



**Integriertes
Klimaschutzkonzept**

Foto © energielenker

Hochsauerlandkreis



Projektpartner

Dieses Projekt wurde unter Zusammenarbeit des Hochsauerlandkreises und der energielenker projects GmbH durchgeführt.

Auftraggeber

Hochsauerlandkreis

Steinstraße 27

59872 Meschede

Ansprechpartner: Frank Kleine-Nathland

Auftragnehmer

energielenker projects GmbH

Hüttruper Heide 90

48268 Greven

Ansprechpartner: Christian Korte



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	20
1 Einleitung	21
1.1 Hintergrund und Motivation	22
2 Kommunale Basisdaten des Hochsauerlandkreis	23
2.1 Einwohnerentwicklung	23
2.2 Gebäudestruktur	23
2.3 Erwerbstätige und wirtschaftliche Situation	24
2.4 Verkehrssituation.....	24
3 Partizipationsprozess und Vorgehensweise bei der Entwicklung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes.....	25
4 Energie- und Treibhausgasbilanz des Hochsauerlandkreises.....	27
4.1 Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO	27
4.1.1 Bilanzierungsprinzip im stationären Bereich.....	28
4.1.2 Bilanzierungsprinzip im Sektor Verkehr.....	30
4.2 Datenerhebung des Energiebedarfs des Hochsauerlandkreises ...	30
4.3 Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises.....	31
4.3.1 Endenergiebedarf nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur	33
4.3.2 Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen.....	34
4.4 THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises	36
4.4.1 THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern	36
4.4.2 THG-Emissionen pro Einwohner.....	38
4.4.3 THG-Emissionen nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur	38
4.4.4 THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen	39
4.5 Regenerative Energien des Hochsauerlandkreises.....	40
4.5.1 Strom.....	40
4.5.2 Wärme.....	41
4.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz .	43
5 Potenzialanalyse des Hochsauerlandkreises.....	43
5.1 Private Haushalte.....	45

5.2	Wirtschaft.....	49
5.3	Verkehr	53
5.4	Erneuerbare Energien	58
5.4.1	Windenergie.....	58
5.4.2	Sonnenenergie	59
5.4.3	Biomasse	64
5.4.4	Geothermie.....	66
5.4.5	Industrielle Abwärme.....	67
5.4.6	Wasserkraft	67
5.4.7	Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien	67
6	Szenarien zur Energieeinsparung und THG-Minderung.....	69
6.1	Differenzierung Trend- und Klimaschutzszenario.....	69
6.2	Schwerpunkt: Wärme.....	70
6.3	Schwerpunkt: Verkehr	73
6.4	Schwerpunkt: Strom und erneuerbare Energien	75
6.5	End-Szenarien: Endenergiebedarf gesamt	83
6.6	End-Szenarien: THG-Emissionen gesamt.....	84
6.7	Treibhausgasneutralität	87
6.8	Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für den Hochsauerlandkreis	88
7	Bilanzen der kreisangehörigen Kommunen	89
7.1	Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Bestwig	90
7.1.1	Kommunale Basisdaten der Gemeinde Bestwig	90
7.1.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	92
7.1.3	Endenergiebedarf nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur	94
7.1.4	Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen.....	95
7.1.5	THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig	97
7.1.6	Regenerative Energien der Gemeinde Bestwig.....	102
7.2	Energie- und THG-Bilanz der Stadt Brilon	107
7.2.1	Kommunale Basisdaten der Stadt Brilon	107
7.2.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	109
7.2.3	THG-Emissionen der Stadt Brilon.....	114

7.2.4	Regenerative Energien der Stadt Brilon	119
7.2.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz..	123
7.3	Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Eslohe.....	124
7.3.1	Kommunale Basisdaten der Gemeinde Eslohe.....	124
7.3.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	126
7.3.3	THG-Emissionen der Gemeinde Eslohe.....	131
7.3.4	Regenerative Energien der Gemeinde Eslohe	136
7.3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz..	139
7.4	Energie- und THG-Bilanz der Stadt Hallenberg	141
7.4.1	Kommunale Basisdaten der Stadt Hallenberg.....	141
7.4.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	143
7.4.3	THG-Emissionen der Stadt Hallenberg.....	148
7.4.4	Regenerative Energien der Stadt Hallenberg	152
7.4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz..	155
7.5	Energie- und THG-Bilanz der Stadt Marsberg.....	157
7.5.1	Kommunale Basisdaten der Stadt Marsberg	157
7.5.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	159
7.5.3	THG-Emissionen der Stadt Marsberg	163
7.5.4	Regenerative Energien der Stadt Marsberg.....	167
7.5.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz..	171
7.6	Energie- und THG-Bilanz der Stadt Medebach	172
7.6.1	Kommunale Basisdaten der Stadt Medebach.....	172
7.6.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	174
7.6.3	THG-Emissionen der Hansestadt Medebach	178
7.6.4	Regenerative Energien der Hansestadt Medebach.....	183
7.6.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz..	187
7.7	Energie und THG-Bilanz der Stadt Meschede	189
7.7.1	Kommunale Basisdaten der Stadt Meschede	189
7.7.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	191
7.7.3	THG-Emissionen der Stadt Meschede.....	195
7.7.4	Regenerative Energien der Stadt Meschede	200
7.7.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz..	203

7.8	Energie- und THG-Bilanz der Stadt Olsberg	205
7.8.1	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	207
7.8.2	Regenerative Energien der Stadt Olsberg.....	216
7.8.3	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz..	220
7.9	Energie- und THG-Bilanz der Stadt Schmallebenberg	221
7.9.1	Kommunale Basisdaten der Stadt Schmallebenberg	221
7.9.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	223
7.9.3	THG-Emissionen der Stadt Schmallebenberg	228
7.9.4	Regenerative Energien der Stadt Schmallebenberg.....	233
7.9.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz..	236
7.10	Energie- und THG-Bilanz der Stadt Sundern.....	238
7.10.1	Kommunale Basisdaten der Stadt Sundern.....	238
7.10.2	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	240
7.10.3	THG-Emissionen der Stadt Sundern	245
7.10.4	Regenerative Energien der Stadt Sundern	250
7.10.5	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz	253
7.11	Energie- und THG-Bilanz der Stadt Winterberg	255
7.11.1	Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern	257
7.11.2	THG-Emissionen der Stadt Winterberg.....	262
7.11.3	Regenerative Energien der Stadt Winterberg	266
7.11.4	Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz	269
8	Maßnahmen.....	271
9	Verstetigungsstrategie	409
9.1	Controlling.....	410
9.2	Gesamtcontrolling/Erfolgskontrolle der Klimaschutzarbeit	411
9.3	Kommunikationsstrategie	412
9.3.1	Netzwerk Klimaschutzakteure.....	413
	Literaturverzeichnis.....	418
	Abkürzungsverzeichnis.....	421

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Lage Hochsauerlandkreis (Wikipedia, 2022).....	23
Abbildung 2-2: Anzahl der Gebäude nach Baujahr - Hochsauerlandkreis (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....	24
Abbildung 3-1: Partizipationsprozess	26
Abbildung 4-1: Emissionsfaktoren (ifeu).....	29
Abbildung 4-2: Endenergiebedarf nach Sektoren des Hochsauerlandkreises.....	32
Abbildung 4-3: Anteil der Sektoren am Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises	32
Abbildung 4-4: Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises nach Energieträgern.....	33
Abbildung 4-5: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern des Hochsauerlandkreises.....	34
Abbildung 4-6: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen des Hochsauerlandkreises nach Energieträgern.....	35
Abbildung 4-7: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen des Hochsauerlandkreises	35
Abbildung 4-8: THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises nach Sektoren.....	36
Abbildung 4-9: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises..	37
Abbildung 4-10: THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises nach Energieträgern	37
Abbildung 4-11: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern des Hochsauerlandkreises.....	39
Abbildung 4-12: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen des Hochsauerlandkreises nach Energieträgern.....	40
Abbildung 4-13: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen des Hochsauerlandkreises.....	41
Abbildung 4-14: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 im Hochsauerlandkreis.....	41
Abbildung 4-15: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern im Hochsauerlandkreis.....	42
Abbildung 4-16: Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern im Hochsauerlandkreis im Jahr 2019	42
Abbildung 5-1: Entwicklung des Anteils sanierter Gebäude in den unterschiedlichen Sanierungsszenarien (Eigene Darstellung).....	46
Abbildung 5-2: Einsparpotenziale bis zum Zieljahr in den unterschiedlichen Sanierungsszenarien inkl. Gegenüberstellung der maximalen Einsparpotenziale bei Vollsanierung (Eigene Darstellung).....	47

Abbildung 5-3: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Sektor private Haushalte im Trend- und Klimaschutzszenario (Eigene Darstellung)	48
Abbildung 5-4: Energieeinsparpotenziale in der Wirtschaft nach Querschnittstechnologien (dena, 2014)	49
Abbildung 5-5: Entwicklung des Endenergiebedarfs der Wirtschaft - Hochsauerlandkreis	51
Abbildung 5-6: Strom- und Wärmebedarf nach Anwendungsbereichen im Ausgangs- und Zieljahr - Kreis HSK (Eigene Berechnung)	52
Abbildung 5-7: Entwicklung der Fahrleistungen im Trendszenario - Hochsauerlandkreis (Eigene Berechnung).....	54
Abbildung 5-8: Entwicklung der Fahrleistungen im Klimaschutzszenario - Sennegemeinde Hövelhof (Eigene Berechnung).....	55
Abbildung 5-9: Entwicklung der Fahrleistung bei fossilen und alternativen Antrieben - Hochsauerlandkreis (Eigene Berechnung)	56
Abbildung 5-10: Einsparpotenziale für den Sektor Verkehr - Hochsauerlandkreis (Eigene Berechnung).....	57
Abbildung 5-11: Windenergieanlagen Kreisgebiet HSK - Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021).....	59
Abbildung 5-12: Photovoltaik-Potenziale Dachflächen Ausschnitt Hochsauerlandkreis - Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021).....	60
Abbildung 5-13: Zeitreihe der Niederschläge und Globalstrahlung in Deutschland (1995 - 2019) (Deutscher Wetterdienst DWD, 2020).....	63
Abbildung 6-1: Entwicklung Wärmebedarf im Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnung)	70
Abbildung 6-2: Zukünftiger Wärmebedarf im Klimaschutzszenario (Eigene Berechnung)	71
Abbildung 6-3: Entwicklung Wärmebedarf der Haushalte im Klimaschutzszenario (Eigene Darstellung).....	73
Abbildung 6-4: Entwicklung Wärmebedarf der Wirtschaft im Klimaschutzszenario (Eigene Darstellung).....	73
Abbildung 6-5: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Trendszenario (Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten).....	74
Abbildung 6-6: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Klimaschutzszenario (Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten).....	75
Abbildung 6-7: Entwicklung des Strombedarfs im Trendszenario (Eigene Berechnung)....	77
Abbildung 6-8: Entwicklung des Strombedarfs im Klimaschutzszenario (Eigene Berechnung)	78

Abbildung 6-9: Erneuerbare-Energien-Äquivalente für den Strombedarf in den Jahren 2019 und 2045 gemäß Klimaschutzzszenario	80
Abbildung 6-10: Kreisspezifischer Ausbaupfad der erneuerbaren Energien und Gegenüberstellung des Maximalpotenzials bis zum Zieljahr 2045(Eigene Berechnung) ...	82
Abbildung 6-11: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Trendszenario (Eigene Berechnung)	83
Abbildung 6-12: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutzzszenario (Eigene Berechnung).....	84
Abbildung 6-13: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Trendszenario (Eigene Berechnung).....	85
Abbildung 6-14: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzzszenario (Eigene Berechnung).....	86
Abbildung 7-1: Lage von Bestwig.....	90
Abbildung 7-2: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr - Gemeinde Bestwig (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....	91
Abbildung 7-3: Endenergiebedarf nach Sektoren der Gemeinde Bestwig.....	93
Abbildung 7-4: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Gemeinde Bestwig und dem HSK im Jahr 2019.....	93
Abbildung 7-5: Endenergiebedarf der Gemeinde Bestwig nach Energieträgern.....	94
Abbildung 7-6: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Gemeinde Bestwig.....	95
Abbildung 7-7: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Bestwig nach Energieträgern.....	97
Abbildung 7-8: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Bestwig.....	97
Abbildung 7-9: THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig nach Sektoren.....	99
Abbildung 7-10: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig	99
Abbildung 7-11: THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig nach Energieträgern	100
Abbildung 7-12: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Gemeinde Bestwig.....	101
Abbildung 7-13: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Bestwig nach Energieträgern.....	102
Abbildung 7-14: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Gemeinde Bestwig	103

Abbildung 7-15: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Gemeinde Bestwig.....	103
Abbildung 7-16: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen des Hochsauerlandkreis.....	104
Abbildung 7-17: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Gemeinde Bestwig.....	105
Abbildung 7-18: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Gemeinde Bestwig und dem HSK.....	105
Abbildung 7-19: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr- Stadt Brilon (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....	108
Abbildung 7-20: Endenergiebedarf nach Sektoren der Stadt Brilon.....	109
Abbildung 7-21: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Stadt Brilon und dem HSK in 2019.....	110
Abbildung 7-22: Endenergiebedarf der Stadt Brilon nach Energieträgern.....	111
Abbildung 7-23: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Brilon.....	112
Abbildung 7-24: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Brilon nach Energieträgern.....	113
Abbildung 7-25: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Brilon.....	113
Abbildung 7-26: THG-Emissionen der Stadt Brilon nach Sektoren.....	115
Abbildung 7-27: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Stadt Brilon.....	115
Abbildung 7-28: THG-Emissionen der Stadt Brilon nach Energieträgern.....	116
Abbildung 7-29: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Brilon.....	118
Abbildung 7-30: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Stadt Brilon nach Energieträgern.....	119
Abbildung 7-31: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Stadt Brilon.....	120
Abbildung 7-32: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Brilon.....	120
Abbildung 7-33: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....	121
Abbildung 7-34: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Stadt Brilon.....	122

<i>Abbildung 7-35: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Stadt Brilon und dem HSK für das Jahr 2019</i>	<i>123</i>
<i>Abbildung 7-36: Lage der Gemeinde Eslohe (Quelle: Wikipedia).....</i>	<i>124</i>
<i>Abbildung 7-37: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr- Gemeinde Eslohe (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....</i>	<i>125</i>
<i>Abbildung 7-38: Endenergiebedarf nach Sektoren der Gemeinde Eslohe.....</i>	<i>126</i>
<i>Abbildung 7-39: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Gemeinde Eslohe und dem HSK in 2019</i>	<i>127</i>
<i>Abbildung 7-40: Endenergiebedarf der Gemeinde Eslohe nach Energieträgern.....</i>	<i>128</i>
<i>Abbildung 7-41: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Gemeinde Eslohe</i>	<i>129</i>
<i>Abbildung 7-42: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Eslohe nach Energieträgern.....</i>	<i>130</i>
<i>Abbildung 7-43: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Eslohe</i>	<i>131</i>
<i>Abbildung 7-44: THG-Emissionen der Gemeinde Eslohe nach Sektoren.....</i>	<i>132</i>
<i>Abbildung 7-45: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Gemeinde Eslohe.....</i>	<i>132</i>
<i>Abbildung 7-46: THG-Emissionen der Gemeinde Eslohe nach Energieträgern.....</i>	<i>133</i>
<i>Abbildung 7-47: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Gemeinde Eslohe</i>	<i>135</i>
<i>Abbildung 7-48: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Eslohe nach Energieträgern.....</i>	<i>136</i>
<i>Abbildung 7-49: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Gemeinde Eslohe</i>	<i>137</i>
<i>Abbildung 7-50: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Gemeinde Eslohe</i>	<i>137</i>
<i>Abbildung 7-51: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....</i>	<i>138</i>
<i>Abbildung 7-52: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Gemeinde Eslohe</i>	<i>139</i>
<i>Abbildung 7-53: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Gemeinde Eslohe und dem HSK im Jahr 2019</i>	<i>139</i>
<i>Abbildung 7-54: Lage der Stadt Hallenberg (Wikipedia, 2022).....</i>	<i>141</i>
<i>Abbildung 7-55: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr- Stadt Hallenberg (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....</i>	<i>142</i>

Abbildung 7-56: Endenergiebedarf nach Sektoren der Stadt Hallenberg.....	143
Abbildung 7-57: Endenergiebedarf der Stadt Hallenberg nach Energieträgern	145
Abbildung 7-58: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Hallenberg.....	146
Abbildung 7-59: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Hallenberg nach Energieträgern.....	147
Abbildung 7-60: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Hallenberg	147
Abbildung 7-61: THG-Emissionen der Stadt Hallenberg nach Sektoren	149
Abbildung 7-62: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Stadt Hallenberg	149
Abbildung 7-63: THG-Emissionen der Stadt Hallenberg nach Energieträgern	150
Abbildung 7-64: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Hallenberg.....	151
Abbildung 7-65: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Stadt Hallenberg nach Energieträgern.....	152
Abbildung 7-66: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Stadt Hallenberg.....	153
Abbildung 7-67: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Hallenberg.....	153
Abbildung 7-68: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....	154
Abbildung 7-69: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Stadt Hallenberg.....	155
Abbildung 7-70: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Stadt Hallenberg und dem HSK für das Jahr 2019.....	155
Abbildung 7-71: Lage der Stadt Marsberg (Quelle: Wikipedia)	157
Abbildung 7-72: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr- Stadt Marsberg (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....	158
Abbildung 7-73: Endenergiebedarf nach Sektoren der Stadt Marsberg.....	159
Abbildung 7-74: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Stadt Marsberg und dem HSK im Jahr 2019.....	160
Abbildung 7-75: Endenergiebedarf der Stadt Marsberg nach Energieträgern.....	161
Abbildung 7-76: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Marsberg.....	162

Abbildung 7-77: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Marsberg nach Energieträgern.....	163
Abbildung 7-78: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Marsberg	163
Abbildung 7-79: THG-Emissionen der Stadt Marsberg nach Sektoren	164
Abbildung 7-80: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Stadt Marsberg	164
Abbildung 7-81: THG-Emissionen der Stadt Marsberg nach Energieträgern	165
Abbildung 7-82: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Marsberg.....	166
Abbildung 7-83: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Stadt Marsberg nach Energieträgern	167
Abbildung 7-84: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Stadt Marsberg	168
Abbildung 7-85: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Marsberg	168
Abbildung 7-86: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....	169
Abbildung 7-87: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Stadt Marsberg	170
Abbildung 7-88: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Gemeinde Bestwig und dem HSK im Jahr 2019.....	171
Abbildung 7-89: Stadt Medebach (Wikipedia, 2022).....	172
Abbildung 7-90: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr- Stadt Medebach (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....	173
Abbildung 7-91: Endenergiebedarf nach Sektoren der Hansestadt Medebach	174
Abbildung 7-92: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Stadt Medebach und dem HSK im Jahr 2019.....	175
Abbildung 7-93: Endenergiebedarf der Hansestadt Medebach nach Energieträgern	176
Abbildung 7-94: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Medebach.....	177
Abbildung 7-95: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Hansestadt Medebach nach Energieträgern.....	178
Abbildung 7-96: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Hansestadt Medebach	178
Abbildung 7-97: THG-Emissionen der Hansestadt Medebach nach Sektoren	179

<i>Abbildung 7-98: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Hansestadt Medebach</i>	179
<i>Abbildung 7-99: THG-Emissionen der Hansestadt Medebach nach Energieträgern</i>	180
<i>Abbildung 7-100: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Hansestadt Medebach</i>	182
<i>Abbildung 7-101: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Hansestadt Medebach nach Energieträgern</i>	183
<i>Abbildung 7-102: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Hansestadt Medebach</i>	184
<i>Abbildung 7-103: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Medebach</i>	184
<i>Abbildung 7-104: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen des Hochsauerlandkreises</i>	185
<i>Abbildung 7-105: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Hansestadt Medebach</i>	186
<i>Abbildung 7-106: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Stadt Medebach und dem HSK für das Jahr 2019</i>	187
<i>Abbildung 7-107: Stadt Meschede (Wikipedia, 2022)</i>	189
<i>Abbildung 7-108: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr- Stadt Meschede (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011)</i>	190
<i>Abbildung 7-109: Endenergiebedarf nach Sektoren der Stadt Meschede</i>	191
<i>Abbildung 7-110: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Stadt Meschede und dem HSK im Jahr 2019</i>	192
<i>Abbildung 7-111: Endenergiebedarf der Stadt Meschede nach Energieträgern</i>	193
<i>Abbildung 7-112: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Meschede</i>	194
<i>Abbildung 7-113: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Meschede nach Energieträgern</i>	195
<i>Abbildung 7-114: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Meschede</i>	195
<i>Abbildung 7-115: THG-Emissionen der Stadt Meschede nach Sektoren</i>	196
<i>Abbildung 7-116: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Stadt Meschede</i>	197
<i>Abbildung 7-117: THG-Emissionen der Stadt Meschede nach Energieträgern</i>	197
<i>Abbildung 7-118: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Meschede</i>	199

Abbildung 7-119: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Stadt Meschede nach Energieträgern.....200

Abbildung 7-120: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Stadt Meschede201

Abbildung 7-121: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Meschede201

Abbildung 7-122: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....202

Abbildung 7-123: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Stadt Meschede203

Abbildung 7-124: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Stadt Meschede und dem HSK für das Jahr 2019203

Abbildung 7-125: Lage Stadt Olsberg205

Abbildung 7-126: Baujahr der Gebäude mit Wohnraum - Stadt Olsberg (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....206

Abbildung 7-127: Endenergiebedarf nach Sektoren der Stadt Olsberg207

Abbildung 7-128: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Stadt Olsberg und dem HSK im Jahr 2019.....208

Abbildung 7-129: Endenergiebedarf der Stadt Olsberg nach Energieträgern209

Abbildung 7-130: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Olsberg210

Abbildung 7-131: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Olsberg nach Energieträgern211

Abbildung 7-132: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Olsberg211

Abbildung 7-133: THG-Emissionen der Stadt Olsberg nach Sektoren212

Abbildung 7-134: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Stadt Olsberg212

Abbildung 7-135: THG-Emissionen der Stadt Olsberg nach Energieträgern213

Abbildung 7-136: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Olsberg.....215

Abbildung 7-137: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Stadt Olsberg nach Energieträgern216

Abbildung 7-138: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Stadt Olsberg217

Abbildung 7-139: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Olsberg	217
Abbildung 7-140: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....	218
Abbildung 7-141: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Stadt Olsberg	219
Abbildung 7-142: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Stadt Olsberg und dem HSK für das Jahr 2019	220
Abbildung 7-143: Stadt Schmallenberg (Wikipedia, 2022)	221
Abbildung 7-144: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr- Stadt Schmallenberg (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....	222
Abbildung 7-145: Endenergiebedarf nach Sektoren der Stadt Schmallenberg	224
Abbildung 7-147: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Stadt Schmallenberg und dem HSK im Jahr 2019	224
Abbildung 7-147: Endenergiebedarf der Stadt Schmallenberg nach Energieträgern	225
Abbildung 7-148: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Schmallenberg	226
Abbildung 7-150: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Schmallenberg nach Energieträgern	227
Abbildung 7-151: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Schmallenberg	227
Abbildung 7-152: THG-Emissionen der Stadt Schmallenberg nach Sektoren	229
Abbildung 7-153: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Stadt Schmallenberg	229
Abbildung 7-154: THG-Emissionen der Stadt Schmallenberg nach Energieträgern.....	230
Abbildung 7-155: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Schmallenberg.....	232
Abbildung 7-156: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Stadt Schmallenberg nach Energieträgern	233
Abbildung 7-157: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Stadt Schmallenberg	234
Abbildung 7-158: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Schmallenberg	234
Abbildung 7-159: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....	235

Abbildung 7-160: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Stadt Schmallebenberg236

Abbildung 7-161: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Stadt Schmallebenberg und dem HSK für das Jahr 2019236

Abbildung 7-163: Stadt Sundern (Wikipedia, 2022)238

Abbildung 7-164: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr- Stadt Sundern (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....239

Abbildung 7-165: Endenergiebedarf nach Sektoren der Stadt Sundern.....240

Abbildung 7-164: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Stadt Sundern und dem HSK im Jahr 2019.....241

Abbildung 7-165: Endenergiebedarf der Stadt Sundern nach Energieträgern242

Abbildung 7-169: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Sundern243

Abbildung 7-170: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Sundern nach Energieträgern.....244

Abbildung 7-171: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Sundern244

Abbildung 7-172: THG-Emissionen der Stadt Sundern nach Sektoren.....246

Abbildung 7-173: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Stadt Sundern246

Abbildung 7-174: THG-Emissionen der Stadt Sundern nach Energieträgern.....247

Abbildung 7-175: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Sundern249

Abbildung 7-176: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Stadt Sundern nach Energieträgern250

Abbildung 7-177: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Stadt Sundern251

Abbildung 7-178: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Sundern251

Abbildung 7-179: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....252

Abbildung 7-180: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Stadt Sundern253

Abbildung 7-182: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Stadt Sundern und dem HSK für das Jahr 2019253

Abbildung 7-183: Lage Stadt Winterberg (Quelle: Wikipedia)255

Abbildung 7-184: Baujahr der Gebäude mit Wohnraum - Stadt Winterberg (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).....	256
Abbildung 7-181: Endenergiebedarf nach Sektoren der Stadt Winterberg	257
Abbildung 7-182 Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Stadt Winterberg und dem HSK im Jahr 2019	258
Abbildung 7-183: Endenergiebedarf der Stadt Winterberg nach Energieträgern	259
Abbildung 7-189: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Winterberg	260
Abbildung 7-190: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Winterberg nach Energieträgern.....	261
Abbildung 7-191: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Stadt Winterberg	261
Abbildung 7-192: THG-Emissionen der Stadt Winterberg nach Sektoren.....	262
Abbildung 7-193: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Stadt Winterberg...	263
Abbildung 7-194: THG-Emissionen der Stadt Winterberg nach Energieträgern.....	263
Abbildung 7-195: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Stadt Winterberg.....	265
Abbildung 7-196: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Stadt Winterberg nach Energieträgern.....	266
Abbildung 7-197: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Stadt Winterberg	267
Abbildung 7-198: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Stadt Winterberg	267
Abbildung 7-194: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis.....	268
Abbildung 7-195: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Stadt Winterberg	269
Abbildung 7-196: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Stadt Winterberg und dem HSK für das Jahr 2019	269
Abbildung 8-1: Definition Laufzeit im Klimaschutzkonzept (Quelle: Eigene Darstellung)	275
Abbildung 9-1: Akteursnetzwerk (DifU 2011-überarbeitet).....	414
Abbildung 9-2: Struktur der Netzwerkarbeit	415
Abbildung 9-3: Einbindungsintensität in der Öffentlichkeit (eigene Darstellung nach DIFU 2011).....	416

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 4-1: Datenquellen der Datenerhebung im Rahmen der Energie- und THG-Bilanzierung</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 4-2: THG-Emissionen pro Einwohner des Hochsauerlandkreises</i>	<i>38</i>
<i>Tabelle 5-1: Grundlagendaten und resultierender Energiebedarfsindex für Trend- und Klimaschutzszenario</i>	<i>50</i>
<i>Tabelle 5-2: Agri-PV maximale Potenziale.....</i>	<i>62</i>
<i>Tabelle 5-3: Potenzielle Erträge aus Forstwirtschaft, Abfallwirtschaft und Landwirtschaft</i>	<i>65</i>
<i>Tabelle 5-4: Potenzieller Strom- und Wärmeertrag durch erneuerbare Energien</i>	<i>67</i>
<i>Tabelle 6-1: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Klimaschutzszenario (Eigene Berechnung).....</i>	<i>72</i>
<i>Tabelle 6-2: Entwicklung des Strombedarfes in den Szenarien (Eigene Berechnung)</i>	<i>76</i>
<i>Tabelle 6-3: Erneuerbare-Energien-Äquivalente für den Strombedarf nach Sektoren in den Jahren 2018 und 2045 gemäß Klimaschutzszenario</i>	<i>79</i>
<i>Tabelle 6-4: Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für des Hochsauerlandkreises.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabelle 7-1: THG-Emissionen pro Einwohner der Gemeinde Bestwig</i>	<i>100</i>
<i>Tabelle 7-2: THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Brilon und Hochsauerlandkreis</i>	<i>116</i>
<i>Tabelle 7-3: THG-Emissionen pro Einwohner der Gemeinde Eslohe.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabelle 7-4: THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Hallenberg</i>	<i>150</i>
<i>Tabelle 7-5: THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Marsberg.....</i>	<i>165</i>
<i>Tabelle 7-6: THG-Emissionen pro Einwohner der Hansestadt Medebach</i>	<i>180</i>
<i>Tabelle 7-7: THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Meschede</i>	<i>198</i>
<i>Tabelle 7-8: THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Olsberg und Hochsauerlandkreis</i>	<i>213</i>
<i>Tabelle 7-9: THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Schmallenberg.....</i>	<i>230</i>
<i>Tabelle 7-10: THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Sundern</i>	<i>247</i>
<i>Tabelle 7-11: THG-Emissionen pro Einwohner der Stadt Winterberg</i>	<i>264</i>

1 Einleitung

Die Herausforderungen des Klimawandels sind allgegenwärtig. Temperaturanstieg, schmelzende Gletscher und Pole, ein steigender Meeresspiegel, Wüstenbildung und Bevölkerungswanderungen. Dennoch sind viele der vom Ausmaß der Erwärmung abhängigen Szenarien zum jetzigen Zeitpunkt kaum vorhersagbar. Hauptverursacher der globalen Erderwärmung sind nach Einschätzungen der Experten die Emissionen von Treibhausgasen (THG) wie Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffmonoxid (Lachgas: N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Fluorkohlenwasserstoffe.

Diese Einschätzungen wurden bereits durch den Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)-Report aus dem Jahr 2014 gestützt sowie mit dem Bericht aus 2018 bestärkt. Die Aussagen des Berichtes deuten auf einen hohen anthropogenen Anteil an der Erhöhung des Gehaltes von Treibhausgasen in der Atmosphäre hin. Auch ein bereits stattfindender Klimawandel, einhergehend mit Erhöhungen der durchschnittlichen Temperaturen an Land und in den Meeren, wird bestätigt und ebenfalls zu großen Teilen menschlichem Handeln zugeschrieben. Am 9. August 2021 wurde der sechste Sachstandsbericht des IPCC veröffentlicht, welcher darlegt, dass „die vom Menschen verursachten Treibhausgasemissionen [...] eindeutig die Ursache für die bisherige und die weitere Erwärmung des Klimasystems“ sind (UBA, 2021). Das Schmelzen der Gletscher und Eisdecken an den Polen, das Ansteigen des Meeresspiegels sowie das Auftauen der Permafrostböden werden durch den Bericht bestätigt. Dies scheint sich sogar im Zeitraum zwischen 2002 und 2011, im Vergleich zur vorigen Dekade, deutlich beschleunigt zu haben. Der menschliche Einfluss auf diese Prozesse wird im IPCC-Bericht, der jüngst im Jahr 2021 eine Erderwärmung um 1,5 Grad bis 2030 prognostiziert hat, als sicher angesehen. Auch in Deutschland scheint der Klimawandel spürbar zu werden, wie die steigende Anzahl extremer Wetterereignisse (z. B. „Pfingststurm Ela“ im Jahr 2014, „Sturmtief Frederike“ und trockener Hitzesommer 2018 und 2019, Flutkatastrophe im Sommer 2021 entlang der Ahr und in der Eifel) oder auch die Ausbreitung von wärmeliebenden Tierarten (z. B. tropische Mückenarten am Rhein) verdeutlichen.

Um die Auswirkungen des Klimawandels möglichst weitreichend zu begrenzen, hat sich die Bundesregierung mit Beschluss vom 24.06.2021 das Ziel gesetzt, den bundesweiten Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen bis 2030 um 65 %, bis 2040 um 88 % und bis 2045 um 100 % (angestrebte THG-Neutralität), in Bezug auf das Ausgangsjahr 1990, zu senken. Nach EEG soll Strom zudem bis zum Jahr 2035 vollständig aus erneuerbaren Energien gewonnen werden.

Mit dem Ziel, die bisherige Energie- und Klimaschutzarbeit fokussiert voranzutreiben, hat sich der Hochsauerlandkreis dazu entschlossen, dem Thema Klimaschutz eine höhere Priorität einzuräumen und die Bemühungen zu verstärken. Mit der Fortschreibung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz und damit der Abbildung des Status Quo hinsichtlich des Endenergiebedarfs sowie der damit einhergehenden

Emissionen auf Kreisgebiet wird eine Grundlage für die lokale Klimaschutzarbeit geschaffen.

1.1 Hintergrund und Motivation

Mit dem Ziel, die bisherige Energie- und Klimaschutzarbeit fokussiert voranzutreiben, hat sich der Hochsauerlandkreis dazu entschlossen, dem Thema Klimaschutz eine höhere Priorität einzuräumen und seine Bemühungen zu verstärken.

Nach einem ersten Klimaschutzkonzept aus dem Jahr 2013 folgt mit diesem integrierten Konzept nun eine erste Fortschreibung der Thematik. Vergleiche aus den beiden Konzepten können nur bedingt gezogen werden, da beispielsweise die Methodik zur Bilanzierung der Treibhausgasbilanz ein anderer Ansatz gewesen ist als die in diesem Konzept gewählte und mittlerweile übliche Bilanzierungsmethode nach BSKO.

Nach den Berechnungen des Klimaschutzkonzeptes aus dem Jahr 2013, fielen durchschnittlich 10,6 t CO₂ Äquivalente pro Einwohner an. Im Bilanzjahr 2019 sind es dagegen 13,7 t CO₂ Äquivalente pro Einwohner. Erklären lässt sich dieser Anstieg unter anderem mit einem anderweitigem Bilanzierungsansatz, der für das erste Klimaschutzkonzept gewählt wurde. Vergleiche zur Treibhausgasbilanz, zwischen dem ersten und diesem aktuellen Klimaschutzkonzept, können also nur bedingt gezogen werden. Sehr wohl kann dagegen aber die Energieerzeugung mit Anlagen zur Herstellung von Energie aus erneuerbaren Quellen ins Verhältnis gesetzt werden: So betrug die Stromerzeugung durch Erneuerbare-Energien-Anlagen im Jahr 2012 rund 586.016 MWh. Bis zum Bilanzjahr 2019 konnte die Einspeisemenge auf 954.980 MWh erhöht werden.

Mit der Fortschreibung des integrierten Klimaschutzkonzept wird eine aktualisierte Grundlage für eine lokale Klimaschutzarbeit von hoher Qualität geschaffen, die eine nachhaltige Zukunft gestaltet. Wesentlicher Grundgedanke ist es, kreisweites Handeln mit den Aktivitäten und Interessen aller weiteren Akteure der zugehörigen Kommunen zu verbinden. Mit der Unterstützung von Akteuren soll zielgerichtet auf die eigenen Klimaschutzziele hingearbeitet werden.

Die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes soll dem Hochsauerlandkreis ermöglichen, die vorhandenen Einzelaktivitäten und Potenziale sowie die bereits durchgeführten Projekte zu bündeln und Multiplikatoren- und Synergieeffekte zu schaffen und zu nutzen.

Potenziale in den verschiedenen Verbrauchssektoren (Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Verwaltung) sollen aufgedeckt werden und in ein langfristig umsetzbares Handlungskonzept zur Reduzierung der THG-Emissionen münden.

Mit dem Klimaschutzkonzept erhält der Hochsauerlandkreis ein Werkzeug, die Energie- und Klimaarbeit sowie die zukünftige Klimastrategie konzeptionell, vorbildlich und nachhaltig zu gestalten. Gleichzeitig soll das Klimaschutzkonzept Motivation für die Einwohner der Stadt sein, selbst tätig zu werden und weitere

Akteure zum Mitmachen zu animieren. Nur über die Zusammenarbeit aller kann es gelingen, die gesteckten Ziele zu erreichen.

2 Kommunale Basisdaten des Hochsauerlandkreises

Der Hochsauerlandkreis liegt im Südosten Nordrhein-Westfalens an der Landesgrenze zu Hessen. Der Kreis besteht aus zwölf Städten und Gemeinden.

Der Hochsauerlandkreis ist durch seine Lage im Sauerland ländlich geprägt und weist eine bewegte Topografie auf. Die höchste Erhebung im Kreisgebiet und zeitgleich Nordrhein-Westfalens ist der Langenberg mit 843 m ü. NN, der niedrigste Punkt befindet sich im Bereich Arnsberg und beträgt 146 m ü. NN.

Mit einer Bevölkerungszahl von rund 259.777 Einwohnern im Jahr 2019 und einer Fläche von ca. 1.969 km² weist der Kreis eine Bevölkerungsdichte von 132 Einwohnern pro km² auf.



Abbildung 2-1: Lage Hochsauerlandkreis (Wikipedia, 2022)

2.1 Einwohnerentwicklung

Der Hochsauerlandkreis verzeichnete in den vergangenen Jahren und gemäß Prognosen auch zukünftig weiter sinkende Bevölkerungszahlen. Bis 2040 sinkt die Bevölkerungszahl des Kreises um 10 % von 259.777 im Jahr 2019 auf voraussichtlich 234.314 im Jahr 2040. (IT.NRW, Landesdatenbank, 2022).

Etwa 17 % der 259.777 Einwohnern sind unter 18 Jahre alt, wohingegen der Anteil der Personen über 65 Jahren mit 23 % geringfügig höher liegt. Im Zuge des demographischen Wandels ist im Jahr 2040 von einem steigenden Anteil älterer Einwohner auszugehen. Mit einer Steigerung von 10 % der Bewohner über 65 wird ein voraussichtlicher Anteil von 33 % an der Gesamtbevölkerung des Hochsauerlandkreises für 2040 prognostiziert. Der Anteil der unter 19-Jährigen bleibt hingegen konstant bei etwa 15 % (IT.NRW, Landesdatenbank, 2022).

2.2 Gebäudestruktur

Laut dem Zensus 2011 hat der Hochsauerlandkreis 72.667 Gebäude mit Wohnraum, worin sich insgesamt 128.539 Wohnungen befinden. Nach der Art des Gebäudetyps nehmen freistehende Häuser mit insgesamt 58.084 Gebäuden den größten Anteil ein. Weitere Gebäudetypen im Kreis sind 7.356 Doppelhaushälften, 4.992 Reihenhäuser sowie 2.228 Wohnhäuser, die dem Bereich Andere Gebäudetypen zugeschrieben werden (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).

Wie der nachfolgenden Abbildung 2-2 zu entnehmen ist, ist ein großer Teil der Gebäude in der Nachkriegszeit erbaut worden und somit vor der ersten Wärmeschutzverordnung der Bundesrepublik. Aufgeschlüsselt nach Baujahr sind 47 %, also insgesamt 59.879 Gebäude, in den Jahren 1949 bis 1978 entstanden. 12 % der Gebäude, sind vor dem Jahr 1919 erbaut worden und 10 % im Zeitraum von 1919 bis 1949. In den Jahren 1979 bis 1986 sind 10 % der Gebäude errichtet worden, weitere 12 % zwischen 1990 und 1999. In dem Zeitraum von 2001 bis 2004 sind 3 %, errichtet worden. Seit 2009 sind weitere 1 % Gebäude entstanden (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).

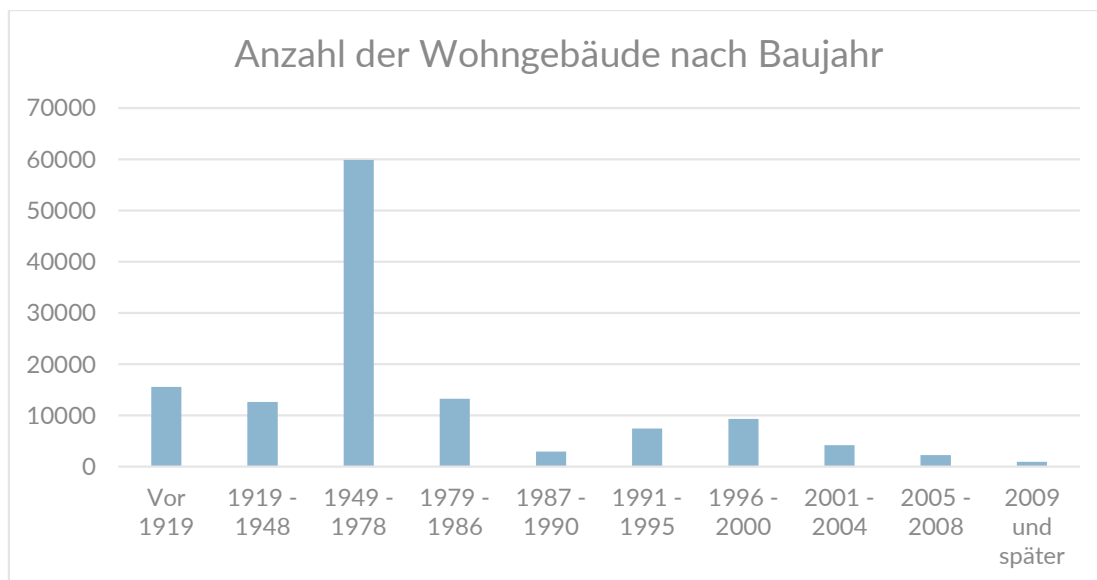


Abbildung 2-2: Anzahl der Gebäude nach Baujahr - Hochsauerlandkreis (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011)

2.3 Erwerbstätige und wirtschaftliche Situation

Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten lag im Jahr 2020 bei insgesamt 108.442 Personen. Kategorisiert nach Wirtschaftszweig (WZ 2008) zeigt sich, dass 41 % im sekundären Sektor, also im produzierenden Gewerbe tätig waren. Der Sektor sonstige Dienstleistungen nimmt mit 40 % den zweitgrößten Beschäftigungsanteil ein, gefolgt vom tertiären Sektor Handel, Gastgewerbe, Verkehr und Lagerei (19 %). Der primäre Sektor, die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei spielen in des mit 1 % eine untergeordnete Rolle (IT.NRW, Landesdatenbank, 2022).

