



Integriertes energetisches Quartierskonzept für die Ortsgemeinde Gackebach

Eine Studie der:



Integriertes energetisches Quartierskonzept für die Ortsgemeinde Gackebach

Auftraggeber:

Ortsgemeinde Gackebach Herr Bürgermeister Hans Ulrich Weidenfelder Im Wiesengrund 1 56412 Gackebach	Telefon: 06439 - 1764 Mail: gemeinde@gackebach-ww.de Webseite: www.gackebach-ww.de
--	---

Konzepterstellung:

Transferstelle Bingen (TSB) Berlinstraße 107a 55411 Bingen	
TSB-Projektnummer: 389905	Datum: 11.07.2025

Projektleitung:

Michael Münch	muench@tsb-energie.de
---------------	--

Unter Mitarbeit von: Özlem Albayrak, Jakob Baumann, Kerstin Kriebs, Tanja Maraszek, Luca Müller

Stadt-Land-plus

Axel Brechenser	Axel.Brechenser@stadt-land-plus.de
-----------------	--

Unter Mitarbeit von: Vincent Poinot



Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung • Berlinstr. 107a • 55411 Bingen

im

Institut für Innovation, Transfer und Beratung gGmbH

Gefördert durch:

KFW

Bank aus Verantwortung

und



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR
KLIMASCHUTZ, UMWELT,
ENERGIE UND MOBILITÄT

KfW

Zuschuss-Nr.: 10577140

Programm: Energetische Stadtsanierung – (432)

Auftraggeber: Ortsgemeinde Gackebach

Stadtquartier: Ortsgemeinde Gackebach

Zusage vom: 25.10.2023

und

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität
(MKUEM)

Zuwendung durch das Land Rheinland-Pfalz im Rahmen der Förderrichtlinie „Wärmewende im Quartier“

Zusage vom: 28.02.2024



Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung • Berlinstr. 107a • 55411 Bingen

im

Institut für Innovation, Transfer und Beratung gGmbH

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis.....	12
1 Einleitung.....	14
1.1 Anlass.....	14
1.2 Aufgabenstellung	14
1.3 Vorgehensweise.....	15
2 Bestandsanalyse des Quartiers.....	17
2.1 Lage im Raum.....	17
2.2 Abgrenzung und Beschreibung des Quartiers	19
2.3 Statistik, Sozialdaten, Bevölkerungsstruktur	22
2.4 Übergeordnete Planungen/Planungsgrundlagen.....	26
2.5 Nutzungen und Wirtschaftsstruktur	30
2.5.1 Wirtschaftsstruktur.....	30
2.5.2 Nutzungen	32
2.5.3 Freiflächen, Nachverdichtungspotenziale.....	33
2.5.4 Baulücke / Leerstand.....	35
2.6 Siedlungsstruktur	36
2.6.1 Siedlungsstruktur und Bebauung	36
2.6.2 Siedlungsstruktur, Ortsbild.....	38
2.6.3 Energetische und städtebauliche Ausgangssituation.....	40
2.6.4 Bestandsaufnahme: Gebäudetypologie, Baualtersklassen.....	41
2.6.5 Sanierungszustand, Gebäudesubstanz.....	45
2.6.6 Baukulturelle Zielstellungen	46
2.7 Ergebnisse der Befragung.....	47
3 Analyse der Energieversorgung	59
3.1 Infrastruktur	59
3.2 Energie- und CO ₂ e-Emissionbilanz.....	61
3.2.1 Methodik.....	61
3.2.2 Energie- und CO ₂ e-Gesamtemissionsbilanz.....	61

3.2.3	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz private Haushalte	66
3.2.4	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz der kommunalen Einrichtungen	69
3.2.5	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistungen	71
3.2.6	Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz Verkehr	73
3.2.7	Zielaussage der Gesamtenergiebilanz	75
4	Potenzialermittlung	85
4.1	Potenzialanalyse im Gebäudebestand	85
4.1.1	Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz private Haushalte	86
4.1.2	Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz kommunaler Einrichtungen	94
4.1.3	Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz Gewerbe / Handel / Dienstleistung (GHD)	96
4.2	Potenziale der Solarenergie	103
4.2.1	Potenzialanalyse zur Solarthermie	104
4.2.2	Potenzialanalyse zu Photovoltaik-Dachanlagen	105
4.3	Erdwärme/Geothermie (Wärmepumpen)	106
4.4	Zusammenfassung der Einsparpotenziale	111
5	Schwerpunktuntersuchung „Wärmeversorgung im Quartier“	112
5.1	Einleitung Nahwärmeversorgung	112
5.2	Chancen	114
5.3	Methodik	114
5.4	Wärmeatlas	115
5.5	Definition verschiedener Varianten und technischer Konzepte	121
5.5.1	Basisvariante a/b - Dezentrale Luft/Wasser-Wärmepumpen	122
5.5.2	Variante 1- Warme Nahwärme	122
5.5.3	Variante 2a/2b - Kalte Nahwärme	124
5.5.4	Anschlussquote (AQ)	126
5.5.5	Anpassungen am Heizsystem	127
5.6	Darstellung der Wärmenetzvarianten	129
5.6.1	Variante 1: warme Nahwärme mit einer Anschlussquote von 100 % für den Kernort ..	129
5.6.2	Variante 2a/b mit einer 100 % Anschlussquote für den Kernort	130
5.6.3	Variante 2a/b mit einer Anschlussquote von 100 % und 70 % für das Teilgebiet „Bitzstraße“	131
5.7	Energiebilanz	133

5.8	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	135
5.8.1	Förderkulisse.....	135
5.8.2	Rahmenbedingungen	137
5.8.3	Bestimmung der verbrauchsgebundenen Kosten	138
5.8.4	Bestimmung der betriebsgebundenen Kosten.....	138
5.8.5	Bestimmung der spez. Stromgestehungskosten der Photovoltaikanlagen.....	139
5.8.6	Bestimmung der annuisierten Kapitalkosten	142
5.8.7	Bestimmung der Investitionskosten.....	143
5.8.8	Variantenvergleich der Vollkosten zur Wärmeversorgung	147
5.9	CO ₂ e-Emissionsbilanz	150
5.10	Zusammenfassung	153
6	Schwerpunktuntersuchung „nachhaltige Mobilität“	155
6.1	Bestandsanalyse	156
6.1.1	Fuß- und Radverkehr.....	156
6.1.2	ÖPNV.....	157
6.1.3	MIV	157
6.2	Mobilitätsangebote und Projektideen.....	159
6.3	Fördermöglichkeiten.....	160
6.4	Ausblick.....	161
7	Untersuchung „Freifläche“	162
7.1	Bestandsanalyse	162
7.2	Fördermöglichkeiten.....	164
8	Maßnahmenkatalog.....	165
8.1	EG – Effiziente Gebäude.....	168
8.2	EV – Energieerzeugung und -versorgung	169
8.3	MO – Verkehr und Mobilität.....	169
8.4	KA - Klimaanpassung.....	170
8.5	KM – Kommunikation und Management	170
8.6	Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse (technisch, wirtschaftlich, zielgruppenspezifisch bedingt) und deren Überwindung, Gegenüberstellung möglicher Handlungsoptionen	171
9	Akteursbeteiligung.....	174
9.1	Lenkungsgruppe	174

9.2	Befragung der Bürger/innen	174
9.3	Auftaktveranstaltung	174
9.4	Workshop	175
9.5	Abschlussveranstaltung	176
10	Organisationskonzept und Erfolgskontrolle	178
10.1	Projektlauf.....	178
10.2	Controlling und Monitoring	178
10.3	Zeitplan und Prioritäten	178
10.4	Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten.....	180
11	Fazit und Empfehlungen für das Quartier „Ortsgemeinde Gackenbach“	183
12	Literaturverzeichnis	186
Anhang	190

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1 Lage im Raum.....	18
Abbildung 2-2 Abgrenzung des Quartiers	19
Abbildung 2-3 Ortsteil Kirchähr	20
Abbildung 2-4 Hauptortslage Gackenbach	20
Abbildung 2-5 Ortsteil Dies.....	21
Abbildung 2-6 Bevölkerungsstruktur der OG Gackenbach im Vergleich; Eigene Darstellung; Datenquelle: (Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Zensusdaten, 2022)	22
Abbildung 2-7 Bevölkerungsentwicklung im Vergleich	23
Abbildung 2-8 Bevölkerungsvorausschreibung im Vergleich	24
Abbildung 2-9 Verteilung der Bevölkerung in der Ortslage	25
Abbildung 2-10 Haushaltsgrößen in Gackenbach	26
Abbildung 2-11 Auszug aus dem Flächennutzungsplan	27
Abbildung 2-12 Nutzung und Bebauung in 2024.....	28
Abbildung 2-13 Gebäudenutzung (Anzahl) im Untersuchungsgebiet	32
Abbildung 2-14 Gebäudenutzung im Untersuchungsgebiet.....	33
Abbildung 2-15 Hofsituationen im Ortskern und in Dies	34
Abbildung 2-16 Verortung der Baulücke	35
Abbildung 2-17 Vergleich der Bebauungsfläche zwischen 1950 und 2024.....	37
Abbildung 2-18 Schwarzplan Gackenbach	38
Abbildung 2-19 Siedlungsentwicklung in Gackenbach	39
Abbildung 2-20 Wohngebäude nach Bauweise in Gackenbach.....	40
Abbildung 2-21 Baualter der Wohngebäude	41
Abbildung 2-22 Klassifizierung der Baualtersklassen	42
Abbildung 2-23 Dachlandschaft (eigene Aufnahme).....	45
Abbildung 2-24 Wohngebäude mit altersbedingten und energetischen Sanierungsbedarf.....	46
Abbildung 2-25 Online-Beteiligung	47
Abbildung 2-26 Fragebogen.....	48
Abbildung 2-27 Rückmeldungen aus der Fragebogenaktion	49
Abbildung 2-28 Bestand an Verkehrsmitteln laut Umfrage (n20)	50
Abbildung 2-29 Bürgerbeteiligung – Entfernung Wohn- und Arbeitsort.....	50
Abbildung 2-30 Bürgerbeteiligung - Art der Gefahrenstellen.....	51

Abbildung 2-31 Angabe aus der Bürgerbeteiligung zu Gefahren- und Unfallstellen sowie Barrierefreiheit.....	52
Abbildung 2-32 Gemeldete Unfälle (2016-2023)	52
Abbildung 2-33 Bürgerbeteiligung - Klimaanpassungsmaßnahmen	53
Abbildung 2-34 Baujahr der Gebäude laut Befragung	55
Abbildung 2-35 Energieträger der Heizungen laut Befragung	55
Abbildung 2-36 durchgeführte Sanierungsmaßnahmen laut Befragung.....	56
Abbildung 2-37 Geobudgetierung - Verteilung der Maßnahmen.....	57
Abbildung 3-1 Gesamtendenergiebilanz nach Sektoren Gackebach 2022	62
Abbildung 3-2 Gesamt-CO ₂ e-Bilanz nach Sektoren Gackebach 2022	63
Abbildung 3-3 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger, Gackebach 2022	65
Abbildung 3-4 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Gackebach 2022.....	66
Abbildung 3-5 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger, private Haushalte.....	68
Abbildung 3-6 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte.....	69
Abbildung 3-7 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger in kommunalen Einrichtungen.....	70
Abbildung 3-8 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger in kommunalen Einrichtungen.....	71
Abbildung 3-9 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger, GHD	72
Abbildung 3-10 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, GHD	73
Abbildung 3-11 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger, Verkehr	74
Abbildung 3-12 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger, Verkehr	75
Abbildung 3-13 Szenarien bis 2045	84
Abbildung 4-1 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial der Wohngebäude	89
Abbildung 4-2 Technisches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Baualtersklassen	90
Abbildung 4-3 Wirtschaftliches Einsparpotenzial der Wohngebäude nach Baualtersklassen.....	91
Abbildung 4-4 Entwicklungsszenarien des Endenergieverbrauchs Wärme für den Sektor private Haushalte bis zum Jahr 2045.....	92
Abbildung 4-5 Gemeindehaus, Im Wiesengrund 1 (https://www.gackebach-ww.de/dorfansichten).....	95
Abbildung 4-6 Neue Mitte Gackebach (Quelle: https://www.vg-montabaur.de/aktuelles/presse/pressemitteilungen/2024/mai-2024/gackebach-erhaelt-eine-neue-mitte/)	96

Abbildung 4-7 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial Wärme GHD	99
Abbildung 4-8 Entwicklung Endenergieverbrauch Gebäudewärme- und –kälteversorgung GHD	100
Abbildung 4-9 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial Strom in GHD	101
Abbildung 4-10 Szenarien Stromverbrauch GHD.....	102
Abbildung 4-11 Auszug aus dem Solarkataster Rheinland-Pfalz zur Gemeinde Gackebach (Energieagentur RLP, 2020)	103
Abbildung 4-12 Auszug aus der Standortbewertung für die Erlaubnisfähigkeit von Grundwasser-Wärmetauschersystemen (Quelle: LGB RLP)	108
Abbildung 4-13 Potenzielle Eignung von Böden für Erdwärmekollektoren (Quelle: LGB RLP) ..	109
Abbildung 4-14 Auszug aus der Standortbewertung für die Erlaubnisfähigkeit von Erdwärmetauscheranlagen (Quelle: LGB RLP)	109
Abbildung 4-15 Standortbewertung zur Installation von Erdwärmesonden in Gackebach Quelle: (Landesamt für Geologie und Bergbau, 2022)	110
Abbildung 5-1 Wärmeatlas – Wärmebedarf in den Siedlungszellen (SLP).....	118
Abbildung 5-2 Wärmelinien-dichte, Kernort der Ortsgemeinde Gackebach	119
Abbildung 5-3 Wärmelinien-dichte, Ortsteile Dies und Kirchähr	120
Abbildung 5-4 Wärmelinien-dichte, ausgewählter Bereich Ortsgemeinde Gackebach.	121
Abbildung 5-5 Anlagenschema zur kalten Nahwärme mit zentralem Erdwärmesondenfeld (Prof. Giel, 2017).....	124
Abbildung 5-6 Potenzielle Flächen für Erdwärmesonden im Kernort (Quelle: ©GeoBasis-DE / LVerGeoRP (2025), dl-de/by-2-0, http://www.lvermgeo.rlp.de [Daten bearbeitet]).....	126
Abbildung 5-7 Schematische Darstellung der Trinkwarmwasserbereitung (Quelle: (BWP (b), 2024)	128
Abbildung 5-8 Schematische Darstellung der Trinkwarmwasserbereitung Warmwasserwärmepumpe mit Umluft (Quelle: (BWP (b), 2024)).....	128
Abbildung 5-9 Aufbau eines warmen Nahwärmenetzes (Variante 1) – Kernort; Ortsgemeinde Gackebach, veränderte Darstellung (SLP).....	129
Abbildung 5-10 Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes (Variante 2a/2b) – Kernort; Ortsgemeinde Gackebach, veränderte Darstellung.....	130
Abbildung 5-11 Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes (Variante 2a/2b) – Teilgebiet „Bitzstraße“; Ortsgemeinde Gackebach, veränderte Darstellung.....	131
Abbildung 5-12 Jahresgesamtkosten der Wärmeversorgung für den Kernort mit einer Anschlussquote von 100 %	147
Abbildung 5-13 Jahresgesamtkosten der Wärmeversorgung für das Teilgebiet mit einer Anschlussquote von 100 %	149

Abbildung 5-14 Jahresgesamtkosten der Wärmeversorgung für das Teilgebiet mit einer Anschlussquote von 70 %	150
Abbildung 5-15 Vergleich der CO ₂ e-Emissionen für den gesamten Kernort mit 100 % Anschlussquote.....	151
Abbildung 5-16 Vergleich der CO ₂ e-Emissionen für das Teilgebiet „Bitzstraße“ mit 100 % Anschlussquote.....	152
Abbildung 5-17 Vergleich der CO ₂ e-Emissionen für das Teilgebiet „Bitzstraße“ mit 70 % Anschlussquote.....	152
Abbildung 6-1 Ortsdurchfahrt Kirchstraße und Gelbachstraße	155
Abbildung 6-2 Verkehrsberuhigende Straßenraumgestaltung und Fußverkehrsinfrastruktur....	155
Abbildung 6-3 Ausschnitt des beschilderten Radroutennetz in und um Gackenbach	156
Abbildung 6-4 ÖPNV-Infrastruktur in Gackenbach.....	157
Abbildung 6-5 Verkehrsströme in der Ortslage	158
Abbildung 6-6 Ladestation in Kirchähr.....	159
Abbildung 7-1 Grünflächenverteilung in Gackenbach	162
Abbildung 8-1: Rolle der Kommune in der dezentralen Lösung.....	172
Abbildung 9-1 Impressionen aus der Auftaktveranstaltung.....	175
Abbildung 9-2 Impressionen aus den Workshops.....	176

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1 Gewerbe und Dienstleistung – Gackebach	30
Tabelle 2-2 Gastronomie und Beherbergung	32
Tabelle 2-3 Baulücke im Ortskern	36
Tabelle 2-4 Denkmalschutz in Gackebach.....	38
Tabelle 2-5 Beispiele an Gebäudetypologie in Gackebach.....	44
Tabelle 2-6 Bürgerbeteiligung - Benotung des Wohnumfelds	48
Tabelle 2-7 Gibt es Bereiche, die bei Starkregen problematisch sind?	54
Tabelle 2-8 Wo sehen Sie Ansatzpunkte für weitere Klimaanpassungsmaßnahmen?	54
Tabelle 2-9 Bürgerbeteiligung - Geobudgetierung - Verteilung der Kosten	57
Tabelle 3-1 Verteilung der Energieträger der Heizungen	60
Tabelle 3-2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz nach Energieträger, Gesamtbilanz Gackebach, 2022.....	64
Tabelle 3-3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz der privaten Haushalte	67
Tabelle 3-4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz der kommunalen Einrichtungen	70
Tabelle 3-5 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, GHD (Werte gerundet)	71
Tabelle 3-6 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Verkehr (Werte gerundet).....	74
Tabelle 3-7 Einsparung des Energieverbrauchs in den Sektoren	79
Tabelle 3-8 Reduzierung der zugelassenen Kraftfahrzeuge.....	81
Tabelle 3-9 Entwicklung des Wärmemixes.....	81
Tabelle 3-10 Entwicklung der Antriebstechnologien	82
Tabelle 3-11 Ausbau der lokalen Stromerzeugung	82
Tabelle 3-12 Zusammenfassung der Einsparpotenziale	83
Tabelle 4-1 Übersicht über die dynamische Amortisationszeit der Investition für Energieeinsparmaßnahmen bei Energieträger Heizöl.....	87
Tabelle 4-2 Energie- und CO ₂ e-Kennwerte des Gemeindehauses (Im Wiesengrund 1)	95
Tabelle 4-3 Einsparpotenziale Raumwärme bei entsprechenden Maßnahmen	98
Tabelle 4-4 Ausbaupotenzial der Solarthermie im Ortskern Gackebach	104
Tabelle 4-5 Ausbaupotenzial der Dach-Photovoltaik im Ortskern Gackebach	105
Tabelle 4-6 Zusammenfassung der Einsparpotenziale	111
Tabelle 5-1 Energiebilanz der Wärmeversorgung der gesamten Ortsgemeinde (100 %-Anschlussquote).....	133
Tabelle 5-2 Energiebilanz der Wärmeversorgung - Teilgebiet (100 %-Anschlussquote)	134

