmbH. (2011). www.herkulesaquatec.com. Abgerufen am 12. 07 2011 von <http://www.herkulesaquatec.com/>
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. (kein Datum). *Natureg.Hessen*. Abgerufen am 08. 07 2012 von Hessisches Naturschutzinformationssystem: <http://natureg.hessen.de/natureg/index.html>
- HLUG. (2012). *Hessisches Landesamt für Geologie und Bergbau*. Abgerufen am 05. 07 2012 von <http://www.hlug.de/?id=7121>
- Infas, & DLR. (2010). *Mobilität in Deutschland 2008. Kurzbericht. Struktur-Aufkommen-Emissionen-Trends*. Bonn, Berlin.



- Institut für Zuckerrübenforschung. (2011). *www.ifz-goettingen.de*. Abgerufen am 14. 09 2011 von <http://www.ifz-goettingen.de/site/de/377/biogas-aus-zuckerrueben.html>
- IÖW. (2010). *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien*. Berlin.
- IWU. (2011). *Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand*. Darmstadt: Institut für Wohnen und Umwelt.
- Kaltschmitt und Hartmann. (2001). *Energie aus Biomasse*.
- Kaltschmitt, M., Wiese, A., & Streicher, W. (2003). *Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. Berlin.
- KBA. (2011). *Kraftfahrzeug Bundesamt. Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge. Verkehrsaufkommen. Eigenschaft der Fahrt Jahr 2010*.
- KfW. (2012). *Kreditanstalt für Wiederaufbau*. Abgerufen am 14. Juli 2012 von [http://www.kfw.de/Energieeffizient sanieren](http://www.kfw.de/Energieeffizient%20sanieren): <http://www.kfw.de/>
- Kraftfahrt-Bundesamt. (2011). *Jahresbericht 2011*. Abgerufen am 26. 10 2012 von http://www.kba.de/cln_030/nn_124834/DE/Presse/Jahresberichte/jahresbericht_2011__pdf,templateId=raw,property=
- Kreiswirtschaftsförderung Rheingau-Taunus 2011. (2011). *Strukturanalyse der Gemeinde*.
- Kremer, Schmidt. (2012). *Energieeffizienz auf Kläranlagen*. Bingen.
- Kuhn, D.-G., Omi LL.B., M., Schubert, D.-S., & Unterpertinger M.A., H. (2011). *Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden*. Berlin: Deutsches Institut für Urbanistik.
- Layer, G., Arndt, U. D.-I., & Duschl, A. D.-I. (2003). *Kurzbericht_Senkungenergieverbrauch*. Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V FfE.
- LIAG. (2011). *www.liag-hannover.de*. Abgerufen am 10. 05 2011 von <http://www.liag-hannover.de/methodenforschung-sektionen/geothermik-informationssysteme/forschungsfelder/temperaturfeld-des-tieferen-untergrundes/karten-des-temperaturfeldes-im-untergrund-deutschlands.html>
- NABU. (2011). *Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan*. Naturschutzbund Deutschland (NABU) e. V. Berlin: Druckhaus Berlin-Mitte GmbH.
- Öko-Institut. (28. Juni 2011). *Globales Emissions-Model Integrierter Systeme*. Abgerufen am 03. August 2011 von <http://www.oeko.de/service/gemis/de/index.htm>
- Öko-Institut e. V. (2011). *Effizienz-Ranking "Strom sparen im Haushalte"*. Berlin.
- Paschen, H., Oertel, D., & Grünwald, R. (2003). *Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland*. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) .



- PK TG, P. T. (2007). *Nutzung der geothermischen Energie aus dem tiefen Untergrund- Arbeitshilfe für geologische Dienste.*
- Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald, Uni Kassel . (2011). *Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges.*
- Prognos . (31.. August 2007). *Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen.* Basel und Berlin .
- 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 18/06.* Basel und Berlin: Prognos und Protrans.
- Prognos AG, & Öko Institut e.V. (15. Oktober 2009). *Modell Deutschland - Klimaschutz 2050. Vom Ziel her denken .*
- Recknagel, Sprenger, & Schramek. (2003). *Taschenbuch für Heizung + Klima Technik.*
- Reingans, R. (1993). *Energiepotenziale von Kleinwasserkraftanlagen - Diplomarbeit FH Bingen.* Bingen.
- RP Darmstadt_Nina Boxen. (2012). *Stellungnahme Wasserkraftnutzung 19.06.2012.* Darmstadt.
- Solaranlagen Portal. (2011). *www.solaranlagen-portal.com.* Abgerufen am 26. 09 2011 von <http://www.solaranlagen-portal.com/solarthermie/thermische-solaranlage/ertrag>
- Statistisches Landesamt Hessen. (2011). *Hessische Gemeindestatistik 2010.* <http://www.statistik-hessen.de/publikationen/download/496/index.html>.
- UBA. (2008). *Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen.* Berlin: Umweltbundesamt.
- 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 Umweltbundeamtes.*
- 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>
- Witzenhausen-Institut GmbH, IGW. (2009). *Energiekonzept Rheingau-Taunus.*
- Witzenhausen-Institut GmbH, Pöyry Environment GmbH, Abt. IGW. (2009). *Biomassepotenzialstudie Hessen - Stand und Perspektiven der energetischen Biomassenutzung in Hessen.* Wiesbaden: HMUELV.