Des Weiteren weist der Hochsauerlandkreis ein negatives Pendlersaldo auf. Im Jahr 2020 beträgt dieses minus 690 Personen. Während es im Jahr 2020 somit 22.729 Einpendler gab, betrug die Zahl der Auspendler 23.419 (IT.NRW, Landesdatenbank, 2022).

2.4 Verkehrssituation

Der Hochsauerlandkreis wird durch die am nördlichen Rand verlaufende A46 an das Autobahnnetz angeschlossen. So lassen sich Kassel und Paderborn, aber auch das Ruhrgebiet erreichen. Das Schnellverkehrsnetz wird erweitert durch das

Bundesstraßennetz, das das Kreisgebiet erschließt. Während die B229, B55, B511, B480, B251, B236 in nordsüdlicher Richtung verlaufen, verläuft die B7 in ostwestlicher Richtung. In das Kreisgebiet fallen zudem rund 421 km Kreisstraßen.

Mit der Bahn lassen sich Arnsberg, Bestwig, Brilon, Meschede, Olsberg und Winterberg erreichen, die den Hochsauerlandkreis mit dem Ruhrgebiet und Kassel verbinden. International ist der Hochsauerlandkreis durch die Flughäfen Kassel-Calden, Paderborn und Dortmund angebunden, die abhängig vom Ausgangsort und Verkehrsmittel in maximal 1,5 Stunden zu erreichen sind.

Ein vielfältiges Radwegenetz und ein Angebot an frei zugänglichen Parkplätzen ergänzen das Verkehrsangebot des Hochsauerlandkreises, der seine Radwege auch zu touristischen Zwecken nutzt. So beginnt beispielsweise der Ruhrtalradweg in Winterberg. Zudem wurde ein ausgedehntes Radwegenetz für Biker geschaffen, sodass Mountainbikefahrern, Radrennfahrern und auch Gravelbikefahrern auf ihre Kosten kommen. Öffentliche Parkplätze stehen Elektrofahrzeugen kostenfrei zur Verfügung, lediglich für den Ladevorgang wird ein entsprechendes Entgelt fällig. Ladepunkte werden auf dem gesamten Kreisgebiet betrieben, allein die Hochsauerland Energie ist Betreiberin von 37 Ladepunkten (Sauerland-Energie, 2022).

3 Partizipationsprozess und Vorgehensweise bei der Entwicklung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes

Für die Erarbeitung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wurde ein partizipativer Ansatz gewählt. Die Akteursbeteiligung ist insbesondere für die Entwicklung eines lokalspezifischen Maßnahmenkataloges wichtig. Während des Prozesses wurden unterschiedliche Akteure, wie etwa Kinder und Jugendliche, Bürger, Unternehmen oder die Verwaltung zielgruppengerecht angesprochen und in den Prozess integriert.

Als Projektstart lud der Hochsauerlandkreis seine kreisangehörigen Kommunen am **19.11.2021** zu einer Auftaktveranstaltung ein. Hier wurden die Ziele des Konzeptes, die Projektstrukturen und -organisation, die Projektabwicklung und erste Arbeitsschritte vorgestellt. Im Vorfeld der Veranstaltung wurden die Kommunen eingeladen, Erwartungen an das Projekt zu benennen, die innerhalb der Auftaktveranstaltung diskutiert werden konnten.

Im Zuge der Konzepterstellung wurden von **März bis Mai 2022** Strategietage in den einzelnen Kommunen durchgeführt. Hier wurden innerhalb der Verwaltungen Vertreter verschiedener Fachbereiche eingeladen, gemeinsam zu evaluieren, welche klimaschützenden Maßnahmen in der Vergangenheit in den Kommunen schon angestoßen wurden und wo zukünftiger Handlungsbedarf besteht. Die Strategietage wurde genutzt, um erste Maßnahmenideen – sowohl auf kreis- als auch auf kommunaler Ebene – zu entwickeln. Darüber hinaus wurden mögliche Themen für die im Sommer geplanten Online-Umfragen abgefragt.



Abbildung 3-1: Partizipationsprozess

Insgesamt wurden drei unterschiedliche Online-Umfragen im Rahmen des Beteiligungsprozesses durchgeführt. Zielgruppen für diese Umfragen waren die Bürger, die Jugend sowie die Wirtschaft. Durchgeführt wurden die Umfragen im **Juli und August 2022**. Abgefragt wurden individuelle Klimaschutzbemühungen, vermutete Hemmnisse im Klimaschutz, die Zufriedenheit mit dem Mobilitätsangebot im Hochsauerlandkreis, die Einstellung zu verschiedenen erneuerbaren Energien, den Sanierungsstand eigener Immobilien, der Betroffenheit durch bereits eingetretener Klimafolgen sowie der Partizipationsbereitschaft für zukünftige Klimaschutzprojekte. Insgesamt nahmen 363 Personen an der Umfrage für Bürger, 877 Personen an der Umfrage für die Jugend und 31 Unternehmen für die Wirtschaft teil. Die Ergebnisse der Befragung sind in die Maßnahmenentwicklung des Konzepts miteingeflossen.

Während der Strategietage mit den Kommunen, wurden zudem Akteure identifiziert, die durch ihre Reichweite oder Erfahrungen regionale Schlüsselfiguren in Bezug auf den Klimawandel darstellen. Zwischen **Mai und Juli 2022** wurden individuelle Fachgespräche mit diesen Akteuren durchgeführt und deren wahrgenommenen Herausforderungen und Potenziale des Hochsauerlandkreises im Themenfeld Klimaschutz abgefragt.

Im **August und September** wurden drei Webinare angeboten, die die Dekarbonisierung der Wirtschaft und erneuerbare Energien mit Schwerpunkt Freiflächen-PV zum Thema hatten und über gesetzliche Grundlagen und den Stand der Technik informierten. Im **November 2022** wurde den Kommunen zudem eine Schulung mit dem Online-Tool Klimaschutzplaner angeboten, mit welchem die individuellen Energie- und Treibhausgasbilanzen erstellt und zukünftig fortgeschrieben werden kann.

Ab **November 2022** wurden zudem die Zwischenergebnisse der Projektarbeit mit den individuellen Bilanzergebnissen in den Fachausschüssen der einzelnen Kommunen präsentiert und ein Ausblick auf die finale Projektarbeit gegeben. Außerdem wurde in allen Sitzungen des Ausschusses für Wirtschaft, Struktur, Digitalisierung und Tourismus des Hochsauerlandkreises im Mai, September und November 2022 über

die aktuellen Sachstände berichtet. Das Klimaschutzkonzept war im Januar 2023 Gegenstand der zweitägigen Klausurtagung des Führungsstabs des Hochsauerlandkreises.

4 Energie- und Treibhausgasbilanz im Hochsauerlandkreis

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgasbilanz des Hochsauerlandkreises dargestellt. Der tatsächliche Energiebedarf ist dabei für die Jahre 2017 bis 2019 erfasst und bilanziert worden. Die Energiebedarfe werden auf Basis der Endenergie und die THG-Emissionen auf Basis der Primärenergie anhand von Life Cycle Analysis (LCA)-Parametern beschrieben. Die Bilanz ist vor allem als Mittel der Selbstkontrolle zu sehen. Die Entwicklung auf dem eigenen Kreisgebiet lässt sich damit gut nachzeichnen. Ein interkommunaler Vergleich ist häufig nicht zielführend, da regionale und strukturelle Unterschiede hohen Einfluss auf die Energiebedarfe und THG-Emissionen von Landkreisen und Kommunen haben.

Im Folgenden werden zunächst die Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO (Bilanzierungs-Standard Kommunal) erläutert. Anschließend werden die Endenergiebedarfe und die THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises dargestellt. Hierbei erfolgt eine Betrachtung des gesamten Kreisgebiets sowie der einzelnen Sektoren.

4.1 Grundlagen der Bilanzierung nach BSKO

Zur Bilanzierung wurde die internetbasierte Plattform „Klimaschutzplaner“ (online abrufbar unter dem nachfolgenden Link: <https://www.klimaschutz-planer.de>) verwendet, die speziell zur Anwendung in Kommunen entwickelt wurde. Bei dieser Plattform handelt es sich um ein Instrument zur Bilanzierung des Energieverbrauchs und der THG-Emissionen.

Im Rahmen der Bilanzierung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen des Hochsauerlandkreises wird der vom Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) entwickelte „Bilanzierungs-Standard Kommunal“ (BSKO) angewandt. Leitgedanke des vom Bundesumweltministerium geförderten Vorhabens war die Entwicklung einer standardisierten Methodik, welche die einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht und somit eine Vergleichbarkeit der Bilanzergebnisse zwischen den Kommunen erlaubt (ifeu, 2019). Weitere Kriterien waren unter anderem die Schaffung einer Konsistenz innerhalb der Methodik, um insbesondere Doppelbilanzierungen zu vermeiden sowie einen weitestgehenden Bestand zu anderen Bilanzierungsebenen zu erhalten (regional, national).

Zusammengefasst ist das Ziel des Systems die Erhöhung der Transparenz energiepolitischer Maßnahmen und durch eine einheitliche Bilanzierungsmethodik einen hohen Grad an Vergleichbarkeit zu schaffen. Zudem ermöglicht die Software durch die Nutzung von hinterlegten Datenbanken (mit deutschen Durchschnittswerten) eine einfachere Handhabung der Datenerhebung (ifeu, 2019). Es wird im Bereich der Emissionsfaktoren auf national ermittelte Kennwerte

verwiesen, um deren Vergleichbarkeit zu gewährleisten (TREMODO, Bundesstrommix). Hierbei werden, neben Kohlenstoffdioxid (CO₂), weitere Treibhausgase in die Berechnung der Emissionsfaktoren miteinbezogen und betrachtet. Dazu zählen beispielsweise Methan (CH₄) und Distickstoffmonoxide (Lachgas oder N₂O).

Zudem findet eine Bewertung der Datengüte in Abhängigkeit der jeweiligen Datenquelle statt. So wird zwischen Datengüte A/1,0 (Regionale Primärdaten), B/0,5 (Hochrechnung regionaler Primärdaten), C/0,25 (Regionale Kennwerte und Statistiken) und D/0,0 (Bundesweite Kennzahlen) unterschieden (ifeu, 2019).

Im Verkehrsbereich wurde zuvor auf die Anzahl registrierter Fahrzeuge zurückgegriffen. Basierend darauf wurden mithilfe von Fahrzeugkilometern und nationalen Treibstoffmischen die THG-Emissionen ermittelt. Dieses sogenannte Verursacherprinzip unterscheidet sich deutlich gegenüber dem im BSKO angewandten Territorialprinzip, welches in den nachfolgenden Abschnitten 4.1.1 und 4.1.2 genauer erläutert wird. Im Gebäude- und Infrastrukturbereich wird zudem auf eine witterungsbereinigte Darstellung der Verbrauchsdaten verzichtet (ifeu, 2019).

4.1.1 Bilanzierungsprinzip im stationären Bereich

Unter BSKO wird bei der Bilanzierung das sogenannte Territorialprinzip verfolgt. Diese auch als endenergiebasierte Territorialbilanz bezeichnete Vorgehensweise betrachtet alle im Untersuchungsgebiet anfallenden Verbräuche auf der Ebene der Endenergie, welche anschließend den einzelnen Sektoren zugeordnet werden. Dabei wird empfohlen, von witterungskorrigierten Daten Abstand zu nehmen und die tatsächlichen Verbräuche für die Berechnung zu nutzen, damit die tatsächlich entstandenen Emissionen dargestellt werden können. Standardmäßig wird eine Unterteilung in die Bereiche Private Haushalte, Gewerbe-Handel-Dienstleistungen (GHD), Industrie/Verarbeitendes Gewerbe, Kommunale Einrichtungen und den Verkehrsbereich angestrebt (ifeu, 2019). Anhand der ermittelten Verbräuche und energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren hierzu werden die THG-Emissionen berechnet.

In der nachfolgenden Abbildung 4-1 werden die Emissionsfaktoren je Energieträger dargestellt; dabei erfolgt zunächst lediglich die Darstellung der Emissionsfaktoren für das Jahr 2019.

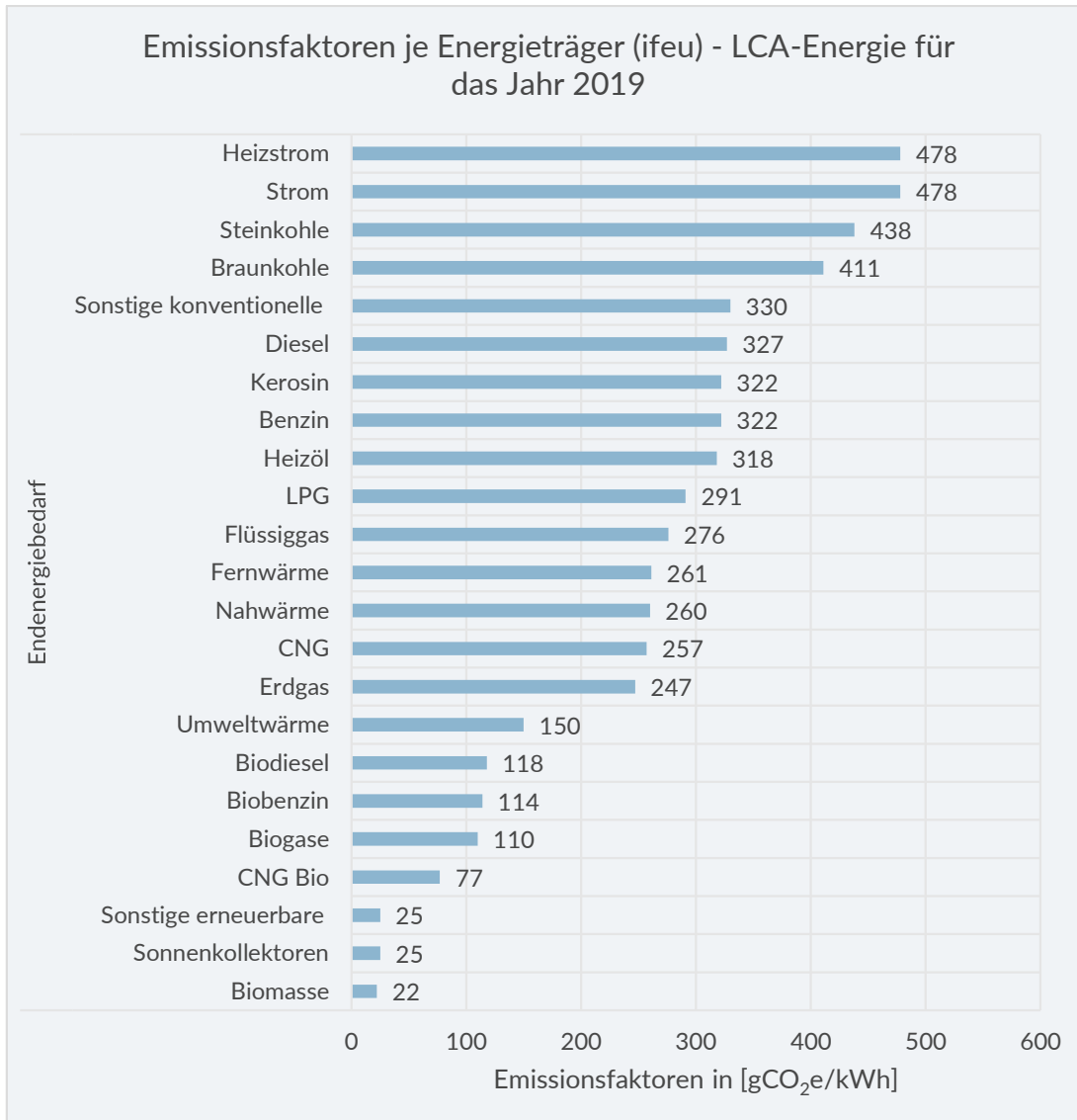


Abbildung 4-1: Emissionsfaktoren (ifeu)

Die THG-Emissionsfaktoren beziehen neben den reinen CO₂-Emissionen weitere Treibhausgase (bspw. N₂O und CH₄) in Form von CO₂-Äquivalenten (CO₂e), inklusive energiebezogener Vorketten, in die Berechnung mit ein (LCA-Parameter). Das bedeutet, dass nur die Vorketten energetischer Produkte, wie etwa der Abbau und Transport von Energieträgern oder die Bereitstellung von Energieumwandlungsanlagen, in die Bilanzierung einfließen. Sogenannte graue Energie, beispielsweise der Energieaufwand von konsumierten Produkten sowie Energie, die von der Bevölkerung außerhalb der Stadtgrenzen verbraucht wird, findet im Rahmen der Bilanzierung keine Berücksichtigung (ifeu, 2019). Die empfohlenen Emissionsfaktoren beruhen auf Annahmen und Berechnungen des ifeu, des GEMIS (Globale Emissions-Modell integrierter Systeme), welches vom Öko-Institut entwickelt wurde, sowie auf Richtwerten des Umweltbundesamtes. Allgemein wird empfohlen, den Emissionsfaktor des Bundesstrommixes heranzuziehen und auf die Berechnung eines lokalen bzw. regionalen Strommixes zu verzichten.

4.1.2 Bilanzierungsprinzip im Sektor Verkehr

Zur Bilanzierung des Sektors Verkehr findet ebenfalls das Prinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz Anwendung. Diese umfasst sämtliche motorisierten Verkehrsmittel im Personen- und Güterverkehr (ifeu, 2019).

Generell kann der Verkehr in die Bereiche „gut kommunal beeinflussbar“ und „kaum kommunal beeinflussbar“ unterteilt werden. Als gut kommunal beeinflussbar werden Binnen-, Quell- und Zielverkehr im Straßenverkehr (MIV, LKW, LNF) sowie der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) eingestuft. Emissionen aus dem Straßendurchgangsverkehr, öffentlichen Personenfernverkehr (ÖPFV, Bahn, Reisebus, Flug) sowie aus dem Schienen- und Binnenschiffsgüterverkehr werden als kaum kommunal beeinflussbar eingestuft (ifeu, 2019).

Durch eine Einteilung in Straßenkategorien (innerorts, außerorts, Autobahn) kann der Verkehr differenzierter betrachtet werden. So ist anzuraten, die weniger beeinflussbaren Verkehrs- bzw. Straßenkategorien herauszurechnen, um realistische Handlungsempfehlungen für den Verkehrsbereich zu definieren (ifeu, 2019). Um die tatsächlichen Verbräuche auf Kreisgebiet darzustellen, inkludiert die nachfolgend dargestellte Bilanz jedoch alle Verkehrs- bzw. Straßenkategorien.

Harmonisierte und aktualisierte Emissionsfaktoren für den Verkehrsbereich stehen in Deutschland durch das TREMOD-Modell¹ zur Verfügung. Diese werden in Form von nationalen Kennwerten differenziert nach Verkehrsmittel, Energieträger und Straßenkategorie bereitgestellt. Wie bei den Emissionsfaktoren für den stationären Bereich, werden diese in Form von CO₂-Äquivalenten inklusive der Vorkette berechnet. Eine kommunenspezifische Anpassung der Emissionsfaktoren für den Bereich erfolgt demnach nicht (ifeu, 2019).

4.2 Datenerhebung des Energiebedarfs im Hochsauerlandkreis

Der Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises ist in der Bilanz differenziert nach Energieträgern berechnet worden. Die Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger (z. B. Strom und Erdgas) sind von den Netzbetreibern – der Westnetz GmbH sowie der Westfalen Weser Netz GmbH – bereitgestellt worden. Die Angaben zum Ausbau erneuerbarer Energien stützen sich auf die EEG-Einspeisedaten und wurden ebenfalls von den oben genannten Netzbetreibern bereitgestellt. Der Sektor kommunale Einrichtungen erfasst die stadt eigenen Liegenschaften und Zuständigkeiten. Die Verbrauchsdaten sind in den einzelnen Fachabteilungen der Kreisverwaltung, sowie für die später im Bericht aufgegriffenen kommunalen Bilanzen, durch die jeweiligen Stadtverwaltungen erhoben und übermittelt worden.

¹ Das Transport Emission Model (TREMODO) bildet in Deutschland den motorisierten Verkehr hinsichtlich seiner Verkehrs- und Fahrleistungen, Energieverbräuche sowie Klimagas- und Luftschadstoffemissionen ab (ifeu, 2022).

Nicht-leitungsgebundene Energieträger werden in der Regel zur Erzeugung von Wärmeenergie genutzt. Zu nicht-leitungsgebundenen Energieträgern im Sinne dieser Betrachtung zählen etwa Heizöl, Flüssiggas, Steinkohle, Biomasse und Solarthermie. Die Erfassung der Bedarfsmengen dieser Energieträger und allen nicht durch die Netzbetreiber bereitgestellten Daten erfolgt durch Hochrechnungen von Bundesdurchschnitts-, Landes- und Regional-Daten im Klimaschutzplaner. Dies geschieht auf Basis lokalspezifischer Daten der Schornsteinfegerinnung (betrifft die Energieträger Heizöl, Flüssiggas, Steinkohle und Biomasse) sowie BAFA-Förderdaten (betrifft den Energieträger Solarthermie). Die Tabelle 4-1 fasst die genutzten Datenquellen für die einzelnen Energieträger zusammen.

Tabelle 4-1: Datenquellen der Datenerhebung im Rahmen der Energie- und THG-Bilanzierung²

Energieträger	Quelle	Energieträger	Quelle
Benzin/Bioethanol	Bundeskenntzahlen (D)	Heizöl	Schornsteinfegerdaten (B)
Biogas	-	Heizstrom	Netzbetreiber (A)
Biomasse	Schornsteinfegerdaten (B)	Nahwärme	Netzbetreiber (A)
Braunkohle	-	Reg. Energien	Netzbetreiber (A)
Diesel/Biodiesel	Bundeskenntzahlen (D)	Solarthermie	BAFA-Förderdaten (B)
Erdgas	Netzbetreiber (A)	Steinkohle	Schornsteinfegerdaten (B)
Fernwärme	Netzbetreiber (A)	Strom	Netzbetreiber (A)
Flüssiggas	Schornsteinfegerdaten (B)	Umweltwärme	Netzbetreiber (A)

4.3 Endenergiebedarf im Hochsauerlandkreis

Auf Grundlage der erhobenen Daten (vgl. Abschnitt 4.2) werden in den nachfolgenden Unterabschnitten die Ergebnisse des Endenergiebedarfs nach Sektoren, Energieträgern, Gebäude, Infrastruktur und kommunalen Einrichtungen erläutert.

Der Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises betrug im Jahr 2017 insgesamt 9.273.023 MWh. Im Jahr 2019 waren es 8.792.710 MWh. Insgesamt ist der Endenergiebedarf gegenüber dem Jahr 2019 um ca. 5 % gesunken.

² In Klammern ist die Datengüte zu entnehmen, auf welche bereits in Abschnitt 4.1 eingegangen wurde. So wird zwischen Datengüte A/1,0 (Regionale Primärdaten), B/0,5 (Hochrechnung regionaler Primärdaten), C/0,25 (Regionale Kennwerte und Statistiken) und D/0,0 (Bundesweite Kennzahlen) unterschieden (ifeu, 2019). Die Gesamtdatengüte ergibt sich über die Einzeldatengüte der jeweiligen Energieträger sowie deren Anteil am Gesamtergebnis.

In Abbildung 4-2 wird der Endenergiebedarf nach Sektoren für die Bilanzjahre 2017 bis 2019 dargestellt. Die Abbildung 4-3 hingegen stellt die Verteilung des Endenergiebedarfs auf die Sektoren für das Jahr 2019 dar. Der Industriesektor mit 46 %, der Haushaltssektor mit 23 % und der Verkehrssektor mit 23 % wiesen die höchsten Anteile auf. Danach folgten der Sektor GHD mit 7 % sowie die kommunalen Einrichtungen mit 1 %. Die Endenergiebedarfe aller Sektoren sanken im Zeitverlauf leicht ab.

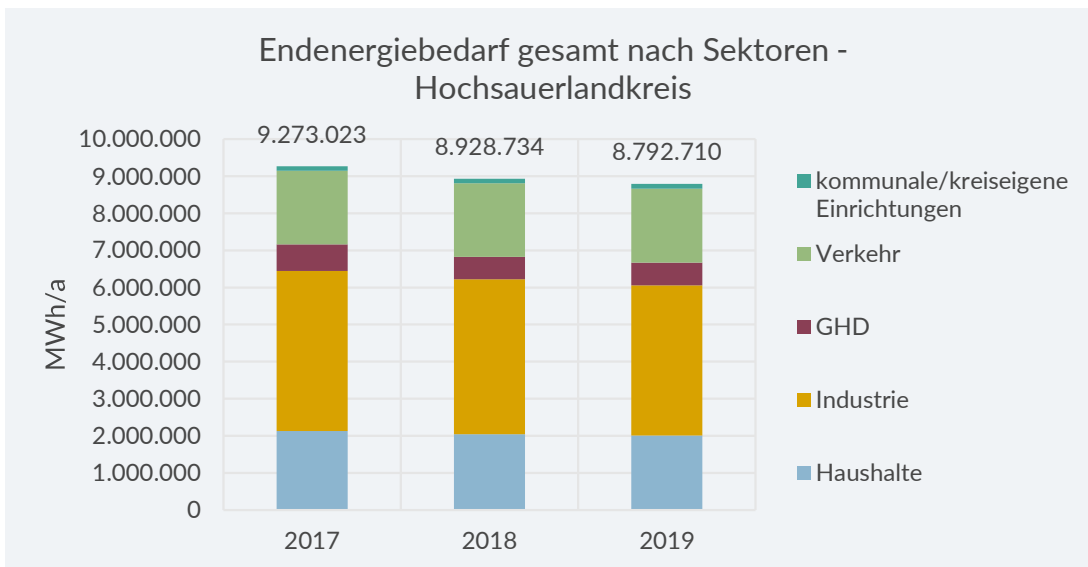


Abbildung 4-2: Endenergiebedarf nach Sektoren im Hochsauerlandkreis

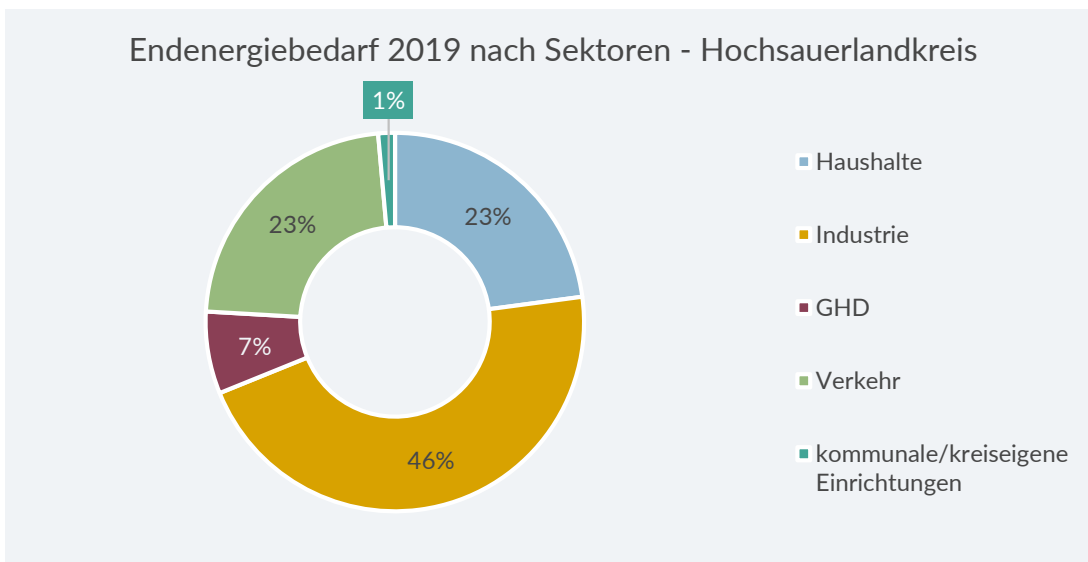


Abbildung 4-3: Anteil der Sektoren am Endenergiebedarf im Hochsauerlandkreis

In Abbildung 4-4 wird der Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises nach den verschiedenen Energieträgern für die Jahre 2017 bis 2019 aufgeschlüsselt. Dabei zeigte sich im Jahr 2019 ein hoher Anteil für die fossilen Energieträger Erdgas (33 %), Strom (23 %), Diesel (14 %), Steinkohle (11 %), sowie Benzin (8 %). Es liegen aber auch geringe Verbräuche an Biomasse, Biodiesel, Biobenzin, Flüssiggas, Heizstrom,

Nahwärme, Solarthermie, LPG, sonstige konventionelle und Umweltwärme innerhalb des Kreisgebiets vor.

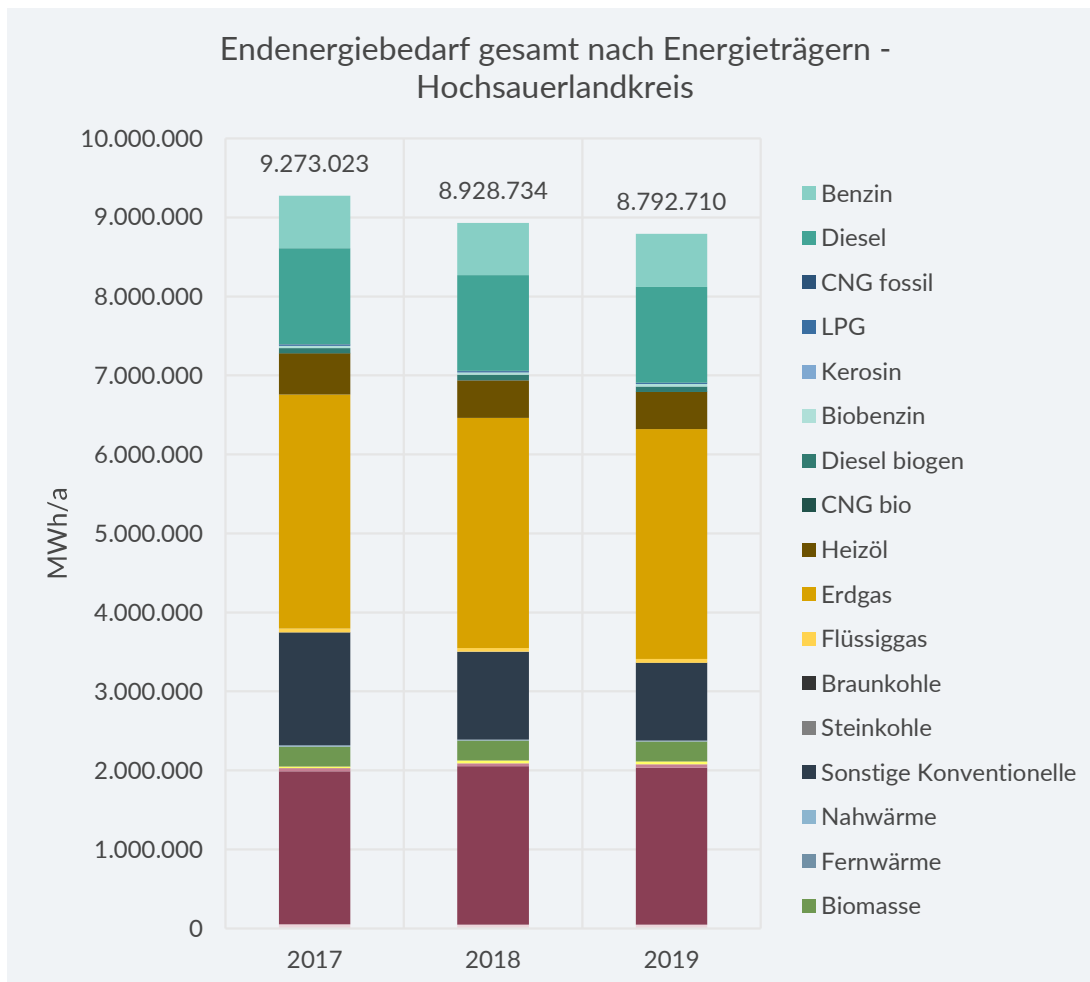


Abbildung 4-4: Endenergiebedarf im Hochsauerlandkreis nach Energieträgern

4.3.1 Endenergiebedarf nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur

Der Energieträgereinsatz zur Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Infrastruktur wird nachfolgend detaillierter dargestellt. Dabei werden die Sektoren Wirtschaft (Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie), Haushalte und kommunale Einrichtungen (ohne Verkehrssektor) miteinbezogen.

Im Hochsauerlandkreis summierte sich der Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur im Jahr 2019 auf 6.789.580 MWh. Damit ist der Wert im Verhältnis zum Jahr 2017 um rund 7 % gesunken.

In der nachfolgenden Abbildung 4-5 wird der Bedarf nach Energieträgern aufgeschlüsselt, sodass deutlich wird, welche Energieträger überwiegend im Kreisgebiet zum Einsatz kamen. Da der Verkehrssektor hier nicht mitbetrachtet wird, verschieben sich die Anteile der übrigen Energieträger gegenüber dem Gesamtenergiebedarf (vgl. Abbildung 4-4).

Der Energieträger Strom hatte in den betrachteten Jahren einen Anteil von rund 29 % am Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur. Als Brennstoff kam, mit einem Anteil von 43 % in den betrachteten Jahren, vorrangig Erdgas zum Einsatz. Weitere eingesetzte Energieträger waren Heizöl (7 %) und sonstige Konventionelle (14,5 %). Die restlichen Prozentpunkte entfielen vor allem auf Biomasse, sowie zu sehr geringen Anteilen auf Flüssiggas, Heizstrom, Nahwärme, Solarthermie und Umweltwärme.

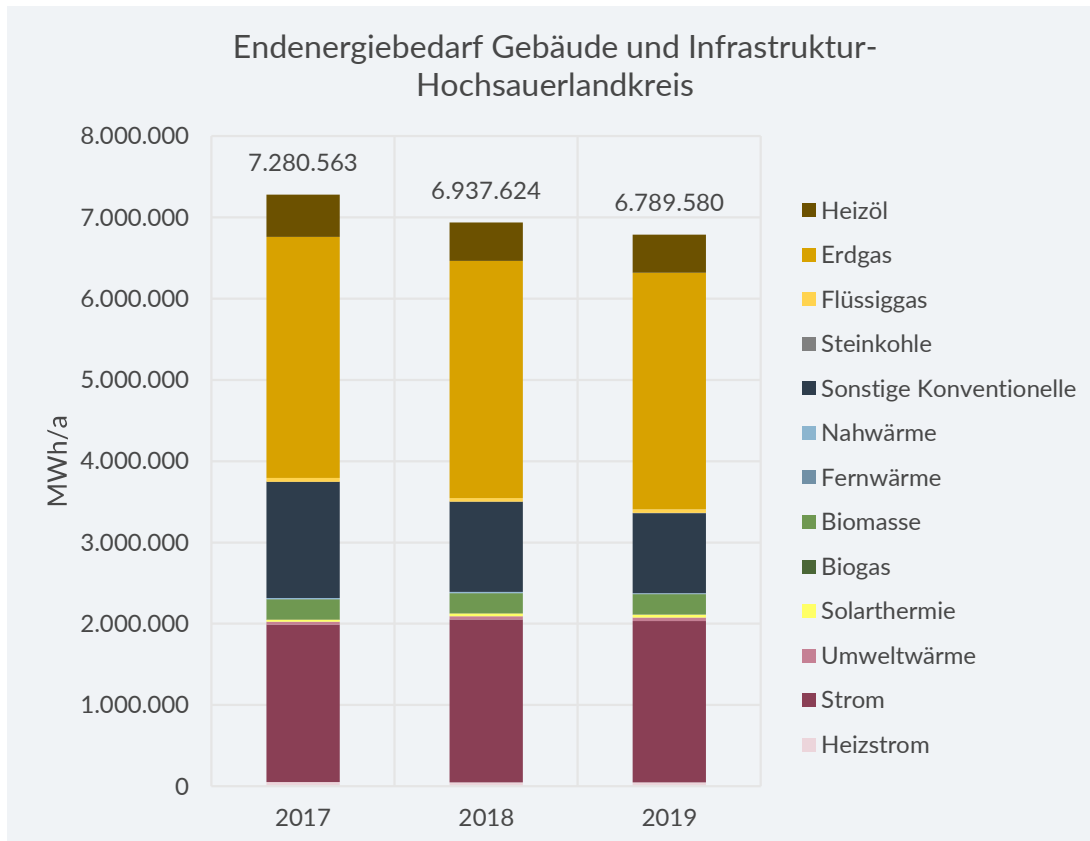


Abbildung 4-5: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern im Hochsauerlandkreis

4.3.2 Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen

Die kommunalen Einrichtungen haben zwar lediglich rund 1 % des gesamten Endenergiebedarfs im Jahr 2019 ausgemacht, liegen jedoch im direkten Einflussbereich des Kreises und haben eine Vorbildfunktion. Daher werden für diese in Abbildung 4-6 und Abbildung 4-7, analog zum bisherigen Vorgehen, die Endenergiebedarfe aufgeschlüsselt nach Energieträgern dargestellt. Die kommunalen Einrichtungen des Hochsauerlandkreises wurden im Jahr 2019 hauptsächlich über Erdgas (56 %), Strom (25 %) und Fernwärme (4 %) mit Energie versorgt. Heizöl machte mit 5 % nur einen geringen Anteil aus.