Tabelle 5-3 Energiebilanz der Wärmeversorgung Teilgebiet (70 %-Anschlussquote)	134
Tabelle 5-4 Kostenschätzung PV-Anlagen für den Kernort Gackenbach mit einer Anschlussquote von 100 % (Tabelle 1)	141
Tabelle 5-5 Kostenschätzung PV-Anlagen für den Kernort Gackenbach mit einer Anschlussquote von 100 % (Tabelle 2)	141
Tabelle 5-6 Abschreibungszeiträume der Systemkomponenten der Vergleichsvarianten	142
Tabelle 5-7 Investitionskostenschätzung für den Kernort der Ortsgemeinde Gackenbach mit einer Anschlussquote von 100 %	144
Tabelle 5-8 Investitionskostenschätzung des Teilgebiets der Ortsgemeinde Gackenbach mit einer Anschlussquote von 100 %	145
Tabelle 5-9 Investitionskostenschätzung des Teilgebiets der Ortsgemeinde Gackenbach mit einer Anschlussquote von 70 %	146
Tabelle 7-1 Potenzial der Grünflächen in Gackenbach	163
Tabelle 8-1 Maßnahmenübersicht	166
Tabelle 8-2 SWOT-Analyse für Gackenbach	167
Tabelle 9-1 Teilnehmer an der Abschlussveranstaltung	177
Tabelle 10-1 Akteure	180
Tabelle 10-2 Akteure der Maßnahmen	180

1 Einleitung

1.1 Anlass

Das Vorantreiben der Energiewende ist für die Zukunft der Kommunen entscheidend. Mit dem Klimaschutzgesetz hat sich Deutschland das Ziel gesetzt, für das Jahr 2045 Treibhausgasneutralität zu erlangen. Auch in der Gemeinde Gackebach werden neue Lösungen und Alternativen diskutiert, um bestehende Strukturen für die Zukunft lebenswert und nachhaltig zu gestalten. Ob Energiewende oder demografischer Wandel, die Herausforderung der Kommune zur Umsetzung einer nachhaltigen Dorfentwicklung ist enorm.

Die Gemeinde Gackebach, welche bereits in das KfW-Programm „Energetische Stadtsanierung“ aufgenommen ist, hat zu Beginn des Prozesses beschlossen, dass folgende Schwerpunktthemen im Rahmen des integrierten energetischen Quartierskonzeptes näher untersucht werden sollen:

1. Aufzeigen von Potenzialen und Ausarbeitung konkreter Handlungsempfehlungen zur Verringerung des Primär- und Endenergiebedarfs, zur Steigerung der regenerativen Strom- und Wärmeerzeugung, zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Senkung der CO₂e-Emissionen.
2. Aufzeigen von technischen und wirtschaftlichen Einsparpotenzialen in Hinblick auf energetische Sanierungen öffentlicher und privater Gebäude und einer zukunftsfähigen, regenerativen Wärmeversorgung.
(Nahwärme/Energetische Sanierungen im übrigen Quartier)

Das Quartier Gackebach ist überwiegend durch Wohnen geprägt. Sechs Betriebe sind ansässig. Für die Wohnbebauung sind die größten Energieverbräuche und die größten Klimaschutzpotenziale zu erwarten. Im Rahmen des Quartierskonzeptes galt es daher, insbesondere Maßnahmen zu entwickeln, die den Ort als Wohnort bewahren und stärken. Daher wurden im Rahmen des Konzeptes insbesondere auch städtebauliche, denkmalpflegerische, baukulturelle, wohnungswirtschaftliche und soziale Belange berücksichtigt.

Das integrierte energetische Quartierskonzept wurde vom Land Rheinland-Pfalz finanziell mitunterstützt und im Rahmen des Förderprogramms „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) entsprechend dem Merkblatt (Stand 03/2023) erarbeitet.

1.2 Aufgabenstellung

Das integrierte energetische Quartierskonzept soll die Gemeinde Gackebach und die Gebäudeeigentümer:innen bei der Planung und Durchführung von energetischen Sanierungsmaßnahmen des Gebäudebestandes und der Optimierung von Energieversorgungsstrukturen unterstützen. Die Schwerpunkte des Konzeptes liegen in einer Detailbetrachtung der Machbarkeit mehrerer in Abstimmung mit den lokalen Akteuren ausgewählter Wärmeversorgungslösungen für die überwiegend privaten Gebäude – unter technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten. In einem Beteiligungsverfahren ist sichergestellt, dass die lokalen Akteure,

insbesondere der Gemeinderat sowie die Bürger:innen die Möglichkeit zur Mitarbeit an der Konzeption konkreter Maßnahmen erhalten. Dadurch können zielgruppenspezifische Umsetzungshemmnisse analysiert und Handlungsoptionen für deren Überwindung dargelegt werden. Alle Arbeiten werden zudem in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Fördermittelgebers unter Beachtung städtebaulicher, denkmalpflegerischer, baukultureller und sozialer Belange bearbeitet.

Das vorliegende integrierte energetische Quartierskonzept der Gemeinde Gackebach bildet die Grundlage für die sich anschließende Umsetzungsphase. Ein Management in der Umsetzung ist zur Begleitung und Koordination der Planung sowie Realisierung der in diesem Konzept verankerten Maßnahmen sinnvoll.

Im Rahmen des Quartierskonzeptes werden folgende Punkte erarbeitet:

- Erstellung einer Energiebilanz des Quartiers über den Ausgangszustand sowie Ermittlung von Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenzialen sowie Nutzung von erneuerbaren Energien und damit verbundene CO₂e-Minderungspotenziale im Gebäudebestand
- Entwicklung von beispielhaften Maßnahmenpaketen für die energetische Sanierung charakteristischer Wohngebäudetypen im Quartier in Form von Gebäudesteckbriefen, inklusive Darstellung von Einsparpotenzialen und Wirtschaftlichkeit
- Einbeziehung privater Gebäude (private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung) in die Konzeption von Wärmeversorgungslösungen
- Entwicklung von Maßnahmen zur Stärkung des nichtmotorisierten Individualverkehrs
- Bestandsaufnahme von Grünflächen
- Aufzeigen von Umsetzungshemmnissen und Maßnahmen zu deren Überwindung in Form von Maßnahmensteckbriefen
- Einbeziehung der lokalen Akteure in die Konzeptbearbeitung durch die Mitwirkung bei der Durchführung von Bürgerversammlungen und Gesprächsrunden

1.3 Vorgehensweise

Das Quartierkonzept wurde in einem interdisziplinären Projektteam, bestehend aus der Transferstelle Bingen (TSB) und dem Planungsbüro Stadt-Land-plus – Büro für Städtebau und Umweltplanung, Boppard erarbeitet.

Die Bearbeitung erfolgte unter Beteiligung einer eigens für das Quartierkonzept eingerichteten Lenkungsgruppe. Diese bestand aus Mitgliedern des Gemeinderates und der Verbandsgemeindeverwaltung.

Die Bürger:innen hatten im Rahmen von Bürgerversammlungen Gelegenheit, sich umfassend über die Zielrichtung und den aktuellen Bearbeitungsstand des Quartierskonzeptes zu informieren und eigene Gedanken und Ideen einzubringen. Darüber hinaus wurden bei einer Online-Befragung ergänzt um Papierfragebögen u. a. Verbrauchsdaten erhoben. Ergänzend gab es Informationen für die Öffentlichkeit in der Presse und im Internet.

Die heterogene Bau-, Alters-, Nutzungs- und Eigentumsstruktur erforderte eine detaillierte Analyse der energetischen Gesamtsituation. Die energetischen und städtebaulichen Eingangsdaten wurden durch Kartierungen im Gebiet, die Auswertung von vorhandenen Daten, Konzepten, der Befragung und Gesprächen mit den Akteuren gewonnen.

In einem ersten Schritt wurden alle Gebäude in einer Datenbank erfasst und nach Nutzungsart, Baualtersklasse, Größe usw. kategorisiert. Aus diesen Daten konnten Rückschlüsse über den Energieverbrauch im gesamten Quartier gezogen werden. Um die Datenbasis zu verfeinern und um Aspekte zu ergänzen, die von außen nicht ersichtlich sind, wurde eine Anwohnerbefragung durchgeführt. Der Fragebogen beinhaltete

- Persönliche Angaben (Anschrift, Anzahl an Bewohnern),
- Gebäudekenndaten (Nutzfläche, Baujahr, Nutzung),
- Angaben zur Heiztechnik und zum Brennstoffverbrauch,
- Angaben zur Energieerzeugung und geplanten Modernisierungen

Die Online-Befragung beinhaltet weitere Thematiken

- Angaben zum Mobilitätsverhalten
- Klimaanpassungsmaßnahmen
- Geobudgetierung

Basierend auf der Analyse wurden die technisch und wirtschaftlich umsetzbaren Optimierungs- und Einsparpotenziale sowie die Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien ermittelt. Darauf aufbauend wurde ein fundierter Maßnahmenkatalog mit entsprechenden kurz-, mittel- und langfristigen Zielen entwickelt und in der Lenkungsrunde diskutiert und abgestimmt.

2 Bestandsanalyse des Quartiers

2.1 Lage im Raum

Gackebach ist eine Ortsgemeinde im nordöstlichen Rheinland-Pfalz und gehört zur Verbandsgemeinde Montabaur. Die Gemeinde liegt im südlichen Westerwald und ist Teil des Westerwaldkreises. Das nächstgelegene Oberzentrum, die kreisfreie Stadt Koblenz, befindet sich etwa 35 km westlich. Montabaur – zugleich Verwaltungssitz der Verbandsgemeinde und Kreisstadt – liegt rund 10 km nördlich von Gackebach entfernt. Die nächstgelegenen Mittelzentren Diez und Bad Ems sind jeweils etwa 15 km entfernt. Als Grundzentrum fungiert Nassau, das rund 11 km südlich liegt. Hier verläuft auch die Bundesstraße 260 entlang der Lahn.

Die Autobahn A 3 ist über die Anschlussstelle Nentershausen in etwa 10 km Entfernung erreichbar. Die Bundesstraße B 49 liegt rund 13 km entfernt. Zudem bestehen Anbindungen an den überregionalen Schienenverkehr: Die ICE-Bahnhöfe in Montabaur und Koblenz sind in etwa 17 bzw. 30 Minuten erreichbar, die Lahntalbahn in rund 15 Minuten. Ergänzend verläuft eine HBR-Radroute durch Gackebach, die Anbindungen in das Gelbbachtal sowie in Richtung Bad Ems bietet.

Die Gemeinde Gackebach liegt im Niederwesterwald, eingebettet in den Naturpark Nassau. Gemeinsam mit den Nachbargemeinden Horbach und Hübingen bildet sie das sogenannte Buchfinkenland, das im Bereich Gackebach insbesondere durch das tief eingeschnittene Gelbbachtal geprägt ist. Die Gemeinde ist bereits seit vielen Jahren als Erholungsort bekannt. Für seine hohe Dorfqualität wurde der Ort im Jahr 2003 im Wettbewerb „Unser Dorf soll schöner werden“ ausgezeichnet.

Gackebach besteht aus drei Ortsteilen: Gackebach, Kirchähr und Dies. Die Hauptortslage Gackebach befindet sich auf einem Plateau in einer Höhenlage zwischen 282 und 323 Metern über dem Meeresspiegel. Die Ortsteile Kirchähr und Dies liegen unterhalb des Plateaus direkt am Gelbbach, auf etwa 154 bzw. 145 Metern Höhe.

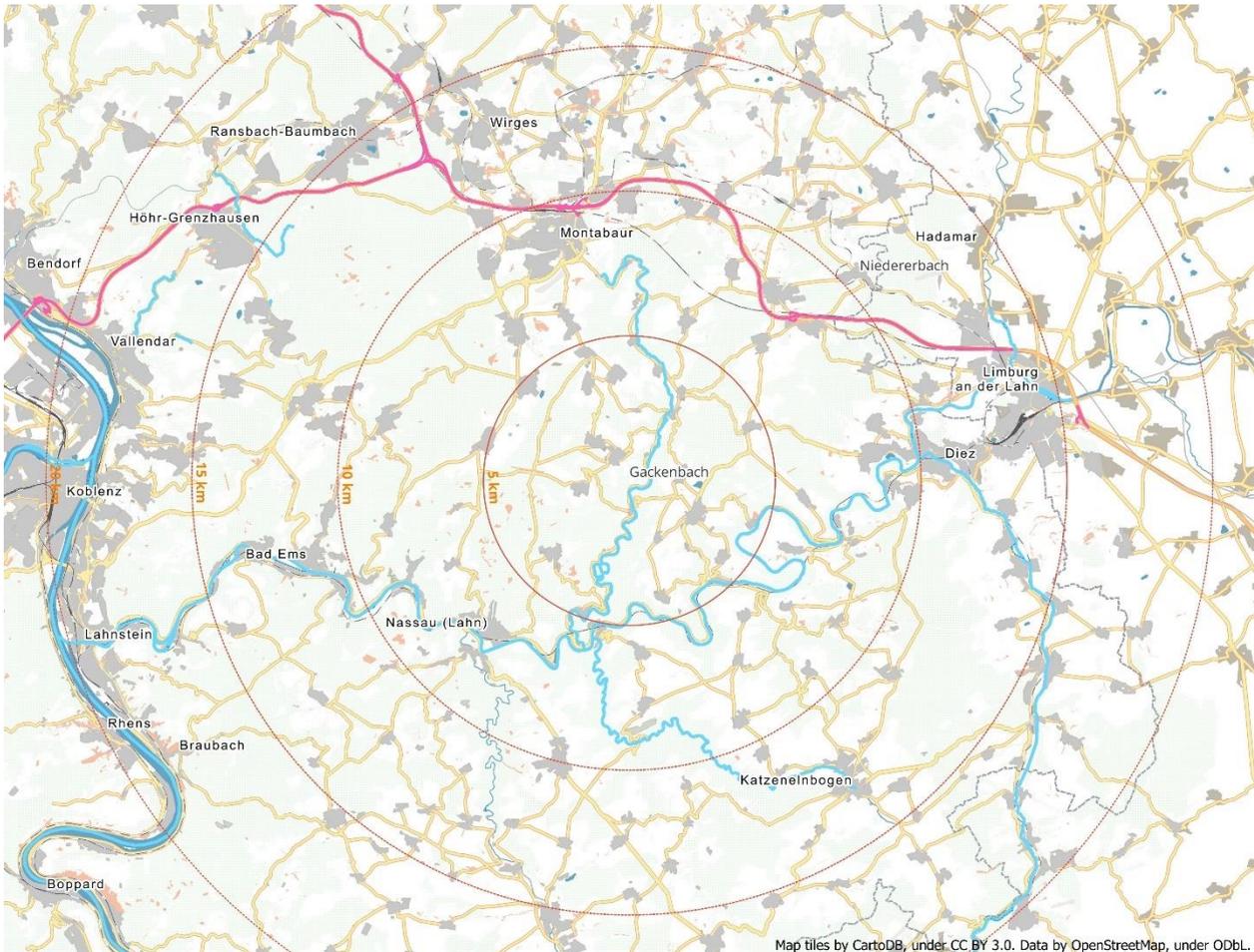


Abbildung 2-1 Lage im Raum

Das Gemeindegebiet von Gackebach umfasst eine Fläche von 4,75 km². Davon entfallen rund 46 % (2,2 km²) auf Waldflächen, was die walddreiche Prägung des Buchfinkenlandes deutlich macht. Etwa 25 % (1,2 km²) der Fläche werden landwirtschaftlich genutzt.

Die Siedlungsfläche macht insgesamt etwa 17 % (0,8 km²) der Gemeindefläche aus. Der größte Teil davon entfällt auf Sport-, Freizeit- und Erholungsflächen. Wohngebiete nehmen etwa 4 %, Industrie- und Gewerbeflächen rund 1 % ein. Verkehrsflächen machen weitere 5 % des Gemeindegebiets aus.

Die Waldflächen sind überwiegend von Laubholz, insbesondere Buche, geprägt. Der Laubholzanteil liegt bei 78 %, während Nadelholz etwa 22 % der Waldfläche ausmacht¹.

Die drei Siedlungsbereiche der Gemeinde sind überwiegend von Einfamilienhäusern geprägt. Gleichzeitig haben Tourismus und Industrie einen prägenden Einfluss auf das Landschaftsbild. Die Lage der Kirchen in den Ortsteilen Kirchähr und Gackebach hat zu einer ungewöhnlichen Siedlungsentwicklung geführt, da sie nicht – wie in vielen anderen Gemeinden – zentral, sondern verteilt liegen. Im Jahr 2022 zählte die Gemeinde 566 Einwohnerinnen und Einwohner².

¹ Angabe Forstrevier Buchfinkenland

² Statistisches Bundesamt, Zensus 2022: Ergebnisse. Abgerufen am 19.09.2024, von <https://www.zensus2022.de>

2.2 Abgrenzung und Beschreibung des Quartiers

Das Quartier umfasst die drei Siedlungsgebiete der Ortsgemeinde Gackebach. Innerhalb des Untersuchungsgebiets befinden sich insgesamt 219 Wohngebäude und 24 Gewerbegebäude. Die Nutzungsstruktur ist vorwiegend auf die Bereiche Wohnen und Gewerbe ausgerichtet.

Neben den im Ort ansässigen Industriebetrieben kommt dem Gastgewerbe eine besondere Bedeutung zu: In Kirchähr befindet sich mit dem Karlsheim eine überregional bekannte Jugendbegegnungsstätte, und im Ortskern ist ein gastronomischer Betrieb angesiedelt.

Die Präsenz dieser Gewerbebetriebe hat einen maßgeblichen Einfluss auf das kommunale energetische Profil.