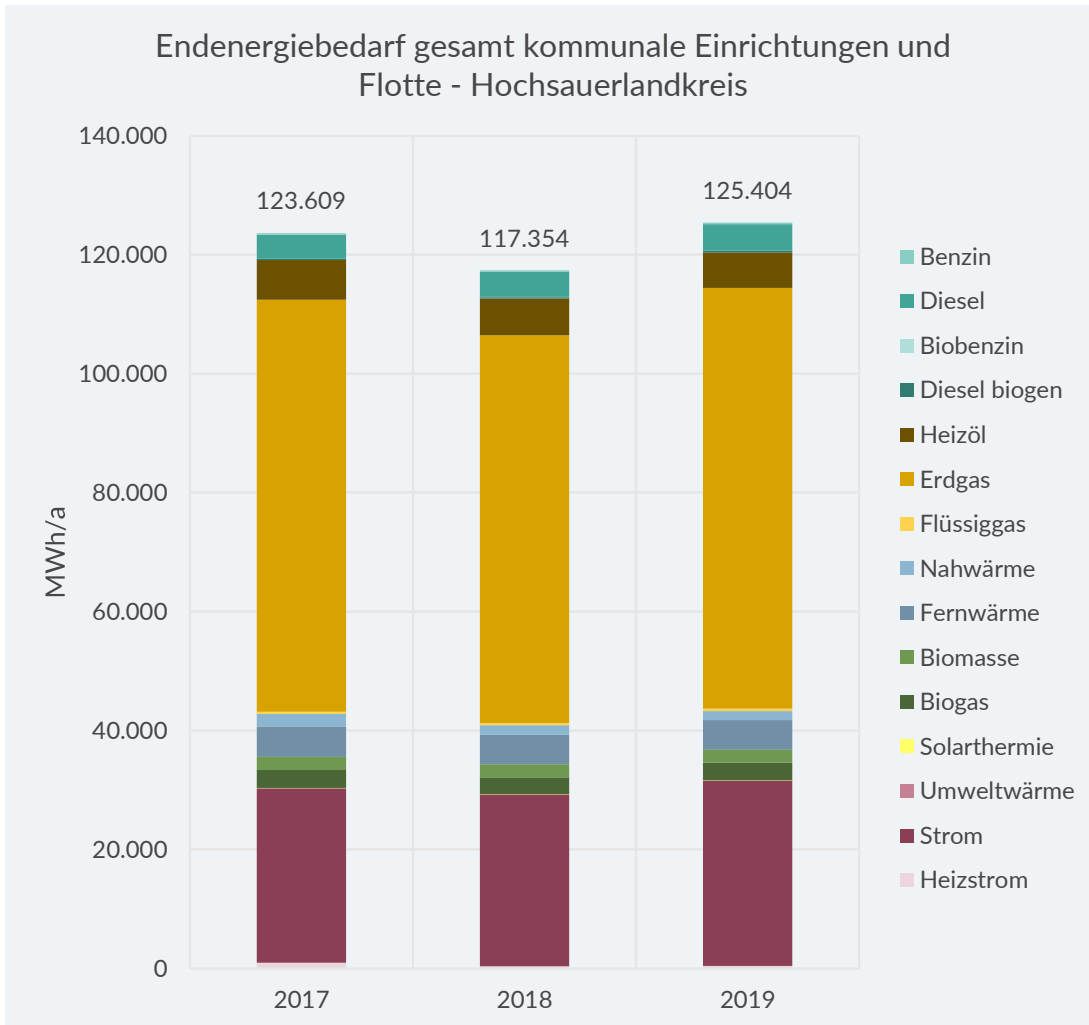


Abbildung 4-6: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen im Hochsauerlandkreis nach Energieträgern

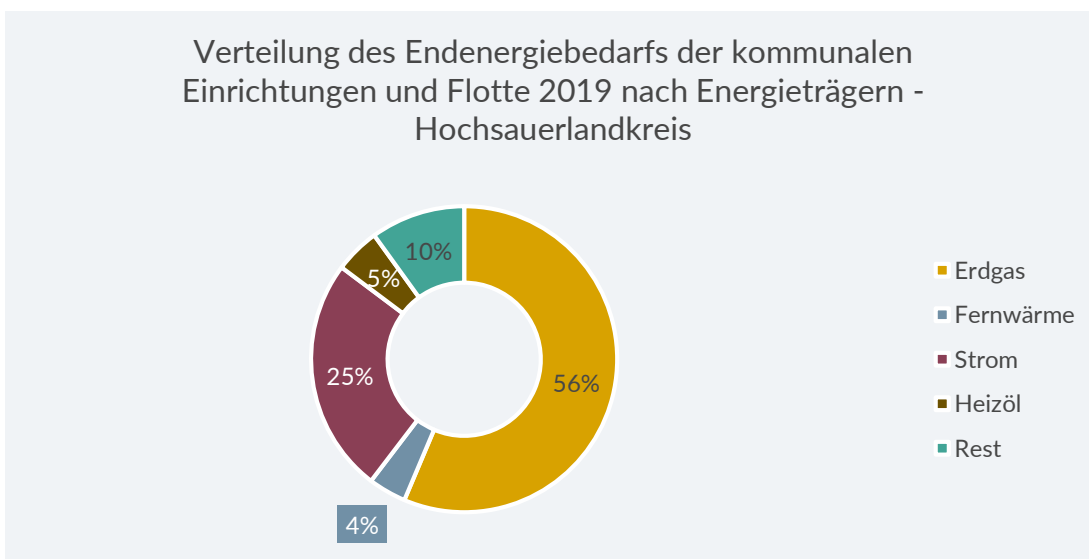


Abbildung 4-7: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen im Hochsauerlandkreis

4.4 THG-Emissionen im Hochsauerlandkreis

Nach der Betrachtung des Energiebedarfes werden in diesem Abschnitt die THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises betrachtet. Großverbraucher, die Teil des EU-Emissionshandelssystems (EU ETS) sind werden berücksichtigt (vgl. Abschnitt 4.2).

Im Jahr 2017 emittierte der Kreis rund 3.422.613 tCO₂e. Ähnlich zum Endenergiebedarf, der im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019 leicht sank, sanken auch die THG-Emissionen der Stadt leicht ab und betragen im Bilanzjahr 2019 rund 3.113.161 tCO₂e. Der Rückgang von insgesamt rund 9 % erklärt sich vor allem anhand des sich im Zeitverlauf verbessernden Emissionsfaktors des Energieträgers Strom.

In den folgenden Unterabschnitten werden die Ergebnisse der THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern, pro Einwohner, nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur und den kommunalen Einrichtungen erläutert.

4.4.1 THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

In Abbildung 4-8 werden die Emissionen in tCO₂e, nach Sektoren aufgeteilt und für die Jahre 2017 bis und 2019 dargestellt. Der Abbildung 4-9 ist die Verteilung der THG-Emissionen auf die Sektoren im Bilanzjahr 2019 zu entnehmen. Dabei entfiel der größte Anteil mit 55 % auf den Sektor Industrie. Es folgte der Sektor Verkehr mit 20 %. Der Haushaltssektor war mit 18 % der drittgrößte Emittent, während der Sektor GHD lediglich 7 % und die kommunalen Einrichtungen lediglich 1 % der THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises ausmachten.

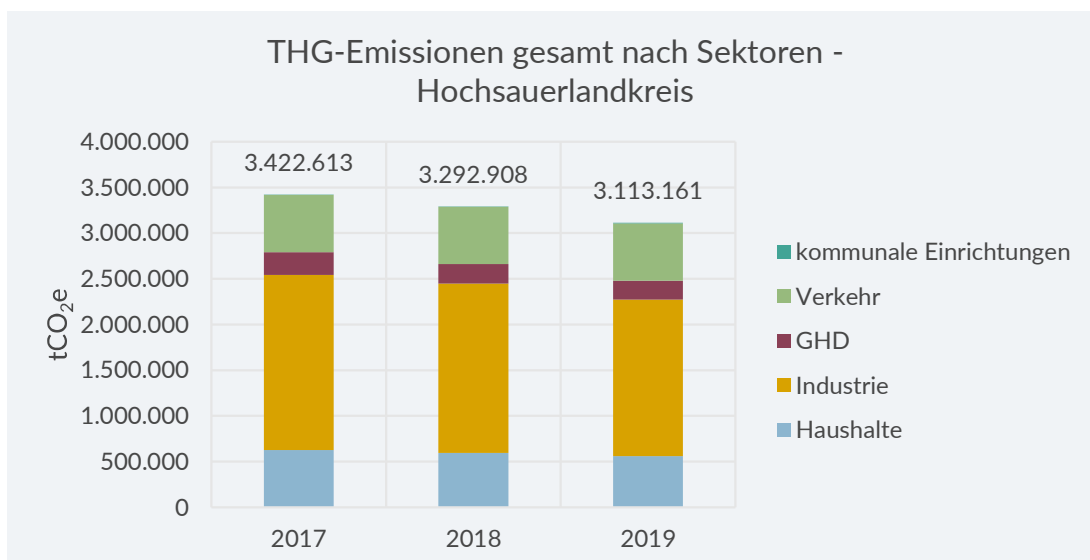


Abbildung 4-8: THG-Emissionen im Hochsauerlandkreis nach Sektoren

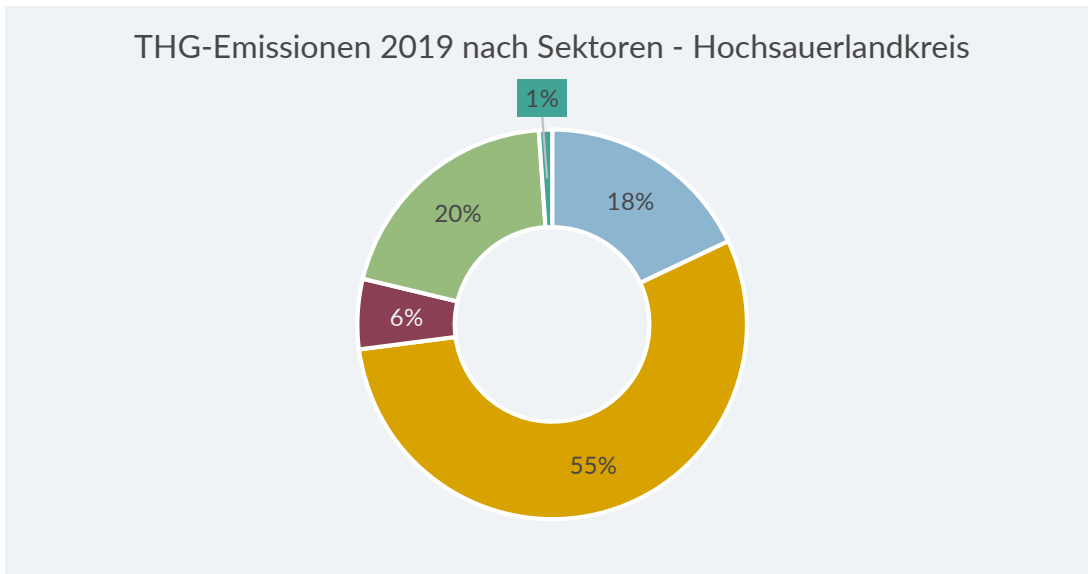


Abbildung 4-9: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen im Hochsauerlandkreis

Abbildung 4-10 zeigt die THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises aufgeschlüsselt nach Energieträgern im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019. Im Bilanzjahr 2019 entfielen die meisten Emissionen auf die Energieträger Strom (33 %), Erdgas (25 %), gefolgt von Diesel (15 %), sonstige Konventionelle (11 %), Benzin (9 %), Heizöl (5 %) und Heizöl (5 %).

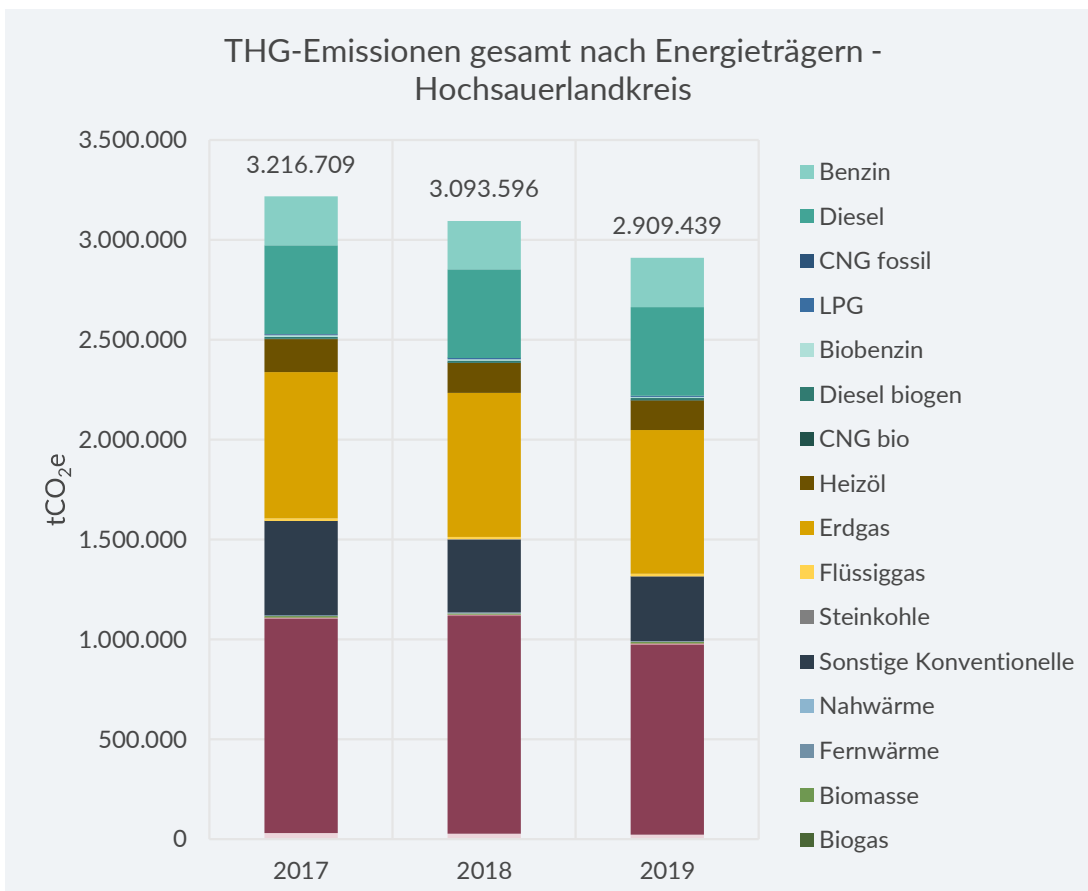


Abbildung 4-10: THG-Emissionen im Hochsauerlandkreis nach Energieträgern

4.4.2 THG-Emissionen pro Einwohner

Die absoluten Werte für die sektorspezifischen THG-Emissionen (vgl. Abbildung 4-8) werden in der Tabelle 4-2 auf die Einwohner des Hochsauerlandkreises bezogen.

Tabelle 4-2: THG-Emissionen pro Einwohner im Hochsauerlandkreis

THG / EW	2019
Haushalte	2,60
Industrie	6,72
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	0,84
Verkehr	3,35
Kommunale Einrichtungen	0,18
Summe	13,69

Der Bevölkerungsstand sank im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019 leicht. Im Jahr 2019 betrug dieser 259.777 Personen. Bezogen auf die Einwohner der Stadt beliefen sich die THG-Emissionen pro Person demnach auf rund 13,69 t im Bilanzjahr 2019. Damit lag der Hochsauerlandreis über dem bundesweiten Durchschnitt, der je nach Methodik und Quelle zwischen 7,9 t und 11,0 t pro Einwohner variiert.

Nach den Berechnungen des Klimaschutzkonzeptes aus dem Jahr 2013, fielen durchschnittlich 10,6 t CO₂ Äquivalente pro Einwohner an. Im Bilanzjahr 2019 sind es dagegen oben aufgeführten 13,7 t CO₂ Äquivalente pro Einwohner. Erklären lässt sich dieser Anstieg unter anderem mit einem anderweitigem Bilanzierungsansatz, der für das erste Klimaschutzkonzept gewählt wurde.

Zu berücksichtigen ist des Weiteren, dass die BSKO-Methodik keine graue Energie und sonstige Energieverbräuche (z. B. aus Konsum) berücksichtigt, sondern vor allem auf territorialen und leitungsgebundenen Energiebedarfen basiert. Die mit BSKO ermittelten Pro-Kopf-Emissionen sind damit tendenziell geringer als die geläufigen Pro-Kopf-Emissionen.

4.4.3 THG-Emissionen nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur

In Abbildung 4-11 werden die aus den Energiebedarfen resultierenden THG-Emissionen nach Energieträgern für die Gebäude und Infrastruktur dargestellt. Die THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur betragen im Bilanzjahr 2019 rund 2.195.383 tCO₂e. Dies entsprach einer Verringerung von rund 12 % gegenüber dem Jahr 2017.

In der Auswertung wird die Relevanz des Energieträgers Strom sehr deutlich: Während der Stromanteil am Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur knapp 30 % ausmachte, betrug er an den THG-Emissionen rund 43 %. Ein bundesweit klimafreundlicherer Strommix mit einem höheren Anteil an erneuerbaren Energien und einem somit insgesamt geringeren Emissionsfaktor würde sich reduzierend auf die

Höhe der THG-Emissionen aus dem Strombedarf des Hochsauerlandkreises auswirken.

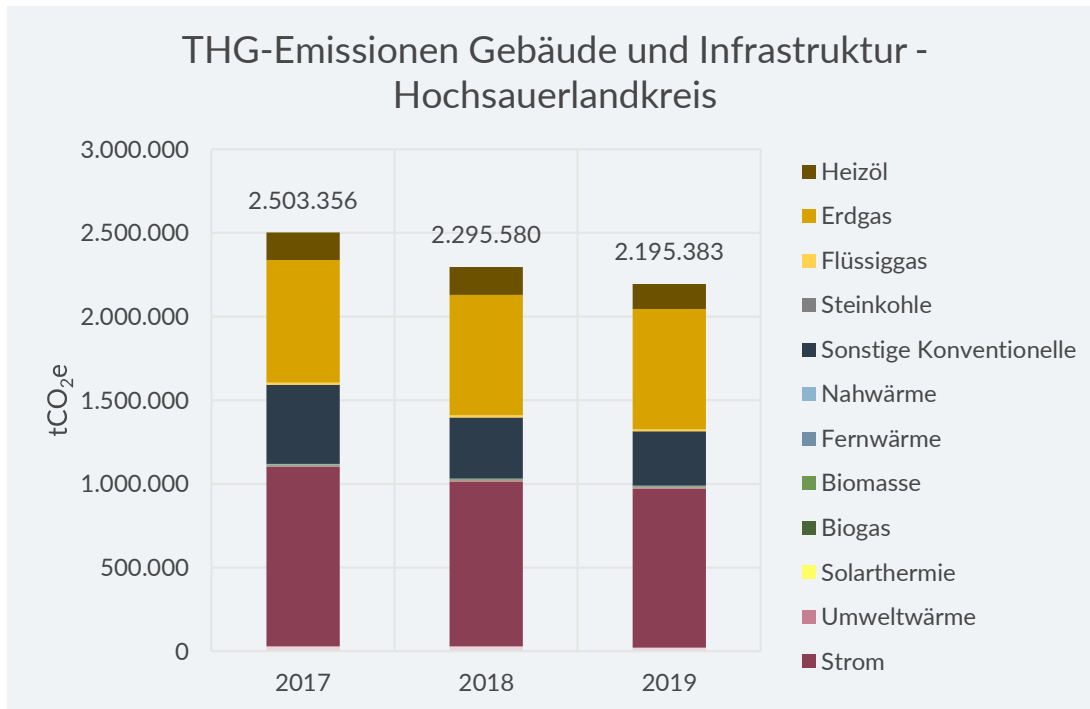


Abbildung 4-11: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern im Hochsauerlandkreis

4.4.4 THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen

Auch bei der Betrachtung der Emissionen durch die kommunalen Einrichtungen des Hochsauerlandkreises in Abbildung 4-12 wird die Relevanz des Energieträgers Strom besonders deutlich: Während Strom im Jahr 2019 lediglich 25 % des Gesamtenergiebedarfs der kommunalen Einrichtungen ausmachte, betrug der Anteil an den THG-Emissionen 39 %.

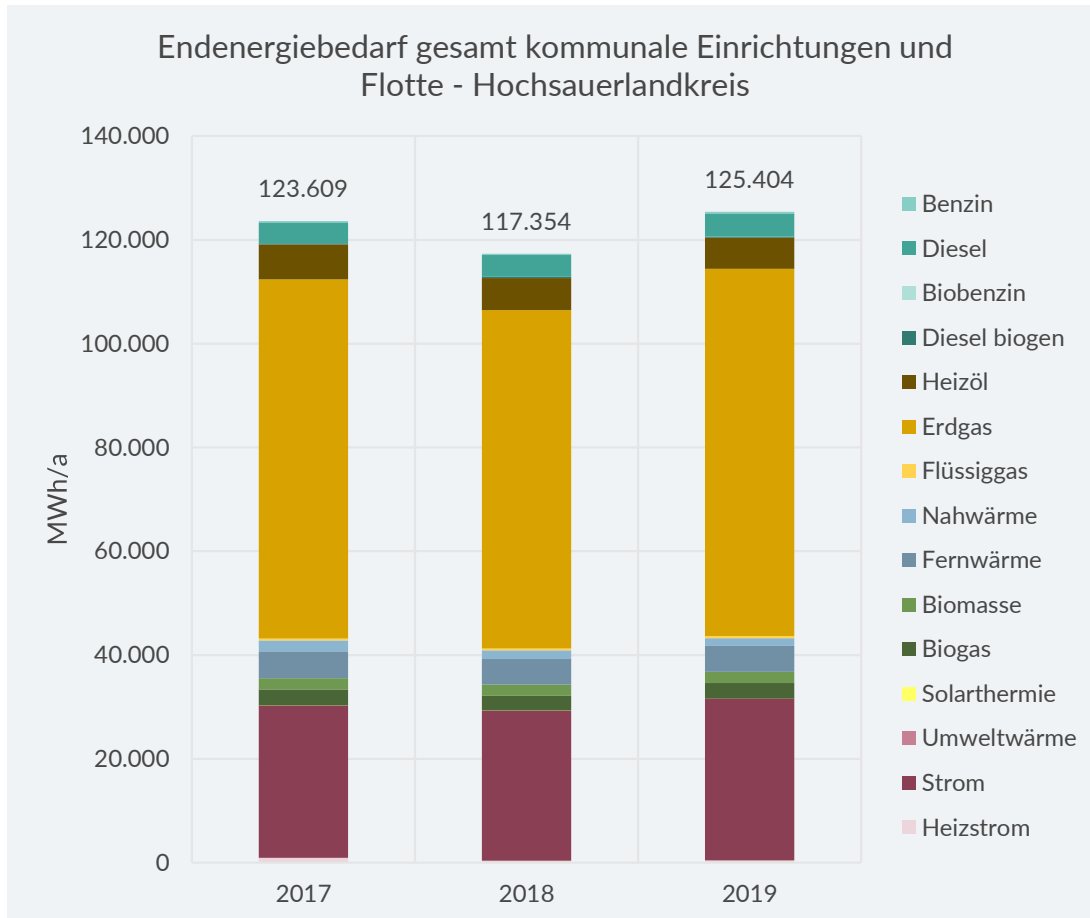


Abbildung 4-12: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen im Hochsauerlandkreis nach Energieträgern

4.5 Regenerative Energien im Hochsauerlandkreis

Neben den Energiebedarfen und den THG-Emissionen sind auch die erneuerbaren Energien und deren Erzeugung im Kreisgebiet von hoher Bedeutung. In den folgenden Unterabschnitten wird auf den regenerativ erzeugten Strom und die regenerativ erzeugte Wärme des Hochsauerlandkreises eingegangen.

4.5.1 Strom

Zur Ermittlung der Strommenge, die aus erneuerbaren Energien hervorgeht, wurden die Einspeisedaten nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) genutzt. Abbildung 4-13 zeigt die EEG-Einspeisemengen nach Energieträgern für die Jahre 2017 bis 2019 von Anlagen im Kreisgebiet. Die Einspeisemenge deckte im Jahr 2019 bilanziell betrachtet etwa 47 % des Strombedarfs des Kreises. Damit liegt der Hochsauerlandkreis leicht über dem bundesweiten Durchschnitt von rund 42 %. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergiebedarf (Strom, Wärme sowie Verkehr) betrug rund 11 %.

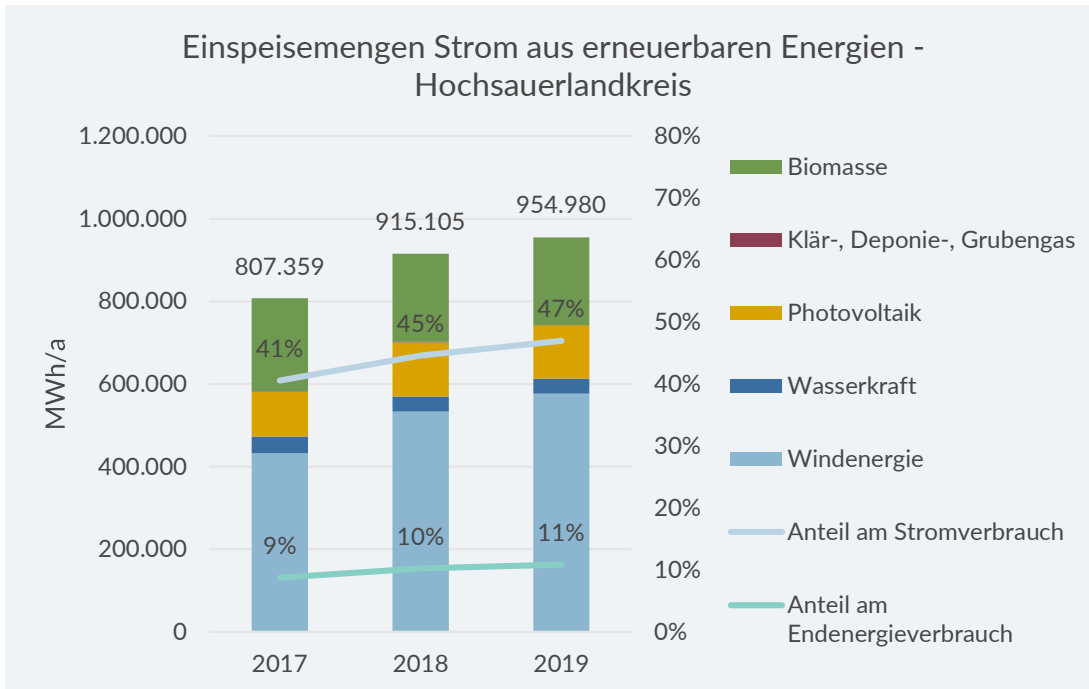


Abbildung 4-13: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen im Hochsauerlandkreis

Wie Abbildung 4-14 entnommen werden kann, gründete sich die Erzeugungsstruktur im Jahr 2019 mit einem Anteil von 60 % im Wesentlichen auf die Windenergie. Es folgten mit 22 % die Biomasse und mit 14 % Strom aus Photovoltaik-Anlagen. Wasserkraft machte mit 4 % einen geringen Anteil aus. Es wird deutlich, dass insbesondere der prozentuale Anteil der Windenergie über die Jahre gestiegen ist. Der Anteil der Wasserkraft und der Biomasse sank über die Jahre leicht.

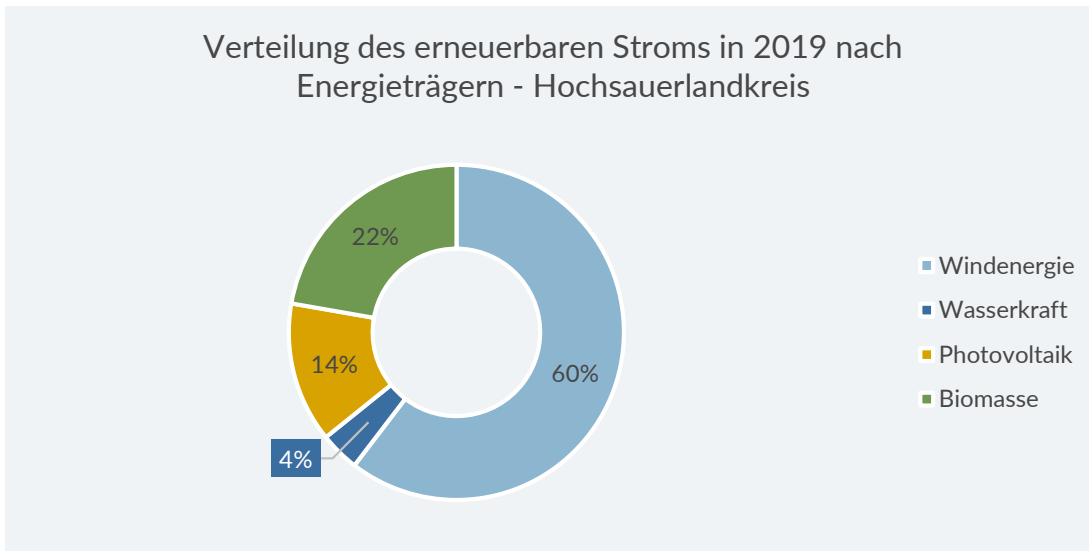


Abbildung 4-14: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 im Hochsauerlandkreis

4.5.2 Wärme

Für den Wärmebereich werden Wärmemengen aus Biomasse, Solarthermie, Umweltwärme (i. d. R. Nutzung von Wärmepumpen) und sonstigen erneuerbaren

Energien ausgewiesen. Diese betragen 310.396 MWh im Jahr 2017. Im Jahr 2019 stieg der Wert auf 329.508 MWh. Die Wärmebereitstellung aus Biomasse stagnierte im Betrachtungszeitraum von 2017 bis 2019, während die Wärmemenge aus den übrigen Sektoren leicht ansteigt. Im Bilanzjahr 2019 entfiel der größte Anteil an der erneuerbaren Wärmebereitstellung auf Biomasse (75 %), Umweltwärme (14 %), Solarthermie (11 %), geringere Anteile entfielen auf Biogas (1 %).

Insgesamt betrug der Deckungsanteil der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in den Bilanzjahren am Gesamtwärmebedarf circa 7 %.

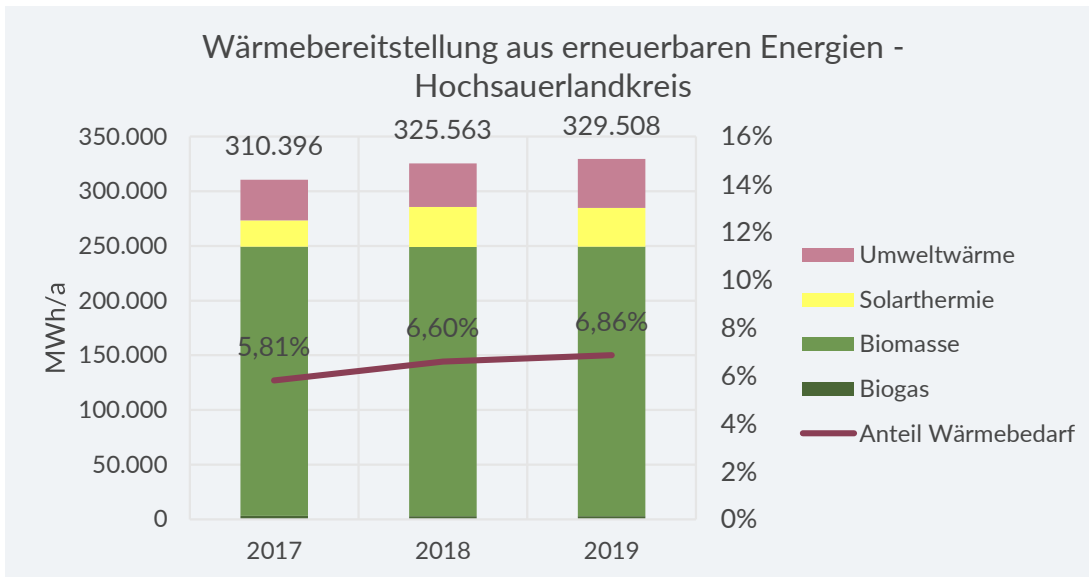


Abbildung 4-15: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern im Hochsauerlandkreis

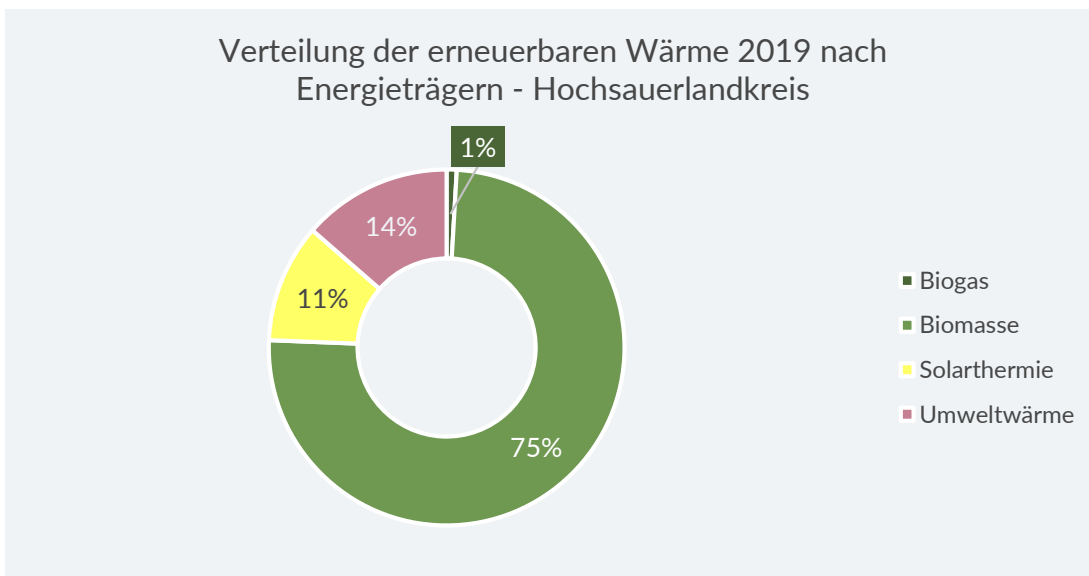


Abbildung 4-16: Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern im Hochsauerlandkreis im Jahr 2019

4.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz

Der Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises betrug im Bilanzjahr 2019 rund 8.792.710 MWh. Der Industriesektor wies mit 46 % den größten Anteil am Endenergiebedarf auf. Darauf folgte der Haushaltssektor und Verkehrssektor mit einem Anteil von jeweils 23 %, gefolgt von GHD mit 7 %. Die kommunalen Einrichtungen machten lediglich 1 % des Endenergiebedarfs aus.

Die Aufschlüsselung des Energieträgereinsatzes für die Gebäude und Infrastruktur (umfasst die Sektoren Wirtschaft, Haushalte und kommunale Einrichtungen) zeigt, dass der größte Anteil des Endenergiebedarfs im Jahr 2019 mit rund 43 % auf den Einsatz von Erdgas zurückzuführen war. Strom hatte im Bilanzjahr 2019 einen Anteil von 29 %, Sonstige Konventionelle 15 %, Heizöl machte rund 7 % des Endenergiebedarfs aus.

Die aus dem Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises resultierenden Emissionen summierten sich im Bilanzjahr 2019 auf 2.909.439 tCO₂e. Die Anteile der Sektoren korrespondierten in etwa mit ihren Anteilen am Endenergiebedarf. Der Sektor Industrie (49 %) war hier vor dem Verkehrssektor (25 %) der größte Emittent. Werden die THG-Emissionen auf die Einwohner bezogen, ergibt sich ein Wert von rund 13,69 t/a. Damit lag der Hochsauerlandkreis im Jahr 2019 über dem bundesweiten Durchschnitt der je nach Methodik und Quelle zwischen 7,9 und 11,0 t/a pro Einwohner variierte.

Die Stromproduktion aus regenerativen Energien auf dem Kreisgebiet machte im Jahr 2019, bezogen auf den gesamten Strombedarf des Hochsauerlandkreises, einen Anteil von 47 % aus. Die Windenergie und die Biomasse hatten dabei im Jahr 2019 mit 60 % bzw. 22 % die größten Anteile an der regenerativen Stromproduktion.

5 Potenzialanalyse des Hochsauerlandkreises

Aufbauend auf den Ergebnissen der Energie- und THG-Bilanz wird nachfolgend eine Potenzialanalyse durchgeführt. Dabei werden die Potenziale für Energieeinsparung sowie -effizienz in den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft (Zusammenfassung aus GHD und Industrie) und Verkehr dargestellt und zum Teil bereits Szenarien herangezogen:

- Das „Trend“-Szenario, welches keine bis lediglich geringfügige Veränderungen in der Klimaschutzarbeit vorsieht
- Das „Klimaschutz“-Szenario, welches mittlere bis starke Veränderungen in Richtung Klimaschutz prognostiziert

Des Weiteren werden innerhalb der Potenzialanalyse die Potenziale im Ausbau der erneuerbaren Energien dargestellt.

Grundlage dieser Annahmen sind bundesweite Studien, die Prognosen für die Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr treffen. Die entsprechenden Studien der Potenzialanalyse werden nachfolgend in einer Übersicht dargestellt:

In der Potenzialanalyse verwendete Studien:

Sektor Private Haushalte

- **Mehr Demokratie e.V., BürgerBegehren Klimaschutz (2020):** Handbuch Klimaschutz, Wie Deutschland das 1,5-Grad-Ziel einhalten kann.
- **Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021):** Klimaneutrales Deutschland 2045, Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende.

Sektor Wirtschaft (Zusammenfassung von Industrie und GHD)

- **Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (2021):** Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2018 bis 2020 für die Sektoren Industrie und GHD, Studie für die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB).
- **Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik, Technische Universität München, IREES GmbH Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (2015):** Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013, Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).
- **Solar-Institut Jülich der FH Aachen in Koop. mit Wuppertal Institut und DLR (2016):** Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung, Kommunale Masterpläne für 100 % Klimaschutz, Aachen 2016.

Sektor Verkehr

- **Öko-Institut e.V., Fraunhofer ISI (2015):** Klimaschutzszenario 2050, 2. Endbericht, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit.
- **Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021):** Klimaneutrales Deutschland 2045, Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann,

Die Potenzialanalyse wird nach dem folgenden Schema durchgeführt:

- Abschätzung der Einsparpotenziale für die jeweiligen Sektoren nach Trend- und Klimaschutzszenario bis zum Zieljahr,
- Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energien zur Substitution von Energieverbräuchen
- und in Kapitel 6 werden die ermittelten Einsparpotenziale sowie die Potenziale zum Ausbau der erneuerbaren Energien zusammengebracht und dienen als Basis für die Erreichung der THG-Minderungspfade.

Damit bietet die Potenzialanalyse wichtige Ansatzpunkte zur Entwicklung von Maßnahmen.

Nachfolgend werden die Einsparpotenziale des Hochsauerlandkreises in den Bereichen private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr sowie die erneuerbaren Energien betrachtet und analysiert.

5.1 Private Haushalte

Gemäß der in Kapitel 4 dargestellten Energie- und THG-Bilanz des Hochsauerlandkreises entfallen im Jahr 2019 rund 23 % der Endenergie auf den Sektor der privaten Haushalte. Während rund 18 % der Endenergie auf den Strombedarf der privaten Haushalte zurückzuführen sind, nimmt der Wärmebedarf mit rund 82 % einen wesentlichen Anteil am Endenergiebedarf ein und weist somit ein erhebliches THG-Einsparpotenzial auf.

Wärmebedarf

Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestands können der Endenergiebedarf und damit die THG-Emissionen im Bereich der privaten Haushalte erheblich reduziert werden. Von zentraler Bedeutung sind dabei zum einen die Verbesserung der Effizienz der Gebäudehüllen sowie die Umstellung der Wärmeversorgung hin zu erneuerbaren Energieträgern, wie etwa Wärmepumpen und Solarthermie (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

In der nachfolgenden Abbildung 5-1 sind fünf unterschiedliche Sanierungsszenarien und der jeweilige Anteil sanierter Gebäude im Zieljahr abgebildet:

- **Trendszenario:** Hier wird eine lineare Sanierungsrate von 0,8 % p. a. angenommen.
- **Klimaschutzszenario Handbuch Klimaschutz:** Hier steigt die Sanierungsrate von 0,8 % p. a. jährlich um 0,1 % auf maximal 2,8 % p. a. und ist danach gleichbleibend.
- **Klimaschutzszenario Klimaneutrales Deutschland 2045:** Hier steigt die Sanierungsrate ausgehend von 0,8 % p. a. auf 1,8 % p. a. und ist danach gleichbleibend.
- **Klimaschutzszenario Ariadne-Report:** Hier wird eine variable, stark schwankende Sanierungsrate angenommen, die im Maximum 2,3 % p. a. erreicht.
- **Klimaschutzszenario dena-Leitstudie:** Hier steigt die Sanierungsrate ausgehend von 0,8 % p. a. zu Beginn stark an auf 2,4 % p. a. und ist danach gleichbleibend.

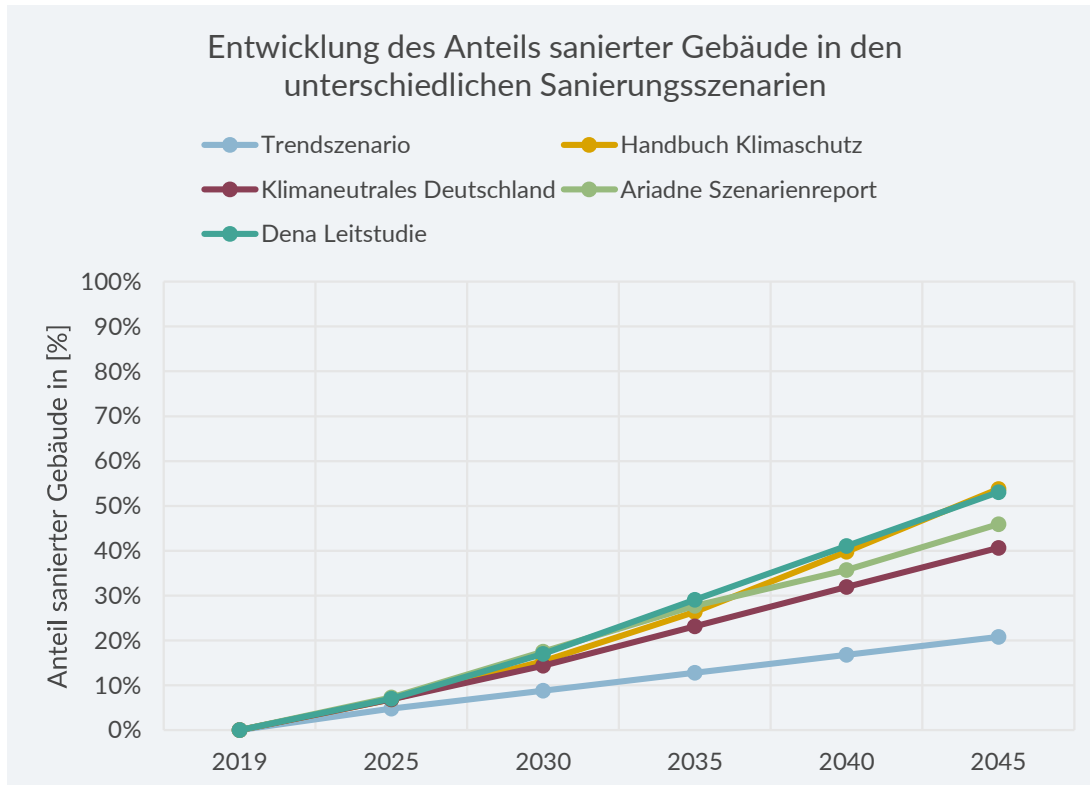


Abbildung 5-1: Entwicklung des Anteils sanierter Gebäude in den unterschiedlichen Sanierungsszenarien (Eigene Darstellung)

Wie der vorangestellten Abbildung zu entnehmen, können auf Grundlage dieser Annahmen und Studien im Trendszenario bis zum Zieljahr 2045 lediglich 20,8 % der Gebäude saniert werden, während nach dem Sanierungspfad des Handbuchs Klimaschutz 53,8 % der Gebäude saniert wären. Die anderen Studien prognostizieren dagegen Werte innerhalb dieses Korridors.