Zu den kommunalen Einrichtungen im Quartier zählen das Rathaus und das Dorfgemeinschaftshaus. Im Rahmen des Projekts „Neue Mitte“ entsteht anstelle des ehemaligen Pfarrhauses ein modernes Gemeindezentrum, das als neuer Mittelpunkt dienen soll.



Abbildung 2-2 Abgrenzung des Quartiers

Der Wildpark, der Lindenhof sowie der Friedhof und die Grillhütte sind nicht Teil des Quartiers. Wichtige Infrastruktureinrichtungen wie die Grundschule Buchfinkenland, die Kindertagesstätte sowie das Ignatius-Lötschert-Seniorenzentrum mit etwa 70 Bewohnern befinden sich in unmittelbarer Nähe zur Hauptortslage, jedoch außerhalb des Untersuchungsgebiets – auf dem Gebiet der Nachbargemeinde Horbach, jenseits der Landesstraße L 326.



Abbildung 2-3 Ortsteil Kirchhähr



Abbildung 2-4 Hauptortslage Gackebach



Abbildung 2-5 Ortsteil Dies

Die Quartiersgrenze umfasst folgende Straßen:

Ortsteil Gackenbach:

- Alte Hohl
- Am Friedhof (Neubaugebiet)
- An der Pumpe
- Bergstraße
- Bienenstück
- Bitzstraße
- Halfterweg
- Im Boden
- Im Wiesengrund
- Kapellenstraße
- Kirchstraße
- Lindenhof
- Lindenstraße
- Neue Hohl
- Ober dem Kirchweg
- Unter dem Wasem (Neubaugebiet)
- Waldstraße

Ortsteil Kirchähr:

- Am Jugendheim
- Im Kirchholz
- Totenweg

Ortsteil Dies:

- Eschenauer Weg
- Gelbbachstraße
- Hirschenberg
- Hübinger Straße
- Ringstraße

2.3 Statistik, Sozialdaten, Bevölkerungsstruktur

Im Jahr 2022 hatte Gackebach gemäß des Statistischen Landesamt Rheinland-Pfalz 551 Einwohner. Die Geschlechterverteilung in der Gemeinde ist mit 49,7 % weiblichen und 50,3 % männlichen Bewohnern ausgeglichen. Der Anteil nichtdeutscher Mitbürger liegt bei rund 5 %.

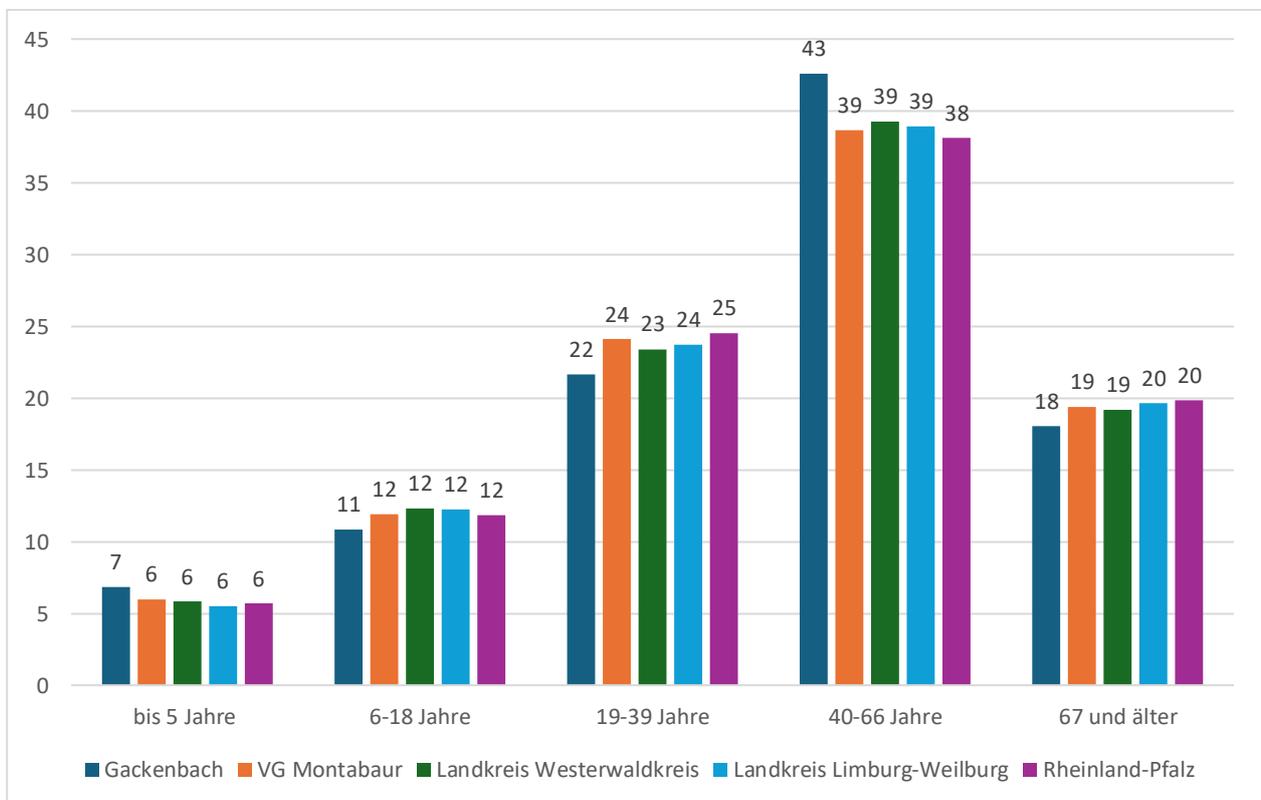


Abbildung 2-6 Bevölkerungsstruktur der OG Gackebach im Vergleich; Eigene Darstellung; Datenquelle: (Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Zensusdaten, 2022)

Die Altersverteilung in Gackebach zeigt im Vergleich zu den übergeordneten Verwaltungseinheiten und dem Landesdurchschnitt einige auffällige Unterschiede:

- **Kinder bis 5 Jahre:** Gackebach hat mit 7 % einen leicht höheren Anteil an Kleinkindern als die Vergleichsregionen, die jeweils bei 6 % liegen. Dies kann auf eine junge Familienstruktur oder eine positive Geburtenentwicklung hinweisen.
- **Kinder und Jugendliche (6–18 Jahre):** Mit 11 % liegt Gackebach leicht unter dem Niveau der anderen Regionen (alle bei 12 %). Dies deutet auf eine leicht unterdurchschnittliche Präsenz von Schulkindern hin.

- **Junge Erwachsene (19–39 Jahre):** Gackebach weist mit 22 % einen geringeren Anteil auf als die Vergleichsregionen (23–25 %). Dies könnte auf Abwanderung junger Menschen aufgrund von Ausbildung oder Arbeitsmöglichkeiten hindeuten.
- **Mittlere Altersgruppe (40–66 Jahre):** Mit 43 % ist dieser Anteil in Gackebach deutlich höher als in allen Vergleichsregionen (jeweils 38–39 %). Dies lässt auf eine stark ausgeprägte mittlere Generation schließen, möglicherweise mit hoher Eigentumsquote und langjähriger Ortsbindung.
- **Senioren (67 Jahre und älter):** Der Anteil liegt mit 18 % etwas unter dem regionalen Durchschnitt (19–20 %). Gackebach hat damit eine etwas jüngere Seniorenstruktur.

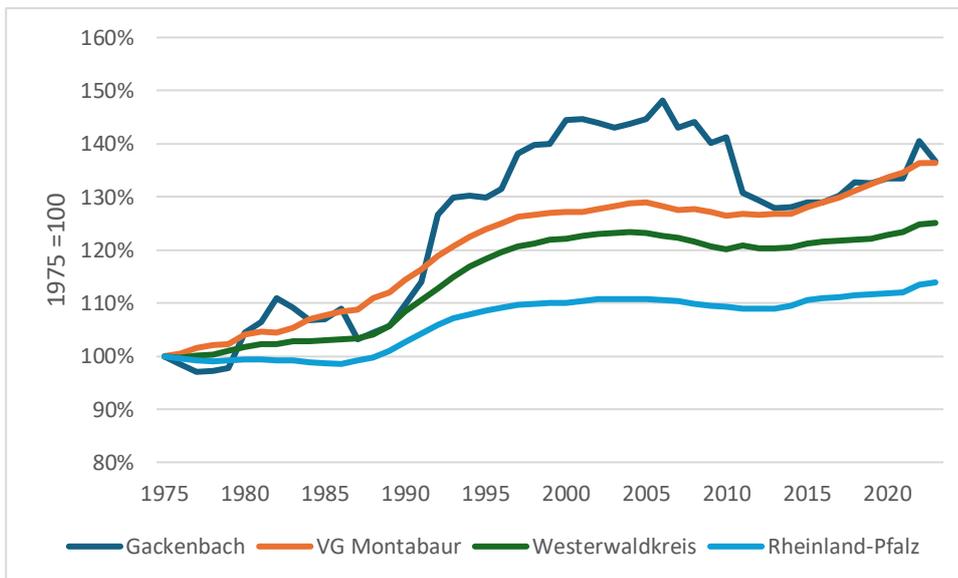


Abbildung 2-7 Bevölkerungsentwicklung im Vergleich

Die Bevölkerungsentwicklung in Gackebach zeigt sich seit den 1990er-Jahren weitgehend stabil. Nach dem Tiefstand im Jahr 1977 mit nur 391 Einwohnern überschritt die Gemeinde 1992 erstmals die Marke von 500 Einwohnern.

Den bisherigen Höchststand erreichte Gackebach im Jahr 2006 mit 597 Einwohnern. Seitdem schwankt die Bevölkerungszahl zwischen 515 und 569 Personen, ohne einen klaren Trend nach oben oder unten erkennen zu lassen.

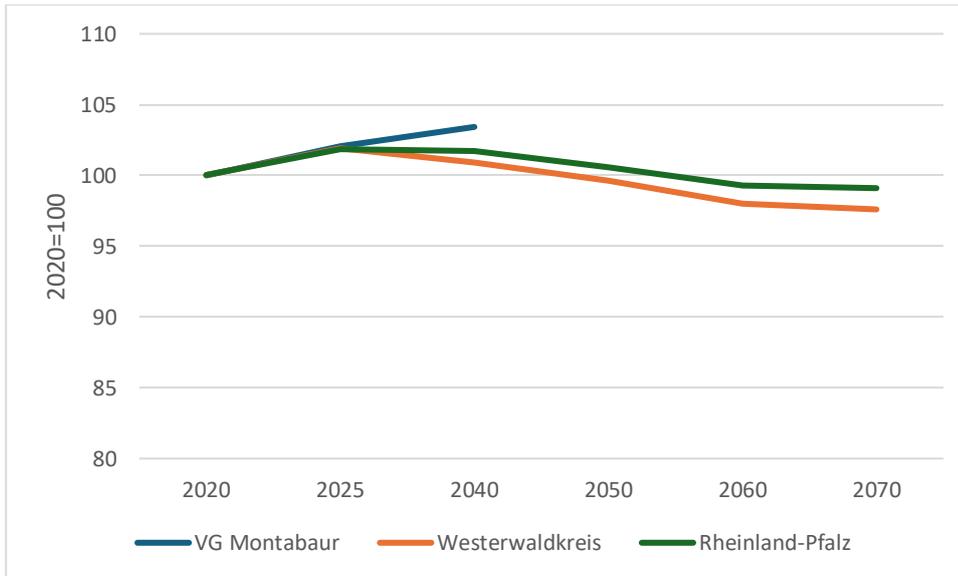


Abbildung 2-8 Bevölkerungsvorausschreibung im Vergleich

Die sechste kleinräumige Bevölkerungsvorausberechnung (Basisjahr 2020)³ prognostiziert in ihrer mittleren Variante für die VG Montabaur einen Bevölkerungszuwachs von 3,4 % bis zum Jahr 2040, was einem Plus von über 1.416 Einwohnern entspricht. Im Westerwaldkreis wird im selben Zeitraum ein Anstieg von 1 % erwartet, was rund 2.000 zusätzliche Einwohner im Vergleich zu 2023 bedeutet. Besonders auffällig bei der Prognose für die VG Montabaur ist die Entwicklung der Altersstruktur. Im Vergleich der Jahre 2020 und 2040 wird für die unter 20-Jährigen ein moderater Anstieg von etwa 4 % vorausgesagt, während die Zahl der über 65-Jährigen voraussichtlich um mehr als 18 % zunehmen wird.

Zudem werden bis 2070 voraussichtlich 1% weniger Personen in Rheinland-Pfalz, also rund 38.000 Menschen, leben. Etwas höher wird sich der Bevölkerungsrückgang im Westerwaldkreis insgesamt zeigen, in dem bis 2070 rund 5.000 Menschen weniger im Vergleich zum Stand von 2020 leben sollen.

Aus der Entwicklung der vergangenen Jahre, insbesondere in der Altersgruppe der über 65-Jährigen sowie der aufgestellten Prognosen für die zukünftige Bevölkerungsentwicklung lassen sich Bedarfe für neue infrastrukturelle Angebote ableiten. Dies betrifft allen voran die Nachfrage nach barrierearmen Wohnungen. Die Reduzierung von Barrieren im Zuge einer energetischen Sanierung und die Attraktivierung des Wohnumfeldes im Quartier sind in diesem Sinne Ansatzpunkte einer Steigerung der Wohnqualität, auch mit dem Ziel, das Wanderungssaldo stabil zu halten.

³ Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Rheinland-Pfalz 2040 - Sechste kleinräumige Bevölkerungsvorausberechnung für die verbandsfreien Gemeinden und Verbandsgemeinden (Basisjahr 2020) Ergebnisse für den Westerwaldkreis

Verteilung der Bevölkerung in der Ortslage

Im Jahr 2022 verteilte sich die Bevölkerung Gackenbachs wie folgt:

- Hauptort Gackenbach: 457 Einwohner
- Ortsteil Dies: 74 Einwohner
- Ortsteil Kirchhähr: 12 Einwohner

In der Hauptortslage lebte der Großteil der Bevölkerung konzentriert in drei Bereichen: rund um die Bitzstraße/Im Boden, im historischen Ortskern sowie im Wohngebiet rund um den Halfterweg.

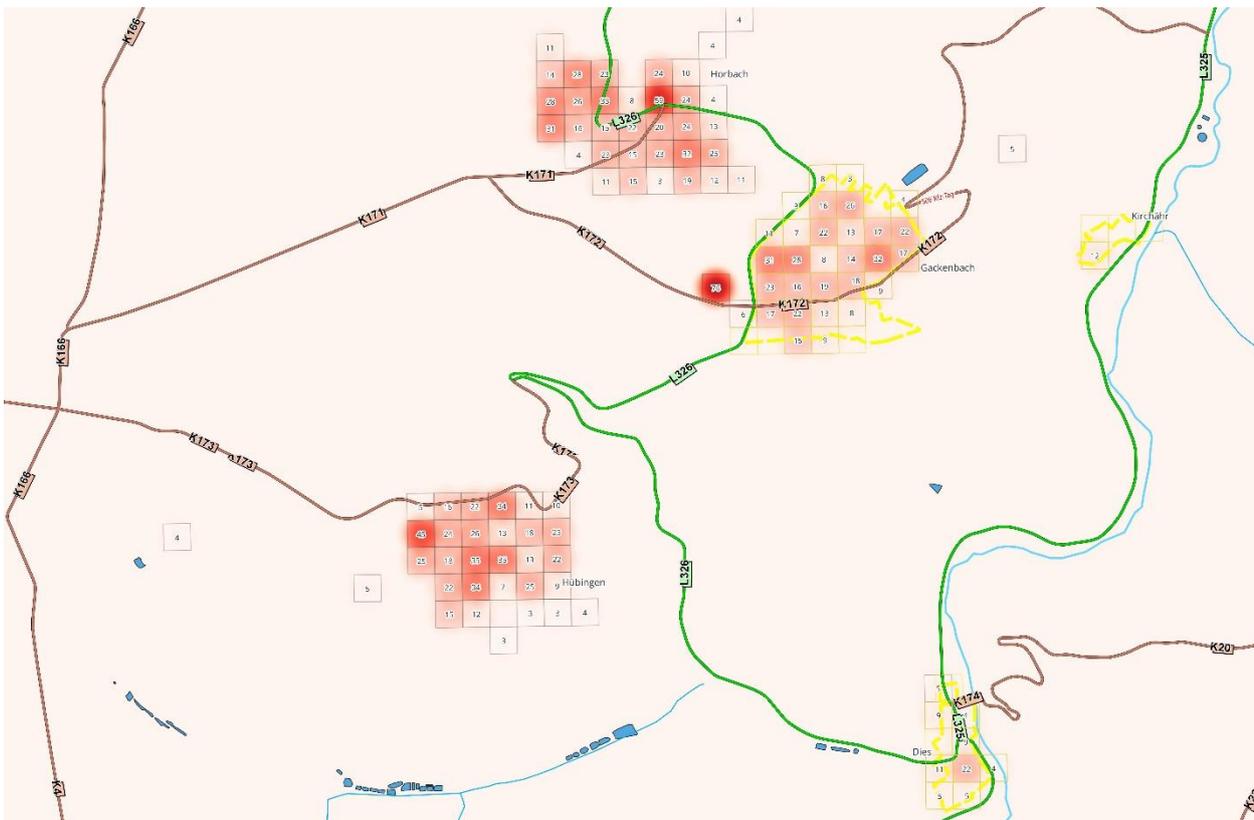


Abbildung 2-9 Verteilung der Bevölkerung in der Ortslage

Eigentumsstruktur, Haushaltsgrößen

Die Eigentumsstruktur in Gackenbach ist sehr einheitlich: Laut Zensus 2022 befanden sich 96 % der Wohngebäude im Besitz von Privatpersonen. Weitere 4 % gehörten Eigentümergemeinschaften. Insgesamt standen in diesen Gebäuden 269 Wohnungen zur Verfügung.

Ein Großteil der Wohnungen (73 %) wurde von den Eigentümern selbst bewohnt, während 20 % vermietet waren. Ferien- und Freizeitwohnungen machten 6 % (5 Wohnungen) aus. Der Anteil leerstehender Wohnungen lag mit 6 % auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau.

Bei den selbstnutzenden Eigentümerinnen und Eigentümern ist von einem grundsätzlichen Interesse an energetischen Verbesserungen ihrer Immobilien auszugehen – eine gute Voraussetzung für die Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen.

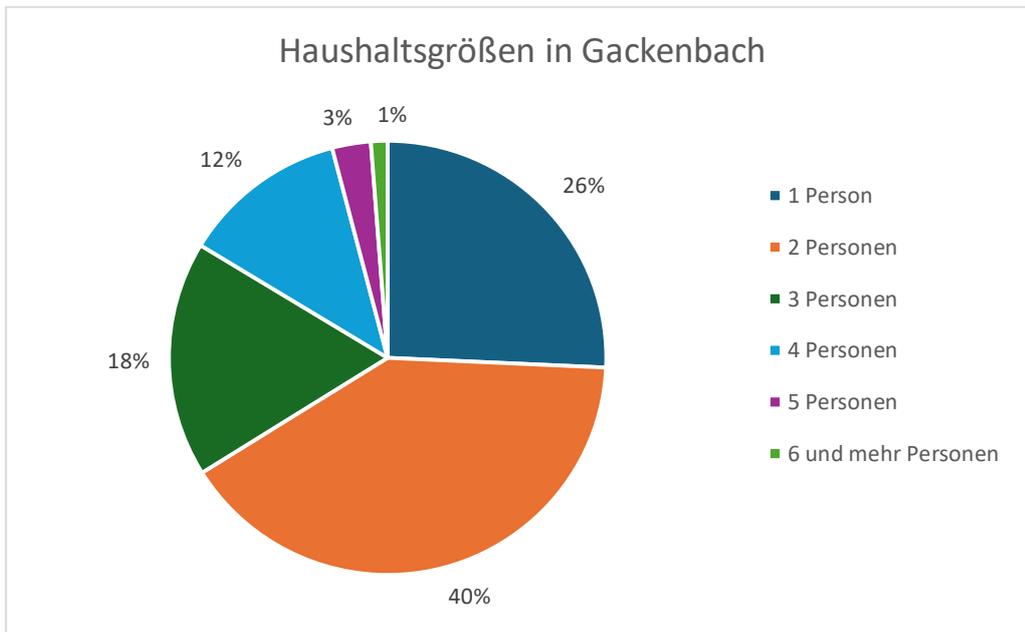


Abbildung 2-10 Haushaltsgrößen in Gackebach

Die Anzahl der Haushalte in Gackebach beläuft sich gemäß Zensus 2022 auf 244 Haushalte. Die Verteilung der Haushaltsgrößen in Gackebach ist wie folgt:

- Den größten Anteil bilden 2-Personen-Haushalte mit 40 %.
- Einpersonenhaushalte machen 26 % der Haushalte aus.
- Haushalte mit 3 Personen stellen 18 % dar.
- 12 % der Haushalte bestehen aus 4 Personen.
- Haushalte mit 5 Personen umfassen 3 %.
- 1 % der Haushalte sind 6 oder mehr Personen stark.

Diese Verteilung der Haushaltsgrößen, zusammen mit der Information, dass laut Zensus 20,5 % der Haushalte ausschließlich Seniorinnen und Senioren beherbergen und weitere 11,1 % Senioren mit jüngeren Personen leben, deutet auf einen mittelfristigen Generationswechsel innerhalb der Ortsgemeinde hin.

Neben der sozioökonomischen Struktur sind die planungsrechtlichen Grundlagen ein wesentlicher Faktor für die Entwicklung der Siedlungsstruktur und das energetische Einsparpotenzial.

2.4 Übergeordnete Planungen/Planungsgrundlagen

Der Flächennutzungsplan (FNP) der Verbandsgemeinde Montabaur von 2000 weist den Großteil der Ortslage Gackebach als Wohn- und Mischbauflächen aus. Reine Gewerbeflächen sind hingegen rar. Lediglich bei den Kirchen verfügt Gackebach über Flächen für den Gemeinbedarf.

Was die Grünflächen im Untersuchungsgebiet betrifft, bietet die Gemeinde einen Spielplatz unterhalb der Bitzstraße, sowie einen Friedhof.

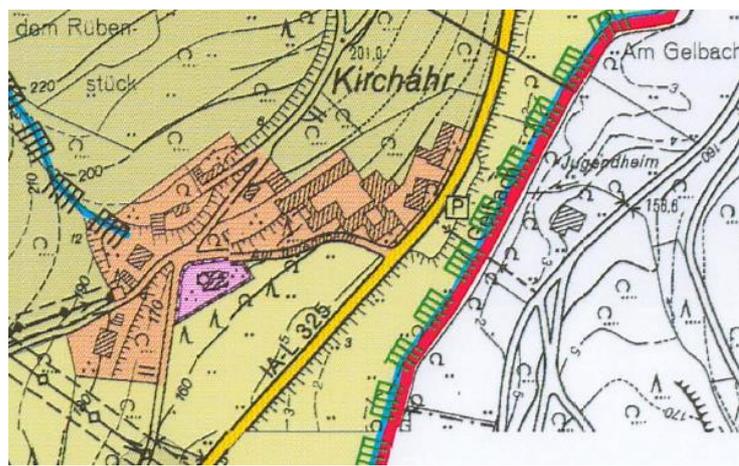
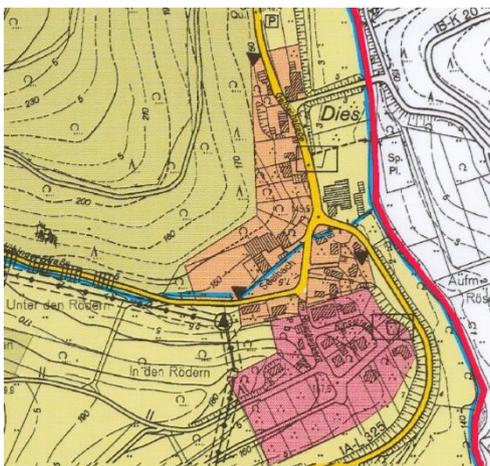
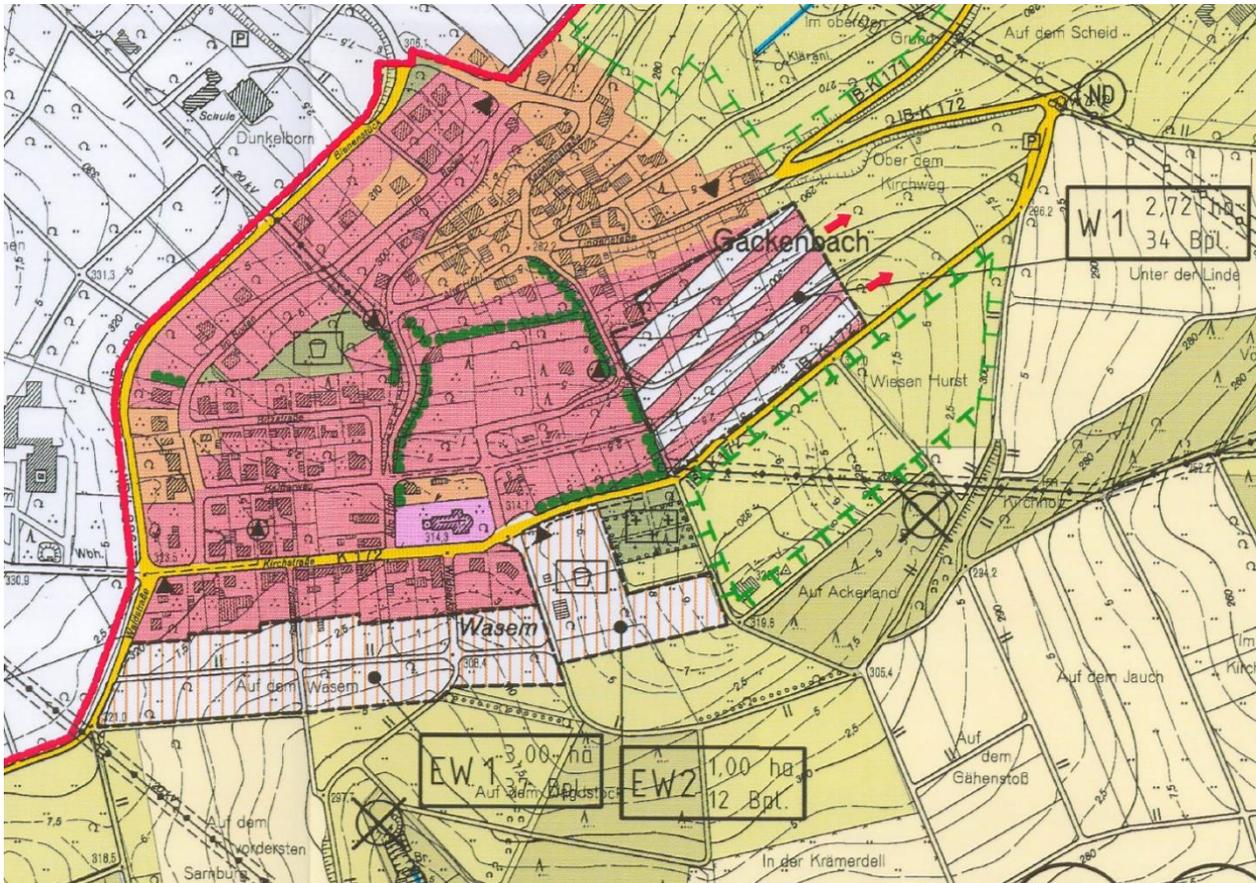


Abbildung 2-11 Auszug aus dem Flächennutzungsplan

Der gesamte Entwicklungsbereich ist schon bebaut (Auf dem Wasem) oder angeschlossen (am Friedhof).

Im Jahr 2024 war der Flächennutzungsplan in der Fortschreibung.

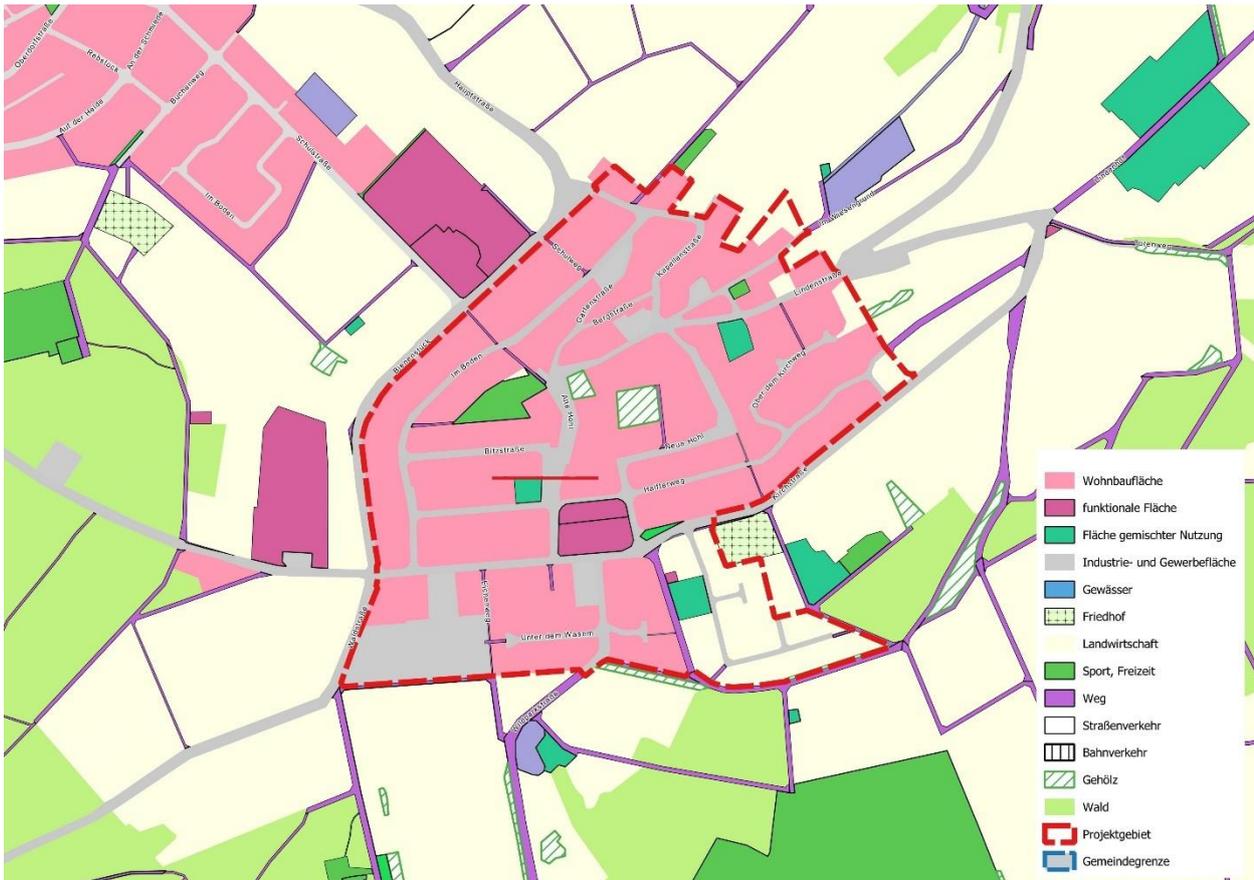


Abbildung 2-12 Nutzung und Bebauung in 2024

Der FNP wird durch verschiedene Bebauungspläne konkretisiert. Der Geltungsbereich der bestehenden **Bebauungspläne** in der Ortsgemeinde setzt sich wie folgt zusammen:

Gackenbach (Kernort)

Der Kernort von Gackenbach ist nahezu vollständig beplant, Bebauungspläne sind jedoch vorhanden. Lediglich im Bereich der Kirche sind ca. 10% unbeplant. Folgende Bebauungspläne sind in Gackenbach relevant und maßgeblich für Bauvorhaben:

- „Auf dem Bienenstück“ (1967)
- „Im Boden“ (1974)
- „Halfterweg“ (1993)

- „Halfterweg-Erweiterung“ (1996)
- „Unter dem Wasem“, 3. Änderung (2014)
- „Unterdorf“ (2015)
- „Am Friedhof“ (2022)

Dies

Der Ortsteil Dies ist zu ca. 50% beplant. Folgende Bebauungspläne sind in Dies relevant und maßgeblich für Bauvorhaben:

- „Hinter der Ölmühle“ (1976)
- „Eschenauer Weg“ (2001)
- „In den Röthern“ (2021)

Kirchähr

Der Ortsteil Kirchähr ist vollständig beplant. Folgender Bebauungsplan ist in Kirchähr relevant und maßgeblich für Bauvorhaben:

- Ortslage Kirchähr (2018)

Diese Bebauungspläne bilden die Grundlage für die städtebauliche Entwicklung und Bauvorhaben in den jeweiligen Ortsteilen. Ihnen liegen, nach den gelisteten Erstellungsjahren, zum Teil überarbeitete Versionen vor.

Der 2021 entwickelte **Masterplan für das Gelbachtal** ist ein zentraler Baustein der touristischen Entwicklung in der Ortsgemeinde Gackebach. Bis 2030 soll das Tal zu einem attraktiven Naherholungsgebiet werden, wofür touristische Infrastruktur und Angebote gezielt erweitert oder neu geschaffen werden. Besonders der Wild- und Freizeitpark spielt in dieser Entwicklung eine bedeutende Rolle.

Die Verbandsgemeinde Montabaur hat im Jahr 2022 ein **integriertes kommunales Klimaschutzkonzept** verabschiedet, das die Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 vorsieht. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen (THG) im Vergleich zu 1990 um mindestens 65 % reduziert werden. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Maßnahmen entwickelt, darunter die Integration von Klimaschutz in die Leitplanung, die Sensibilisierung der Bevölkerung sowie die Förderung integrierter Quartiersanierungen (KfW 432). Diese Maßnahmen müssen nun in den Ortsgemeinden, einschließlich Gackebach, umgesetzt werden.

Dorferneuerungskonzept der Ortsgemeinde Gackebach

Für die Ortsgemeinde Gackebach besteht ein Dorferneuerungskonzept aus dem Jahr 1988, das in den Jahren 1990, 2002 und 2023 fortgeschrieben wurde. Dabei wurde insbesondere die

Notwendigkeit einer Wärmewende deutlich, insbesondere in Bezug auf die zahlreichen ortsprägenden Gebäude. Aus diesem Bedarf heraus entstand die Idee eines Integrierten Energetischen Quartierskonzepts.

Im Dorferneuerungskonzept ist die Ortsgemeinde hinsichtlich ihrer geschichtlichen Entwicklung und anhand wesentlicher Strukturdaten (Lage, Infrastruktur) charakterisiert. In einer Bestandsanalyse werden die bestehenden Planungen, Infrastruktur, Verkehr, Bebauung und die Grünordnung dargestellt. Anschließend werden für die genannten Aspekte Planungsziele formuliert, die durch Maßnahmen und Kosten ergänzt werden. Zu den vorgeschlagenen Maßnahmen zählen unter anderem die Errichtung des neuen Gemeindezentrums „Neue Mitte“ auf dem Pfarrgelände, weitere Initiativen zur Verbesserung der Dorfökologie, zur Aufwertung des Orts- und Landschaftsbildes sowie zur Verkehrsberuhigung. Ergänzend beinhaltet ein Katalog eine Gebäudewertung des Bestands, in dem neben dem aktuellen Zustand auch die angestrebte Entwicklung im Sinne des Gesamtkonzepts ausführlich dargestellt wird.

2.5 Nutzungen und Wirtschaftsstruktur

2.5.1 Wirtschaftsstruktur

Die Wirtschaftsstruktur Gackebachs ist für eine Gemeinde dieser Größe ungewöhnlich vielfältig. Neben einem Medizintechnikunternehmen prägen ein Holzbauunternehmen und ein Anbieter von Solarstromanlagen das wirtschaftliche Profil. Ergänzt wird dies durch ein breit gefächertes touristisches Angebot (außerhalb des Untersuchungsgebietes), darunter der Wild- und Freizeitpark, der Lindenhof sowie zahlreiche Möglichkeiten für Aktivitäten in der Natur des Buchenfinkenlandes. Hinzu kommen eine Gastronomie und verschiedene Beherbergungsbetriebe – darunter das Karlsheim mit über 100 Betten.

Tabelle 2-1 Gewerbe und Dienstleistung – Gackebach

Gewerbe / Dienstleistung	Adresse
Deutsch-Griechischer Gasthof	Im Wiesengrund 3, 56412 Gackebach
Fritz Stephan GmbH	Kirchstraße 19, 56412 Gackebach
Schmidt Consulting & Vertrieb GmbH & Co KG	Unter dem Wasem 2-4, 56412 Gackebach
Jugendbegegnungsstätte Karlsheim	Am Jugendheim 1, 56412 Kirchähr
Holzbauer Kappler	Gelbachstraße 3, 56412 Gackebach
Kosmetiker	Bienenstück 11, 56412 Gackebach

Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, Pendler

Durch das vielfältige Wirtschaftsangebot unterscheidet sich die Pendlerstruktur Gackebachs deutlich von der vieler umliegender Gemeinden. Im Jahr 2023 pendelten 197 Personen zur Arbeit nach Gackebach ein, während 217 Einwohnerinnen und Einwohner

außerhalb der Gemeinde tätig waren. Lediglich 18 Personen arbeiteten am eigenen Wohnort. Daraus ergibt sich ein vergleichsweise ausgeglichener Pendlersaldo von nur –20.