Neben der Sanierungsrate spielt zudem die Sanierungstiefe eine entscheidende Rolle. Für die Szenarien wurden dabei folgende Annahmen getroffen:

- Trendszenario: Sanierungstiefe nach GEG-Standard (50 kWh/m²)
- Klimaschutzenszenario: Sanierungstiefe nach EH55-Standard (21 kWh/m²) zwischen 2020 und 2030 sowie EH40-Standard (16 kWh/m²) nach 2030

Die nachfolgende Abbildung 5-2 zeigt die möglichen Einsparpotenziale der unterschiedlichen Sanierungsszenarien. Als Referenzgröße werden hier zudem die maximalen Einsparmöglichkeiten bei Vollsanierung (Sanierung aller Gebäude) des Gebäudebestands im Trend- sowie im Klimaschutzenszenario aufgezeigt. Bei einer Vollsanierung im Klimaschutzenszenario können bestenfalls 79,9 % des Wärmebedarfs im Bereich der privaten Haushalte eingespart werden (100 % saniert bis 2045). Im Trendszenario würde eine Sanierungsrate von 100 % dagegen lediglich zu Einsparung in Höhe von 63,9 % führen. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Annahmen bzgl. der Sanierungstiefe (siehe oben).

Erfolgt die Sanierung nach dem Sanierungspfad Handbuch Klimaschutz können rund 43 % des Wärmebedarfs eingespart werden (siehe oben: 53,8 % der Gebäude sind bis zum Jahr 2045 saniert).

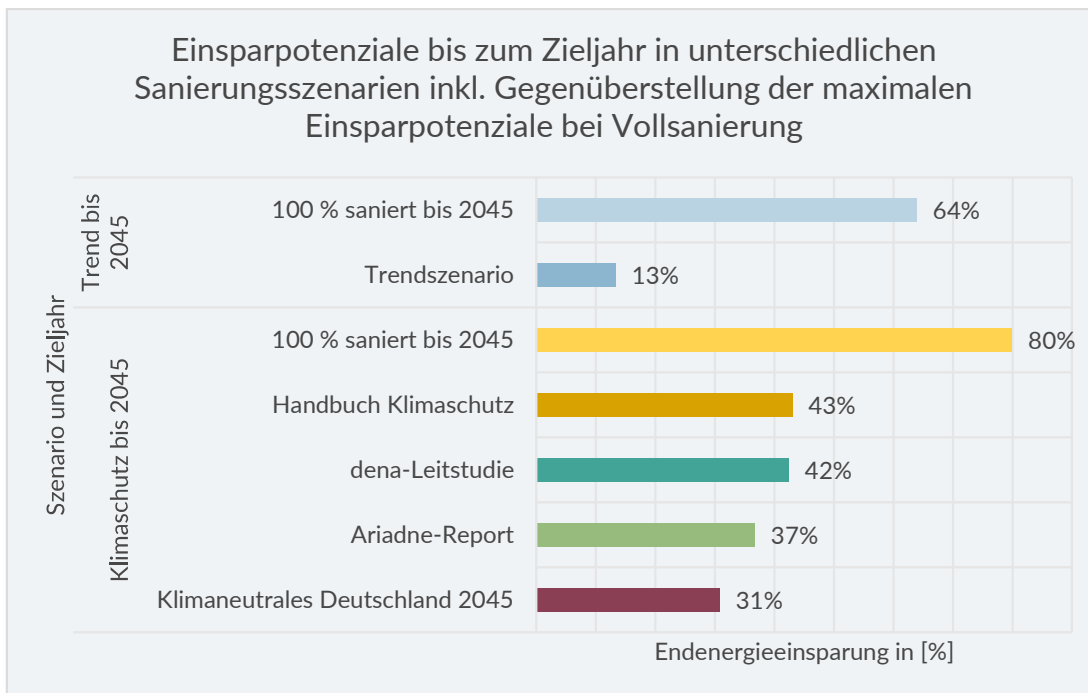


Abbildung 5-2: Einsparpotenziale bis zum Zieljahr in den unterschiedlichen Sanierungsszenarien inkl. Gegenüberstellung der maximalen Einsparpotenziale bei Vollsanierung (Eigene Darstellung)

Strombedarf

Grundlage für die Berechnung des Strombedarfs sind die Berechnungen der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“. Hier wird von einem Strombedarf von 127 TWh deutschlandweit im Jahr 2018 und 114 TWh im Jahr 2045 ausgegangen (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021). Mithilfe dieser Basiswerte wurde ein prozentualer Absenkpfad in 5-Jahres-Schritten berechnet. Damit nimmt der Strombedarf nach eigenen Berechnungen von 3.104 kWh pro Haushalt im Jahr 2020 um 14,6 % bis 2045 ab, sodass dieser einen Wert von 2.651 kWh pro Haushalt erreicht. Berücksichtigt sind hierbei etwa eine Effizienzsteigerung von Elektrogeräten und der Beleuchtung (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Einfluss des Nutzerverhaltens (Suffizienz)³

Im Besonderen das Nutzerverhalten (Suffizienz) nimmt einen wesentlichen Einfluss auf das Endenergieeinsparpotenzial im Bereich der privaten Haushalte. Die Effizienzsteigerung der Geräte kann durch die Ausstattungsraten und das Nutzerverhalten begrenzt werden. Eine rein technische Betrachtung führt stets zu einer starken Verminderung des Haushaltsstrombedarfs.

³ Suffizienz steht für das „richtige Maß“ im Verbrauchsverhalten der Nutzenden und kann auf alle Lebensbereiche übertragen werden.

In der Realität zeigt sich, dass besonders effiziente Geräte zu sogenannten Rebound-Effekten führen. Das bedeutet, dass mögliche Stromeinsparungen durch neue Geräte, beispielsweise durch die stärkere Nutzung dieser oder durch die Anschaffung von Zweitgeräten (Beispiel: der alte Kühlschrank wandert in den Keller und wird dort weiterhin genutzt), begrenzt oder sogar vermindert werden (Sonnberger, 2014). Andererseits kann auch das Gegenteil eintreten, wobei energieintensive Geräte weniger genutzt werden. Des Weiteren ist es bei einigen Geräten auch schlichtweg nicht möglich, große Effizienzsteigerungen zu erzielen. Deshalb ist der Strombedarf in der Zielvision für 2045 nicht um ein Vielfaches geringer als in der Ausgangslage.

Um Einfluss auf das Nutzerverhalten zu nehmen, kann die Kommune etwa Aufklärungsarbeit leisten und die Einwohner für Reboundeffekte sensibilisieren.

Endenergiebedarf

Für den Hochsauerlandkreis wird nach Abstimmung für die weitere Berechnung des Klimaschutzszenarios die Sanierungsrate nach dem Handbuch Klimaschutz gewählt, sodass sich der ursprüngliche Wärmebedarf in Höhe von 1.655.722 MWh auf 943.714 MWh im Jahr 2045 reduziert. Der Strombedarf sinkt von 354.473 MWh auf 302.746 MWh. Die nachfolgende Abbildung 5-3 gibt – aufgeteilt nach Trend- und Klimaschutzszenario – einen vollständigen Überblick über die möglichen Entwicklungen des Endenergiebedarfs im Sektor private Haushalte im Hochsauerlandkreis. Demnach kann der Endenergiebedarf von insgesamt 2.010.196 MWh im Klimaschutzszenario auf 1.246.460 MWh reduziert werden; im Trendszenario dagegen ist lediglich eine Reduzierung auf 1.738.421 MWh möglich.

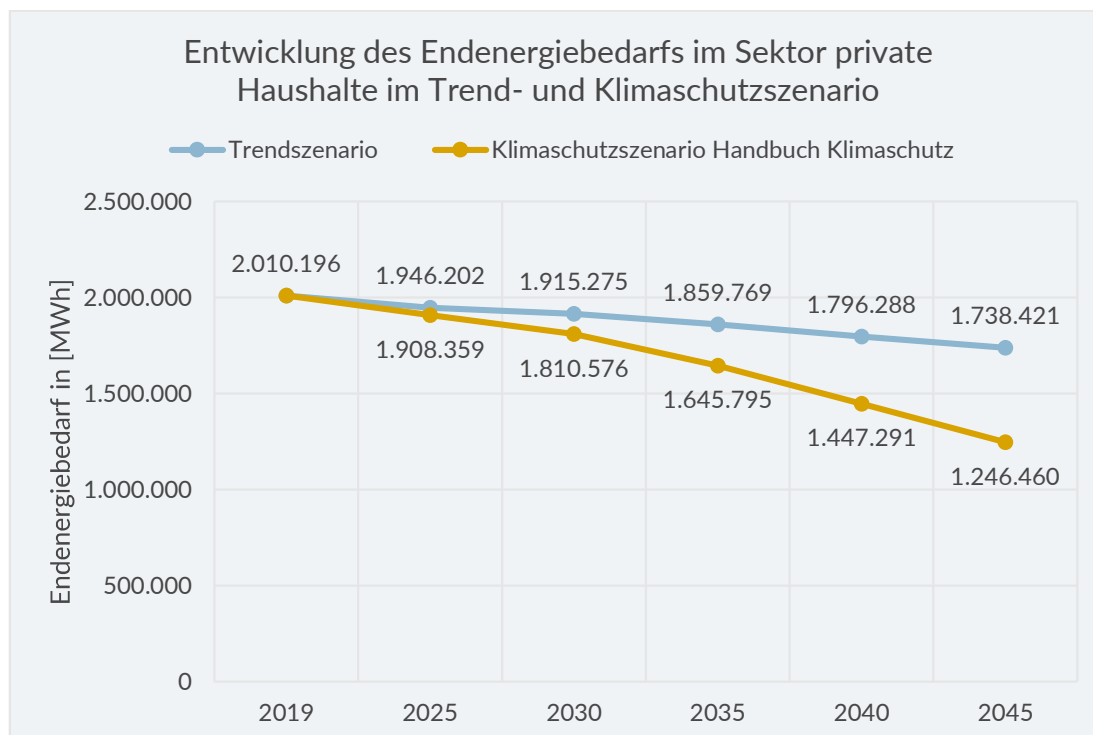


Abbildung 5-3: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Sektor private Haushalte im Trend- und Klimaschutzszenario (Eigene Darstellung)

Einflussbereich des Kreises

Um die Potenziale zu heben, muss die Sanierungsquote stark gesteigert werden. Da hier kein direkter Zugriff durch den Hochsauerlandkreis möglich ist, müssen die Eigentümer zur Sanierung motiviert werden. Dies geht vor allem über Öffentlichkeits- und Netzwerkarbeit sowie über die Ansprache von Akteuren (Handwerkern, Beratern, Wohnungsgesellschaften). Einen weiteren Ansatzpunkt stellt die finanzielle Förderung von privaten Sanierungsvorhaben dar. In diesem Bereich sind jedoch eher Land oder Bund (über die BAFA) tätig und zur Absenkung bürokratischer Hürden bei Antragstellung und Förderung gefordert.

5.2 Wirtschaft

Die Energie- und THG-Bilanz in Kapitel 4 hat ergeben, dass 53 % (4.779.384 MWh) des gesamten Endenergiebedarfs auf den Sektor Wirtschaft (Zusammenfassung aus GHD und Industrie sowie kommunale Einrichtungen, die zum Sektor GHD zählen) entfallen. Der Hochsauerlandkreis besitzt hier im Bundesvergleich einen hohen Stellenwert, da bei gesamtdeutscher Betrachtung der Anteil der Wirtschaft am Endenergiebedarf bei 44,2 % liegt.

Im industriellen Bereich liegen die Einsparpotenziale vor allem im effizienteren Umgang mit Prozesswärme (Brennstoffe) und mechanischer Energie (Strom). Im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) wird dagegen ein großer Teil der Energie zur Bereitstellung von Raumwärme sowie zur Beleuchtung und Kommunikation eingesetzt. Abbildung 5-4 zeigt die unterschiedlichen Einsparpotenziale nach Querschnittstechnologien.

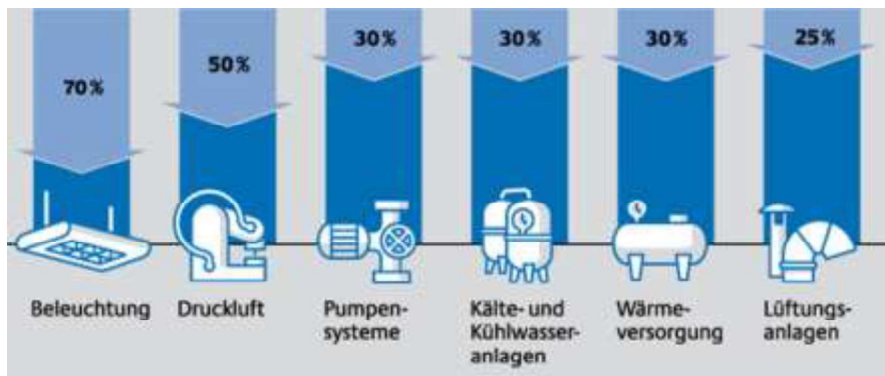


Abbildung 5-4: Energieeinsparpotenziale in der Wirtschaft nach Querschnittstechnologien (dena, 2014)

Für die Ermittlung der Einsparpotenziale von Industrie und GHD wird auf das Handbuch methodischer Grundfragen zur Masterplan-Erstellung zurückgegriffen (Solar Institut Jülich der FH Aachen in Kooperation mit Wuppertal Institut und DLR, 2016). Hier werden Potenziale für die Entwicklung des Energiebedarfs von Gewerbebetrieben ausgewiesen.

Für die Berechnung werden folgende Größen verwendet:

- **Spezifischer Effizienzindex:** Entwicklung der Energieeffizienz der entsprechenden Technologie (technischer Fortschritt) bzw. der

Effizienzpotenziale im spezifischen Einsatzbereich (Verbesserung in der Prozessführung).

- **Nutzungsintensitätsindex:** Intensität des Einsatzes einer bestimmten Technologie bzw. eines bestimmten Einsatzbereiches. Hier spiegelt sich in starkem Maße auch das Nutzungsverhalten oder die technische Entwicklung hin zu bestimmten Anwendungen wider. Zudem werden hier die Verbesserung der Gebäudeenergieeffizienz durch energetische Sanierung (Einfluss auf Laufzeiten von Heizungen und Klimaanlage) sowie der Klimawandel (steigender Kühlungsbedarf) berücksichtigt.
- **Resultierender Energiebedarfsindex:** Aus der Multiplikation von spezifischem Effizienzindex und Nutzungsintensitätsindex ergibt sich der Energiebedarfsindex. Mit Hilfe dieses Wertes lassen sich nun Energiebedarfe für zukünftige Anwendungen berechnen. Dies geschieht, indem der heutige Energiebedarf mit dem resultierenden Energiebedarfsindex für 2045 multipliziert wird.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Grundlagendaten der Studie (etwa der Energiebedarfsindex 2010 sowie der spezifische Effizienzindex und der Nutzungsintensitätsindex 2050) dargestellt. Auf Grundlage dieser Werte wurde der resultierende Energiebedarfsindex für das Zieljahr 2045 ermittelt.

Tabelle 5-1: Grundlagendaten und resultierender Energiebedarfsindex für Trend- und Klimaschutzzszenario

Trendszenario				
	Energiebedarfsindex 2010	Spezifischer Effizienzindex x 2050	Nutzungsintensitätsindex 2050	Resultierender Energiebedarfsindex 2045
Prozesswärme	100 %	95 %	90 %	88 %
Mech. Energie	100 %	80 %	90 %	76 %
IKT	100 %	67 %	151 %	101 %
Kälteerzeuger	100 %	75 %	100 %	79 %
Klimakälte	100 %	75 %	100 %	79 %
Beleuchtung	100 %	55 %	100 %	63 %
Warmwasser	100 %	95 %	100 %	96 %
Raumwärme	100 %	60 %	100 %	67 %
Klimaschutzzszenario				
	Energiebedarfsindex 2010	Spezifischer Effizienzindex x 2050	Nutzungsintensitätsindex 2050	Resultierender Energiebedarfsindex 2045
Prozesswärme	100 %	95 %	90 %	88 %
Mech. Energie	100 %	67 %	90 %	67 %
IKT	100 %	67 %	151 %	101 %
Kälteerzeuger	100 %	67 %	100 %	72 %
Klimakälte	100 %	67 %	100 %	72 %
Beleuchtung	100 %	55 %	100 %	63 %
Warmwasser	100 %	95 %	90 %	88 %

Raumwärme	100 %	45 %	100 %	56 %
-----------	-------	------	-------	------

Wie der vorangestellten Tabelle 5-1 zu entnehmen, werden – mit Ausnahme von Prozesswärme und Warmwasser – in sämtlichen Bereichen hohe Effizienzgewinne angesetzt. Dies impliziert, dass – bis auf im Anwendungsbereich Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) – alle Energiebedarfe abnehmen. Der steigende Energiebedarf im Bereich IKT ist darauf zurückzuführen, dass hier eine stark steigende Nutzungsintensität prognostiziert wird.

Die oben dargestellten Parameter werden nachfolgend auf die Jahre 2019 bis 2045 in 5-Jahres-Schritten hochgerechnet. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der Berechnungen für den gesamten Wirtschaftssektor. Dabei wird erkenntlich, dass im Klimaschutzscenario bis zu 16 % Endenergie eingespart werden können. Das Trendszenario führt zu einer Einsparung des Endenergiebedarfs von 13 %.

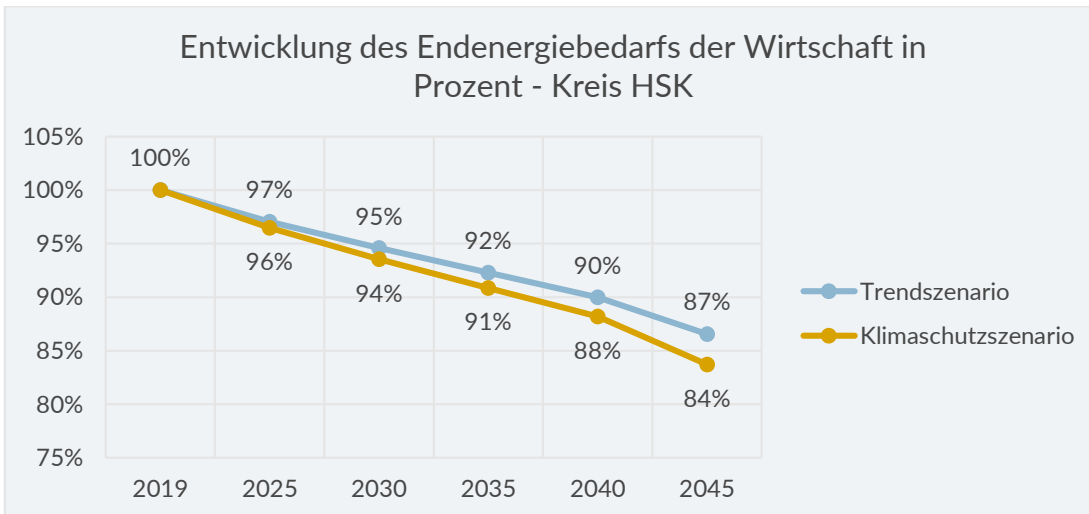


Abbildung 5-5: Entwicklung des Endenergiebedarfs der Wirtschaft - Hochsauerlandkreis

Endenergiebedarf der Wirtschaft

Die Potenziale werden in der nachfolgenden Abbildung 5-6 nach Anwendungsbereichen sowie nach Strom und Wärme (in Form von Endenergie) aufgeteilt dargestellt. Dabei erfolgt eine getrennte Betrachtung des Ausgangsjahres sowie der beiden Szenarien (Trend und Klimaschutz).

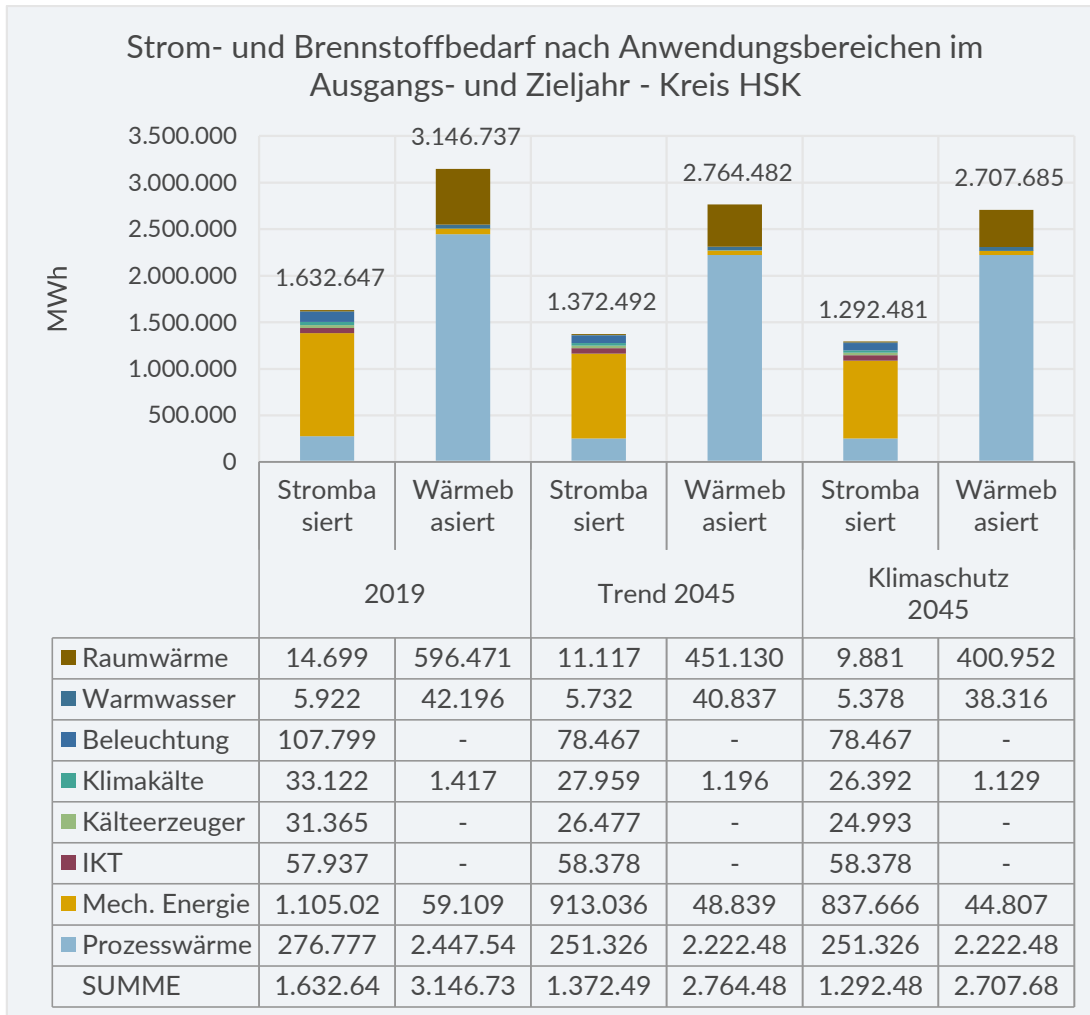


Abbildung 5-6: Strom- und Wärmebedarf nach Anwendungsbereichen im Ausgangs- und Zieljahr – Kreis HSK (Eigene Berechnung)

Es wird ersichtlich, dass in des Hochsauerlandkreises auch im Wirtschaftssektor prozentual gesehen große Einsparpotenziale im Bereich der Raumwärme liegen. So können im Klimaschutzszenario 2045 rund 200.336 MWh Raumwärmebedarf eingespart werden; dies entspricht einer Einsparung von rund 33 %. Über alle wärmebasierten Anwendungsbereiche hinweg können insgesamt bis zu 439.052 MWh bzw. rund 14 % der Endenergie eingespart werden. Im Bereich Strom lassen sich im Klimaschutzszenario über alle Anwendungsbereiche hinweg rund 21 % einsparen. Hierbei zeigen sich mit 340.166 MWh möglicher Reduktion vor allem Einsparpotenziale im Bereich der mechanischen Energie. Dies vor allem durch den Einsatz effizienterer Technologien.

Einflussbereich des Kreises/der Kommune

Um insbesondere das Potenzial der Räumwärme zu heben, sollte die Sanierungsquote gesteigert werden. Da auch hier kein direkter Zugriff durch die Verwaltung des Hochsauerlandkreises möglich ist, müssen die Unternehmen zur Sanierung motiviert werden. Dies geht vor allem über Öffentlichkeits- und Netzwerkarbeit sowie Ansprache von Akteuren. Ein weiterer Ansatzpunkt wäre die finanzielle Förderung von

Sanierungsvorhaben. In diesem Bereich sind jedoch eher Land oder Bund (über die BAFA) tätig und zur Absenkung bürokratischer Hürden bei Antragstellung und Förderung gefordert.

Über gesetzgeberische Aktivitäten ließen sich zudem Standards für Energieeffizienzen anheben. Auch hier sind Land, Bund oder EU aufgefordert, aktiv zu werden.

Ein zusätzlicher Anreiz zu energieeffizienter Technologie und rationellem Energieeinsatz können weitere Preissteigerungen im Energiesektor sein. Dies wird jedoch entweder über die Erhebung zusätzlicher bzw. Anhebung von bestehenden Energiesteuern erreicht oder über Angebot und Nachfrage bestimmt.

5.3 Verkehr

Der Sektor Verkehr hat mit einem Anteil von 23 % am Endenergieverbrauch einen erheblichen Einfluss auf die THG-Emissionen des Hochsauerlandkreises. Da in diesem Sektor der Anteil erneuerbarer Energien bzw. alternativer Antriebe nach wie vor sehr gering ist, bietet dieser langfristig hohe Einsparpotenziale. Bis zum Zieljahr 2045 ist davon auszugehen, dass ein Technologiewechsel auf alternative Antriebskonzepte (z. B. E-Motoren und Brennstoffzellen) aber auch eine Verkehrsverlagerung Richtung Umweltverbund stattfinden wird. In Verbindung mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energien im Stromsektor (entweder auf Kreisgebiet gewonnen oder von außerhalb zugekauft) kann dadurch langfristig von einem hohen THG-Einsparpotenzial ausgegangen werden.

Aufbauend auf den Studien „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015) und „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021) wurden die Entwicklungen der Fahrleistung sowie die Entwicklungen der Zusammensetzung der Verkehrsmittel für zwei unterschiedliche Szenarien hochgerechnet (Trend und Klimaschutz). Dabei wurden vorhandene Daten, wie z. B. zurückgelegte Fahrzeugkilometer und der Endenergieverbrauch verwendet.

Basis für das **Trendszenario** sind Werte aus dem „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“ der Studie „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut / Fraunhofer ISI, 2015). Das **Klimaschutzszenario** basiert dagegen auf der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021) und stellt eine maximale Potenzialausschöpfung dar.

Entwicklung der Fahrleistungen

Nachfolgend sind die Fahrleistungen für das Trend- und das Klimaschutzszenario bis 2045 berechnet worden. Daran schließen sich die Ergebnisse der Endenergiebedarfs- und Potenzialberechnungen für den Sektor Verkehr an.

Wie der nachfolgenden Abbildung 5-7 zu entnehmen ist, zeigt sich für das Trendszenario bis 2045 insgesamt eine leichte Zunahme der Fahrleistungen. Während der motorisierte Individualverkehr um rund 1 % ansteigt, steigen die Verkehrsmittel

leichte Nutzfahrzeuge (LNF) und Lastkraftwagen (LKW) um jeweils rund 15 % an. Bei den Bussen ist mit einer leichten Abnahme der Fahrleistung zu rechnen.

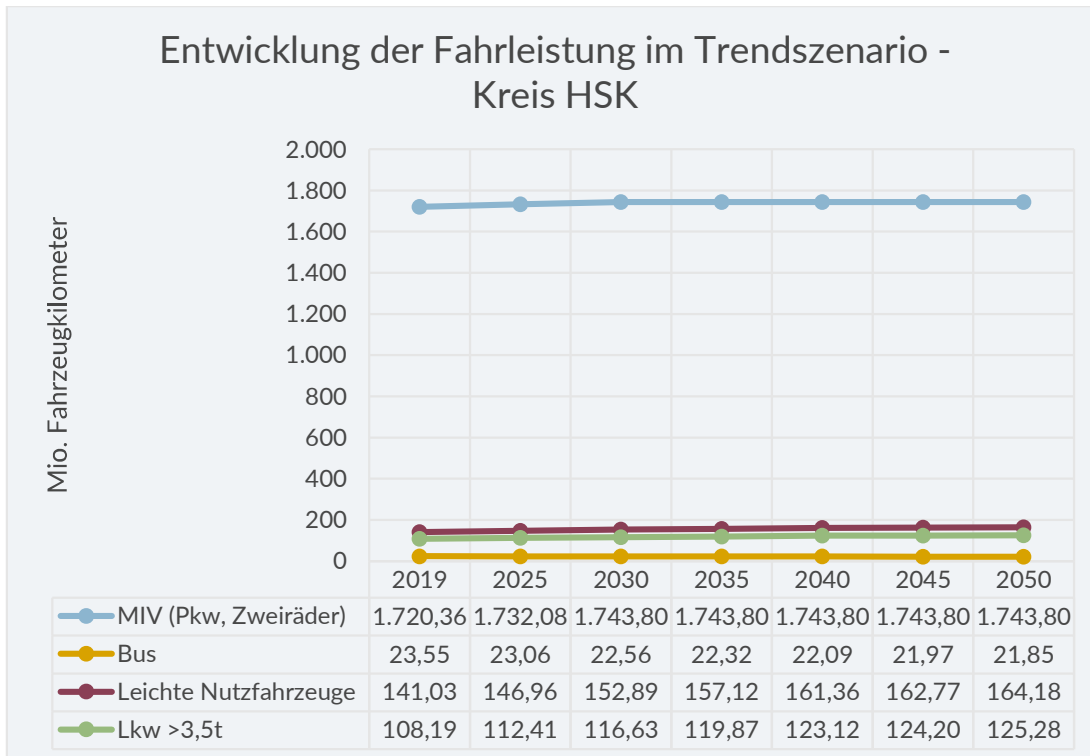


Abbildung 5-7: Entwicklung der Fahrleistungen im Trendszenario - Hochsauerlandkreis (Eigene Berechnung)

Die Entwicklungen der Fahrleistungen im Klimaschutzszenario sind in der Abbildung 5-8 dargestellt und zeigen bis 2045 eine Abnahme der gesamten Fahrleistung um rund 20 %. Der MIV sinkt um rund 27 %. Die Fahrleistung der Busse verdoppelt sich in etwa (Zunahme in Höhe von 102 %). Für die verbleibenden Verkehrsmittel (LNF und LKW) wird eine leichte Zunahme von jeweils 13 % prognostiziert.

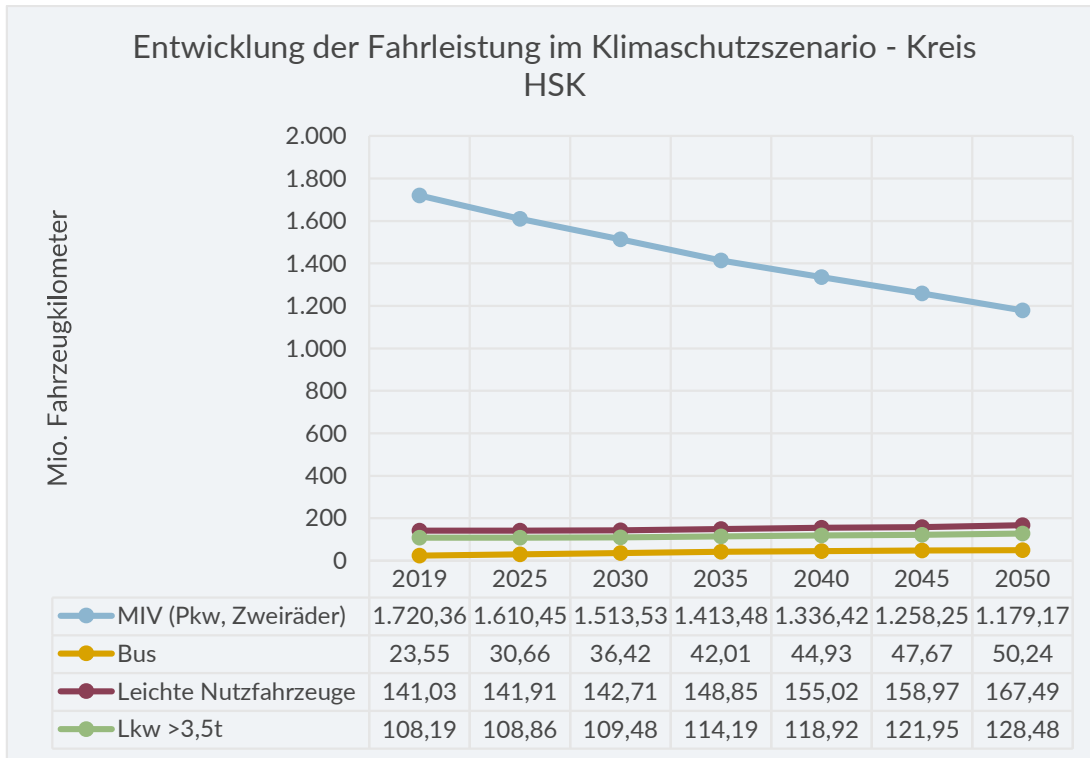


Abbildung 5-8: Entwicklung der Fahrleistungen im Klimaschutzscenario - Sennegemeinde Hövelhof (Eigene Berechnung)

Wie der nachfolgenden Abbildung 5-9 zu entnehmen ist, verschiebt sich neben der Veränderung der Gesamtfahrleistung auch der Anteil der Fahrzeuge mit konventionellen Antrieben zugunsten von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben. Im Klimaschutzscenario ist zu erkennen, dass bereits vor 2035 die Fahrleistung der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben die Fahrleistung der fossil betriebenen Fahrzeuge übertrifft. Für das Trendszenario gilt dies nicht. Hier dominieren weiterhin deutlich die konventionellen Antriebe, wobei auch hier der Anteil der alternativen Antriebe aufgrund sich andeutender Marktdynamiken steigen wird – allerdings nur moderat.

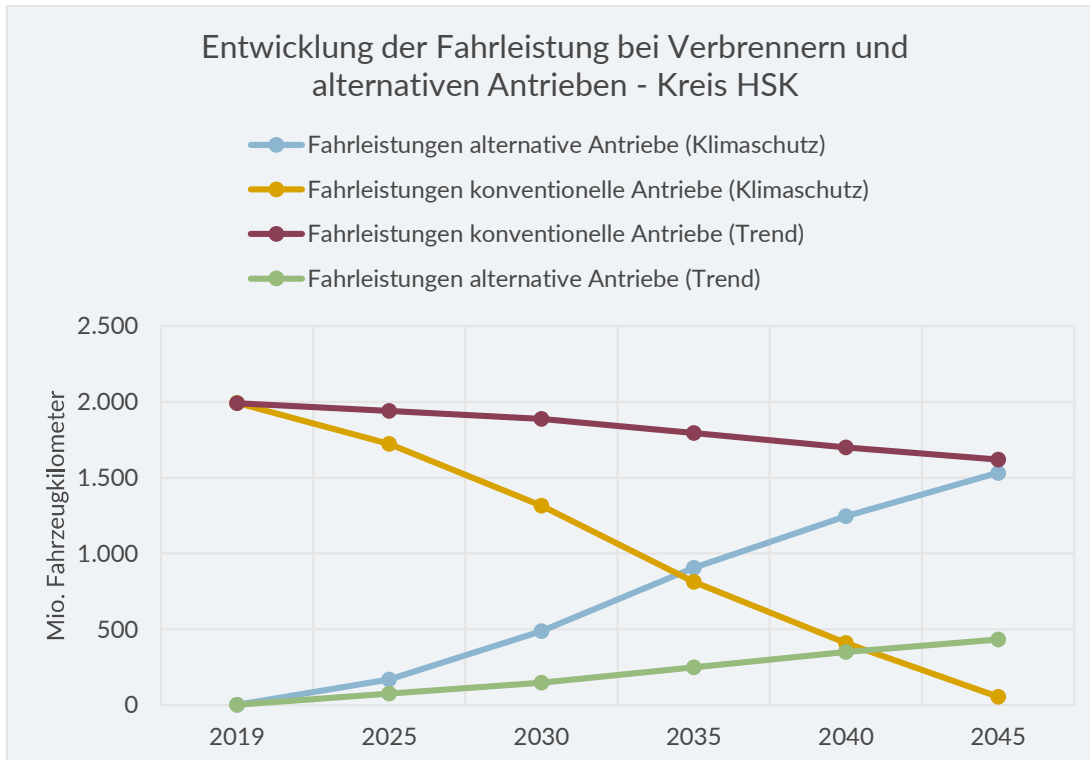


Abbildung 5-9: Entwicklung der Fahrleistung bei fossilen und alternativen Antrieben - Hochsauerlandkreis (Eigene Berechnung)

Entwicklung des Endenergiebedarfs

Auf Grundlage der dargestellten Fahrleistungen werden in der nachfolgenden Abbildung 5-10 die Endenergieeinsparpotenziale für beide Szenarien (Trend und Klimaschutz) berechnet. An dieser Stelle sind neben der Veränderung der Gesamtfahrleistung sowie der Zusammensetzung der unterschiedlichen Antriebsarten auch Effizienzsteigerungen einbezogen worden.

Im Trendszenario wird ein Einsparpotenzial von 29 % erreicht. Im Zieljahr 2045 beträgt der Endenergiebedarf für den Sektor Verkehr demnach noch 71 % des heutigen Endenergiebedarfs. Im Klimaschutzszenario können dagegen rund 68 % der Endenergie eingespart werden, sodass vom ursprünglichen Endenergiebedarf lediglich 32 % erhalten bleiben.

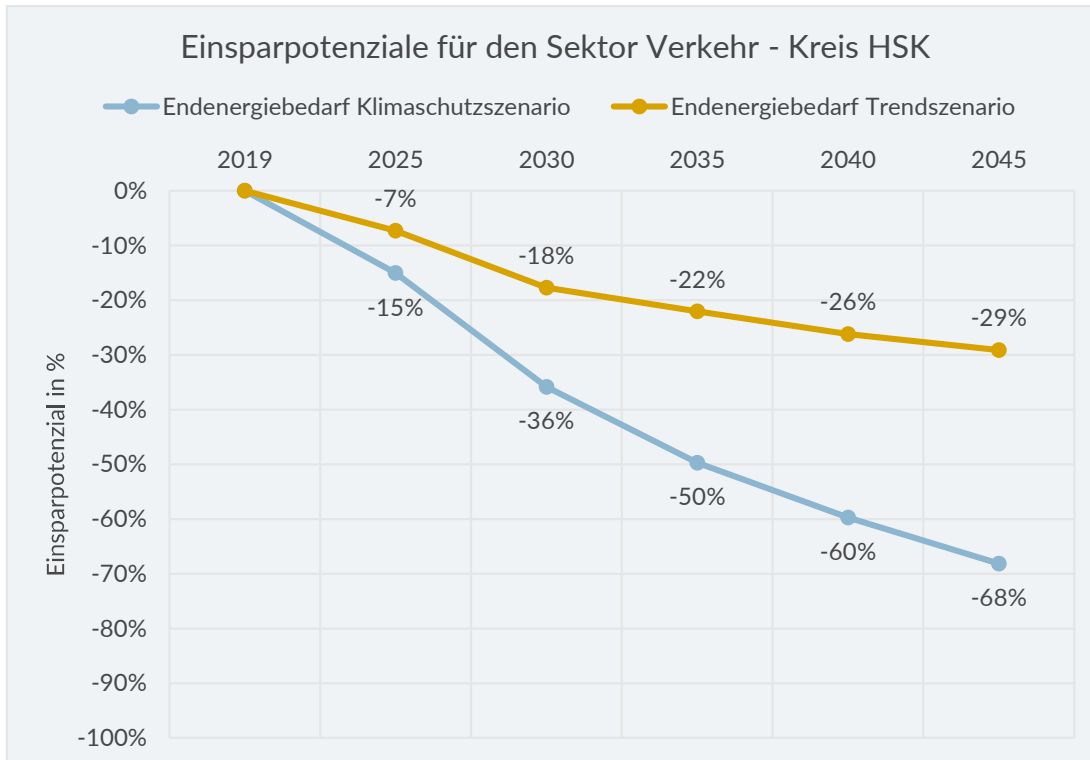


Abbildung 5-10: Einsparpotenziale für den Sektor Verkehr – Hochsauerlandkreis (Eigene Berechnung)

Einflussbereich des Kreises

Der Hochsauerlandkreis kann neben der Öffentlichkeitsarbeit zur Nutzung des ÖPNV und einer höheren Auslastung von Pendlerfahrzeugen sowie der Schaffung planerischer und struktureller Rahmenbedingungen zur Umgestaltung des inner- und außerörtlichen Verkehrs kaum direkten Einfluss auf die Entwicklungen in diesem Sektor nehmen. Im Rahmen der Potenzialanalyse wird daher im Sektor Verkehr lediglich der Straßenverkehr ohne den Autobahnanteil betrachtet.