Tourismus

Der Wild- und Freizeitpark war über viele Jahre hinweg eine der wichtigsten Besucherattraktionen der Region, bleibt aktuell jedoch geschlossen.

Tabelle 2-2 Gastronomie und Beherbergung

Beherbergung	Ferienhaus Thomas	Kapellenstraße 16, 56412 Gackebach
Beherbergung	Ferienwohnung Im Naschgarten	Im Boden 27, 56412 Gackebach
Beherbergung	Landgasthof Zum Wiesengrund	Im Wiesengrund 3, 56412 Gackebach
Beherbergung	Jugendbegegnungsstätte Karlsheim	Am Jugendheim 1 56412 Gackebach-Kirchähr
Gastronomie	Landgasthof Zum Wiesengrund	Im Wiesengrund 3, 56412 Gackebach

2.5.2 Nutzungen

Typisch im ländlichen Raum, bilden Wohngebäude sowie zugehörige Nebengebäude wie Garagen oder Scheunen den größten Teil der Bebauung in Gackebach.

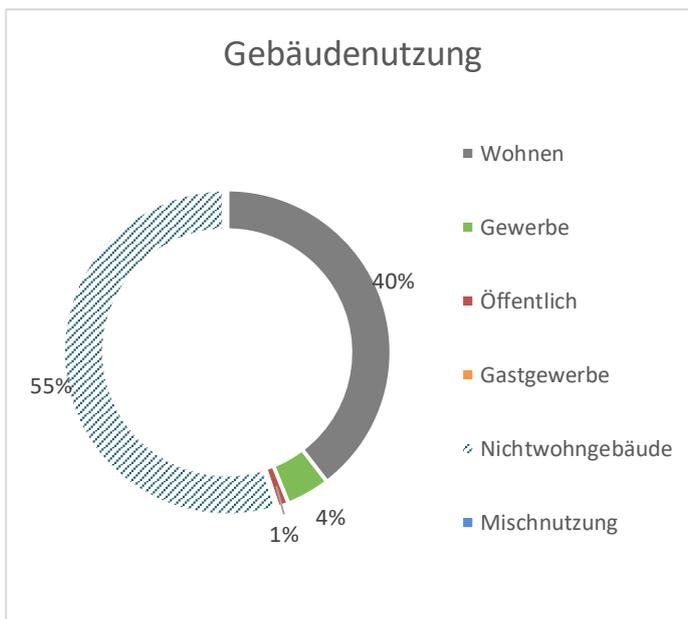


Abbildung 2-13 Gebäudenutzung (Anzahl) im Untersuchungsgebiet

Von den 555 Gebäuden im Quartier sind 55 % (303) überwiegend Nichtwohngebäude. Hierzu zählen Gebäude, die in der Regel nicht beheizt werden, wie Garagen, Scheunen oder Werkstätten. Reine Wohngebäude (219) machen 40 % des Bestands aus. Die nächstgrößte Gruppe bilden gewerbliche und Dienstleistungsgebäude (24) mit einem Anteil von 4 %, dafür aber 15 % der gesamten Nutzfläche. Nur 1 % der Gebäude, darunter die Kirchen, sind mit einer reinen „öffentlichen Nutzung“ klassifiziert.

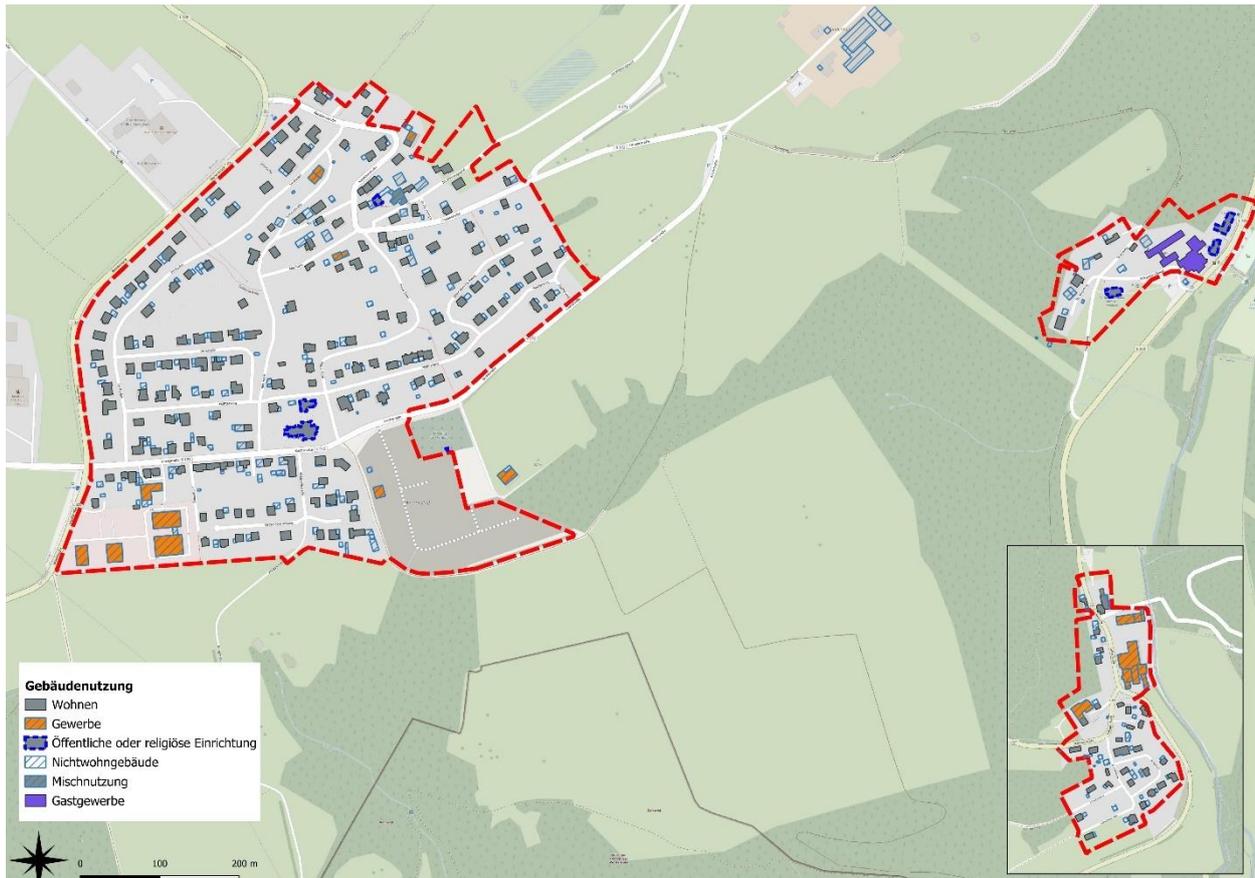


Abbildung 2-14 Gebäudenutzung im Untersuchungsgebiet

2.5.3 Freiflächen, Nachverdichtungspotenziale

Die geringe Bebauungsdichte und der niedrige Versiegelungsgrad in Gackenbach – bedingt durch die besondere Siedlungsstruktur und Topografie – führen zu vergleichsweise großen privaten Freiflächen, die überwiegend gärtnerisch genutzt werden. Auch im Ortskern finden sich größere, zusammenhängende Flächen, die teilweise als versiegelte Hofflächen dienen. Landwirtschaftlich genutzte Flächen sind im Quartier hingegen kaum noch vorhanden.

Diese vielfältigen Flächen bieten der Gemeinde potenziell ein wertvolles Angebot an erschlossenem Bauland für eine gezielte Innenentwicklung. Insbesondere im historischen Ortskern von Gackenbach – entlang der Kapellenstraße, Bergstraße, Lindenstraße, Im Wiesengrund und Im alten Hohl sowie in der Hübinger Straße – finden sich großflächige Grundstücke mit teils großvolumigen Nebengebäuden. Diese stammen aus der früheren landwirtschaftlichen Nutzung und prägen das Ortsbild bis heute nachhaltig.



Abbildung 2-15 Hofsituationen im Ortskern und in Dies

Gerade vor dem Hintergrund der teilweise sanierungsbedürftigen Gebäude ergeben sich hier vielfältige Potenziale für die Innenentwicklung: Dazu zählen umfassende Sanierungen, Abrisse mit energieeffizientem Neubau, Umnutzungen ortsbildprägender Gebäude sowie die Schaffung neuer Wohnformen, wie beispielsweise Senioren- und Mehrgenerationenwohnen. Der Abriss ungenutzter oder baufälliger Nebengebäude eröffnet zudem die Möglichkeit zur Bebauung in zweiter Reihe oder zur Aufwertung des Wohnumfelds durch mehr Freiflächen.

Die Innenentwicklung bietet zudem gegenüber der Ausweisung neuer Baugebiete am Ortsrand auch die Möglichkeit der Steigerung der Wärmeabnahmedichte, welche die Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes maßgeblich beeinflusst. Im Fall von Neubauten, ist darauf zu achten, dass die Gebäude hinsichtlich der optimalen Nutzung von Solarenergie errichtet werden (Gebäudeausrichtung, Aufenthaltsräume nach Süden etc.).

Nennenswerte öffentliche Räume befinden sich im Umfeld des Rathauses im Wiesengrund, der Kirchen sowie am Spielplatz und Friedhof. Auch entlang des Gelbaches gibt es gestaltete Begegnungsfläche in Dies und in Kirchähr. Diese Orte dienen als öffentliche Platz- oder Grünflächen bzw. als Spiel-, Friedhofs- oder Aufenthaltsbereiche. Darüber hinaus bieten die an das Quartier angrenzenden Grün- und Freiflächen Möglichkeiten für Begegnung und Naherholung.

2.5.4 Baulücke / Leerstand

Im Hinblick auf Leerstände ist festzuhalten, dass diese lediglich vereinzelt auftreten. Baulücken sind hingegen noch vorhanden.



Abbildung 2-16 Verortung der Baulücke

Im Ortskern sind noch 15 Grundstücken unbebaut, vor allem im Wohngebiet am Halfterweg.

Tabelle 2-3 Baulücke im Ortskern

Straße	Hausnummer	Flurstücknummer	Flur	Fläche (m²)
Halfterweg		26	1	560
Bitzstraße	5	56	1	690
Im Boden	6	62 / 1	1	799
Im Boden		69 / 2	1	753
Lindenstraße		119	1	572
Lindenstraße	8	133 / 2	1	833
Halfterweg	22	181	1	1065
Bienenstück	9	243	1	777
Bienenstück	7	244	1	1079
Halfterweg	34	263	1	770
Halfterweg	36	264	1	974
Halfterweg	38	265	1	841
Halfterweg	44	268	1	1043
Ober dem Kirchweg	12	282	1	853
Ober dem Kirchweg	7	286	1	791

Rein rechnerisch sind somit über 12.000 m² Baufläche in der Ortslage verfügbar.

2.6 Siedlungsstruktur

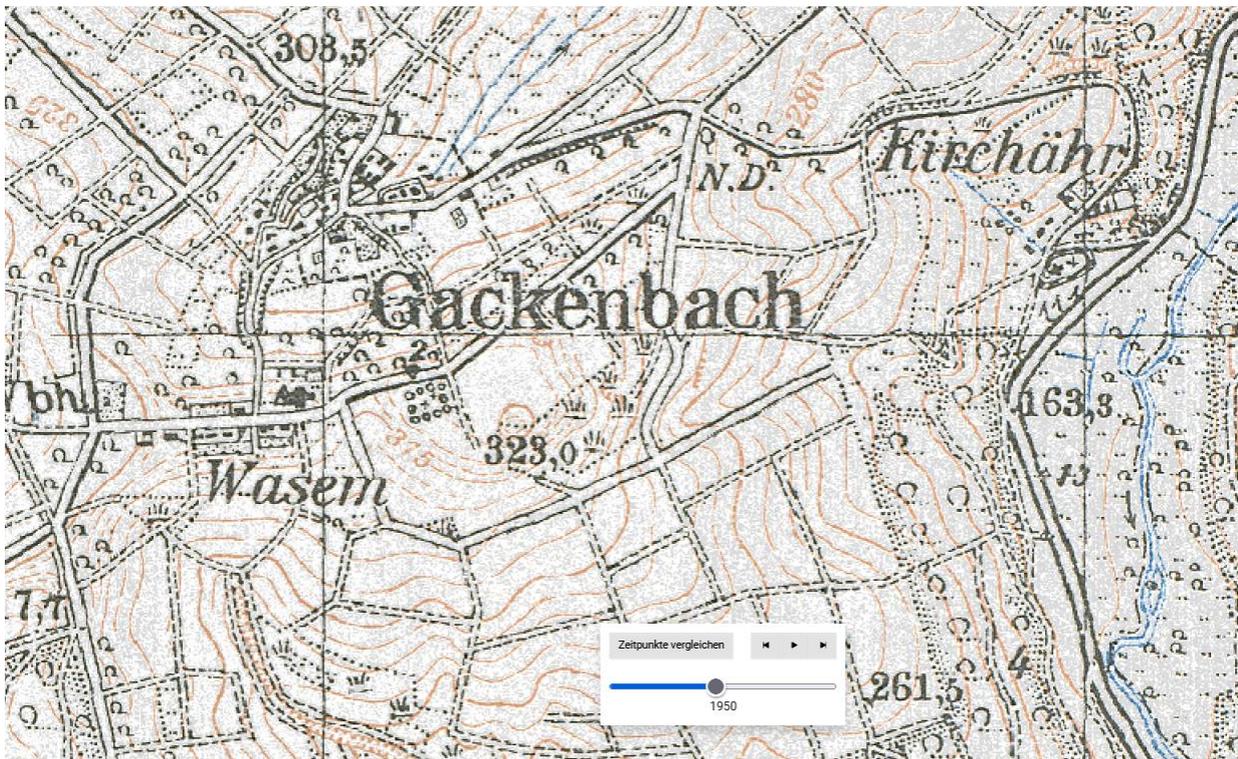
Gackebach weist eine ungewöhnliche Siedlungsstruktur mit ausgeprägter räumlicher Ausgliederung auf, die sich auch auf die Verteilung des Wärmebedarfs auswirkt. Besonders die beiden Kirchen – in der Ortslage Gackebach und im Ortsteil Kirchähr – haben die historische Entwicklung und Struktur der Gemeinde maßgeblich geprägt.

2.6.1 Siedlungsstruktur und Bebauung

Gackebach hat eine massive Nachverdichtung im Laufe des vergangenen Jahrhunderts durchgemacht. In 1915 waren lediglich der Ortskern, sowie die Umgebungen der zwei Kirchen bebaut. Dies ändert sich erst in der Nachkriegszeit und beschleunigt sich ab den 1970er mit dem Neubaugebiet um die Bitzstraße. Nach den 2000ern wird im Halfterweg und in Wasem gebaut.

In Dies hat sich die Bebauung ab den 1970er im südlichen Bereich entwickelt und in Kirchähr ist das gesamte Gebiet nahezu vollständig bebaut.

1950⁴



2024

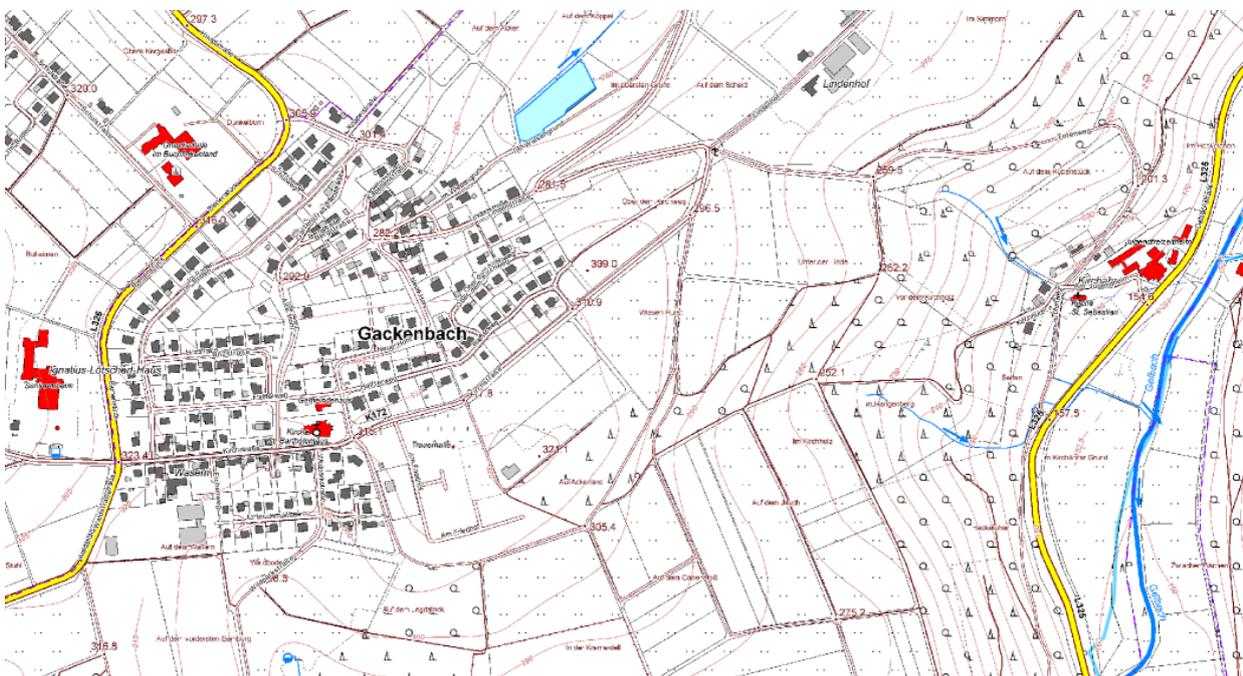
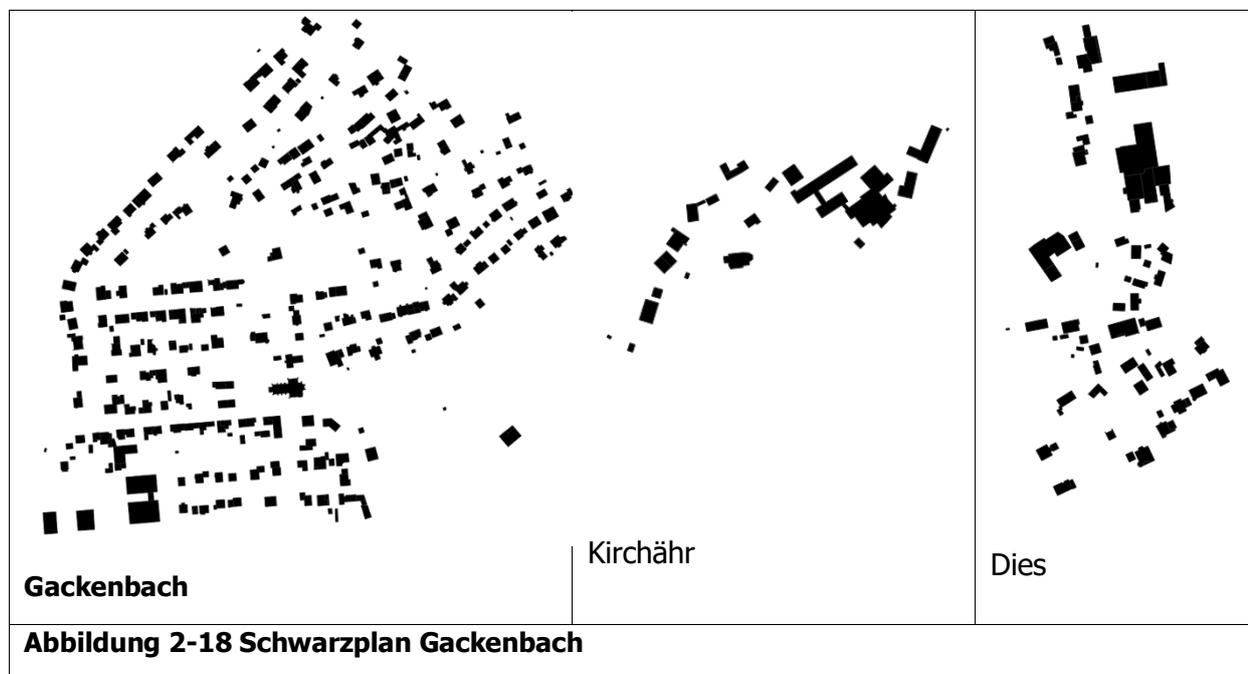


Abbildung 2-17 Vergleich der Bebauungsfläche zwischen 1950 und 2024

⁴ Quelle: Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, *Landschaft im Wandel*

2.6.2 Siedlungsstruktur, Ortsbild

Die Siedlungsstruktur von Gackebach ist ländlich geprägt und dementsprechend im gesamten Ortsgebiet locker bebaut. Die Kommune wird aus einem Nebeneinander von freistehenden Häusern bestimmt.



Das Ortsbild der Gemeinde wird durch drei historische Zentren in Gackebach, Dies am Seelbach und Kirchähr geprägt. Es zeichnet sich durch eine hohe Dichte an Fachwerkhäusern aus. Im Ortskern befinden sich zudem mehrere Baudenkmäler sowie einige weitere historische Bauwerke⁵.

Tabelle 2-4 Denkmalschutz in Gackebach

Alte Hohl 11	Fachwerkhaus, tlw. massiv, 18. Jh.
Am Jugendheim 1	ehem. Pfarrhaus, Fachwerkbau, tlw. massiv bzw. verschiefert, angeblich 1682
An der Pumpe 1	Fachwerkhaus, verkleidet, wohl 17./18. Jh.
Berg- straße 4	Fachwerkhaus, tlw. massiv, 18. Jh.
Berg- straße 7	Ortskern des Haufendorfes beim Zusammentreffen mehrerer Straßen und Wege, offene Bebauung mit zahlreichen Wohnhäusern bzw. Gehöften des 17./18. Jh.
Hübinger Straße 1	Hofanlage; Fachwerkhaus, tlw. massiv, 18. Jh., Fachwerkscheune, tlw. massiv, wohl 18. Jh.

^{5 5} Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz (2019): *Nachrichtliches Verzeichnis der Kulturdenkmäler Westerwaldkreis*. Stand: 14.06.2019, 73 S.

Im Wiesengrund 1	Ortskern des Haufendorfes beim Zusammentreffen mehrerer Straßen und Wege, offene Bebauung mit zahlreichen Wohnhäusern bzw. Gehöften des 17./18. Jh.
Im Wiesengrund 2	Fachwerkhaus, verkleidet, wohl 17./18. Jh.
Kapellenstraße 2	Fachwerkhaus, tlw. massiv bzw. verkleidet, 18. Jh.
Kapellenstraße 4	Fachwerkhaus mit erhöhtem Niederlass, verkleidet, wohl 17./18. Jh.
Kirchstraße 2	kreuzförmiger neugotischer Bau, 1879 ff.; mittelrheinischer Flügelaltar, um 1480
Lindenstraße 1	Ortskern des Haufendorfes beim Zusammentreffen mehrerer Straßen und Wege, offene Bebauung mit zahlreichen Wohnhäusern bzw. Gehöften des 17./18. Jh.
Lindenstraße 2	Ortskern des Haufendorfes beim Zusammentreffen mehrerer Straßen und Wege, offene Bebauung mit zahlreichen Wohnhäusern bzw. Gehöften des 17./18. Jh.
Lindenstraße 4	Ortskern des Haufendorfes beim Zusammentreffen mehrerer Straßen und Wege, offene Bebauung mit zahlreichen Wohnhäusern bzw. Gehöften des 17./18. Jh.
Neue Hohl 8	Fachwerk-Quereinhaus, tlw. massiv, 18. Jh.
Totenweg 2	kleines Schiff, im Kern wohl romanisch, romanischer Westturm, Chor und südliches Seitenschiff spätgotisch

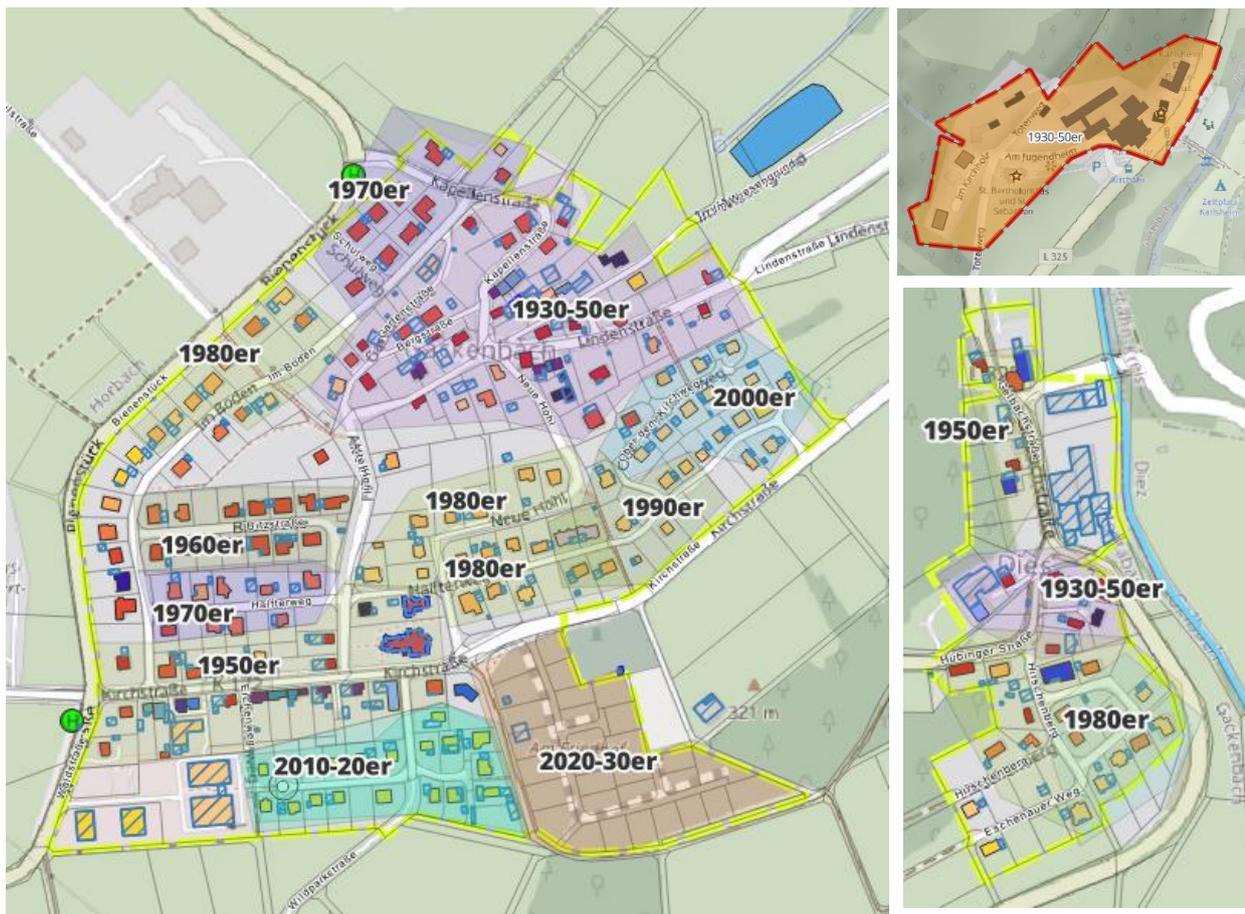


Abbildung 2-19 Siedlungsentwicklung in Gackebach

2.6.3 Energetische und städtebauliche Ausgangssituation

Im Quartier gibt es 197 freistehende Wohngebäude. 76 % davon mit einer Wohnung, 17% mit zwei Wohnungen und 7% mit mehr als drei Wohnungen. Doppelhaushälften (7) und andere Gebäudetypologien (10) spielen eine untergeordnete Rolle⁶. Zudem befinden sich zahlreiche Nebengebäude im Quartier, die als Scheune, Lager oder inzwischen als erweiterter Wohnraum genutzt werden.

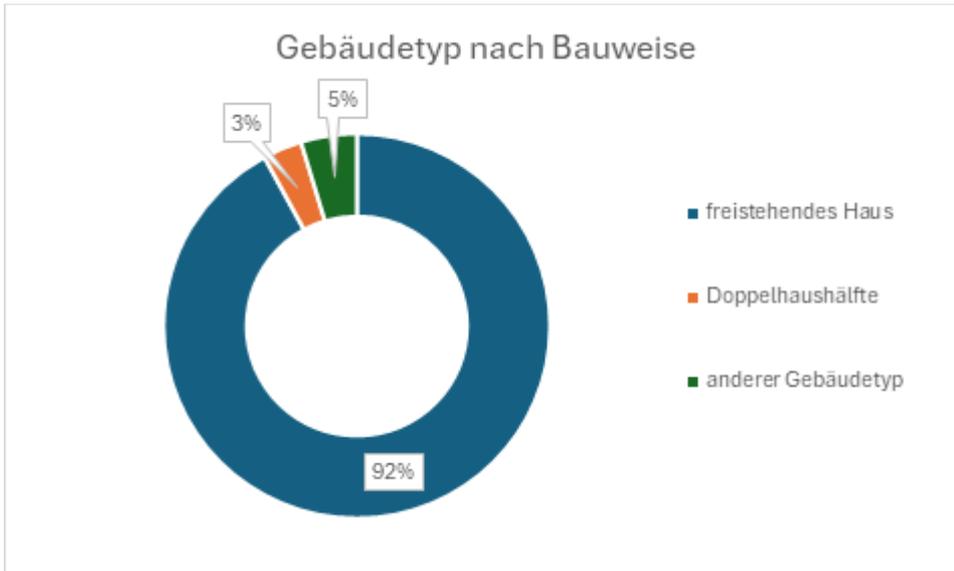


Abbildung 2-20 Wohngebäude nach Bauweise in Gackebach

Die Bautätigkeit in Gackebach hat sich nach dem Krieg intensiviert. Am meisten ist der Ort in den 1970er, 1990er und 2000er Jahren gewachsen.

⁶Statistisches Bundesamt, Zensus 2022: Ergebnisse. Abgerufen am 19.09.2024, von <https://www.zensus2022.de>

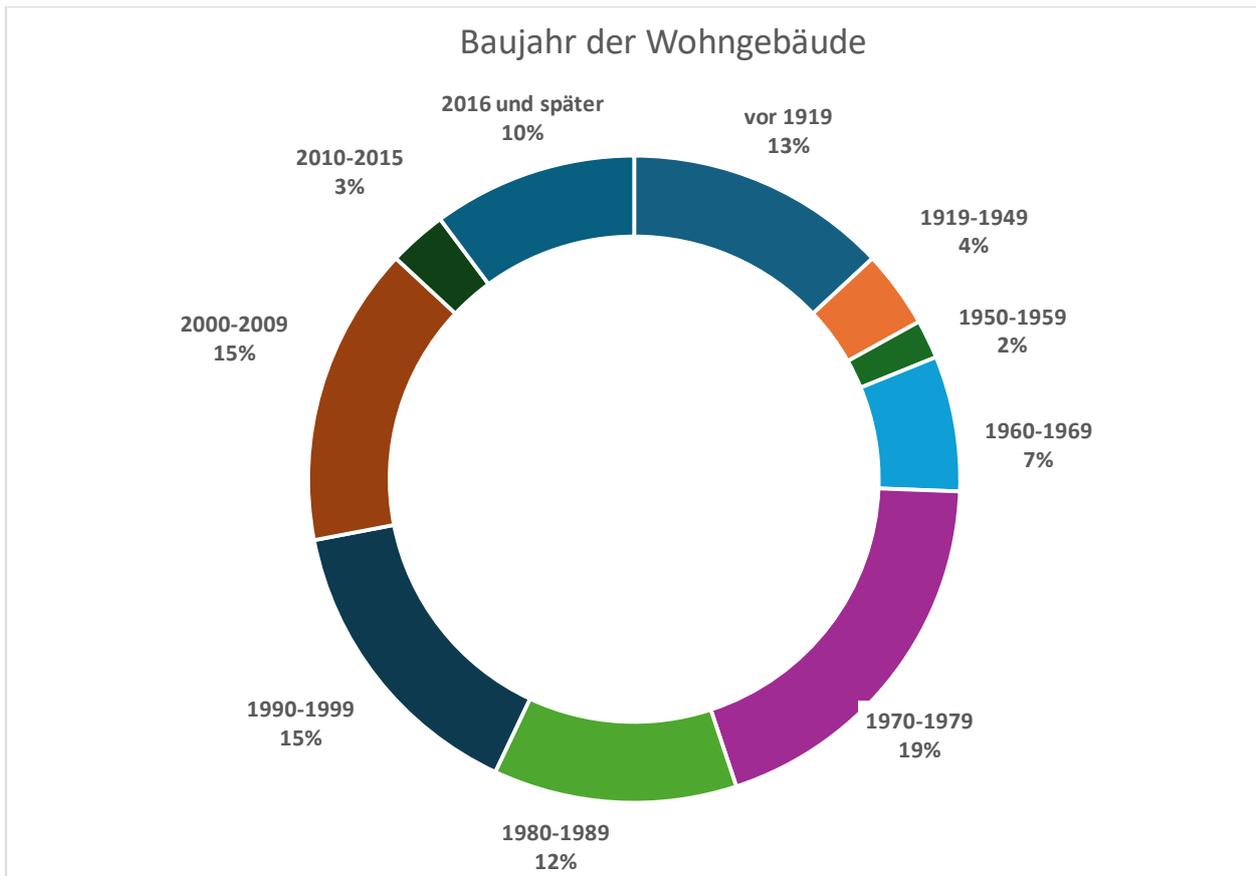


Abbildung 2-21 Baualter der Wohngebäude

Zur Bewertung der energetischen Ausgangssituation musste die Analyse der Wohngebäude gebäudescharf vertieft werden.

2.6.4 Bestandsaufnahme: Gebäudetypologie, Baualtersklassen

Die Gebäude im Quartier unterteilen sich in verschiedene Gebäudetypologien, die sich bzgl. der Dichte, Nutzung, Geschossigkeit, Dachform sowie dem Baualter unterscheiden und wie folgt zusammengefasst wurden:

- Einfamilienhaus (EFH),
- Mehrfamilienhaus (MFH),
- Reihenendhaus (REH)
- Reihenmittehaus (RMH)
- Nichtwohngebäude (NWG).

Innerhalb der Typologie ähneln sich die Gebäude bezüglich ihrer Funktion, Bauweise und -materialien sowie der Geschossigkeit und Dachform. Zur genaueren Einschätzung energetischer Kennwerte bzgl. des Wärmebedarfs der Gebäude wurden die Gebäudetypologien auf Grundlage der Bestandsaufnahme und den Ergebnissen der Befragung zudem in die sechs folgenden Baualtersklassen eingeteilt:

- bis 1957,
- 1958 bis 68,
- 1969 bis 78,
- 1979 bis 94,
- 1995 bis 2009,
- 2009 bis heute.

Die Baualterskategorien orientieren sich an den verschiedenen Gebäudeenergiegesetzen, die nach dem Krieg in Kraft traten. Daraus lassen sich Wärmeverbrauchskennwerte ableiten. Die Einteilung der Gebäude in die Baualtersklassen erfolgte auf Grundlage der Bebauungspläne, historische Luftbilder, Zensusergebnisse und topographische Karten sowie einer augenscheinlichen Einschätzung während der Bestandsaufnahme. Eine Fehleinschätzung des Gebäudealters ist daher in Einzelfällen möglich.