5.4 Erneuerbare Energien

Nachfolgend werden die berechneten Potenziale für regenerative Energien dargestellt. Dabei stellen die Potenziale theoretische Maximalwerte dar, deren Umsetzbarkeit im Einzelfall zu prüfen und weiter zu konkretisieren ist.

Um die Potenziale im Sektor erneuerbare Energien zu ermitteln, wurden die LANUV-Potenzialstudien und der LANUV-Energieatlas verwendet. Die ermittelten Potenziale werden in den nachfolgenden Unterabschnitten je Energieträger genannt. Für weitere Details wird auf die Potenzialstudien und das Solarkataster verwiesen.

5.4.1 Windenergie

Die Stromerzeugung durch Windenergie spielt im Hochsauerlandkreis anteilig an der insgesamt durch erneuerbare Energien erzeugten Strommenge die größte Rolle. Wie der nachfolgenden Abbildung 5-11 zu entnehmen, existieren mit Stand 2019 im gesamten Hochsauerlandkreis 151 Windenergieanlagen. Insgesamt weisen die Anlagen eine Leistung von 314 MW auf, was einer durchschnittlichen Leistung von 2,1 MW/Anlage entspricht (LANUV, 2021). Im Bilanzjahr 2019 haben diese Windenergieanlagen einen Stromertrag von 576.679 MWh geliefert (vgl. Abschnitt 4.5.1). Der größte Standort für Windenergieanlagen im Kreis, dem Windpark Meerhof, befindet sich im Nordosten und ist zudem Teil des Windpark Sintfeld, eines der größten zusammenhängenden Gebiete in Europa, die für die Energieerzeugung durch Windkraftanlagen genutzt werden. Seit 1995 werden in der Nähe von Marsberg Windenergieanlagen betrieben und befinden sich fortlaufend im Repoweringprozess. Ein weiterer großer Standort für Windenergieanlagen befindet sich ebenfalls im Nordosten des Kreises nahe Brilon. Hier produzieren die Stadtwerke Brilon Strom aus Windenergie. Im übrigen Kreisgebiet stehen einzelne Windenergieanlagen bzw. im Südwesten sind keine Windkraftanlagen vorzufinden.

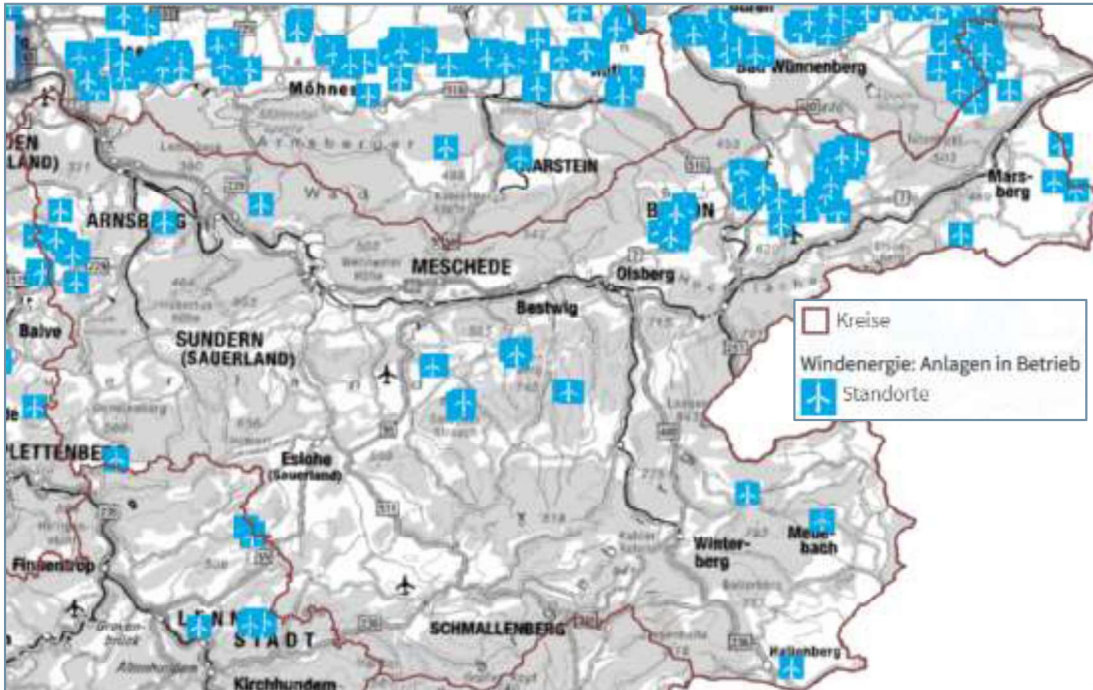


Abbildung 5-11: Windenergieanlagen Kreisgebiet HSK - Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021)

Für den Energieträger Windenergie werden in der Potenzialstudie (LANUV, 2022) die nachfolgenden Potenziale genannt:

- 1.986 MW installierbare Leistung
- 5.647.000 MWh/a Nettostromertrag

5.4.2 Sonnenenergie

Die eingespeiste Strommenge durch Sonnenenergie beläuft sich im Bilanzjahr 2019 auf 129.138 MWh (vgl. Abschnitt 4.5.1). Des Weiteren wurde im Jahr 2019 ein Wärmeertrag von rund 20.886 MWh durch Solarthermie gewonnen (vgl. Abschnitt 4.5.2). Nachfolgend wird das Potenzial der Sonnenenergie in Dachflächen- und Freiflächenphotovoltaik sowie Solarthermie unterteilt.

Dachflächenphotovoltaik

Gemäß des durch das LANUV ermittelten Potenzials gibt es im Hochsauerlandkreis eine geeignete Dachfläche mit einer installierbaren Modulfläche von 8.061.000 m², einer installierbaren Gesamtleistung von 1.370 MWp und einem möglichen Stromertrag von 1.090.000 MWh/a (LANUV, 2021).

Die nachfolgende Abbildung 5-12 zeigt einen Ausschnitt des Hochsauerlandkreises (Meschede, Zentrum). Dabei handelt es sich um einen Auszug aus dem Energieatlas NRW (LANUV, 2021). Verzeichnet sind entsprechend der dargestellten Legende die Potenziale für Photovoltaik-Dachflächenanlagen.



Abbildung 5-12: Photovoltaik-Potenziale Dachflächen Ausschnitt Hochsauerlandkreis - Auszug Energieatlas NRW (LANUV, 2021)

Freiflächenphotovoltaik

Zumeist stehen Freiflächenphotovoltaikanlagen in Konkurrenz zu landwirtschaftlich genutzten Flächen. Doch auch beispielsweise die Randstreifen entlang der Autobahnen und Schienenwege bieten hohe Potenziale für Freiflächenphotovoltaik. Zudem sind diese im EEG 2021 vom Gesetzgeber als förderungswürdige Standorte für PV-Freiflächenanlagen festgelegt. Dabei können große Freiflächenanlagen seit dem EEG 2021 zukünftig eine Leistung von bis zu 20 MWp besitzen (vorher 10 MWp). Hierzu wurde etwa auch der Korridor erweitert. Während bislang 110 m Randstreifen an Autobahn- und Eisenbahnrandern galten, können nun 200 m genutzt werden (dabei muss jedoch ein Streifen von 15 m freigehalten werden).

Die Flächen entlang der Autobahnen und Schienenwege eignen sich grundsätzlich vor allem deshalb, da das Landschaftsbild bereits vorbelastet ist, es weniger Nutzungskonkurrenz gibt und die Flächen häufig geböscht sind, sodass die Module in einem günstigen Neigungswinkel stehen und daher mit weniger Abstand zueinander aufgestellt werden können als auf ebenen Flächen. Im Hochsauerlandkreis gilt es die hügelige Topografie entlang der Autobahn 46 und entlang der Schienenstränge zu berücksichtigen.

Prinzipiell sind folgende Flächen unproblematisch als Potenzialflächen für Solarfreiflächenanlagen geeignet:

- 200 m Randstreifen von Autobahnen oder Bundesstraßen (beidseitig, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn), welche als Acker- oder Grünland ausgewiesen sind. (500 m nach EEG 2023)

- 200 m Randstreifen von Bahntrassen (beidseitig), welche als Acker- oder Grünland ausgewiesen sind.

Siedlungs- und Waldflächen sowie folgende Schutzgebiete werden als ungeeignet für die Solar-Freiflächen bewertet: Naturschutzgebiete, Biotope, Naturdenkmale, FFH-Gebiete, Wasserschutzgebiete (Zone I + II), Überschwemmungsgebiete und Vogelschutzgebiete.

Gemäß der durch das LANUV durchgeführten „Potenzialstudie Solarenergie NRW“ beträgt die installierbare Modulfläche des Hochsauerlandkreises 9.344.589 m²; dies entspricht einer installierbaren Leistung von 1.592 MWp sowie einem möglichen jährlichen Stromertrag von 1.432.000 MWh (LANUV, 2021).⁴

Agri-PV

Neben herkömmlichen PV-Freiflächenanlagen können auch PV-Anlagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen installiert werden. Diese sogenannte Agri-PV bezeichnet damit ein Verfahren zur gleichzeitigen Nutzung von Flächen für die Landwirtschaft und die Solarstromproduktion. Damit steigert Agri-PV die Flächeneffizienz und ermöglicht den Ausbau der PV-Leistung bei gleichzeitigem Erhalt fruchtbarer Acker- oder Weideflächen für die Landwirtschaft.

Agri-PV-Systeme lassen sich als bodennahe (landwirtschaftlicher Betrieb zwischen den PV-Modulen) und hoch aufgeständerte Anlagen (mindestens 2,1 m Höhe, landwirtschaftlicher Betrieb unter den PV-Modulen) realisieren. Der Flächenbedarf von hoch aufgeständerten Agri-PV-Systemen liegt im Normalfall 20-40 % über dem von herkömmlichen Freiflächenanlagen (12 m²/kWp (Fraunhofer ISE, 2022)). Daraus ergibt sich ein gemittelter Flächenfaktor von 1,3. Der Flächenbedarf von bodennahen Agri-PV-Systemen ist etwa drei Mal so hoch wie bei PV-Freiflächenanlagen, woraus einen Flächenfaktor von 3,0 resultiert (Fraunhofer ISE, 2022).

Im Bilanzjahr 2019 beträgt die Größe der landwirtschaftlichen Flächen im Hochsauerlandkreis laut statistischem Landesamt NRW rund 59.748 ha. Es ergeben sich die in der Tabelle 5-2 aufgeführten Maximalpotenziale für bodennahe und hoch aufgeständerte Agri-PV-Anlagen. Da auf landwirtschaftlich genutzten Flächen jeweils lediglich eine der beiden Anlagenarten installiert werden kann, sind die Potenziale alleinstehend zu betrachten und können nicht addiert werden. Die Angaben zur Fläche beziehen sich zudem lediglich – wie bereits erwähnt - auf statistische Werte des Landesamts für Statistik NRW. Somit sind der Anlagenstandort und die Anlagenart, welche tatsächlich installiert werden kann, im Einzelfall zu überprüfen.

⁴ Da die letzte Untersuchung des PV-Freiflächen-Potenzials im Jahr 2020 stattgefunden hat, wurden hier die zuvor gültigen 110 m² Randstreifen als Berechnungsgrundlage genutzt.

Tabelle 5-2: Agri-PV maximale Potenziale

Agri-PV-Anlagenart	Fläche [m ²]	Flächenfaktor	Maximaler Stromertrag [MWh/a]
Bodennah	597.480.000	3,0	17.154.315
Hoch aufgeständert		1,3	39.586.880

Aufgrund dessen, dass Agri-PV nicht für jede Anbaufrucht geeignet ist und nicht jeder landwirtschaftlicher Betrieb den Umbau bzw. die Anpassung an die Agri-PV-Anlage z. B. aufgrund der Maschinen oder Kosten tragen kann, werden folgende Daten für das Potenzial von Agri-PV im Hochsauerlandkreis angenommen:

- 1 % der landwirtschaftlichen Fläche wird auf Agri-PV umgerüstet
- Es werden nur hoch aufgeständerte Anlagen installiert, da der Ertrag gegenüber bodennahen Anlagen auf der gleichen Fläche deutlich höher ist.

Somit beläuft sich das Potenzial für Agri-PV im HSK auf **395.586 MWh/a**.

Agri-PV-Anlagen sind derzeit tendenziell teurer als die konventionelle Freiflächenanlagen, welche im vorherigen Abschnitt beschrieben wurden. Gleichzeitig kann in diesen weniger Leistung pro Fläche installiert werden. Dies führt zu einem höheren Stromgestehungskosten bei Agri-PV. Zudem werden für die Montagesysteme Flächenanteile benötigt, welche die verfügbare landwirtschaftliche Nutzung reduzieren. Diese nicht mehr landwirtschaftlich nutzbaren Flächenanteile machen je nach Anlagendesign 8 % bis 15 % Fläche der Anlage aus (Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe TFZ, 2021). Die Technologie ist deshalb bislang noch nicht weit verbreitet und mögliche Ausbauraten können somit nur schwer abgeschätzt werden. Für den Hochsauerlandkreis ergibt sich außerdem die Problematik, dass die landwirtschaftlichen Flächen nicht im direkten Einflussbereich der Stadtverwaltung liegen. Die Errichtung der PV-Module muss deshalb immer einzelfallspezifisch gemeinsam mit den Landwirten geplant und umgesetzt werden.

Doch bringt die Technologie auch weitreichende Vorteile mit sich. Wie einleitend schon dargestellt wurde, erhöht sich bei einer gleichzeitigen Nutzung der Flächen für die Landwirtschaft und für die Solarstromproduktion die Landnutzungseffizienz insgesamt erheblich.

Wird der Solarstrom direkt vor Ort gespeichert und genutzt, ergeben sich für die landwirtschaftlichen Betriebe Energiekostensparnisse oder sogar eine weitere Einkommensquelle durch die Einspeisung des überschüssigen Stroms.

Im Hinblick auf die sich verändernde Witterung birgt die Agri-PV außerdem noch weitere Potenziale. Wie Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) in Abbildung 5-13 aufzeigen, entwickelt sich der Trend zu einer Abnahme der Niederschlagsmengen und zu höheren Temperaturen. Insbesondere hoch aufgeständerte Agri-PV bieten hier

den Vorteil, dass sich die landwirtschaftlichen Ernteerträge durch die Teilverschattung unter den Solarmodulen sogar steigern können.

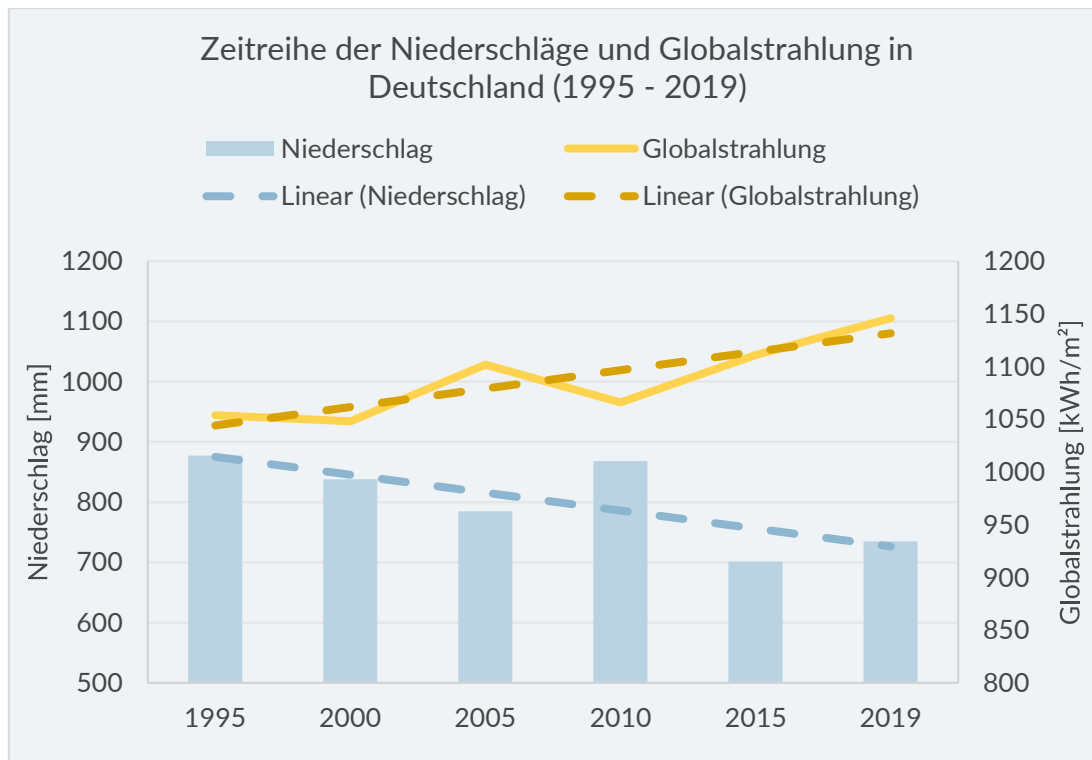


Abbildung 5-13: Zeitreihe der Niederschläge und Globalstrahlung in Deutschland (1995 - 2019) (Deutscher Wetterdienst DWD, 2020)

Das Verbundprojekt »Agrophotovoltaik – Ressourceneffiziente Landnutzung« (APV-RESOLA) erprobt die Kombination von Solarstromproduktion und Landwirtschaft auf der gleichen Fläche. Im Jahr 2018 konnten bei drei von vier angebauten Kulturen unter den Anlagen höhere Erträge als auf der Referenzfläche ohne Solarmodulen erzielt werden. Im Ergebnis wird davon ausgegangen, dass einige Fruchtarten in den von Trockenheit geprägten Hitzesommern durch die Verschattung unter den semitransparenten Solarmodulen sogar profitieren (Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, 2019).

Vor dem Hintergrund dieser weitreichenden Vorteile ist der Ruf nach einer politischen Förderung dieser Form der Stromerzeugung gewachsen. Als Reaktion haben Bundestag und Bundesrat mit der Novelle des EEG im Dezember 2020 erstmals eine reguläre Förderung für Agri-PV auf den Weg gebracht. Im Zuge der sogenannten Innovationsausschreibungen wurde ab 2022 die Förderung von 150 MW/a in Form einer EEG-Marktprämie für „besondere“ Solaranlagen (Agri-PV-Projekte und PV-Anlagen auf Gewässern und Parkplätzen) gewährleistet (Fraunhofer ISE, 2022). Es ist künftig also mit einem schnelleren und weitreichenderen Ausbau von Agri-PV-Anlagen zu rechnen. Aus diesem Grund wurde sich in der vorliegenden Potenzialanalyse und der Berechnung der Entwicklungsszenarien dazu entschlossen, die Potenziale der Agri-PV im Hochsauerlandkreis teilweise zu berücksichtigen.

Solarthermie

Neben der Stromerzeugung ist die Sonnenenergie auch für die Warmwasserbereitung durch Solarthermie geeignet. Ein 4-Personen-Haushalt benötigt etwa 4-6 m² Kollektorfläche zur Deckung des Warmwasserbedarfes außerhalb der Heizperiode (Mai bis September). Insgesamt können so über das Jahr gesehen rund 60 % des Warmwasserbedarfes durch Solaranlagen abgedeckt werden.

In sogenannten Kombi-Solaranlagen kann darüber hinaus, neben der Warmwasserbereitung, auch Energie zum Heizen der Wohnfläche genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend große Dachfläche, da die Kollektorfläche ungefähr doppelt so groß sein muss, wie bei reinen Solaranlagen für die Warmwasserbereitung. Dies führt zu einer Flächenkonkurrenz mit Photovoltaikanlagen. Ein Speicher im Keller sorgt durch seine Pufferwirkung dafür, dass die Solarwärme auch nutzbar ist, wenn die Sonne nicht scheint. Im Vergleich zu Anlagen, die lediglich der Warmwasserbereitung dienen, ist das Speichervolumen bei Kombi-Anlagen zwei- bis drei-mal so groß. Zudem ist der Speicher im Gegensatz zu einfachen Anlagen zum überwiegenden Teil mit Heizungswasser gefüllt.

Durch Kombi-Solaranlagen lassen sich rund 25 % des jährlichen Wärmeenergiebedarfs decken. Eine zusätzliche herkömmliche Heizung ist in jedem Fall erforderlich. Die Kombination von Solaranlagen mit einem herkömmlichen Heizungssystem ist vom Fachmann durchzuführen, da Solaranlagen, bestehende Heizung und Wärmeenergiebedarf aufeinander abgestimmt sein müssen, um eine optimale Effizienz zu erzielen.

Für den Hochsauerlandkreis weist das LANUV eine theoretisch maximal erzeugbare Wärmemenge in Höhe von 3.650.000 MWh/a aus, wovon etwa 84.000 MWh als nutzbare Wärmemenge für die Warmwasseraufbereitung ausgewiesen werden. Dies entspricht einem Deckungsanteil des Warmwasser-Wärmebedarfs von 30 %. Die Diskrepanz zwischen der theoretischen und der technisch nutzbaren Wärmemenge kommt durch mehrere Einschränkungen zustande:

- Es werden nur Wohngebäude berücksichtigt (Flächenkorrekturfaktor)
- Eine geometrische Korrektur bezüglich der Modulgröße wird vorgenommen
- Die Dimensionierung erfolgt nicht so groß wie möglich, sondern aus Gründen der Wirtschaftlichkeit entsprechend 60 % des Warmwasser-Bedarfs des Gebäudes
- Nur die Wohngebäude mit zentraler Warmwasserbereitung werden berücksichtigt, dies sind in NRW ca. 50 %

5.4.3 Biomasse

Unter den erneuerbaren Energien ist die Biomasse die Technologie, die am flexibelsten eingesetzt werden kann. Im Gegensatz zu Wind und Sonne kann die Biomasse

„gelagert“ bzw. gespeichert werden und folglich als Puffer eingesetzt werden, wenn Sonne und Wind zu wenig Energie liefern. Dabei kann Biomasse sowohl bei der Strom- als auch bei der Wärmeerzeugung zum Einsatz kommen.

Biomasse ist allerdings mit Abstand die flächenintensivste unter den erneuerbaren Energien. Die Energieerträge aus verschiedenen Substraten variieren dabei zum Teil stark, z. B.:

- 5 MWh/(ha a) aus extensivem Grünland,
- 20 MWh/(ha a) aus Zuckerrüben,
- 60 MWh/(ha a) aus Silomais.

Zudem gibt es viele kritische Stimmen zur Nutzung von Biomasse als Energielieferant. Hier ist beispielsweise die „Teller oder Tank“-Debatte zu nennen, in der häufig kritisiert wird, dass Biomasse nicht primär zur energetischen Nutzung angebaut, sondern eher auf Reststoffe zurückgegriffen werden sollte. Zukünftig wird vor allem die verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse, beispielsweise zur Herstellung von Biokunststoffen, gegen den Einsatz dieser zur Energiegewinnung sprechen. Im Rahmen dieses Konzeptes wird daher nur ein geringes Potenzial für Biomasse als Brückentechnologie in der Szenarien-Berechnung berücksichtigt.

Um Flächen zu sparen, sollten vor allem auch Reststoffe genutzt werden, die in der Land- und Forstwirtschaft ohnehin anfallen, z. B. Waldrestholz, Landschaftspflegeholz, organische Abfälle und Gülle.

Die nutzbaren biogenen Abfallströme weisen ebenfalls ein signifikantes Potenzial zur Strom- bzw. Wärmeerzeugung auf. Auf das Land NRW bezogen liegen die Potenziale hauptsächlich in den Bereichen Altholz sowie Hausmüll, Sperrmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle. Daneben kommen unter anderem Klärgas/Klärschlamm und Landschaftspflegematerial als erneuerbare Rohstoffe infrage. Im Allgemeinen sind die Potenziale zur erneuerbaren Energieerzeugung in der Abfallwirtschaft in NRW bereits heute zu großen Teilen ausgeschöpft. Zu beachten ist auch, dass die Energieerzeugung oftmals nicht auf dem Gebiet der Kommune erfolgt, in der der Abfall anfällt (LANUV, 2014).

Im Hochsauerlandkreises werden im Bilanzjahr 2019 bereits 265.082 MWh Wärme sowie 212.278 MWh Strom aus Biomasse gewonnen (vgl. Abschnitte 4.5.1 und 4.5.2).

Das LANUV weist auf Kreisebene Biomassepotenziale für die Bereiche Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft aus (LANUV, 2014). Unter Berücksichtigung der Land- und Forstwirtschaftsflächen auf dem Gemeindegebiet sowie der Bevölkerungszahlen wurden die entsprechenden Potenziale für den Hochsauerlandkreis ermittelt. Diese werden in der nachfolgenden Tabelle 5-3 dargestellt:

Tabelle 5-3: Potenzielle Erträge aus Forstwirtschaft, Abfallwirtschaft und Landwirtschaft

	Potenzielle Stromerträge [MWh/a]	Potenzielle Wärmeerträge [MWh/a]
Forstwirtschaft	22.550	462.160
Landwirtschaft	187.460	249.230
Abfallwirtschaft	52.270	106.570
Summe	262.280	817.960

5.4.4 Geothermie

Die Nutzung von Umweltwärme für die Energieversorgung wird in Zukunft eine entscheidende Rolle auf dem Weg zur Klimaneutralität spielen. Als Wärmequellen kommen etwa Erdwärme (Geothermie) oder auch die z. B. in der Umgebungsluft, dem Grundwasser oder dem Abwasser gespeicherte Wärme infrage. Die etablierte Technologie zur Umweltwärmenutzung ist die Wärmepumpe. Derzeit werden in Deutschland v. a. Luft/Wasser-Wärmepumpen installiert (Bundesverband Wärmepumpe e. V., 2022), welche jedoch zumindest aus technischer Sicht eine weniger effiziente Art der Wärmeversorgung darstellen als erdgekoppelte Wärmepumpen. Der Hauptvorteil bei der Nutzung der Erdwärme gegenüber der Umgebungsluft liegt in dem höheren Temperaturniveau während der Heizperiode.

Bei der Betrachtung der Potenziale für die Nutzung von Umweltwärme im Hochsauerlandkreis soll das erzielbare Maximum für den jährlichen Energieertrag angegeben werden. Da dieser bei der Nutzung von Geothermie als Wärmequelle im Allgemeinen am höchsten ist, wird im Folgenden das Potenzial der erdgekoppelten Wärmepumpen näher betrachtet.

Die in der Erde gespeicherte Wärme kann zur Wärmeversorgung der Gebäude in des Hochsauerlandkreises genutzt werden. Grundsätzlich wird zwischen oberflächennaher Geothermie und Tiefengeothermie unterschieden:

- Oberflächennahe Geothermie (bis 400 m Tiefe) kommt zur Anwendung, um einzelne Gebäude mit Wärme zu versorgen.
- Tiefengeothermische Kraftwerke mit Bohrungen bis in 5.000 m Tiefe liefern sowohl Strom als auch Wärme.

Der große Vorteil von Geothermie gegenüber Wind- und Sonnenenergie ist die meteorologische Unabhängigkeit. Die Wärme in der Erde ist konstant vorhanden, ab 5 m Tiefe gibt es keine witterungsbedingten Temperaturveränderungen mehr. Jahreszeitenunabhängig können 24 Stunden am Tag Strom und Wärme produziert werden.

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie ist besonders für die partikulare, gebäudebezogene Wärmeversorgung (Niedertemperatur-Heizsysteme) geeignet. Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden oder Wärmepumpen werden vor allem im Rahmen von Neubau und Gebäudesanierung installiert.

Neben Erdwärmesonden besteht die Möglichkeit, Erdwärmekollektoren zur Nutzung von Erdwärme einzusetzen. Erdwärmekollektoren zeichnen sich durch einen höheren Flächenbedarf als Erdwärmesonden aus, da sie horizontal im Boden unterhalb der Frostgrenze bis zu einer Einbautiefe von 1,5 Metern verlegt werden. Da sie das Grundwasser nicht gefährden, können Erdwärmekollektoren eine Alternative zu möglicherweise nicht genehmigungsfähigen Erdwärmesonden darstellen.

Für den Hochsauerlandkreis wird gemäß der durch das LANUV durchgeführten „Potenzialstudie Geothermie NRW“ ein technisches Potenzial von 3.639.000 MWh/a als Wärmeertrag für oberflächennahe Geothermie ausgewiesen (LANUV, 2015). Dabei sind bereits gewisse Einschränkungen durch Wasser- bzw. Heilquellenschutzgebiete berücksichtigt. Die tatsächliche Ausnutzung dieser ausgewiesenen Potenziale bleibt zu prüfen. Auch Potenziale im Bereich Tiefengeothermie wären weitergehend zu prüfen und werden in diesem Konzept vor dem Hintergrund komplexer Planungsprozesse und Akzeptanzfragen an dieser Stelle ausgeklammert.

5.4.5 Industrielle Abwärme

Das Land NRW hat in seiner Studie zur industriellen Abwärmenutzung (LANUV NRW, 2019) für den Hochsauerlandkreis 32 Unternehmen mit einem technisch verfügbaren Abwärmepotenzial von 373.200 MWh/a untersucht. Bisher sind 2 einspeisende Unternehmen bekannt, die 81.600 MWh/a einspeisen.

5.4.6 Wasserkraft

Gemäß der durch das LANUV durchgeführten „Potenzialstudie Wasserkraft NRW“ besteht im Hochsauerlandkreis ein Erzeugungspotenzial von 5.181 MWh/a, womit das errechnete Potenzial deutlich unter dem aktuellen Ertrag an Energie aus Wasserkraft liegt. Dieser Wert liegt aktuell bei 36.245 MWh/a im HSK und wird in der Potenzialanalyse so belassen und nicht höher oder niedriger angesetzt.

5.4.7 Zusammenfassung der Potenziale erneuerbarer Energien

Nachfolgend werden die ermittelten Potenziale erneuerbarer Energien zusammenfassend dargestellt. Diese sind differenziert nach Strom- und Wärmeertrag (vgl. Tabelle 5-4). Der Vergleich zeigt, dass zur Stromerzeugung insbesondere im Bereich der Windenergie ein großes Potenzial liegt. Der Wärmebedarf kann bei entsprechender Ausschöpfung der Potenziale insbesondere durch oberflächennahe Geothermie abgedeckt werden. Wie bereits in den einzelnen Unterabschnitten erläutert, handelt es sich bei den angegebenen Potenzialen um die Maximalpotenziale in des Hochsauerlandkreises, deren Hebung im Einzelfall zu prüfen ist.

Tabelle 5-4: Potenzieller Strom- und Wärmeertrag durch erneuerbare Energien

Potenzieller Stromertrag durch erneuerbare Energien		
	Stromertrag im Bilanzjahr in MWh	Maximaler Stromertrag nach LANUV in MWh/a

Windenergie	576.679	5.647.000
Dachflächenphotovoltaik	112.638	1.090.000
Freiflächenphotovoltaik	16.500	1.432.000
Biomasse	212.278	212.278
Wasserkraft	36.245	36.245
Potenzieller Wärmeertrag durch erneuerbare Energien		
	Wärmeertrag im Bilanzjahr in MWh	Maximaler Wärmeertrag nach LANUV in MWh/a
Solarthermie	20.886	3.650.000
Biomasse	265.082	462.160
Geothermie/Umweltwärme	46.483	3.639.000
Industrielle Abwärme	81.600	373.200

6 Szenarien zur Energieeinsparung und THG-Minderung

Nachfolgend werden zu den Schwerpunkten Wärme, Mobilität und Strom jeweils ein Trend- und ein Klimaschutzszenario dargestellt. Dabei werden mögliche zukünftige Entwicklungspfade für die Endenergieeinsparung und Reduktion der Treibhausgase im Hochsauerlandkreis aufgezeigt. Die Szenarien beziehen dabei die in Kapitel 6 berechneten Endenergieeinsparpotenziale für die Sektoren private Haushalte, Wirtschaft (Industrie und GHD) und Verkehr sowie die Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien mit ein.

Daran anschließend werden alle aufgestellten Trend- und Klimaschutzszenarien der vorangehenden Kapitel zusammengefasst als „End-Szenarien“ dargestellt, indem die verschiedenen Bereiche (Wärme, Mobilität und Strom) in Summe betrachtet werden. Dabei werden die zukünftigen Entwicklungen des Endenergiebedarfs sowie der THG-Emissionen bis zum Jahr 2045 differenziert betrachtet.⁵

6.1 Differenzierung Trend- und Klimaschutzszenario

Wie bereits in der Einleitung zur Potenzialanalyse kurz beschrieben, werden in der vorliegenden Ausarbeitung zwei unterschiedliche Szenarien betrachtet: Das Trend- und das Klimaschutzszenario. Nachfolgend werden die Annahmen und Charakteristiken dieser beiden Szenarien etwas detaillierter erläutert.

Im **Trendszenario** wird das Vorgehen beschrieben, wenn keine bzw. gering klimaschutzfördernde Maßnahmen umgesetzt werden. Die Effizienzpotenziale in den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte werden hier nur in geringem Umfang gehoben. Im Verkehrssektor greifen jedoch bis 2045 die Marktanzreizprogramme für Elektromobilität und damit sinkt der Endenergiebedarf in diesem Sektor ab. Die übrigen Sektoren erreichen auch bis 2045 keine hohen Einsparungen des Energieverbrauches, da Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung und Nutzerverhalten nur eingeschränkt greifen. Effizienzpotenziale werden auch aufgrund fehlender Wirtschaftlichkeit nicht umgesetzt.

Im **Klimaschutzszenario** hingegen werden vermehrt klimaschutzfördernde Maßnahmen mit einbezogen. Hier wird davon ausgegangen, dass Maßnahmen der Beratung bezüglich Sanierung, Effizienztechnologien und Nutzerverhalten erfolgreich umgesetzt werden und eine hohe Wirkung zeigen. Effizienzpotenziale können, aufgrund der guten Wirtschaftlichkeit, verstärkt umgesetzt werden. Die Effizienzpotenziale in den Sektoren Wirtschaft und private Haushalte werden in

⁵ Bei den verwendeten Zahlen für das Ausgangsjahr handelt es sich um witterungskorrigierte Werte. Diese können nicht eins zu eins mit den Werten aus der Energie- und THG-Bilanz verglichen werden, da dort, konform zur BSKO-Systematik, alle Werte ohne Witterungskorrektur angegeben sind. Für die Betrachtung der Potenziale und Szenarien wird dagegen eine Witterungskorrektur berücksichtigt, um etwa den Einfluss besonders milder sowie besonders kalter Temperaturen, die ggf. im Bilanzjahr vorgelegen haben, auszuschließen.

hohem Umfang gehoben. Im Verkehrssektor greifen auch hier bis 2045 die Marktanzreizprogramme für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben und damit sinkt der Endenergiebedarf in diesem Sektor stark ab. Zusätzlich wird das Nutzerverhalten positiv beeinflusst, wodurch die Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs sinkt und der Anteil der Nahmobilität am Verkehrssektor steigt. Und auch Erneuerbare-Energien-Anlagen, vor allem Windkraftanlagen, werden mit hohen Zubauraten errichtet. Die Annahmen des Klimaschutzszenarios setzten dabei zum Teil Technologiesprünge und rechtliche Änderungen voraus.

6.2 Schwerpunkt: Wärme

Nachfolgend wird die Entwicklung des Wärmebedarfs in den beiden Szenarien Trend und Klimaschutz dargestellt. Die Verwendungskonzepte für die zukünftig verfügbaren Brennstoffe sind sektorenübergreifend und umfassen die Brennstoffbedarfe der Sektoren private Haushalte, GHD und Industrie. Für das Klimaschutzszenario werden die Sektoren private Haushalte und Wirtschaft zudem zusätzlich getrennt dargestellt, um die Ausprägung der verschiedenen Energieträger in den unterschiedlichen Sektoren aufzuzeigen.

Trendszenario

Die nachfolgende Abbildung 6-1 zeigt den zukünftigen Brennstoff- bzw. Wärmebedarf des Hochsauerlandkreises im Trendszenario:

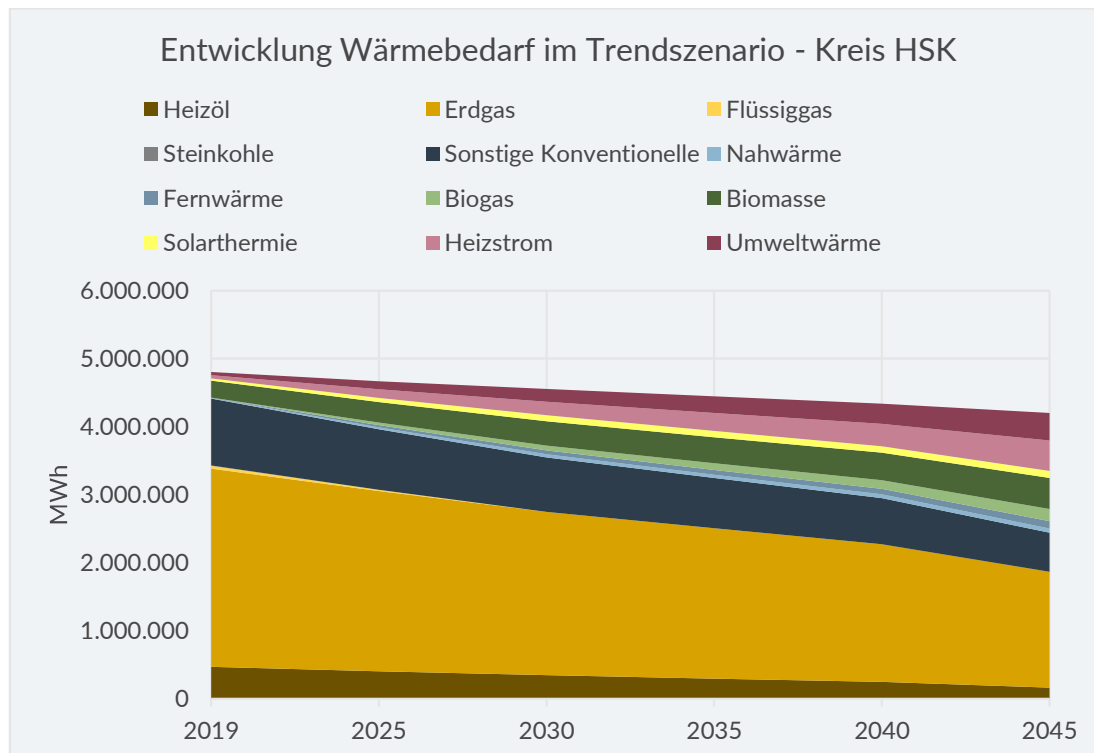


Abbildung 6-1: Entwicklung Wärmebedarf im Trendszenario (Quelle: Eigene Berechnung)

Im Trendszenario nimmt der Endenergiebedarf bis zum Jahr 2045 leicht ab. Dies liegt etwa an einer angenommenen Effizienzsteigerung sowie der im Trendszenario angenommenen Sanierungsrate und -tiefe im Bereich der privaten Haushalte (vgl.