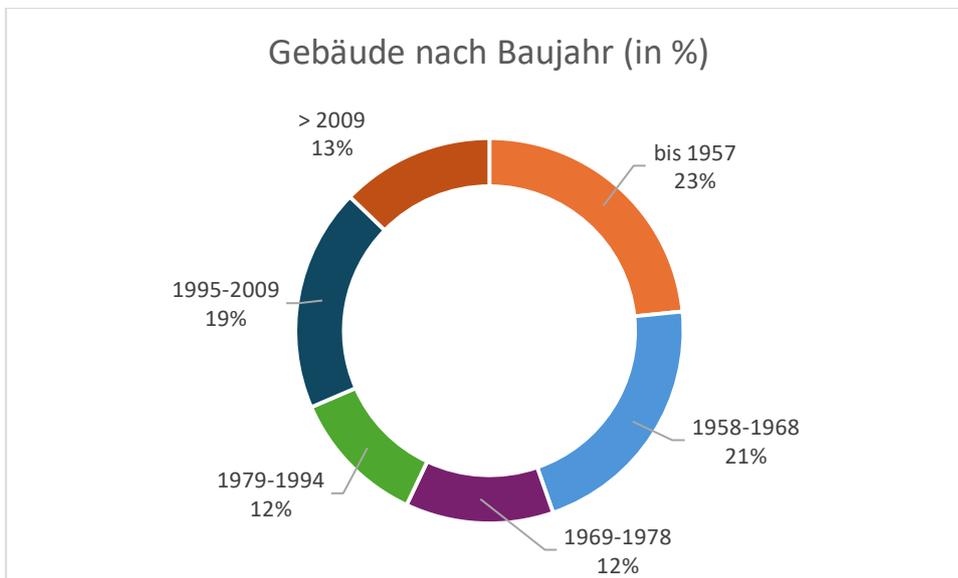
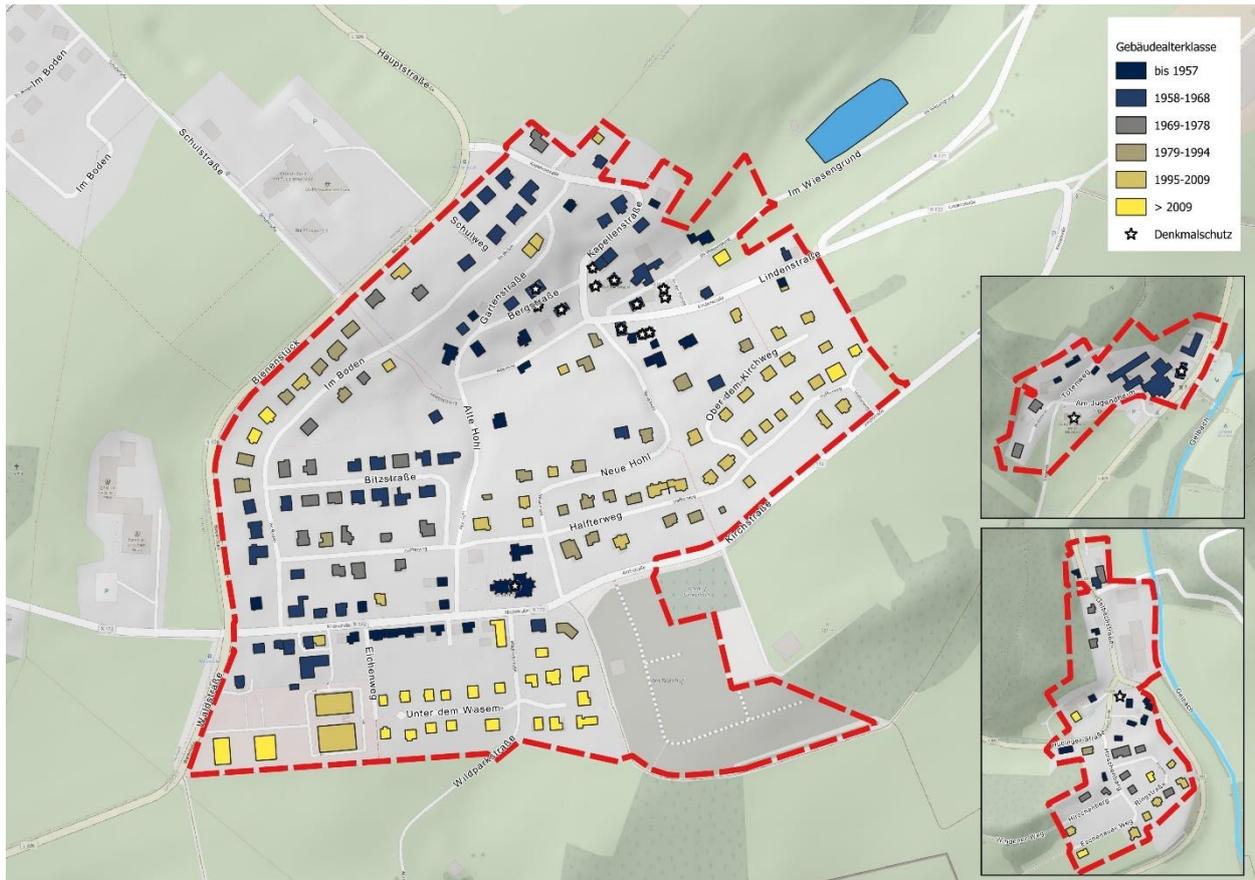


Abbildung 2-22 Klassifizierung der Baualtersklassen

Von den 235 aufgenommenen Gebäuden im Quartier wurden 55 bis 1957 errichtet. Auf die Zeiträume zwischen 1958 und 1968 sowie 1969 und 1978 entfallen 79. Dementsprechend sind über die Hälfte der Gebäude vor 1979 erbaut und somit vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung. Auf die Zeiträume nach 1979 bis heute entfallen 101 Gebäude.



Der historische Ortskern von Gackebach erstreckt sich insbesondere rund um die Kapellenstraße, Bergstraße, Gartenstraße und Lindenstraße. Dieser Bereich ist geprägt von Gebäuden der Baualterklasse bis 1957. Hier befinden sich zwölf denkmalgeschützte Gebäude, die das ortsbildprägende Ensemble maßgeblich mitgestalten.

Ein weiterer historischer Gebäudeschwerpunkt liegt im Ortsteil Kirchähr. Dort befinden sich ebenfalls mehrere Gebäude aus der Vorkriegszeit, darunter das ehemalige Pfarrhaus sowie die Kirche, beide ebenfalls unter Denkmalschutz.

Eine dritte Konzentration älterer Bausubstanz findet sich im Bereich der Ringstraße, wo sich zahlreiche Wohngebäude aus der Zeit vor 1957 erhalten haben. Ein vierter Altbau-Schwerpunkt liegt rund um die St.-Bartholomäus-Kirche, die ebenfalls ein städtebaulich und historisch bedeutender Bezugspunkt ist.

Im Gegensatz dazu konzentriert sich die jüngere Bausubstanz überwiegend an den Ortsrändern. Besonders hervorzuheben ist das zuletzt erschlossene Baugebiet südlich der Kirchstraße sowie der Bereich am Eschenauer Weg, in dem vorwiegend Neubauten angesiedelt sind.

Tabelle 2-5 Beispiele an Gebäudetypologie in Gackenbach

	
<p>Einfamilienhaus vor 1957</p>	<p>Einfamilienhaus 1958-69</p>
	
<p>Reihenhäuser vor 1957</p>	<p>Einfamilienhaus 1969-78</p>
	
<p>Einfamilienhaus 1979-1994</p>	<p>Einfamilienhäuser nach 2009</p>

Von den insgesamt 555 Gebäuden im Untersuchungsgebiet verfügen ein Großteil, überwiegend Wohngebäude, über Satteldächer (258), während weitere 193 Gebäude, meist Nichtwohngebäude, Flachdächer aufweisen. Dank der Nord-Süd-Ausrichtung vieler Gebäude und der teils großen Dachflächen bieten zahlreiche Dächer ideale Voraussetzungen für Photovoltaikanlagen.

Aufgrund der lockeren Bebauung im Gemeindegebiet ist eine Verschattung in den meisten Fällen unwahrscheinlich.



Abbildung 2-23 Dachlandschaft (eigene Aufnahme)

Die baulichen Rahmenbedingungen sind damit aber auch für solarthermische Anlagen im Quartier positiv.

2.6.5 Sanierungszustand, Gebäudesubstanz

Die Mehrheit der Gebäude in Gackenbach befindet sich in einem gepflegten Allgemeinzustand. Der Ort ist durch seinen stark dörflich geprägten Charakter und die typische Westerwälder Bau- substanz gekennzeichnet. Das Ortsbild wird vor allem durch traditionelle Bauformen wie Fach- werkhäuser und Schieferdacheindeckungen geprägt.

Rund zwei Drittel der Wohngebäude sind älter als 35 Jahre und haben damit ihren baulichen Sanierungszyklus erreicht. Viele dieser Gebäude sind bislang nur teilweise oder gar nicht ener- getisch saniert worden. Umfassende, ganzheitliche Sanierungen sind selten; häufig wurden led- iglich Einzelmaßnahmen wie der Austausch von Fenstern oder die Dämmung des Dachge- schosses vorgenommen.

Ein deutlicher energetischer Sanierungsstau ist erkennbar – insbesondere bei der Gebäudehülle (z. B. alte Holzfenster, ungedämmte Dächer, Wärmebrücken) sowie bei veralteten Heizungsan- lagen. Auch wenn das Mauerwerk überwiegend in gutem Zustand ist, besteht im Ortskern teils erheblicher Instandsetzungsbedarf. Insgesamt liegt der energetische Standard vieler Gebäude deutlich unter dem heutigen Stand der Technik.



Abbildung 2-24 Wohngebäude mit altersbedingten und energetischen Sanierungsbedarf

2.6.6 Baukulturelle Zielstellungen

Der Ortskern von Gackebach, insbesondere rund um Mittelstraße, Gartenstraße, Hahnstraße und Bergstraße, ist geprägt von Gebäuden, die überwiegend vor 1957 errichtet wurden. Darunter befinden sich mehrere denkmalgeschützte Bauwerke wie die alte Kirche von 1906, die ehemalige Schule von 1901, heute Kindertagesstätte, sowie das Rathaus aus dem späten 19. Jahrhundert. Die Erhaltung und ortsbildgerechte Sanierung dieser historischen Bausubstanz haben eine herausragende Bedeutung für das Ortsbild und die kulturelle Identität des Dorfes.

Ziel ist es, die traditionelle Westerwälder Bauweise mit Fachwerk und Schieferdächern sowie den historischen Charakter des Ortskerns zu bewahren und zugleich eine zukunftsorientierte, energieeffiziente Weiterentwicklung zu ermöglichen. Dabei sollen Sanierungen und Neubauten sowohl gestalterisch hochwertig als auch ressourcenschonend umgesetzt werden, um Gackebach als lebenswerte und charakterstarke Gemeinde zu stärken.

Da die kommunalen Einflussmöglichkeiten bei privaten Sanierungsmaßnahmen begrenzt sind, werden Eigentümer durch Förderprogramme wie die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) sowie durch Architekten und Fachhandwerker bei der energetischen Sanierung historischer Gebäude unterstützt. Für Baudenkmäler gelten vereinfachte Fördervoraussetzungen, sofern der Denkmalschutz berücksichtigt und ein Sachverständiger eingebunden wird.

Die Kommune kann durch örtliche Bauvorschriften (§ 88 (1) LBauO RLP) spezielle gestalterische Anforderungen für historische Ortsteile oder denkmalgeschützte Gebäude festlegen. Eine Gestaltungssatzung bietet die Möglichkeit, verbindliche architektonische Leitlinien vorzugeben, während eine Gestaltungsfibel als beratendes Instrument Bauherren praktische Hinweise für ortsbildgerechte Sanierungen liefert. Ergänzend ermöglicht die Sanierungs- oder Städtebauberatung im Rahmen der Dorferneuerung, Kompromisse zwischen den Bauherrenwünschen und den Zielen des Denkmalschutzes zu finden.

Durch diese ganzheitliche Herangehensweise wird die bauliche Identität Gackebachs bewahrt und nachhaltig weiterentwickelt – im Einklang mit den Anforderungen an Energieeffizienz, Klimaschutz und sozialer Lebensqualität.

2.7 Ergebnisse der Befragung

Im Dezember 2024 wurde ein Fragebogen über interaktive Online-Plattform Maptionnaire veröffentlicht und in der Papierform auch ergänzt. Die Befragung diente dazu, die bereits vorhandene Datenbasis zu verfeinern und diese um Aspekte zu ergänzen, die von außen nicht ersichtlich sind. Der Fragebogen (s. Anhang) beinhaltete

- Persönliche Angaben (Anschrift, Anzahl an Bewohnern und Wohnungen),
- Gebäudekenndaten (Nutzfläche, Baujahr, Nutzung),
- Angaben zur Heiztechnik und zum Brennstoffverbrauch,
- Angaben zur Energieerzeugung und geplanten Modernisierungen

In der Online-Befragung wurden weitere Thematiken

- Angaben zum Mobilitätsverhalten
- Klimaanpassungsmaßnahmen
- Geobudgetierung

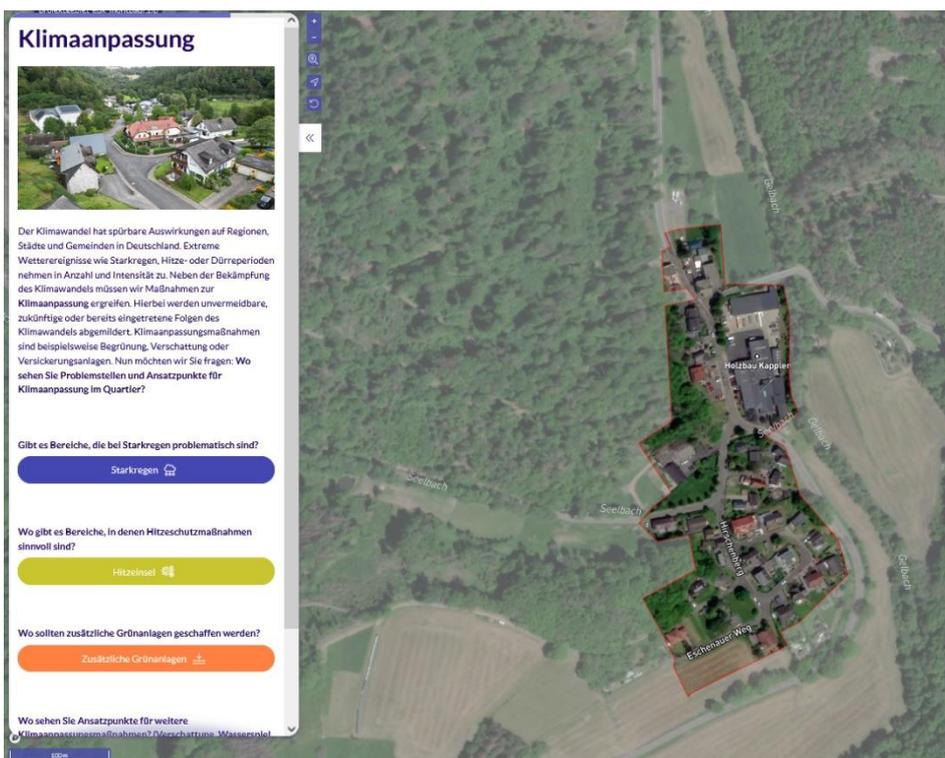


Abbildung 2-25 Online-Beteiligung

Befragung der Anwohner

Geben Sie bitte den ausgefüllten Fragebogen an folgende Adresse zurück:
Ortsgemeinde Gackebach
 Im Wiesengrund 1
 56412 Gackebach

Oder Online abrufen:
 Hier gelangen Sie zum Fragebogen

Das Formular bezieht sich auf Ihr Gebäude in Gackebach. Sie müssen nicht jede Frage beantworten, aber jede Antwort hilft uns weiter und ist wertvoll!

Adresse
 Straße, Nr.: _____

1. Gebäudekenndaten:
 Baujahr (Schätzung): _____
 Ausgebautes Dachgeschoss: Ja / Nein
 Hauptnutzung (z. B. Wohnen): _____
 Nebennutzung (z. B. Friseursalon): _____
 Beheizte Fläche (Schätzung in m²): _____

2. Wie erfolgt die Beheizung des Gebäudes / der Wohnung? (Angaben bspw. aus Typenschild oder Bedienungsanleitung der Heizanlage)
 Ich heize mit... Stromheizung Heizöl Flüssiggas Wärmepumpe
 Stückholz Holzpellets Erdgas Sonstiges _____
 Nennwärmeleistung (kW): _____
 Baujahr der Heizanlage (Schätzung): _____
 Die Nennwärmeleistung und das Baujahr finden Sie auf dem Typenschild der Heizungsanlage.

3. Wie erfolgt die Warmwasserbereitung in der Wohnung?
 Zentral im Gebäude (mit der Zentralheizung)
 An der Verbrauchsstelle (Untertischgerät, Durchlauferhitzer)

4. Nutzen Sie zusätzliche Anlagen zur Beheizung und/oder Warmwasserbereitung des Gebäudes? Falls ja, welcher Art?
 Kachelofen Kaminofen Pelletofen Solarthermie
 Sonstiges _____
 Nennwärmeleistung (kW): _____
 Baujahr der Heizanlage (Schätzung): _____

5. Angaben zum Brennstoffverbrauch pro Jahr. Bitte tragen Sie den Verbrauch aller eingesetzten Energieträger der letzten drei Jahre ein (bitte Maximalwert angeben).

Energieart (Einheit)	2021	2022	2023
Haushaltsstrom (kWh/Jahr)			
Strom für Nachtspeicher (kWh/Jahr)			
Strom für Wärmepumpe (kWh/Jahr)			
Heizöl (Liter/Jahr)			
Flüssiggas (Kilogramm/Jahr)			
Stückholz (Raummeter/Jahr)			
Holzpellets (Tonnen/Jahr)			
Sonstiges: _____(Einheit angeben)			

6. Nutzen Sie erneuerbare Energien zur Stromerzeugung? Falls ja, welcher Art?
 Photovoltaikanlage: _____ m² oder _____ kWpeak
 Nutzung: Einspeisung Eigenverbrauch und Einspeisung
 Anteil Eigenverbrauch (ca.): _____ %
 in Verbindung mit einem Speicher (Batterie): Kapazität in kWh: _____

7. Planen Sie die Modernisierung von Heizung, die Installation einer PV-Anlage oder andere energetische Modernisierungen? Wenn ja, was genau?

Für einen ersten Überblick über die Fördermöglichkeiten:
<https://www.energieagentur.rlp.de/foerderkompass/>
weitere Informationen zur Energieberatung:
<https://www.verbraucherzentrale-rlp.de/beratungsstellen/montabaur-energieberatung>

Wünsche, Ideen, Kommentare?

Abbildung 2-26 Fragebogen

Die Fragebögen wurden über die verfügbaren Social-Media-Kanäle der Ortsgemeinde, das Wochenblatt und die Bürgermeistersprechstunde bekannt gemacht. Zusätzlich wurde ein QR-Code erstellt, um den Zugang zur Befragung zu erleichtern. Die Online-Befragung wurde 74 abgerufen. Von den im Quartier ca. 244 Haushalten wurden 46 Fragebögen ausgefüllt (36 Online und 10 in der Papierform), was einer Rücklaufquote von 19 % entspricht.