Abschnitt 5.1). Bis zum Jahr 2045 werden dabei die Energieträger Flüssiggas und Steinkohle vollständig durch andere Energieträger substituiert. Auch im Trendszenario steigen demnach die Anteile an erneuerbaren Energien (Biomasse, Umweltwärme sowie Solarthermie). Das Trendszenario unterliegt jedoch der Annahme, dass der Energieträger Erdgas auch im Jahr 2045 einen großen Anteil ausmacht, da die Synthese von Methan aus Strom mit dem im Trendszenario hinterlegten Strommix zu einem höheren Emissionsfaktor als dem von Erdgas führt und damit keine Vorteile gegenüber dem Einsatz von Erdgas bestehen.⁶

Klimaschutzszenario

Der Brennstoffbedarf im Klimaschutzszenario dagegen unterscheidet sich fundamental und ist in der nachfolgenden Abbildung 6-2 dargestellt. Ergänzend zur grafischen Darstellung der Wärmemix-Entwicklung im Klimaschutzszenario sind die prozentualen Anteile der Energieträger in der nachstehenden Tabelle dargestellt.

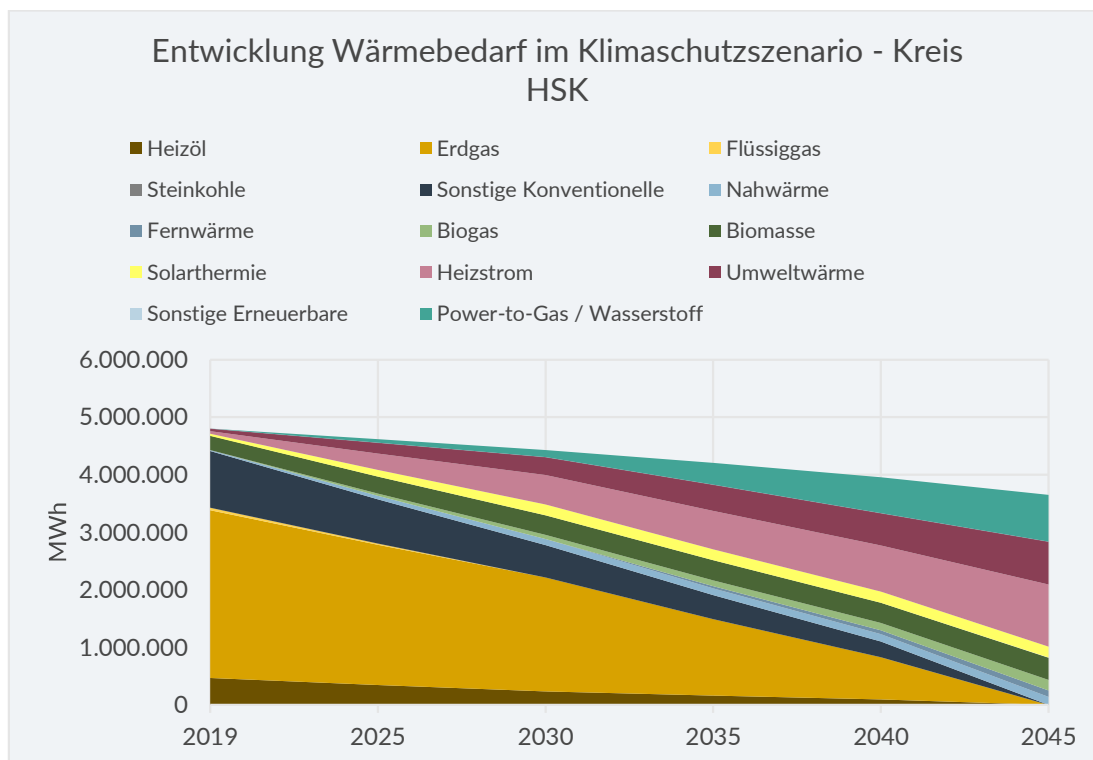


Abbildung 6-2: Zukünftiger Wärmebedarf im Klimaschutzszenario (Eigene Berechnung)

⁶ Der Emissionsfaktor von synthetischen Kraft-/Brennstoffen hängt vom eingesetzten Strommix ab. Da etwa zwei kWh Strom für die Synthese einer kWh Methan eingesetzt werden, hat synthetisches Methan in etwa einen doppelt so hohen Emissionsfaktor wie der des eingesetzten Stroms und liegt im Jahr 2045 bei 709 gCO₂e/kWh gegenüber 236 gCO₂e/kWh für Erdgas.

Tabelle 6-1: Prozentuale Verteilung der Energieträger im Klimaschutzscenario (Eigene Berechnung)

	2019	2025	2035	2045
Biogas	0%	1%	2%	5%
Biomasse	5%	6%	8%	11%
Erdgas	61%	53%	32%	0%
Fernwärme	0%	0%	1%	3%
Flüssiggas	1%	0%	0%	0%
Heizstrom	1%	6%	16%	29%
Heizöl	10%	8%	4%	0%
Nahwärme	0%	1%	3%	4%
Solarthermie	1%	2%	5%	5%
Sonstige Konventionelle	21%	17%	10%	0%
Umweltwärme	1%	4%	11%	20%
PtG	0 %	1%	9%	22%
Gesamt	100 %	100 %	100 %	100 %

Durch die höheren Effizienzgewinne in allen Sektoren sowie die deutlich höhere Sanierungsrate und -tiefe im Sektor private Haushalte sinken die Energiebedarfe im Klimaschutzscenario deutlich stärker. Dadurch sinkt der Brennstoffbedarf im Klimaschutzscenario um rund 24 % auf 3.651 GWh im Jahr 2045. Im Besonderen die konventionellen Energieträger nehmen stark ab, sodass der Wärmemix im Zieljahr 2045 ausschließlich aus erneuerbaren Energieträgern besteht (Prognos; Öko-Institut; Wuppertal Institut, 2021).

Wie in Abschnitt 5.4.4 herausgestellt, besteht im Hochsauerlandkreis ein großes Potenzial an Umweltwärme. Und auch die Energieträger Heizstrom bzw. Power-to-Heat (PtH) sowie Power-to-Gas (PtG) spielen im Klimaschutzscenario im Sektor Wirtschaft eine wesentliche Rolle und komplettieren die drei größten Energieträger im Jahr 2045.

Wärmebedarf nach Sektoren im Klimaschutzscenario

Die nachfolgenden Abbildung 6-3 und Abbildung 6-4 zeigen eine getrennte Betrachtung des zukünftigen Brennstoffbedarfs für die Sektoren Haushalte und Wirtschaft im Klimaschutzscenario. Dabei wird der sinkende Brennstoffbedarf im Bereich der Haushalte deutlich, wie er bereits in Abschnitt 5.1 dargestellt wurde. Im Wirtschaftssektor sinkt der Brennstoffbedarf aufgrund der Wirtschaftsstruktur (abgeleitet aus Anzahl der Betriebe und Beschäftigten im verarbeitenden Gewerbe sowie der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten) nur leicht ab. Des Weiteren wird erkenntlich, dass der Energieträger Umweltwärme überwiegend im Bereich der privaten Haushalte angesiedelt ist, während die Energieträger Heizstrom und PtG im Wesentlichen im Wirtschaftssektor genutzt werden.

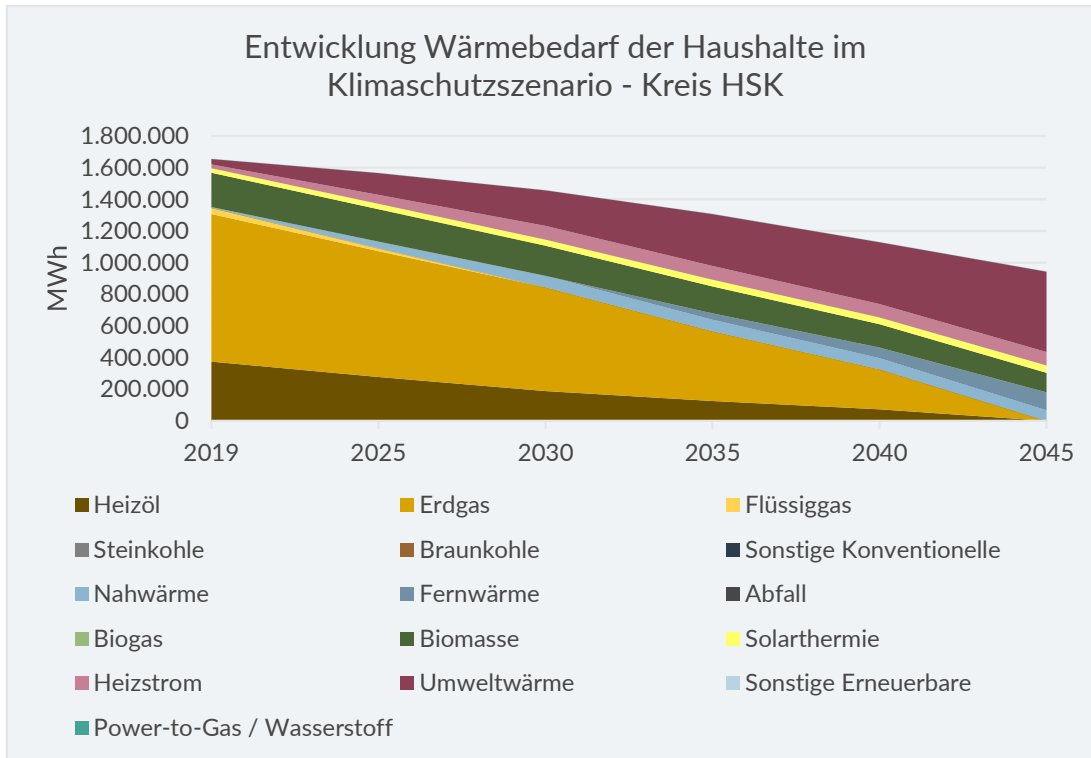


Abbildung 6-3: Entwicklung Wärmebedarf der Haushalte im Klimaschutzscenario (Eigene Darstellung)

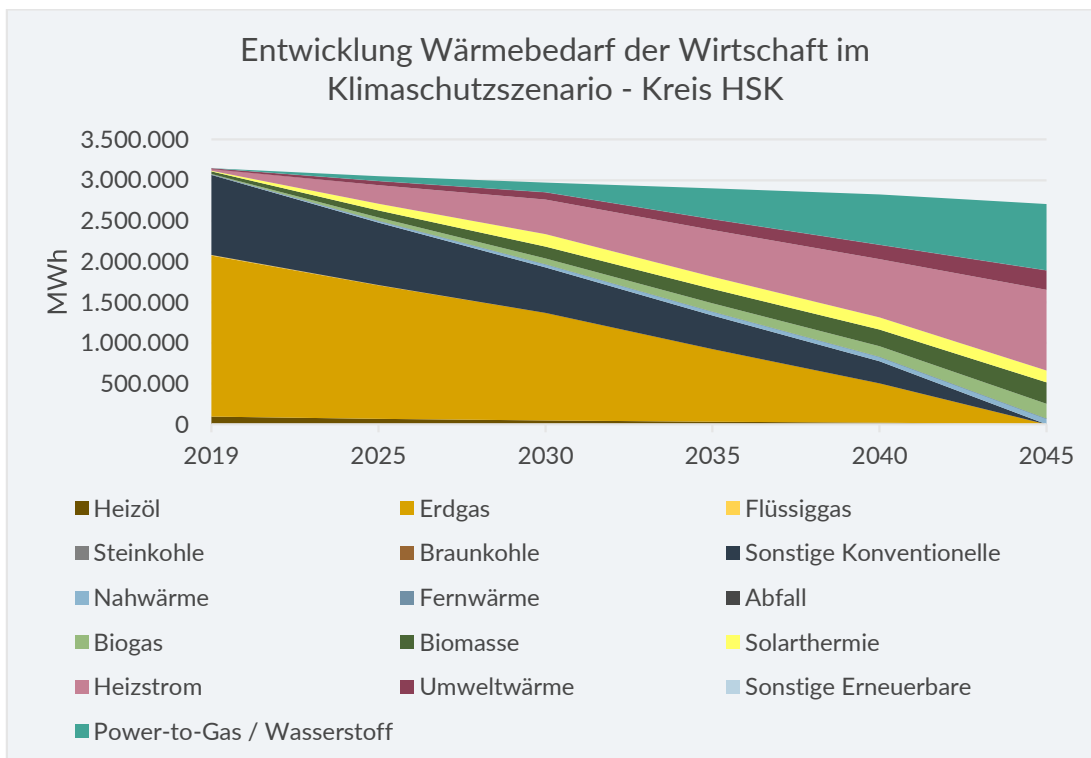


Abbildung 6-4: Entwicklung Wärmebedarf der Wirtschaft im Klimaschutzscenario (Eigene Darstellung)

6.3 Schwerpunkt: Verkehr

Aufbauend auf der Potenzialanalyse des Verkehrssektors in Abschnitt 5.3 wird nachfolgend die Entwicklung des Kraftstoffbedarfs nach Antriebsarten bis 2045 für das Trend- und das Klimaschutzscenario dargestellt. Die Szenarien basieren jeweils auf

den Potenzialberechnungen des Straßenverkehrs ohne Autobahn und den damit verbundenen Annahmen und Studien. Zudem wird hier auch der Schienenverkehr berücksichtigt.

Trendszenario

Die nachfolgende Abbildung 6-5 zeigt den zukünftigen Kraftstoffbedarf im Trendszenario. Dabei ist zu erkennen, dass auch im Zieljahr 2045 ein Großteil des Kraftstoffbedarfs auf die konventionellen Antriebe im Straßenverkehr zurückzuführen ist. Wie bereits in der Energie- und THG-Bilanz dargestellt, betrifft dies im Wesentlichen die Energieträger Diesel und Benzin. Wie bereits in Abschnitt 5.3 erläutert steigt zudem der Anteil der alternativen Antriebe im Straßenverkehr dagegen nur moderat an. Des Weiteren wird angenommen, dass der bestehende Schienenverkehr im Hochsauerlandkreis im Trendszenario weiterhin über konventionelle Antriebe fortgeführt wird und somit der Energieträger Diesel zum Einsatz kommt. Insgesamt nimmt der Kraftstoffbedarf im Trendszenario um rund 27 % ab. Es wird davon ausgegangen, dass die THG-Minderungen in erster Linie über Effizienzgewinne, Veränderungen der Fahrleistung und verändertes Nutzerverhalten erfolgen.

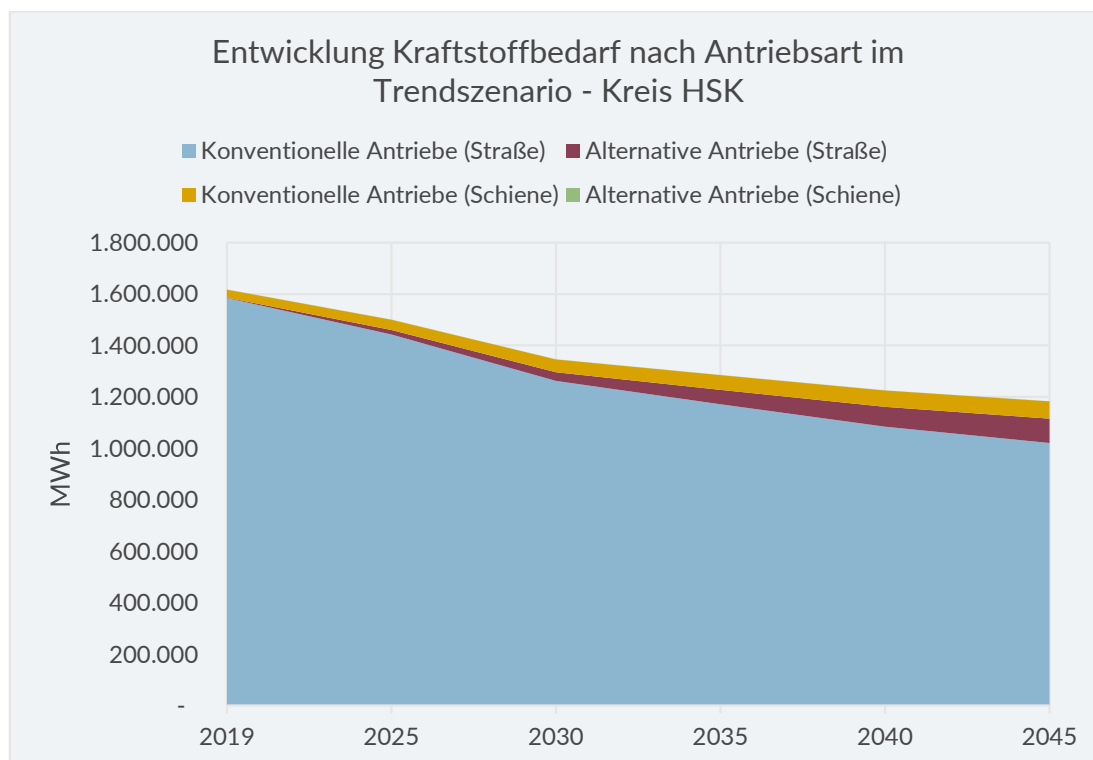


Abbildung 6-5: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Trendszenario (Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

Klimaschutzszenario

In der nachfolgenden Abbildung 6-6 dargestellten Klimaschutzszenario nimmt der Endenergiebedarf im Verkehrssektor bis zum Jahr 2045 um ca. 65 % ab. Im Gegensatz zum Trendszenario findet hier zudem eine umfassende Umstellung auf alternative Antriebe statt sowohl im Straßen als auch im Schienenverkehr. Im Zieljahr 2045

machen die alternativen Antriebe im Straßenverkehr rund 94 % am Endenergiebedarf aus, während der Schienenverkehr vollständig auf alternative Antriebe umgestellt wird (bspw. Power-to-Gas). Im Klimaschutzszenario wird also davon ausgegangen, dass die THG-Minderungen über Effizienzgewinne, Veränderungen der Fahrleistung und verändertes Nutzerverhalten erfolgen, jedoch auch der Energieträgerwechsel hin zu erneuerbaren Antrieben eine erhebliche Rolle spielt.

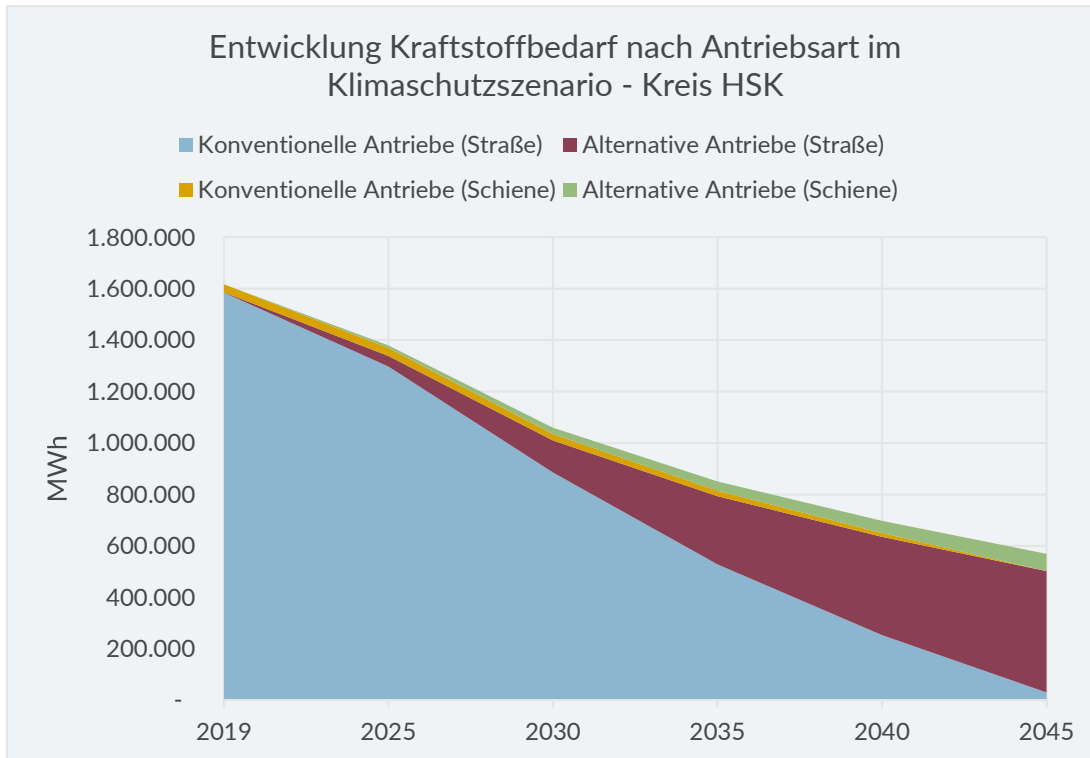


Abbildung 6-6: Zukünftiger Kraftstoffbedarf im Klimaschutzszenario (Eigene Berechnung auf Grundlage witterungskorrigierter Bilanzdaten)

6.4 Schwerpunkt: Strom und erneuerbare Energien

Um zu beurteilen, ob der Hochsauerlandkreis ein Überschuss- oder Importstandort wird, werden nachfolgend die ermittelten Erneuerbare Energien (EE)-Potenziale mit den Strombedarfen bis 2045 im Klimaschutzszenario abgeglichen. Dabei wird zunächst der Strombedarf des Hochsauerlandkreises im Trend- und Klimaschutzszenario betrachtet und daraufhin die ermittelten EE-Potenziale dargestellt.

Der nachfolgenden Tabelle 6-2 sind die Entwicklungen des Strombedarfs in den beiden Szenarien (Trend und Klimaschutz) zu entnehmen. Während der Strombedarf im Trendszenario bis zum Jahr 2045 lediglich auf 114 % ansteigt, steigt der Strombedarf im Klimaschutzszenario auf 255 % an und ist damit um ein Vielfaches größer als im Bilanzjahr. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Stromsystem in Zukunft nicht nur den klassischen Strombedarf, sondern auch den zukünftig anzunehmenden Strombedarf für die Sektoren Wärme und Verkehr ausgleichen muss (Stichwort Sektorenkopplung). Dies wird auch in den nachfolgenden Abbildung 6-7

und Abbildung 6-8 deutlich, die die Entwicklung des Strombedarfs im Trend- und Klimaschutzszenario aufgeteilt nach Sektoren zeigen.

Tabelle 6-2: Entwicklung des Strombedarfes in den Szenarien (Eigene Berechnung)

Szenario	Bilanzjahr	2025	2030	2035	2040	2045
Trend	100%	102%	106%	108%	110%	114%
Klimaschutz 2045	100%	119%	141%	181%	218%	255%

Trendszenario

Wie bereits in der vorangegangenen Tabelle 6-2 dargestellt sowie in der nachfolgenden Abbildung 6-7 zu erkennen, steigt der Strombedarf im Trendszenario um 14 % an und beträgt im Zieljahr 2045 rund 2.344 GWh. Der Großteil des Strombedarfs ist dabei dem Sektor Wirtschaft zuzuschreiben, da auch im Trendszenario von einer gewissen Elektrifizierung von Prozessen ausgegangen wird (Einsatz von Heizstrom und PtG).

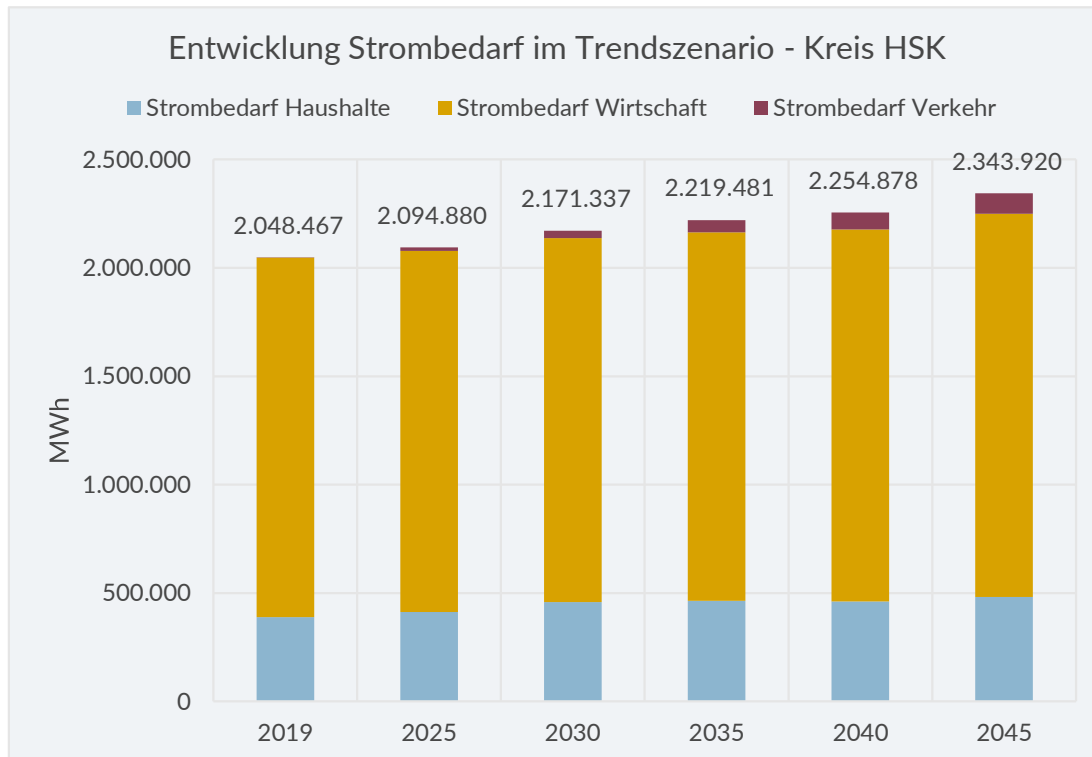


Abbildung 6-7: Entwicklung des Strombedarfs im Trendszenario (Eigene Berechnung)

Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario ist die Elektrifizierung bzw. Sektorenkopplung dabei noch deutlicher zu erkennen. Wie der nachfolgenden Abbildung 6-8 zu entnehmen, weist der Strombedarf im Sektor der privaten Haushalte nur wenige Unterschiede zum Trendszenario aus. Der Strombedarf im Sektor Wirtschaft dagegen steigt um ein Vielfaches an, was an der bereits beschriebenen Elektrifizierung der Bereiche Wärme und Verkehr liegt. In der Wirtschaft werden – anstelle von etwa Erdgas – zukünftig vor allem Heizstrom (PtH) und PtG-Anwendungen erwartet, die einen wesentlichen Anstieg des Strombedarfs implizieren.

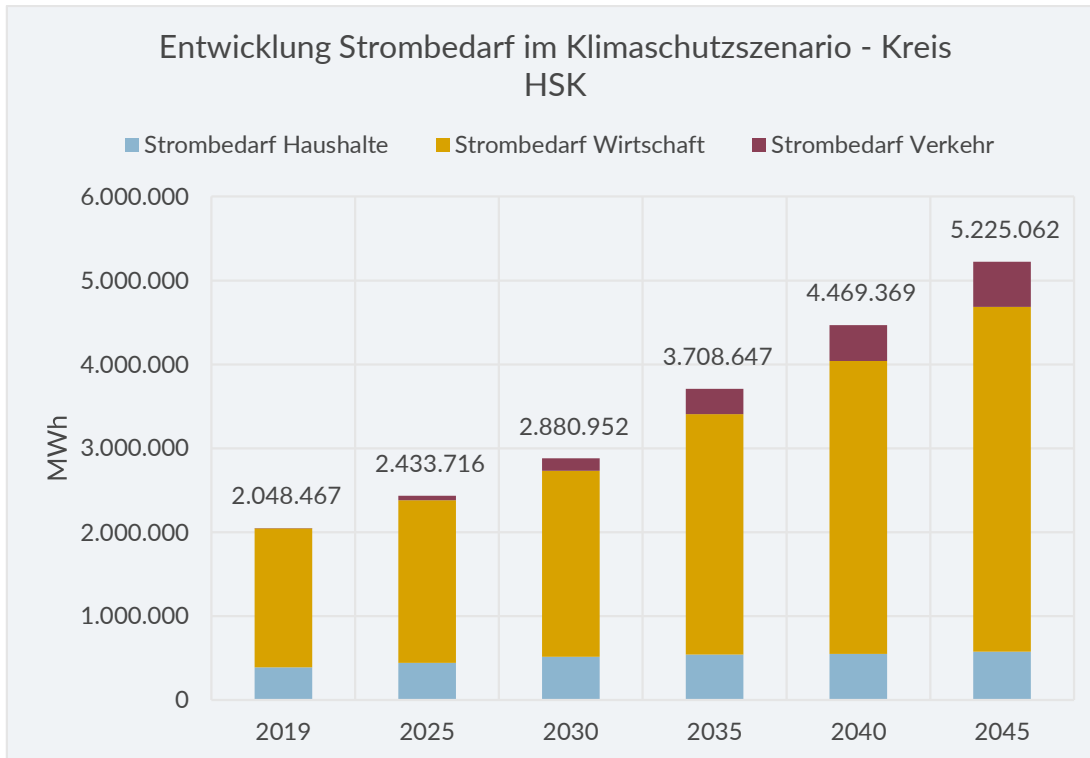


Abbildung 6-8: Entwicklung des Strombedarfs im Klimaschutzscenario (Eigene Berechnung)

Erneuerbare Energien

Um die Dimensionen des zukünftigen Strombedarfs besser vorstellbar zu machen, wurden für Dach- und Freiflächen-PV sowie Windenergie äquivalente Flächen bzw. Anlagenzahlen berechnet, die bilanziell zur Deckung des gesamten Strombedarfs nötig wären. Dabei wird jeweils nur eine einzelne Anlagenart betrachtet und Kombinationen aus PV und Wind oder Dach- und Freiflächen-PV werden außen vorgelassen. Eine Übersicht der Äquivalente ist in Abbildung 6-9 dargestellt. In Tabelle 6-3 finden sich die Äquivalente aufgeteilt nach den Sektoren Haushalte, Wirtschaft sowie Verkehr. Der Strombedarf für die PtG-Herstellung sowie Wärmenetze wurde auf die entsprechenden Sektoren aufgeteilt, in denen der Energiebedarf auftritt. Bei den Windenergie-Anlagen wurde auf ganze Anlagen aufgerundet. Für die Abschätzung der Äquivalente wurde auf gängige Werte für Anlagenleistungen, Flächenbedarfe und Energieerträge zurückgegriffen. Dabei handelt es sich um grobe und eher konservative Annahmen.

Folgende Quellen wurden verwendet:

- Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland (Wirth, 2022)- Fraunhofer ISE
- Performance of roof-top PV systems in selected European countries from 2012 to 2019 (Schardt, 2021)-Umwelt-Campus Birkenfeld
- Durchschnittliche Photovoltaik-Leistung & PV-Erträge in Deutschland (Eon, 2022)
- Rahmenbedingungen für PV-Freiflächenanlagen (Synwoldt, 2021) - Energieagentur Rheinland-Pfalz
- Bericht über die Flächeninanspruchnahme für Freiflächenanlagen (Bundesnetzagentur, 2016)
- Der Photovoltaik-Ertrag (Kempfle, 2020)
- Wie viel Fläche wird für eine 1-kWp-PV-Anlage benötigt? (Hartl, 2022)
- Volllaststunden von Windenergieanlagen an Land (Windguard, 2020)
- Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland -Erstes. Halbjahr 2022 (Windguard D., 2022)
- Funktionsweise von Windenergieanlagen (Windenergie, 2022)- Bundesverband WindEnergie

Tabelle 6-3: Erneuerbare-Energien-Äquivalente für den Strombedarf nach Sektoren in den Jahren 2018 und 2045 gemäß Klimaschutzszenario

		Strombedarf [GWh/a]	Freifläche [ha]	Dachfläche [m ²]	Windenergieanlagen [Anzahl]
2019	Haushalte	389	389	1.943.807	39 x 4 MW
	Wirtschaft	1.659	1.659	8.292.744	166 x 4 MW
	Verkehr	1	1	5.781	0 x 4 MW
	Summe	2.048	2.048	10.242.333	205 x 4 MW
2045	Haushalte	579	579	2.314.469	39 x 6 MW
	Wirtschaft	4.108	4.108	16.430.930	274 x 6 MW
	Verkehr	539	539	2.154.850	36 x 6 MW
	Summe	5.225	5.225	20.900.249	349 x 6 MW



Abbildung 6-9: Erneuerbare-Energien-Äquivalente für den Strombedarf in den Jahren 2019 und 2045 gemäß Klimaschutzenszenario

Die größten Strombedarfe liegen aktuell wie auch in Zukunft im Wirtschaftssektor. Bei einer Betrachtung der theoretischen EE-Äquivalente hat dieser folglich mit jeweils ca. 80% den größten Anteil an den benötigten Anlagen zur Strombereitstellung. Das relativ gesehen größte Wachstum an Strombedarf tritt im Verkehrssektor auf, während es im Sektor Haushalte am geringsten ausfällt.

Aufgrund der technologischen Entwicklung in der Windenergie mit steigenden Nennleistungen und entsprechenden Stromerträgen wäre in Zukunft dennoch, aufgrund der enorm steigenden Strombedarfe, eine deutlich höhere Anlagenzahl nötig. Das relative Wachstum der PV-Flächen fällt höher aus, da das Potenzial für die Verbesserung der Technologie hier in Zukunft geringer ist. Im Jahr 2019 würde das Äquivalent der Freiflächen-PV bereits 1 % der Gesamtfläche bzw. 3,4 % der Landwirtschaftsfläche beanspruchen, während diese Werte im Jahr 2045 voraussichtlich bei 2,7 % bzw. 8,7 % liegen.

Für die vereinfachte Abschätzung wurden bestehende Anlagen nicht mitberücksichtigt, sondern nur neue Anlagen entsprechend des aktuellen bzw. in Zukunft zu erwartenden Standes der Technik angenommen.

Die ermittelten EE-Potenziale beruhen auf den in Kapitel 5.4 dargestellten Inhalten. Insgesamt besitzt der Hochsauerlandkreis ein erhebliches Potenzial an erneuerbaren Energien im Bereich Photovoltaik. Für das in Abschnitt 5.4.2 ermittelte Potenzial für

Dachflächen-Photovoltaik wird jedoch angenommen, dass lediglich 95 % des Maximalpotenzials ausgeschöpft werden können (aufgrund der Flächenkonkurrenz zur Solarthermie). Das Potenzial in den Bereichen Bioenergie und KWK ist verhältnismäßig eher gering (vgl. Abbildung 6-10).

Wie beschrieben, muss das Stromsystem zukünftig nicht nur die Fluktuationen durch den klassischen Strombedarf, sondern auch den zukünftig anzunehmenden Strombedarf für die Sektoren Wärme und Verkehr ausgleichen und somit die benötigten Strombedarfe für E-Mobilität, Umweltwärme und vor allem für Power-to-X-Anwendungen liefern. Wie der nachfolgenden Abbildung 6-10 zu entnehmen ist, reicht das Gesamtpotenzial dabei aus, um den im Klimaschutzszenario prognostizierten Strombedarf des Kreises vollständig abzudecken. Der Deckungsanteil beträgt im Zieljahr 2045 111 %.

Insgesamt können bei Hebung aller EE-Potenziale (mit Ausnahme der Restriktionen im Bereich Dach-PV) 8.929 GWh Strom im Zieljahr 2045 im Kreisgebiet erzeugt werden. Dies entspricht einem Anteil am Maximalpotenzial von 99 %.



Abbildung 6-10: Kreisspezifischer Ausbaupfad der erneuerbaren Energien und Gegenüberstellung des Maximalpotenzials bis zum Zieljahr 2045 (Eigene Berechnung)

6.5 End-Szenarien: Endenergiebedarf gesamt

Nachfolgend werden alle vorangehenden Berechnungen in den beiden Szenarien (Trend und Klimaschutz) zusammengefasst als „End-Szenarien“ dargestellt. Dabei wird zunächst die zukünftige Entwicklung des Endenergiebedarfs nach den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr in 5-Jahres-Schritten bis zum Jahr 2045 aufgezeigt.

Trendszenario

In der nachfolgenden Abbildung 6-11 ist die Entwicklung des Endenergiebedarfs, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Es zeigt sich, dass bis 2045 (bezogen auf das Bilanzjahr 2019) 16 % des Endenergiebedarfs eingespart werden können. Die größten Einsparungen sind dabei im Bereich Wirtschaft zu erzielen.

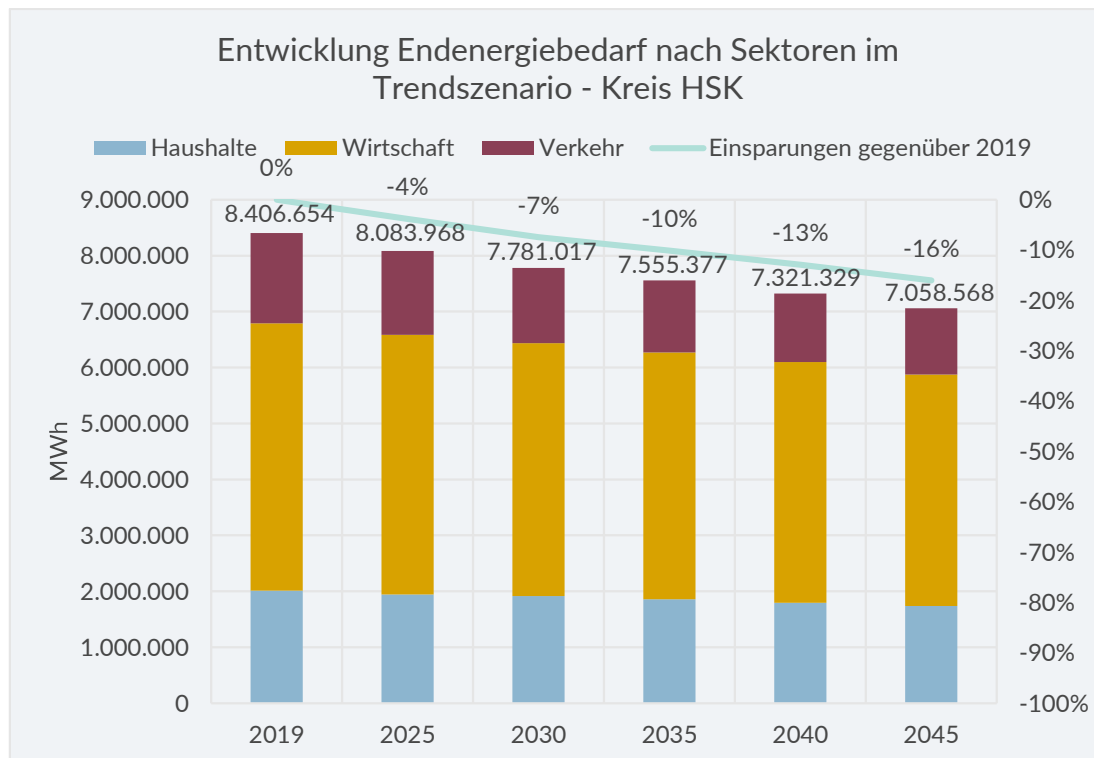


Abbildung 6-11: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Trendszenario (Eigene Berechnung)

Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario zeigt sich, dass bis 2030 (bezogen auf das Bilanzjahr 2019) 13 % und bis zum Zieljahr 2045 31 % des Endenergiebedarfs eingespart werden können. Dabei sind die größten Einsparungen in dem Bereich Mobilität, gefolgt vom Bereich Wirtschaft, zu erzielen (vgl. Abbildung 6-12). Insgesamt geht der Endenergiebedarf auf 5.816 GWh zurück.

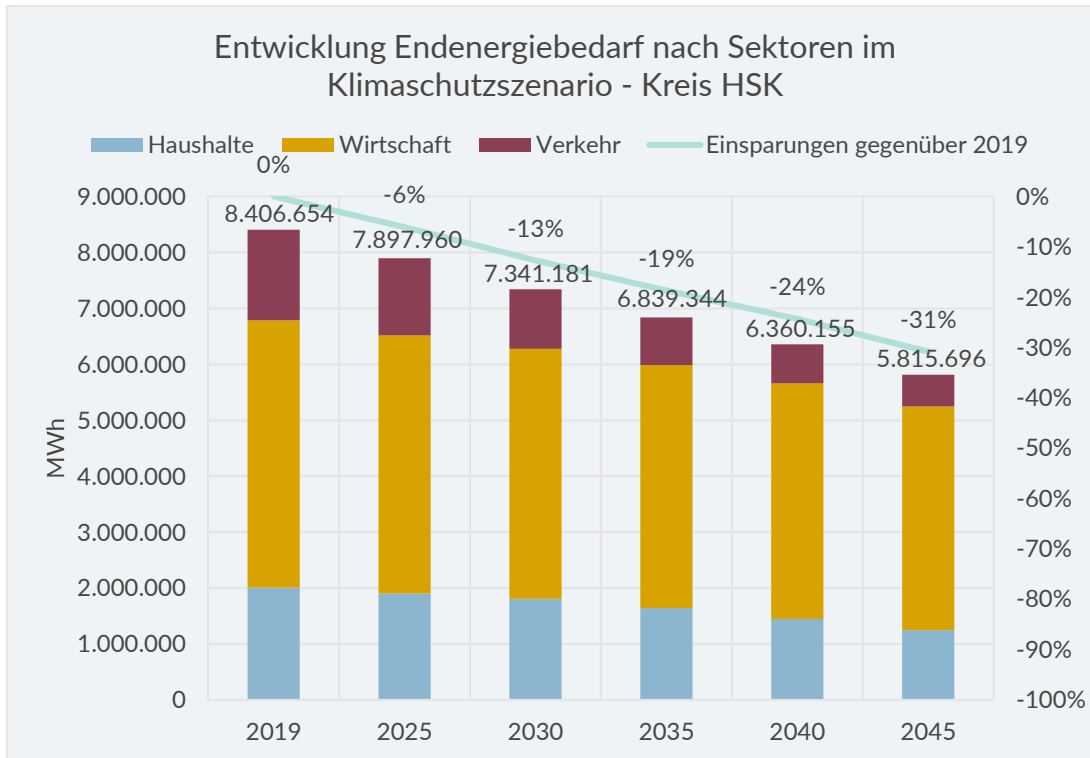


Abbildung 6-12: Entwicklung des Endenergiebedarfs im Klimaschutzscenario (Eigene Berechnung)

6.6 End-Szenarien: THG-Emissionen gesamt

Nachfolgend wird die zukünftige Entwicklung der THG-Emissionen nach den Sektoren private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr in 5-Jahres-Schritten bis zum Jahr 2045 aufgezeigt.

Zum Verständnis der unterschiedlichen Emissionsfaktoren in den Szenarien wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Szenarien auf unterschiedlichen Emissionsfaktoren für den Energieträger Strom basieren. Während im Trendszenario nur ein geringer EE-Anteil am Strommix und damit ein höherer Emissionsfaktor angenommen wird, ist der Emissionsfaktor im Klimaschutzscenario geringer, da hier ein höherer EE-Anteil am Strommix angenommen wird. Dies bedeutet, dass die THG-Emissionen für den Kreis nicht mit dem lokalen Strommix bilanziert werden, sondern mit einem prognostizierten Bundesstrommix. Dieses Vorgehen ist mit der BSKO-Methodik konform. In Kapitel 6.7 wird allerdings aufgezeigt, wie die Emissionen mit lokalem Emissionsfaktor aussehen würden.

Trendszenario

Für die Berechnung des Trendszenarios der THG-Emissionen wird im Jahr 2045 ein Emissionsfaktor von 333 g CO₂e/kWh angenommen (Angabe ifeu und ÖKO-Institut). In der nachfolgenden Abbildung 6-13 ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Trendszenario ausgehend vom Ausgangsjahr 2019 um rund 33 % bis 2045.

Umgerechnet auf die Einwohner des Hochsauerlandkreises entspricht dies 9,5 t pro Einwohner und Jahr im Jahr 2030 und 7,7 t pro Einwohner und Jahr im Jahr 2045. Im Ausgangsjahr 2019 betragen die THG-Emissionen pro Einwohner und Jahr dagegen rund 10,44 t (vgl. Kapitel 4.4.2), sodass auch im Trendszenario mit einer Reduktion der THG-Emissionen zu rechnen ist. Diese ist jedoch nicht ausreichend, um die Klimaziele zu erreichen.

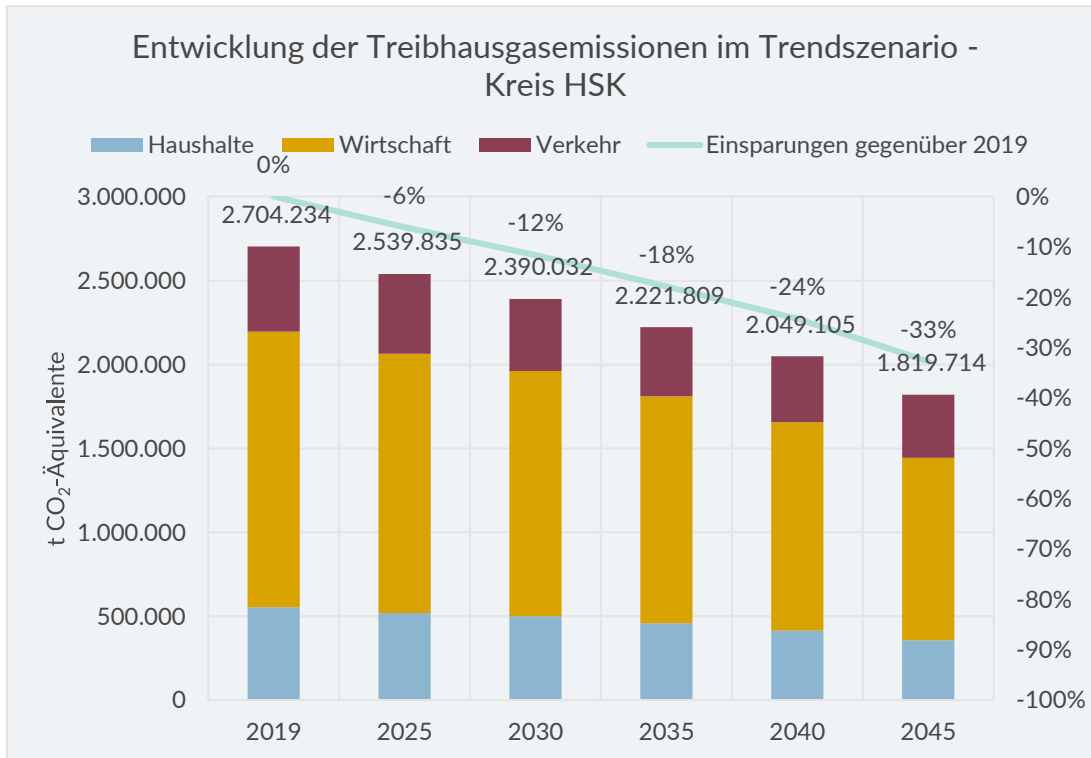


Abbildung 6-13: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Trendszenario (Eigene Berechnung)

THG-Emissionen im Klimaschutzszenario

Für die Berechnung der durch importierten Strom verursachten Emissionen innerhalb des Klimaschutzszenarios wird im Jahr 2045 ein LCA-Faktor von 72 g CO₂e/kWh angenommen (Angabe ifeu und ÖKO-Institut). In der nachfolgenden Abbildung 6-14 ist die Entwicklung der THG-Emissionen, ausgehend vom Basisjahr 2019, dargestellt. Die Einsparpotenziale stammen dabei aus den vorangegangenen Potenzialanalysen. Die THG-Emissionen sinken laut dem Klimaschutzszenario vom Ausgangsjahr 2019 um 49 % bis 2030 und 93 % bis 2045. Das entspricht 4,4 t pro Einwohner und Jahr in 2030 und 0,67 t pro Einwohner und Jahr in 2045.

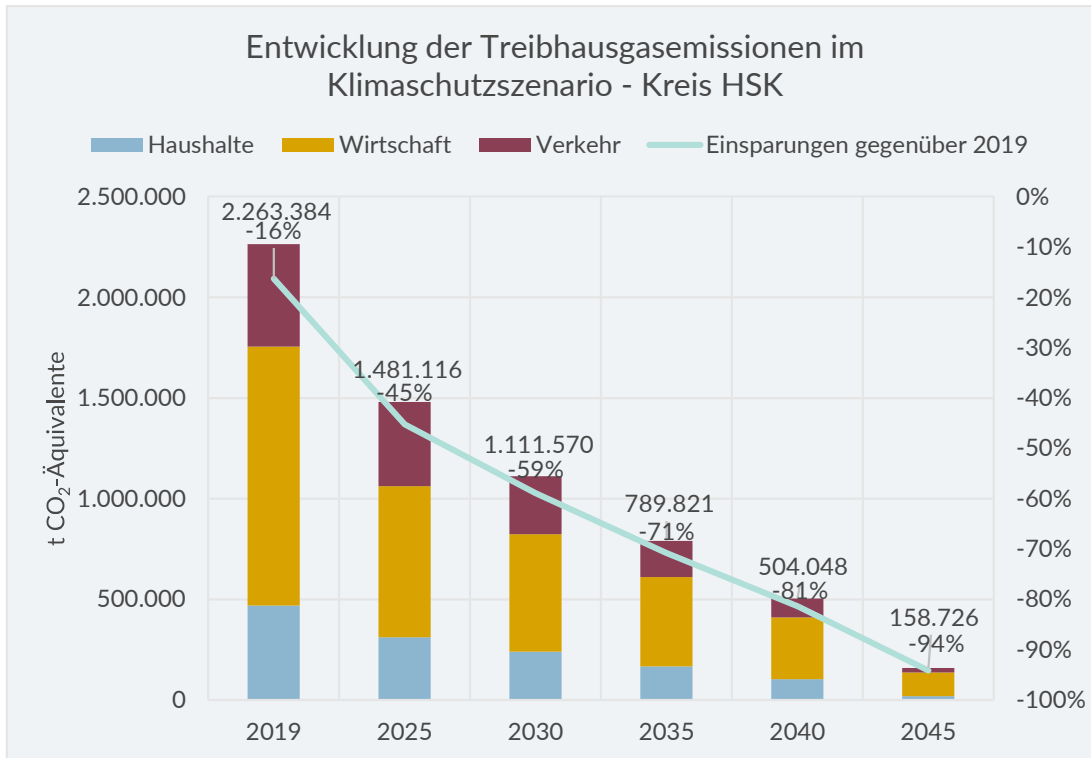


Abbildung 6-14: Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Klimaschutzscenario (Eigene Berechnung)

6.7 Treibhausgasneutralität

Wie dem Abschnitt 6.6 zu entnehmen, werden in keinem der Szenarien null Emissionen (tatsächlich null Tonnen THG-Emissionen pro Einwohner) erreicht. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass nicht in allen Sektoren vollständig auf fossile Energieträger verzichtet werden kann (z. B. Verkehr und Wirtschaft), aber auch darauf, dass selbst für erneuerbare Energieträger Emissionen anfallen (bspw. Photovoltaik verfügt über einen Emissionsfaktor von 40 g CO_{2e}/kWh). Dies ist auf die aus der Bilanz bekannte BSKO-Systematik zurückzuführen, welche nicht nur die direkten Emissionen, sondern auch die durch die Vorkette entstandenen Emissionen mit einbezieht (vgl. Kapitel 4). Eine bilanzielle Treibhausgasneutralität ist mit dieser Systematik also nicht möglich.

Unter Einbezug eines lokalen Emissionsfaktors verändern sich die Emissionen drastisch. Aufgrund des hohen Potenzials an erneuerbarer Energie können die Emissionen im Jahr 2045 um 94 % auf rund 158.726 t CO_{2e} reduziert werden. Diese Menge entspricht Pro-Kopf-Emissionen in Höhe von 0,71 t CO_{2e}.

Eine Treibhausgasneutralität im jeweiligen Zieljahr kann nur erreicht werden, wenn „...ein Gleichgewicht zwischen Treibhausgas-Emissionen und deren Abbau herrscht“ (Bundesregierung, 2021). Verbleibende (energetische) Emissionen sollen also über die Senkenfunktion natürlicher Kohlenstoffspeicher wieder der Atmosphäre entzogen werden. Umsetzungsmöglichkeiten dafür sind zum einen die Vernässung von Mooren und Feuchtgebieten, aber auch eine Aufforstung und Renaturierung von Waldgebieten. Weiterhin besteht die Möglichkeit von Humusaufbau in der Landwirtschaft. Um verbleibende Treibhausgasemissionen abzubauen, müssen also natürliche Senken genutzt werden. Weitere Kompensationsmöglichkeiten könnten kommunal diskutiert werden.

Klimaneutralität, als die höchste Neutralitätsform, zu erlangen, erfordert weitergehende Anstrengungen, von denen viele nicht im Handlungsbereich der Kommune liegen. Im Vergleich zur Treibhausgasneutralität bedeutet Klimaneutralität nicht nur Netto-Null-Emissionen, sondern auch, dass sämtliche Einflüsse auf das Klima zu vermeiden bzw. auszugleichen sind. Im strengen Sinne würden dazu auch Kondensstreifen, Abwärme, Albedo-Effekte, nicht energetische Emissionen aus Landnutzung und dergleichen gehören. Eine Feinsteuerung scheint hier, genauso wie eine bilanzielle Erfassung dieser Einflüsse, schier unmöglich. Zu beachten ist, dass im Alltagsgebrauch aktuell zwischen Treibhausgas- und Klimaneutralität terminologisch häufig nicht unterschieden wird. Fachlich sind darunter aber zwei verschiedene Neutralitätsformen zu verstehen, die es zu trennen gilt (Luhmann & Obergassel, 2020).

6.8 Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für den Hochsauerlandkreis

Die nachfolgende Tabelle stellt eine Zusammenfassung der Instruktionen aus den aufgezeigten Potenzialen und Szenarien dar. Dabei werden die Instruktionen nach den folgenden Handlungsfeldern bzw. Sektoren aufgeteilt:

- 1. Sanierung und Entwicklung Wärmemix:** Neben der Sanierung des Gebäudebestands bedarf der Wärmemix eine entsprechende Veränderung: Im zentralen Klimaschutzszenario sind die fossilen Energieträger Steinkohle und Flüssiggas jeweils bis zum Jahr 2030 durch andere Energieträger zu substituieren. Die Energieträger Heizöl und Erdgas müssen spätestens bis zum Jahr 2045 durch erneuerbare Energieträger substituiert werden. Für die Substitution wird vor allem auf Umweltwärme, Heizstrom/PtH und den Aufbau von Wärmenetzen (mit Geothermie) gesetzt. Kleinere Mengen werden durch Bioenergie, Sonnenkollektoren sowie Power-to-Gas gedeckt.
- 2. Mobilität und Verkehr:** Im Bereich Mobilität und Verkehr wird die notwendige Minderung der Fahrleistung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) sowie der notwendige Anteil alternativer Antriebe an der Fahrleistung dargestellt. Der MIV muss um rund 27 % gesenkt werden (etwa durch Stärkung des Umweltverbunds und weitere entsprechende Maßnahmen). Der Anteil der alternativen Antriebe an der verbleibenden Fahrleistung muss rund 97 % betragen (auch hier sind entsprechende Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen).
- 3. Erneuerbare Energien:** Insgesamt besitzt der Hochsauerlandkreis ein erhebliches Potenzial an erneuerbaren Energien in den Bereichen Windenergie und Photovoltaik. Das Potenzial in den Bereichen Bioenergie, Klär-, Deponien- und Grubengas sowie KWK ist im Verhältnis betrachtet als eher gering einzustufen. Für das Zieljahr 2045 des Hochsauerlandkreises ergibt sich damit ein möglicher Stromertrag von 8.874 GWh. Inklusive der Berücksichtigung des Strombedarfs zur Herstellung von Power-to-Gas (PtG) ergibt sich damit ein Deckungsanteil von 170 % im Klimaschutzszenario - der Anteil am Strombedarf ohne PtG beträgt im Jahr 2045 257 %. Da seitens des Hochsauerlandkreises von einer starken Flächenkonkurrenz der landwirtschaftlichen Nutzflächen und Freiflächen-PV ausgegangen wird, könnte der Deckungsanteil sowie der Stromertrag insgesamt auch deutlich geringer ausfallen.

Tabelle 6-4: Zusammenfassung: Instruktionen aus den Potenzialen und Szenarien für des Hochsauerlandkreises

Hochsauerlandkreis	
Klimaschutzszenario 2045	
Sanierung und Entwicklung Wärmemix	
Sanierungsrate	Steigt jährlich um 0,1 % pro Jahr auf maximal 2,8 % (bis 2045); Energieeinsparung von rund 43 % im Bereich der Wohngebäude in 2045 (54 % saniert), Gesamtenergieeinsparung von rund 72 % (bei Vollsanierung)
Rolle der fossilen Energieträger	Heizöl: Reduktion von 50 % der Verbräuche bis 2030, vollständiger Ausstieg bis spätestens 2045 Erdgas: Reduktion von 26 % der Verbräuche bis 2030, Reduktion um 48 % bis 2035, vollständiger Ausstieg bis spätestens 2045 Flüssiggas: Ausstieg bis 2025
Alternative zu den fossilen Energieträgern	Substitution durch: Umweltwärme, Heizstrom/PtH, Nahwärme (in Form von Geothermie), Solarthermie sowie zu geringen Teilen PtG, Biogas und Biomasse
Mobilität und Verkehr	
Minderung Fahrleistung MIV	27 %
Anteil alternativer Antriebe an der verbleibenden Fahrleistung	97 %
Erneuerbare Energien	
Maximaler Deckungsanteil am Strombedarf	Inklusive der Berücksichtigung des zukünftigen Strombedarfs (z. B. zur Herstellung von Power-to-Gas (PtG)) ergibt sich ein Deckungsanteil von 170 % im Jahr 2045. Sollten zukünftig alle Bedarfe an PtG importiert werden und die Produktion nicht auf dem Kreisgebiet stattfinden, könnte der Hochsauerlandkreis den eigenen Strombedarf in 2045 zu 257 % selbst decken.
Wesentliche Erneuerbare Energien	PV-Freifläche, PV-Dach, Windenergie; geringfügig Bioenergie; Theoretisches Potenzial 2045 an EE: 8.874 GWh

7 Bilanzen der kreisangehörigen Kommunen

Im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes wurden für die kreisangehörigen Städte und Gemeinde individuelle Energie- und Treibhausgasbilanzen erstellt, die zukünftig ein Controlling der Energieverbräuche ermöglichen. Eine Ausnahme bildet

die Stadt Arnsberg, die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Klimaschutzkonzeptes bereits über ein eigenes Klimaschutzkonzept verfügt.

7.1 Energie- und THG-Bilanz der Gemeinde Bestwig

7.1.1 Kommunale Basisdaten der Gemeinde Bestwig

Die Gemeinde Bestwig liegt im Südosten Nordrhein-Westfalens an der Nordgrenze des Hochsauerlandkreises. Die Gemeinde besteht aus sechs Ortschaften. Markant ist, dass auf Bestwiger Boden der höchste Wasserfall Nordrhein-Westfalens aufzufinden ist. Die höchste Erhebung im Gemeindegebiet ist der Bastenberg und beträgt 744,8 m ü. NN, der niedrigste Punkt befindet sich im Bereich des Ruhrtals und beträgt 280 m ü. NN.



Abbildung 7-1: Lage von Bestwig

In Nord-Süd-Richtung dehnt sich das Gemeindegebiet auf etwa 16 km und in West-Ost-Richtung auf sieben km

aus. Mit einer Bevölkerungszahl von rund 10.726 Einwohnern und einer Fläche von ca. 69,48 km² weist die Gemeinde eine Bevölkerungsdichte von 157 Einwohnern pro km² auf.

Einwohnerentwicklung

Die Gemeinde Bestwig verzeichnete in den vergangenen Jahren und gemäß Prognosen auch zukünftig sinkende Bevölkerungszahlen. Bis 2040 sinkt die Bevölkerungszahl der Gemeinde Bestwig um 4,8 % von 10.878 im Jahr 2018 auf voraussichtlich 10.356 Personen im Jahr 2040. Damit deckt sich die negative Entwicklung der Bevölkerungszahl der Gemeinde Bestwig mit der ebenfalls sinkenden Bevölkerungsentwicklung des Hochsauerlandkreises (IT.NRW, Landesdatenbank, 2022).

Etwa 16 % der 10.878 Einwohnern sind unter 18 Jahre alt, wohingegen der Anteil der Personen über 65 Jahren mit 21 % geringfügig höher liegt. Im Zuge des demographischen Wandels ist im Jahr 2040 von einem steigenden Anteil älterer Einwohnern auszugehen. Mit einer Steigerung von 12 % der Bewohner über 65 wird ein voraussichtlicher Anteil von 33 % an der Gesamtbevölkerung der Gemeinde Bestwig für 2040 prognostiziert. Der Anteil der unter 19-Jährigen sinkt dagegen leicht auf etwa 13 % (IT.NRW, Landesdatenbank, 2022).

Gebäudestruktur

Laut Zensus 2011 hat die Gemeinde Bestwig 3.036 Gebäude mit Wohnraum, worin sich insgesamt 5.274 Wohnungen befinden. Nach der Art des Gebäudetyps nehmen freistehende Häuser mit insgesamt 2.476 Gebäuden den größten Anteil ein. Weitere

Gebäudetypen in der Gemeinde sind 283 Doppelhaushälften, 200 Reihenhäusern sowie 875 Wohnhäuser, die dem Bereich andere Gebäudetypen zugeschrieben werden (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).

Wie der nachfolgenden Abbildung 7-2 zu entnehmen, ist ein großer Teil der Gebäude in der Nachkriegszeit erbaut worden und somit vor der ersten Wärmeschutzverordnung der Bundesrepublik. Aufgeschlüsselt nach Baujahr sind 46 % in den Jahren 1958 bis 1978 entstanden. 17 % der Gebäude sind vor dem Jahr 1919 erbaut worden und 10 % im Zeitraum von 1919 bis 1948. In den Jahren 1979 bis 1986 sind 8 % der Gebäude errichtet worden, weitere 5 % zwischen 1991 und 1995. In dem Zeitraum von 2001 bis 2004 sind 2 % errichtet worden. Seit 2009 sind weitere 0,9 % der Gebäude entstanden (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011).

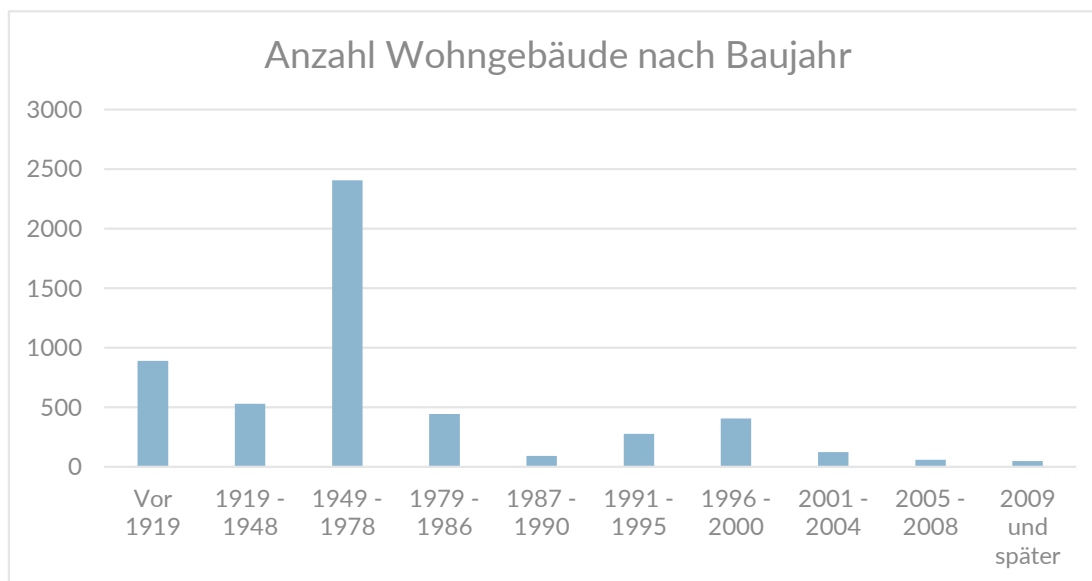


Abbildung 7-2: Anzahl Wohngebäude nach Baujahr - Gemeinde Bestwig (Zensus, Statistisches Bundesamt, 2011)

Erwerbstätige und wirtschaftliche Situation

Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten lag im Jahr 2020 bei insgesamt 3.562 Personen. Kategorisiert nach Wirtschaftszweig (WZ 2008) zeigt sich, dass 53,5 % im sekundären Sektor im produzierenden Gewerbe tätig waren. Der Sektor sonstige Dienstleistungen nimmt 22,0 % des Beschäftigungsanteil ein, ebenso wie der tertiären Sektor Handel, Gastgewerbe, Verkehr und Lagerei (22,0 %). Der primäre Sektor, die Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei spielen in der Gemeinde Bestwig mit 2,5 % eine untergeordnete Rolle (IT.NRW, Landesdatenbank, 2022).

Des Weiteren weist die Gemeinde Bestwig ein negatives Pendlersaldo auf. Im Jahr 2020 beträgt dieses minus 888 Personen. Während es im Jahr 2020 somit 2.306 Einpendler gab, betrug die Zahl der Auspendler dagegen 3.194 (IT.NRW, Landesdatenbank, 2022).

Verkehrssituation

Die Gemeinde Bestwig verfügt über einen Anschluss an die A 46, die im Osten in Olsberg endet und an die B480 in Richtung Erdtebrück-Leimstruth anschließt. Im Westen knüpft die A46 an die B445 und somit bis an die Stadt Werl an. Neben Werl lassen sich so auch die Städte Arnsberg, Winterberg und Brilon gut erreichen. International ist Bestwig über den 40 km entfernten Flughafen Paderborn zu erreichen.

Der öffentliche Nahverkehr wird durch den RE17 nach Hagen und Kassel und den RE57 nach Dortmund bedient. Der Bahnhof wird durch die RegioBus-Linien RE72, RE73, RE74, RE75 angefahren. Der Nachtbus N3 sowie ein durch die Gemeinde betriebener Bürgerbus B1 runden das ÖPNV-Angebot ab. Zahlreiche Radwege und ein Angebot an frei zugänglichen Parkplätzen ergänzen das Verkehrsangebot der Gemeinde Bestwig. Zudem gibt es die Möglichkeit Elektrofahrzeuge zu laden. Insgesamt werden in der Gemeinde Bestwig neun öffentliche Ladepunkte betrieben; dies entspricht rund 1.192 Einwohnern pro Ladepunkt.

7.1.2 Endenergiebedarf nach Sektoren und Energieträgern

Der Endenergiebedarf der Gemeinde Bestwig betrug im Jahr 2019 insgesamt 319.628 MWh. Im Jahr 2017 waren es 349.656 MWh. Insgesamt ist der Endenergiebedarf seit 2017 stetig gesunken.

In Abbildung 7-3 wird der Endenergiebedarf nach Sektoren für die Bilanzjahre 2017-2019 dargestellt. Die Abbildung 7-4 hingegen stellt die prozentuale Verteilung des Endenergiebedarfs auf die Sektoren für das Jahr 2019 dar. Der Industriesektor mit 38 % und der Verkehrssektor mit 29 % wiesen die höchsten Anteile auf. Danach folgten der Haushaltssektor mit 26 %, der Sektor GHD mit 6 % sowie die kommunalen Einrichtungen mit 1 %. Die Endenergiebedarfe aller Sektoren sanken im Zeitverlauf leicht ab.

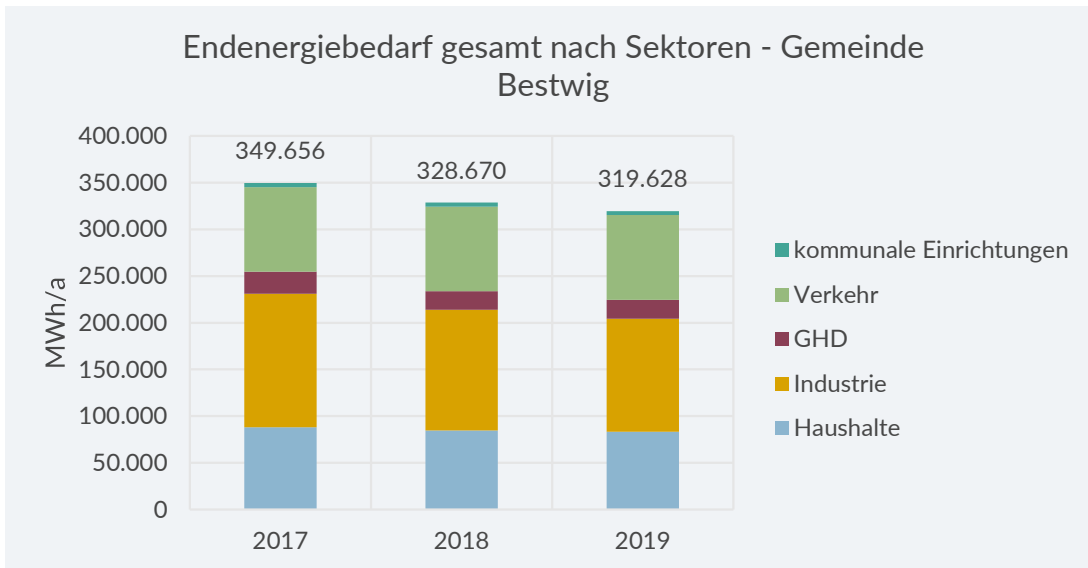


Abbildung 7-3: Endenergiebedarf nach Sektoren der Gemeinde Bestwig

Der Vergleich der Endenergiebedarfe nach Sektoren zwischen der Gemeinde Bestwig und dem Hochsauerlandkreis, zeigt eine ähnliche Verteilung auf. In beiden Fällen hat der Industriesektor den größten Endenergiebedarf. Allerdings macht er auf Kreisebene einen größeren Endenergiebedarf aus, in Bestwig liegt dagegen nahezu eine Drittelung zwischen Industriesektor, Verkehrssektor und dem Sektor private Haushalte vor. Auf Kreisebene liegen die Sektoren Haushalte und Verkehr gleich auf.

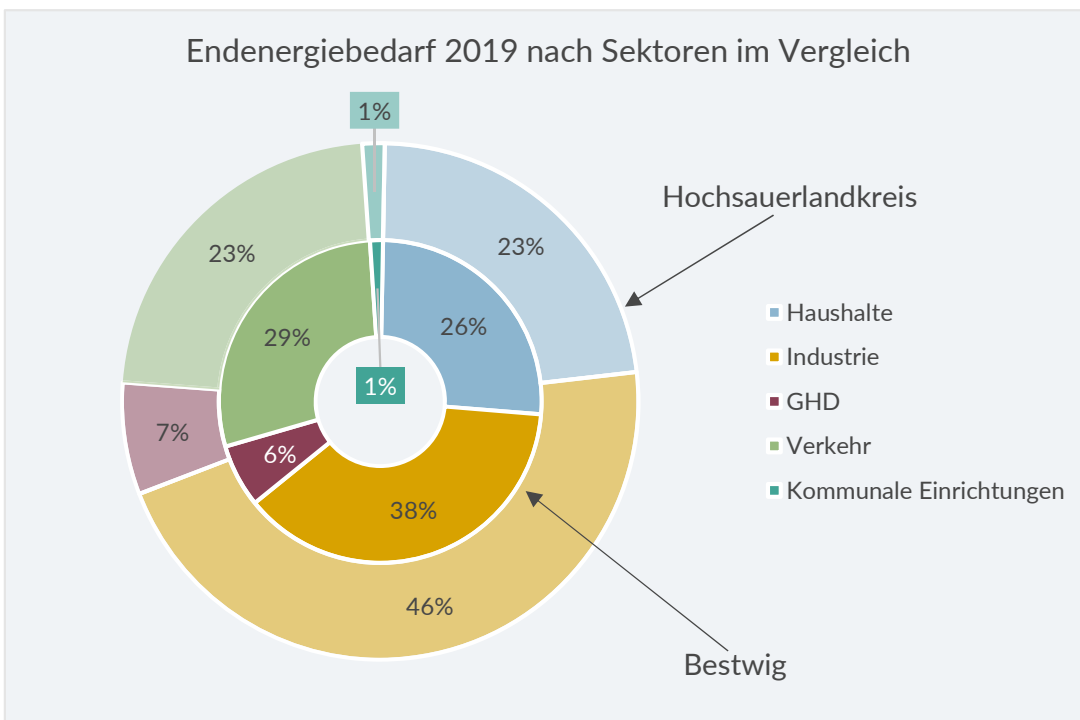


Abbildung 7-4: Vergleich Anteile der Sektoren am Endenergiebedarf der Gemeinde Bestwig und dem HSK im Jahr 2019

In Abbildung 7-5 wird der Endenergiebedarf der Gemeinde Bestwig nach den verschiedenen Energieträgern für die Jahre 2017 bis 2019 aufgeschlüsselt. Dabei zeigte sich im Jahr 2019 ein hoher Anteil für die fossilen Energieträger Erdgas (25%),

sonstige Konventionelle⁷ (17 %), Diesel (17 %) sowie Benzin (6 %). Strom (16 %) und Heizöl (7 %) waren weitere bedeutende Energieträger. Zudem wird ersichtlich, dass im Sektor Verkehr überwiegend Kraftstoffe wie Benzin und Diesel bilanziert werden. Es liegen aber auch geringe Verbräuche an Strom, Biodiesel, Biobenzin, LPG sowie CNG innerhalb des Gemeindegebiets vor.

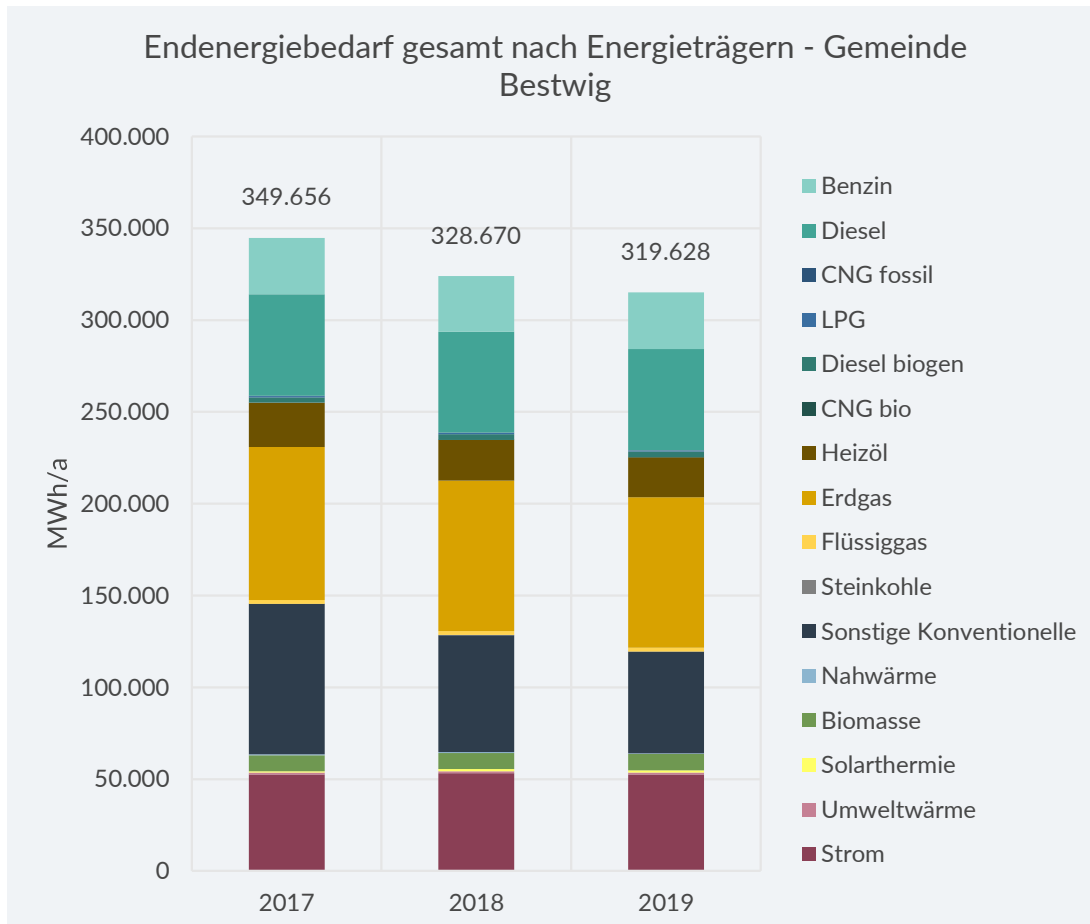


Abbildung 7-5: Endenergiebedarf der Gemeinde Bestwig nach Energieträgern

7.1.3 Endenergiebedarf nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur

Der Energieträgereinsatz zur Strom- und Wärmeversorgung von Gebäuden und Infrastruktur wird nachfolgend detaillierter dargestellt. Dabei werden die Sektoren Wirtschaft (Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie), Haushalte und kommunale Einrichtungen (ohne Verkehrssektor) miteinbezogen.

⁷ Bei dem Energieträger „Sonstige Konventionelle“ handelt es sich um einen im Klimaschutz-Planer ermittelten Wert (Hochrechnung aus verarbeitendem Gewerbe; Multiplikation der SV-Beschäftigten des verarbeitenden Gewerbes der Kommune mit dem durchschnittlichen spezifischen Energieträgerverbrauch pro SV-Beschäftigten [Industrie] des Kreises). Dabei ist die genaue Art des Energieträgers nicht bzw. lediglich über Betriebsabfragen ermittelbar.

In der Gemeinde Bestwig summierte sich der Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur im Jahr 2019 auf 228.423 MWh. Damit ist der Wert im Verhältnis zum Vorjahr 2019 um rund 12 % gesunken.

In der nachfolgenden Abbildung 7-6 wird der Bedarf nach Energieträgern aufgeschlüsselt, sodass deutlich wird, welche Energieträger überwiegend im Gemeindegebiet zum Einsatz kamen. Da der Verkehrssektor hier nicht mitbetrachtet wird, verschieben sich die Anteile der übrigen Energieträger gegenüber dem Gesamtenergiebedarf (vgl. Abbildung 7-3).

Der Energieträger Strom hatte in den betrachteten Jahren einen Anteil von rund 23 % am Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur. Als Brennstoff kam, mit einem Anteil von jeweils rund 36 % in den betrachteten Jahren, vorrangig Erdgas zum Einsatz. Weitere eingesetzte Energieträger waren sonstige Konventionelle (24 %) und Heizöl (10 %). Die restlichen Prozentpunkte entfielen vor allem auf Biomasse, Flüssiggas und Nahwärme sowie zu sehr geringen Anteilen auf Solarthermie, Heizstrom, Steinkohle und Umweltwärme.

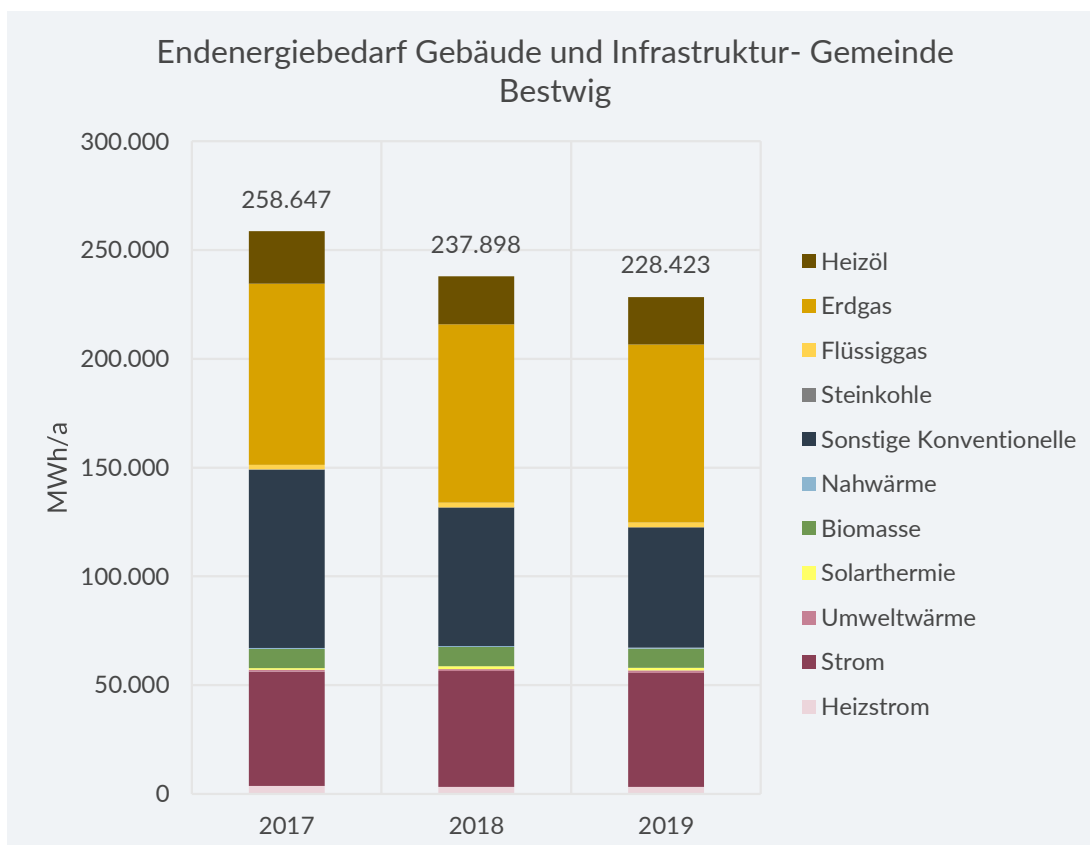


Abbildung 7-6: Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Gemeinde Bestwig

7.1.4 Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen

Die kommunalen Einrichtungen haben zwar lediglich rund 1 % des gesamten Endenergiebedarfs im Jahr 2019 ausgemacht, liegen jedoch im direkten Einflussbereich der Kommune und haben eine Vorbildfunktion. Daher werden für diese in Abbildung 7-7, Abbildung 4-6 und Abbildung 7-8, analog zum bisherigen

Vorgehen, die Endenergiebedarfe aufgeschlüsselt nach Energieträgern dargestellt. Die kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Bestwig wurden im Jahr 2019 hauptsächlich über Erdgas (73 %) und Strom (19 %) mit Energie versorgt. Diesel machte mit 4,1 % nur einen geringen Anteil aus, während Heizöl einen Anteil von 2,5 % hatte.

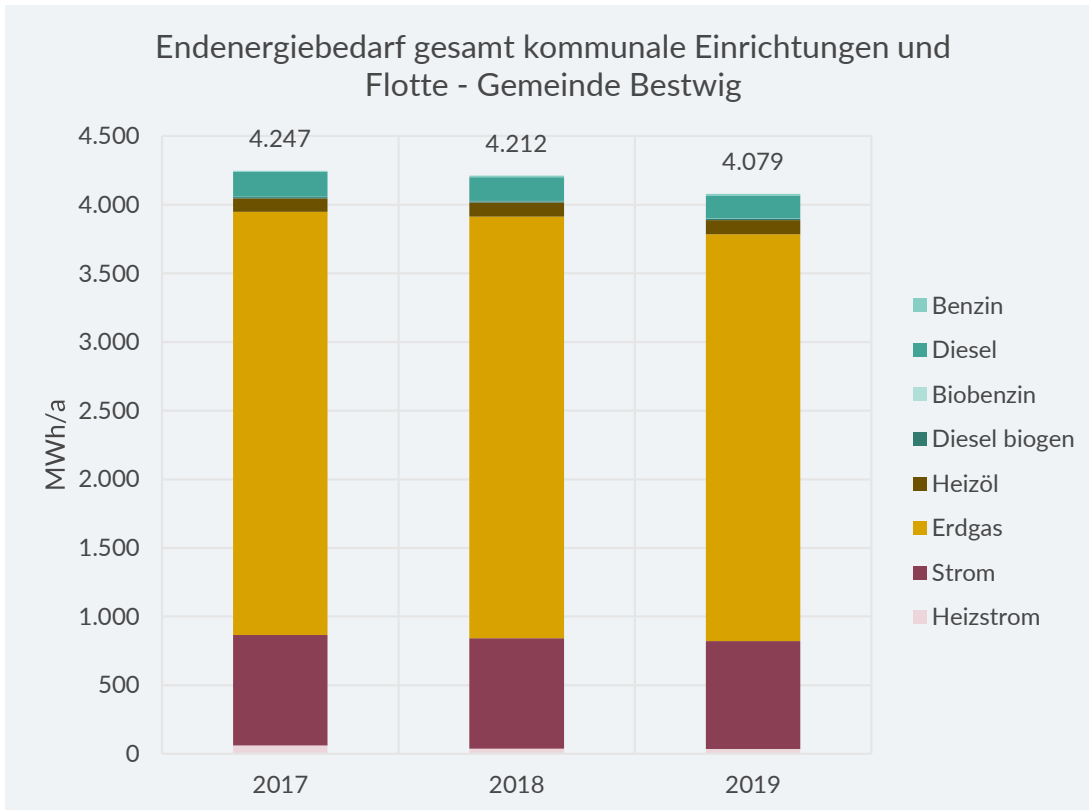


Abbildung 7-7: Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Bestwig nach Energieträgern

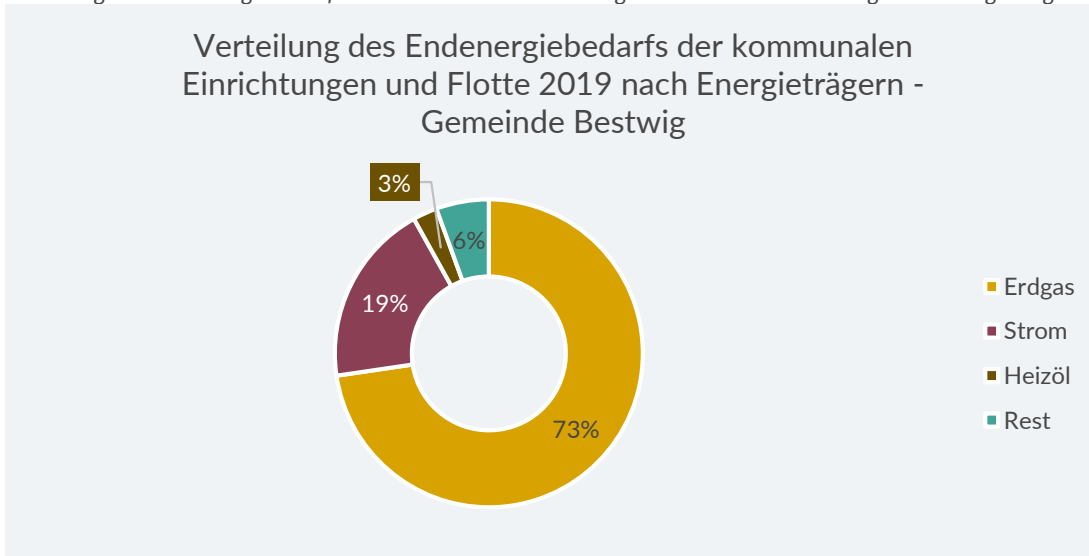


Abbildung 7-8: Anteil der Energieträger am Endenergiebedarf der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Bestwig

7.1.5 THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig

Nach der Betrachtung des Energiebedarfes werden in diesem Abschnitt die THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig betrachtet.

Im Jahr 2019 emittierte die Gemeinde rund 101.813 tCO₂e. Ähnlich zum Endenergiebedarf, der im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019 kontinuierlich sank, sanken auch die THG-Emissionen der Gemeinde leicht ab. Der Rückgang von

insgesamt rund 13 % erklärt sich vor allem anhand des sich im Zeitverlauf verbessernden Emissionsfaktors des Energieträgers Strom.

In den folgenden Unterabschnitten werden die Ergebnisse der THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern, pro Einwohner, nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur und den kommunalen Einrichtungen erläutert.

THG-Emissionen nach Sektoren und Energieträgern

In Abbildung 7-9 werden die Emissionen in tCO₂e, nach Sektoren aufgeteilt, für die Jahre 2017 bis 2019 dargestellt. Der Abbildung 7-10 ist die Verteilung der THG-Emissionen auf die Sektoren im Bilanzjahr 2019 zu entnehmen. Dabei entfiel der größte Anteil mit 42 % auf den Sektor Industrie. Es folgte der Sektor Verkehr mit 28 %. Der Haushaltssektor war mit 16 % der drittgrößte Emittent, während der Sektor GHD lediglich 6 % und die kommunalen Einrichtungen lediglich 1 % der THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig ausmachten.

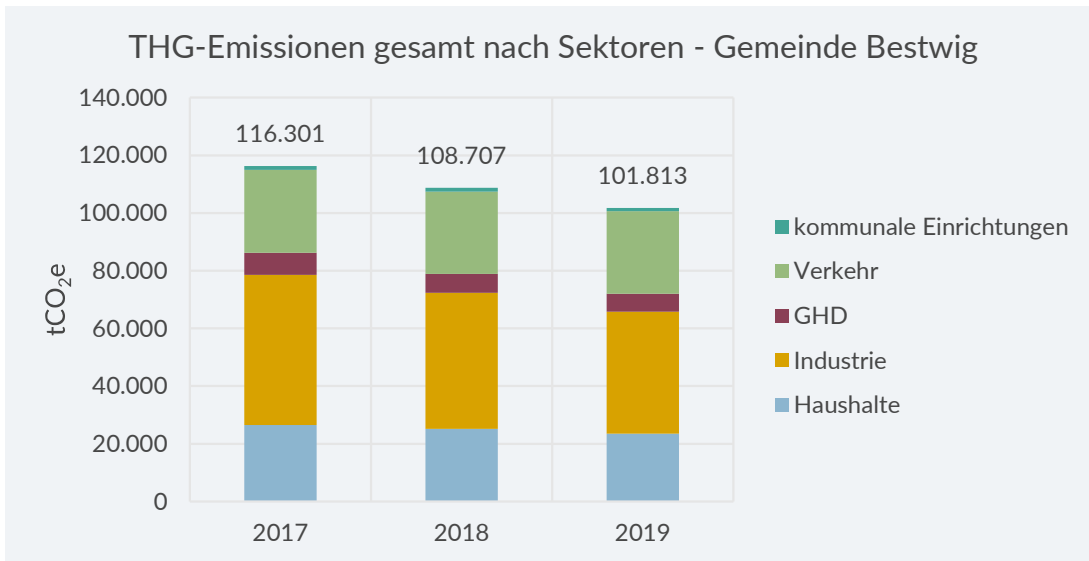


Abbildung 7-9: THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig nach Sektoren

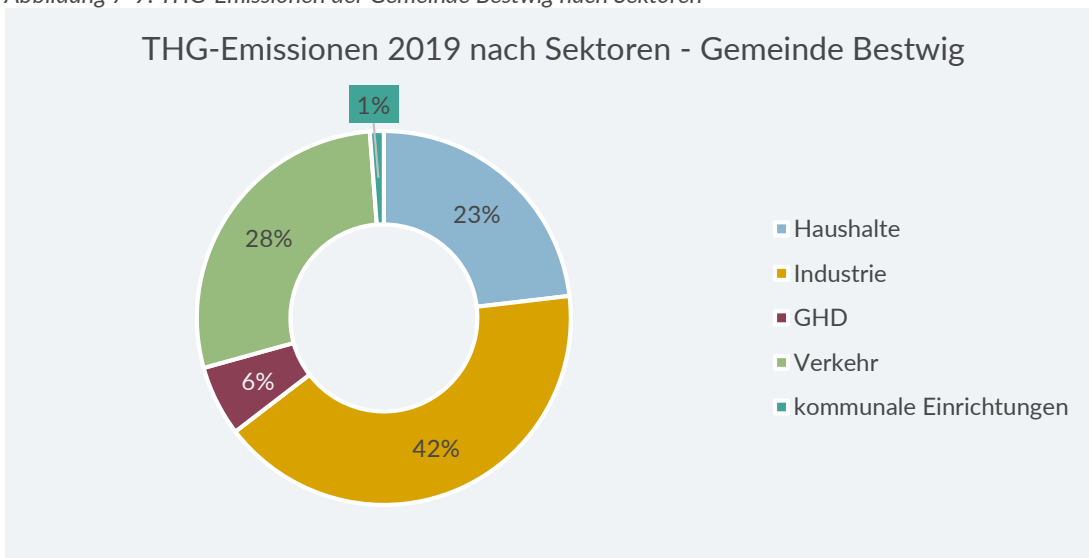


Abbildung 7-10: Anteil der Sektoren an den THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig

Abbildung 7-11 zeigt die THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig aufgeschlüsselt nach Energieträgern im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019. Im Bilanzjahr 2019 entfielen die meisten Emissionen auf die Energieträger Strom (25 %), Erdgas (19 %) und sonstige Konventionelle (18 %), gefolgt von Diesel (17 %), Benzin (10 %) und Heizöl (7 %).

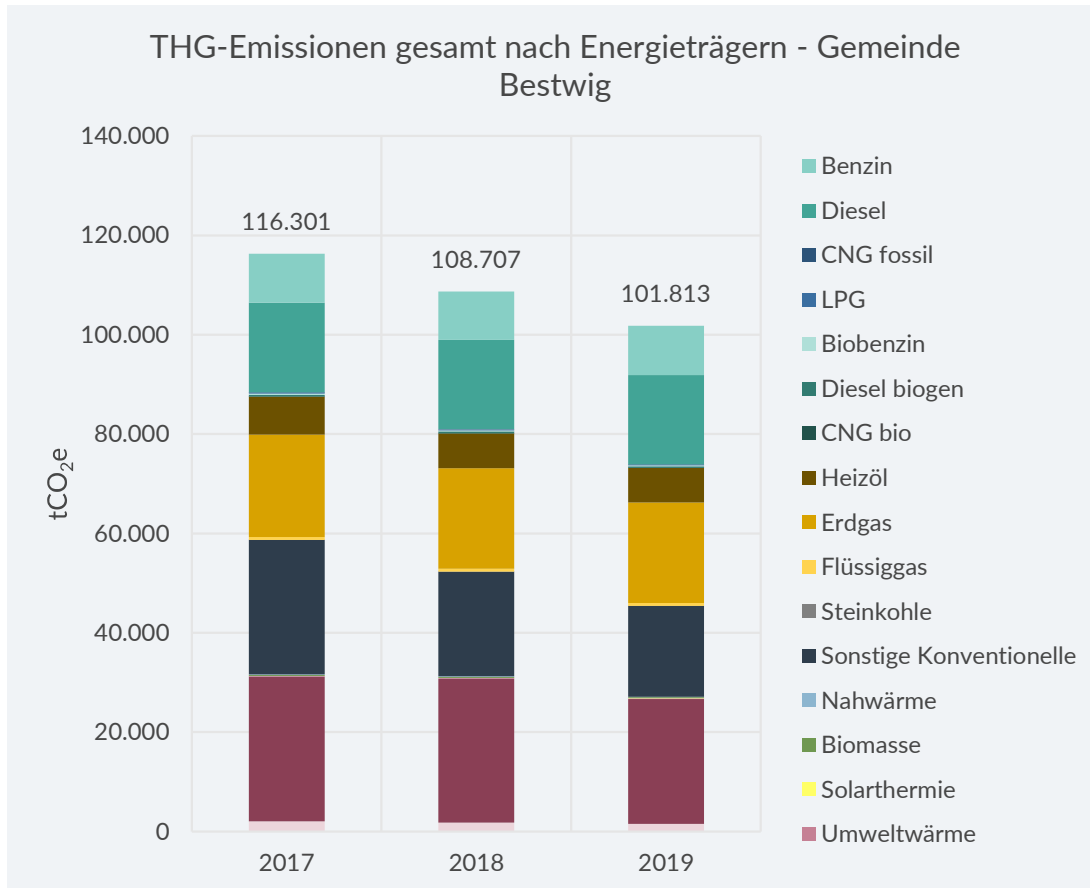


Abbildung 7-11: THG-Emissionen der Gemeinde Bestwig nach Energieträgern

THG-Emissionen pro Einwohner

Die absoluten Werte für die sektorspezifischen THG-Emissionen (vgl. Abbildung 7-9) werden in der Tabelle 7-1 auf die Einwohner der Gemeinde Bestwig bezogen.

Tabelle 7-1: THG-Emissionen pro Einwohner der Gemeinde Bestwig

THG / EW	Bestwig 2019	HSK 2019
Haushalte	2,24	2,60
Industrie	4,01	6,72
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	0,59	0,84
Verkehr	2,72	3,35
Kommunale Einrichtungen	0,12	0,18
Summe	9,67	13,69

Der Bevölkerungsstand sank im zeitlichen Verlauf von 2017 bis 2019 insgesamt leicht. Im Jahr 2019 betrug dieser 10.525 Personen. Bezogen auf die Einwohner der Gemeinde beliefen sich die THG-Emissionen pro Person demnach auf rund 9,67 t im Bilanzjahr 2019. Damit lag die Gemeinde Bestwig innerhalb des bundesweiten Durchschnitts, der je nach Methodik und Quelle zwischen 7,9 t und 11,0 t pro

Einwohner variiert. Im Vergleich zum gesamten Hochsauerlandkreis sind die pro Kopf Emissionen in Bestwig geringer. Dies ist vor allem auf die geringeren Emissionen im Industriesektor zurückzuführen.

Zu berücksichtigen ist des Weiteren, dass die BSKO-Methodik keine graue Energie und sonstige Energieverbräuche (z. B. aus Konsum) berücksichtigt, sondern vor allem auf territorialen und leitungsgebundenen Energiebedarfen basiert. Die mit BSKO ermittelten Pro-Kopf-Emissionen sind damit tendenziell geringer als die geläufigen Pro-Kopf-Emissionen.

THG-Emissionen nach Energieträgern der Gebäude und Infrastruktur

In Abbildung 7-12 werden die aus den Energiebedarfen resultierenden THG-Emissionen nach Energieträgern für die Gebäude und Infrastruktur dargestellt. Die THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur betragen im Bilanzjahr 2019 rund 73.141 tCO₂e.

In der Auswertung wird die Relevanz des Energieträgers Strom sehr deutlich: Während der Stromanteil am Endenergiebedarf der Gebäude und Infrastruktur knapp 23 % ausmachte, betrug er an den THG-Emissionen rund 34 %. Ein bundesweit klimafreundlicherer Strommix mit einem höheren Anteil an erneuerbaren Energien und einem somit insgesamt geringeren Emissionsfaktor würde sich reduzierend auf die Höhe der THG-Emissionen aus dem Strombedarf der Gemeinde Bestwig auswirken.

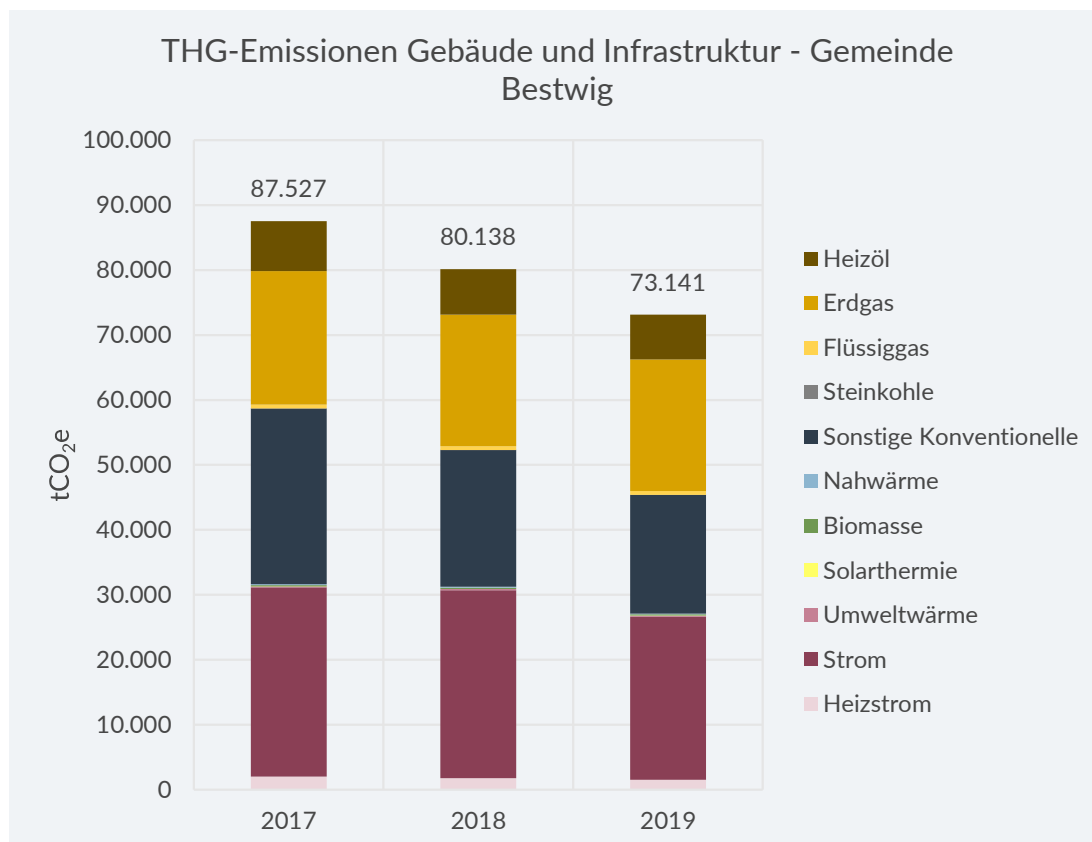


Abbildung 7-12: THG-Emissionen der Gebäude und Infrastruktur nach Energieträgern der Gemeinde Bestwig

THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen

Auch bei der Betrachtung der Emissionen durch die kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Bestwig in Abbildung 7-13 wird die Relevanz des Energieträgers Strom besonders deutlich: Während Strom im Jahr 2019 lediglich 19 % des Gesamtenergiebedarfs der kommunalen Einrichtungen ausmachte, betrug der Anteil an den THG-Emissionen 31 %.

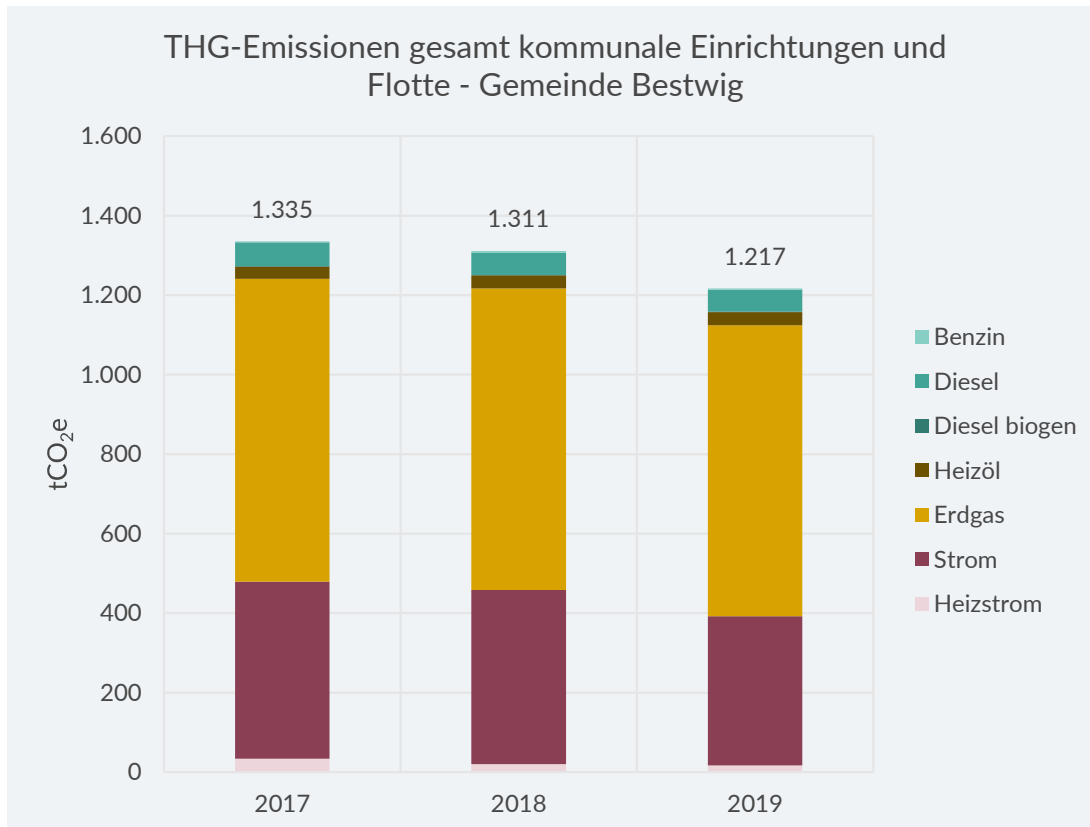


Abbildung 7-13: THG-Emissionen der kommunalen Einrichtungen der Gemeinde Bestwig nach Energieträgern

7.1.6 Regenerative Energien der Gemeinde Bestwig

Neben den Energiebedarfen und den THG-Emissionen sind auch die erneuerbaren Energien und deren Erzeugung im Gemeindegebiet von hoher Bedeutung. In den folgenden Unterabschnitten wird auf den regenerativ erzeugten Strom und die regenerativ erzeugte Wärme in der Gemeinde Bestwig eingegangen.

Strom

Zur Ermittlung der Strommenge, die aus erneuerbaren Energien hervorgeht, wurden die Einspeisedaten nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) genutzt. Abbildung 7-14 zeigt die EEG-Einspeisemengen nach Energieträgern für die Jahre 2017 bis 2019 von Anlagen im Gemeindegebiet. Die Einspeisemenge deckte im Jahr 2019 bilanziell betrachtet etwa 4 % des Strombedarfs der Gemeinde Bestwig. Damit liegt die Gemeinde Bestwig deutlich unter dem bundesweiten Durchschnitt von rund 42 %. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergiebedarf betrug rund 1 %.

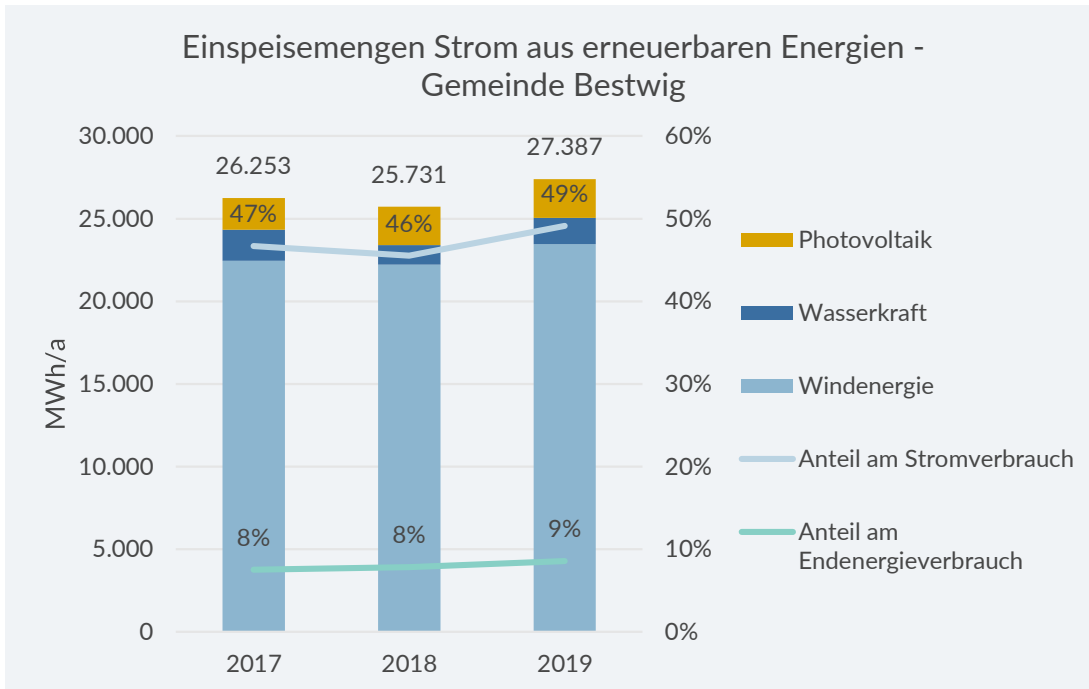


Abbildung 7-14: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen der Gemeinde Bestwig

Wie Abbildung 7-15 entnommen werden kann, gründete sich die Erzeugungsstruktur im Jahr 2019 mit einem Anteil von 86 % im Wesentlichen auf Windenergie. Es folgten mit 8 % Strom aus Photovoltaikanlagen und 6 % Wasserkraft aus Photovoltaik-Anlagen.

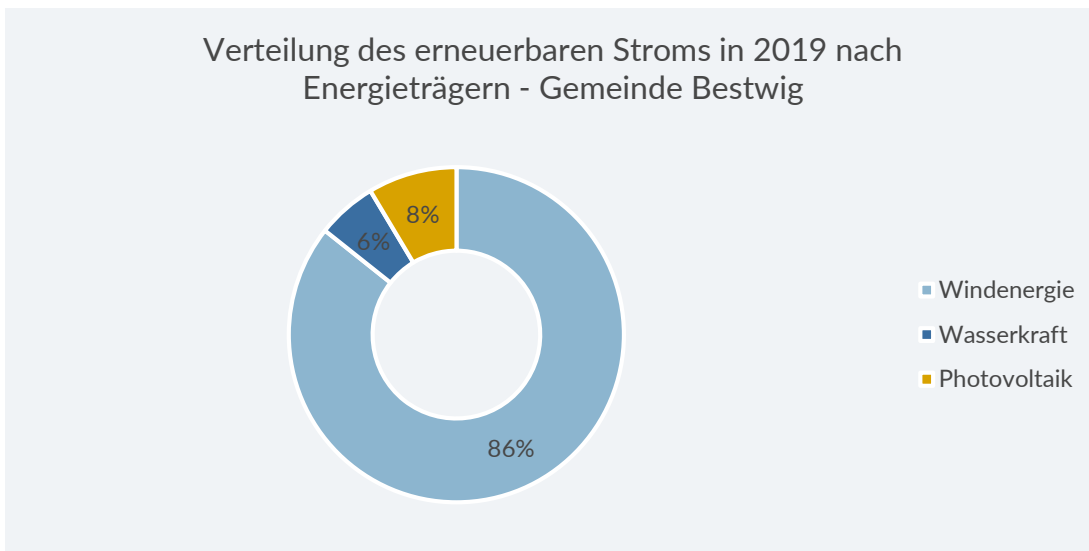


Abbildung 7-15: Verteilung des erneuerbaren Stroms nach Energieträgern im Jahr 2019 in der Gemeinde Bestwig

Innerhalb des betrachteten Zeitraums ist insbesondere beim Strom aus Windenergie eine leicht steigende Tendenz zu erkennen. Dem gegenüber sanken die Strom-Einspeisemengen aus Biomasse, Windenergie und Wasserkraft leicht ab. Auffällig ist, dass im Jahr 2018 weniger Strom aus Wasserkraft gewonnen wurde als in den Jahren 2017 und 2019. Abbildung 7-16 zeigt, dass die Einspeisemengen aus erneuerbaren Energien in der Gemeinde Bestwig leicht höher sind als im Vergleich zum Gesamtkreis.

Die Einspeisemenge des Hochsauerlandkreises deckte im Jahr 2019 bilanziell betrachtet etwa 47 % des Strombedarfs. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergiebedarf des Hochsauerlandkreises betrug rund 11 %. Die Erzeugung erneuerbarer Energien im Gemeindegebiet Bestwig macht einen großen Anteil des gesamten Hochsauerlandkreises aus.

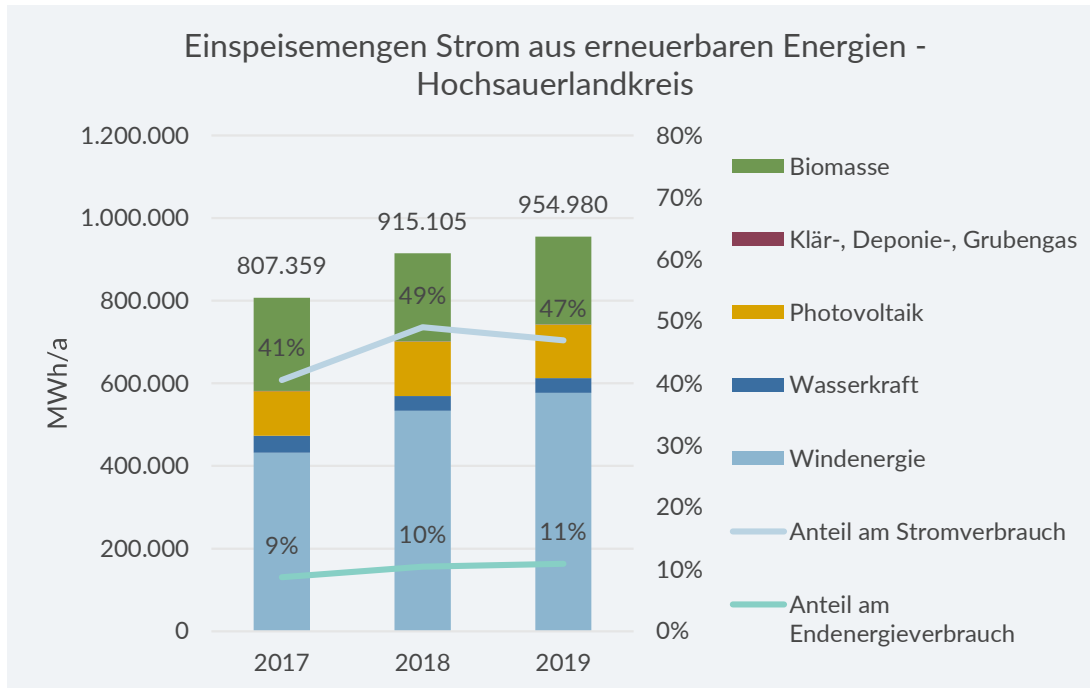


Abbildung 7-16: Strom-Einspeisemengen aus Erneuerbare-Energien-Anlagen des Hochsauerlandkreises

Wärme

Für den Wärmebereich werden Wärmemengen aus Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme (i. d. R. Nutzung von Wärmepumpen) ausgewiesen. Diese betragen 10.457 MWh im Jahr 2017. Im Jahr 2019 stieg der Wert auf 11.127 MWh. Die Wärmebereitstellung aus Biomasse und Umweltwärme stagnierte im Betrachtungszeitraum von 2017 bis 2019, während die Wärmemenge aus der Solarthermie leicht stieg. Im Bilanzjahr 2019 entfiel der größte Anteil an der erneuerbaren Wärmebereitstellung auf Biomasse (79 %). Solarthermie (11 %). Und Umweltwärme (10 %) machen lediglich geringe Anteile aus.

Insgesamt betrug der Deckungsanteil der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in beiden Bilanzjahren am Gesamtwärmebedarf 6 %.

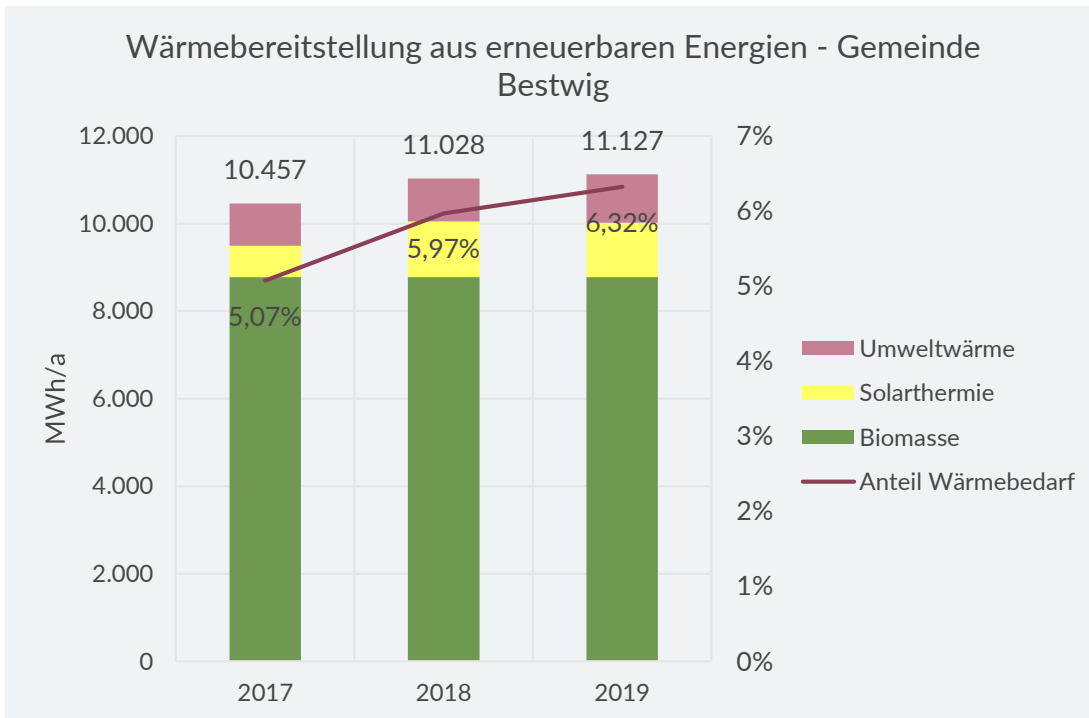


Abbildung 7-17: Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien nach Energieträgern in der Gemeinde Bestwig

Im Vergleich mit dem Gesamtkreis liegt die Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in der Gemeinde Bestwig (6,32 %) anteilmäßig leicht unter dem Kreisniveau (6,86 %).

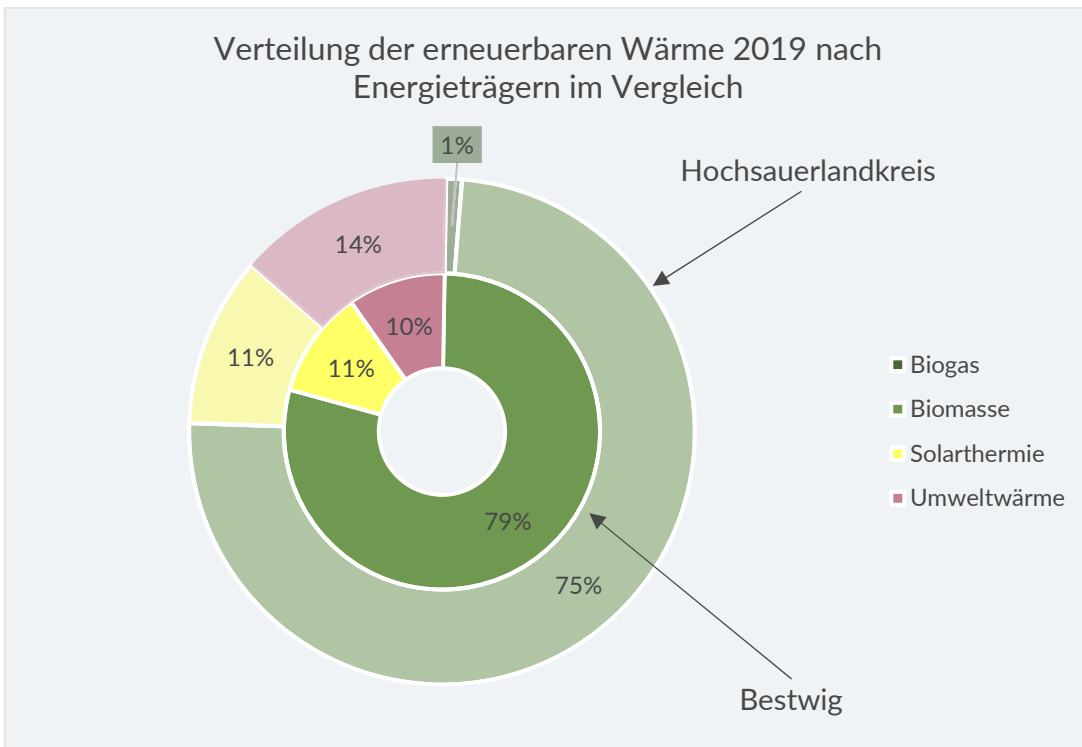


Abbildung 7-18: Vergleich Verteilung der erneuerbaren Wärme nach Energieträgern in der Gemeinde Bestwig und dem HSK

Zusammenfassung der Ergebnisse der Energie- und THG-Bilanz

Der Endenergiebedarf der Gemeinde Bestwig betrug im Bilanzjahr 2019 rund 319.628 MWh. Der Industriesektor wies mit 38 % den größten Anteil am Endenergiebedarf auf. Darauf folgte der Verkehrssektor mit einem Anteil von 29 %. Die privaten Haushalte hatten einen Anteil von 26 %. Der Sektor GHD hatte einen Anteil von 6 %, während die kommunalen Einrichtungen lediglich 1 % des Endenergiebedarfs ausmachten.

Die Aufschlüsselung des Energieträgereinsatzes für die Gebäude und Infrastruktur (umfasst die Sektoren Wirtschaft, Haushalte und kommunale Einrichtungen) zeigt, dass der größte Anteil des Endenergiebedarfs im Jahr 2019 mit rund 36 % auf den Einsatz von Erdgas zurückzuführen war. Strom hatte im Bilanzjahr 2019 einen Anteil von 23 %, sonstige Konventionelle 24 % und Heizöl machte rund 10 % des Endenergiebedarfs aus.

Die aus dem Endenergiebedarf der Gemeinde Bestwig resultierenden Emissionen summierten sich im Bilanzjahr 2019 auf 101.813 tCO₂e. Die Anteile der Sektoren korrespondierten in etwa mit ihren Anteilen am Endenergiebedarf. Der Sektor Industrie (42 %) war hier vor dem Verkehrssektor (28 %) der größte Emittent. Werden die THG-Emissionen auf die Einwohner bezogen, ergibt sich ein Wert von rund 9,67 t/a. Damit lag die Gemeinde Bestwig im Jahr 2019 im Bereich des bundesweiten Durchschnitts, der je nach Methodik und Quelle zwischen 7,9 und 11,0 t/a pro Einwohner variierte.

Die Stromproduktion aus regenerativen Energien auf dem Gemeindegebiet machte im Jahr 2019, bezogen auf den gesamten Strombedarf der Gemeinde Bestwig, einen Anteil von 49 % aus. Die Windenergie und die Photovoltaik hatten dabei im Jahr 2019 mit 86 % bzw. 8 % die größten Anteile an der regenerativen Stromproduktion.