In der Online-Befragung hatten die Bewohner die Möglichkeit, verschiedene Aspekte des Dorflebens mit Schulnoten zu bewerten. Dabei zeigte sich, dass die Gackebacher ihr Wohnumfeld insgesamt positiv einschätzen. Hinsichtlich der Versorgung und der Mobilität äußerten sie jedoch unzufrieden.

Tabelle 2-6 Bürgerbeteiligung - Benotung des Wohnumfelds

Grünanlagen (Bäume, Sträucher, Blumen)	2
Freizeitangebote	3
Einkaufsangebote	4,5
öffentliche Sicherheit	2,5
Sauberkeit	2
Wohnqualität im unmittelbaren Umfeld	2
Parkraumangebot	2,2

ÖPNV-Angebot (Taktung, Preise, Linien)	4,2
Fahrradinfrastruktur	3,4
Gesamt	2,8

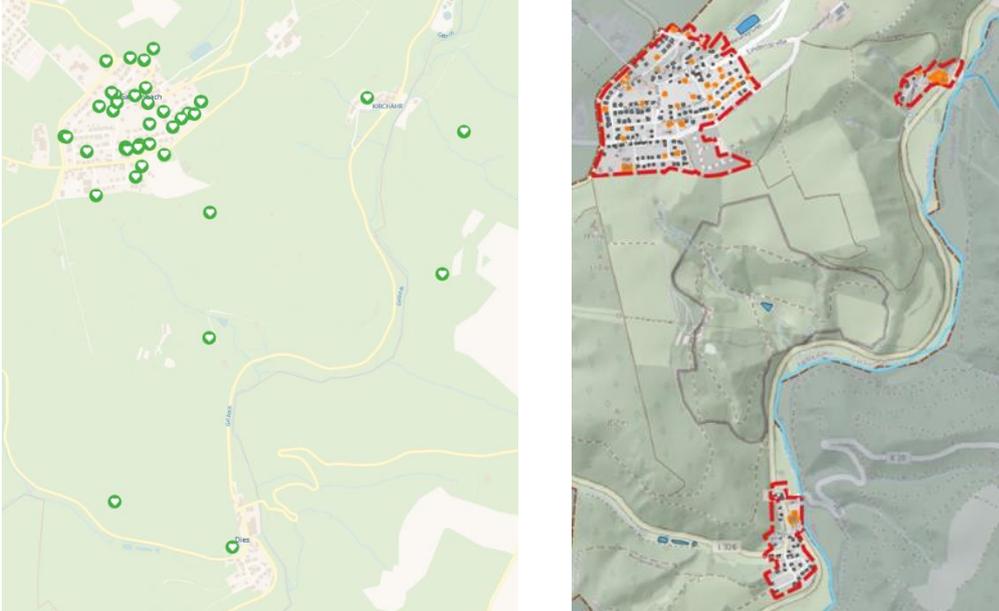


Abbildung 2-27 Rückmeldungen aus der Fragebogenaktion

Hervorzuheben ist, dass sich die Rückmeldungen überwiegend auf den Hauptort Gackebach konzentrierten, während aus dem Ortsteil Dies nur wenige Rückmeldungen eingingen.

Doch ließen sich aus den Ergebnissen einige Trends und Entwicklungspotenziale für Gackebach ableiten.

Mobilität

Das bevorzugte Verkehrsmittel in Gackenbach ist nach wie vor der PKW. Fast alle Haushalte verfügen laut Umfrage über mindestens ein Automobil. Im Regelfall stehen den meisten Haushalten sogar zwei oder drei PKW zur Verfügung. Demgegenüber steht das Fahrrad, über das rund 60 % aller Haushalte verfügen.

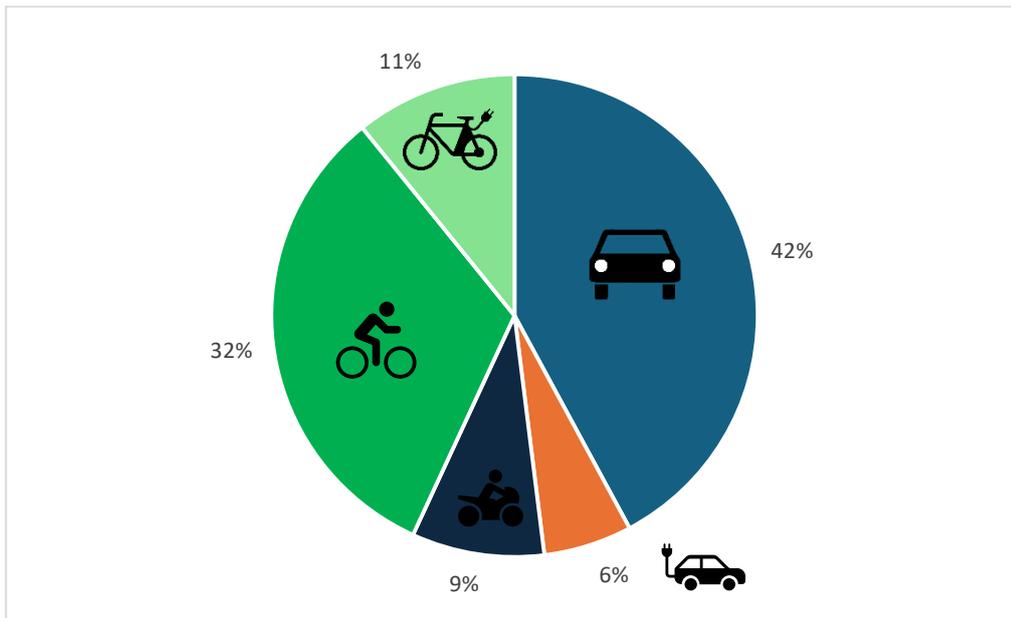


Abbildung 2-28 Bestand an Verkehrsmitteln laut Umfrage (n20)

Rund 60 % der Befragten legen ihren Arbeitsweg mit weniger als 25 km Entfernung zurück – eine Strecke, die gut mit dem Fahrrad oder Pedelec bewältigt werden kann, sofern die Infrastruktur entsprechend ausgebaut ist. Die durchschnittliche Entfernung beträgt 20,1 km. Entscheidend für die Wahl des Verkehrsmittels ist dabei vor allem die empfundene Sicherheit im Verkehrsraum.

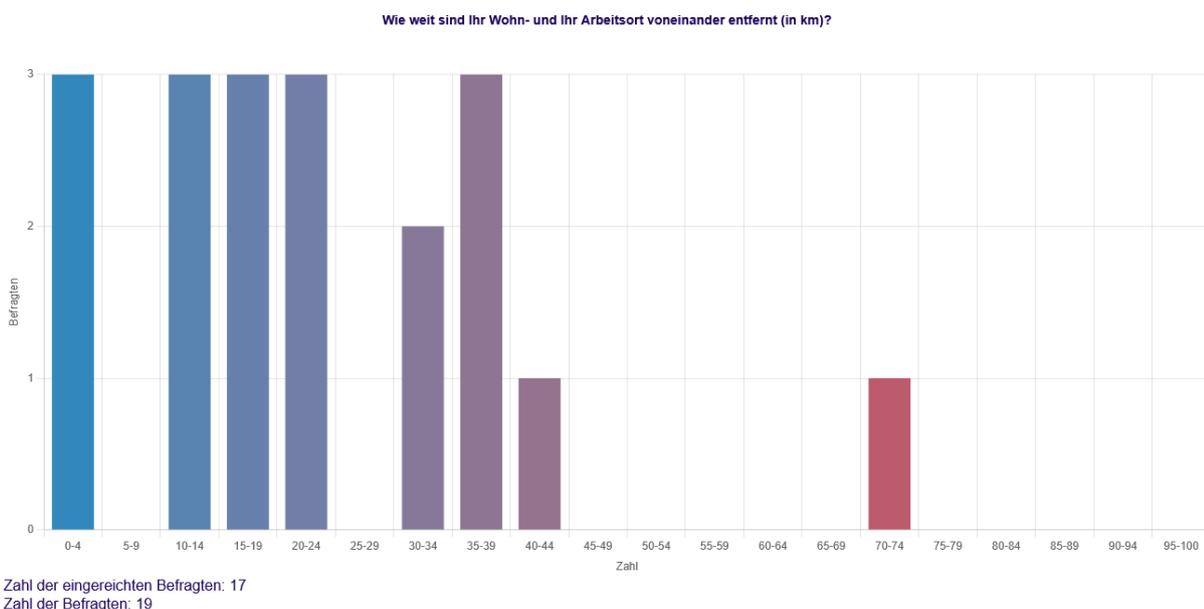


Abbildung 2-29 Bürgerbeteiligung – Entfernung Wohn- und Arbeitsort

Die Teilnehmer hatten die Möglichkeit, Gefahren- sowie Unfallstellen anzugeben. Insgesamt gab es 25 Rückmeldungen zu Gefahrenstellen und 1 zu Unfallstellen, wodurch einige kritische Bereiche hervorgehoben werden konnten.

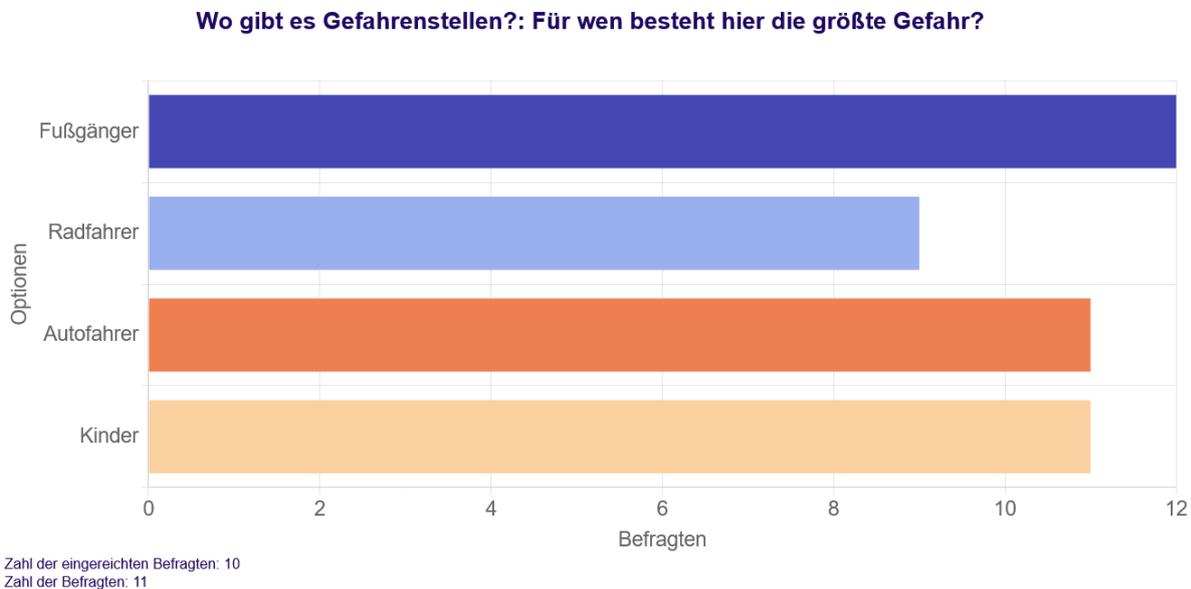


Abbildung 2-30 Bürgerbeteiligung - Art der Gefahrenstellen

Entlang der L 326 gibt es eine auffällige Häufung von Gefahrenstellen, die den Zugang zu Einrichtungen wie dem Seniorenheim, der Kita, der Grundschule und den Einkaufsmöglichkeiten in Horbach erschweren.

Als größte Gefahrenstellen werden die Kreuzung Kirchstraße/Waldstraße und die Querung des Bienenstücks gemeldet.

Die Kreuzung Kirchstraße/Waldstraße wird als gefährliche Kreuzung für alle Verkehrsteilnehmer mit fehlender Querungshilfe für Fußgänger eingestuft.

Ein weiterer Schwerpunkt der Befragung ist die Querung des Bienenstücks. Kritisiert wird hier die fehlende Querungsmöglichkeit im Bereich der Kita und Grundschule, die schlechte Einsehbarkeit sowie die hohe Geschwindigkeit vieler Fahrzeuge.

Die aufgezeigten Barrieren im Quartier bestehen aus einer Treppe sowie dem hohen Bordstein in der Kirchstraße, die Rollstuhlfahrer beeinträchtigen.

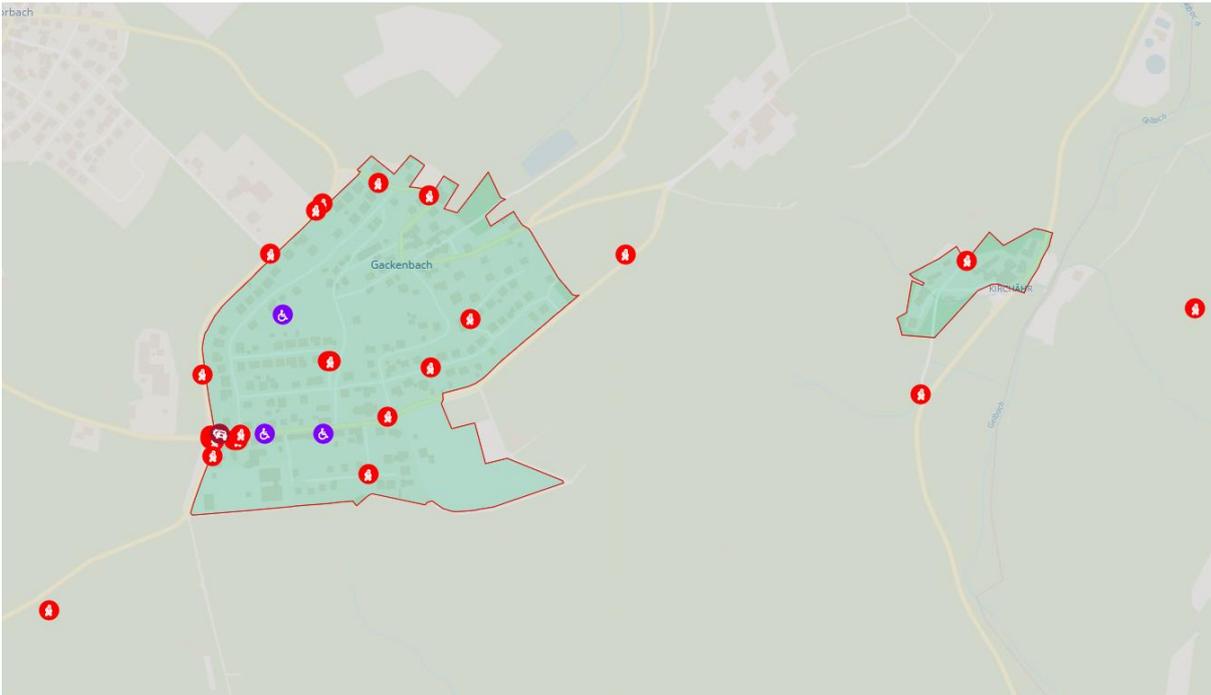


Abbildung 2-31 Angabe aus der Bürgerbeteiligung zu Gefahren- und Unfallstellen sowie Barrierefreiheit

Der gemeldete Unfall der Bürgerbeteiligung spiegelt die amtliche Unfallstatistik von 11 verzeichneten Unfällen nicht wider. Das bedeutet jedoch nicht, dass diese Stellen nicht behandelt werden müssen! Auffällig in den offiziellen Unfallstatistiken und die Überrepräsentation der Krafträder (5 von 11) in dem Unfallgeschehen.

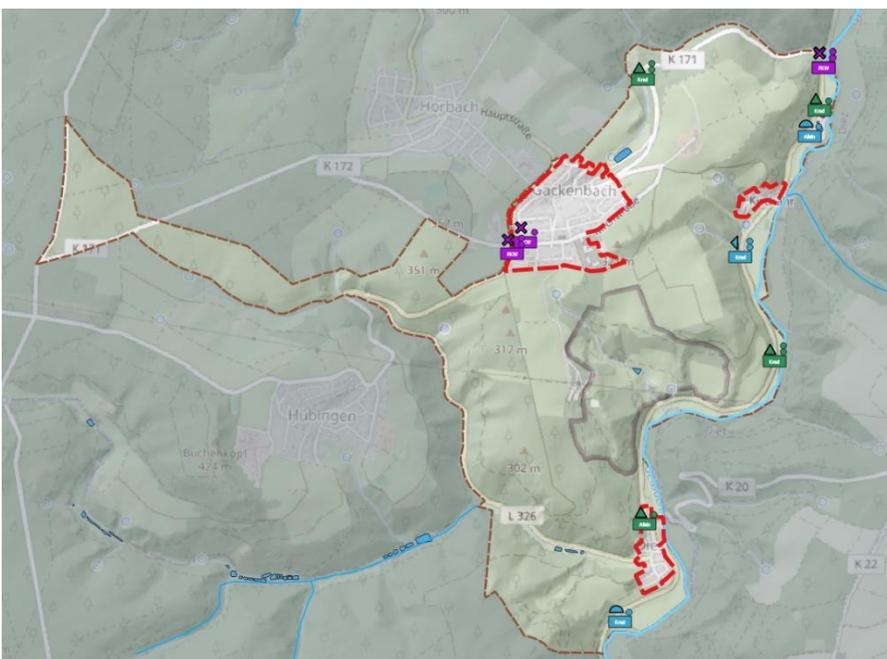


Abbildung 2-32 Gemeldete Unfälle (2016-2023)

Außerdem konnten die Teilnehmer über die wichtigsten Verbindungen für den Radverkehr äußern. Insgesamt wurden vier Wege eingezeichnet. Es besteht ein genereller Wunsch nach mehr Radwege innerhalb der Umgebung, desweiteren soll der Totenweg vom Autoverkehr befreit werden und entlang des Bienenstücks soll ein straßenbegleitender Rad- und Fußweg geschaffen werden.

Die Befragung zum Thema Mobilität zeigt, dass in Gackenbach ein reales Potenzial für umwelt-schonende Mobilität besteht. Allerdings stellen die Gefahrenstellen ein ernstzunehmendes Hindernis für die Mobilität der schwächeren Verkehrsteilnehmer (Fußgänger und Radfahrer, und in dem Fall insbesondere Kinder und Senioren) dar.

Klimaanpassung

Weiterhin wurden die Bürger nach Problemstellen und möglichen Ansätzen für Klimaanpassung im Quartier befragt. Die Teilnehmer hatten die Möglichkeit, in einer Karte einzutragen, wo Probleme in Bezug auf Starkregen, Hitzeinseln sowie allgemeine Klimaanpassungsmaßnahmen bestehen und wo Bedarf an zusätzlichen Grünanlagen gesehen wird.

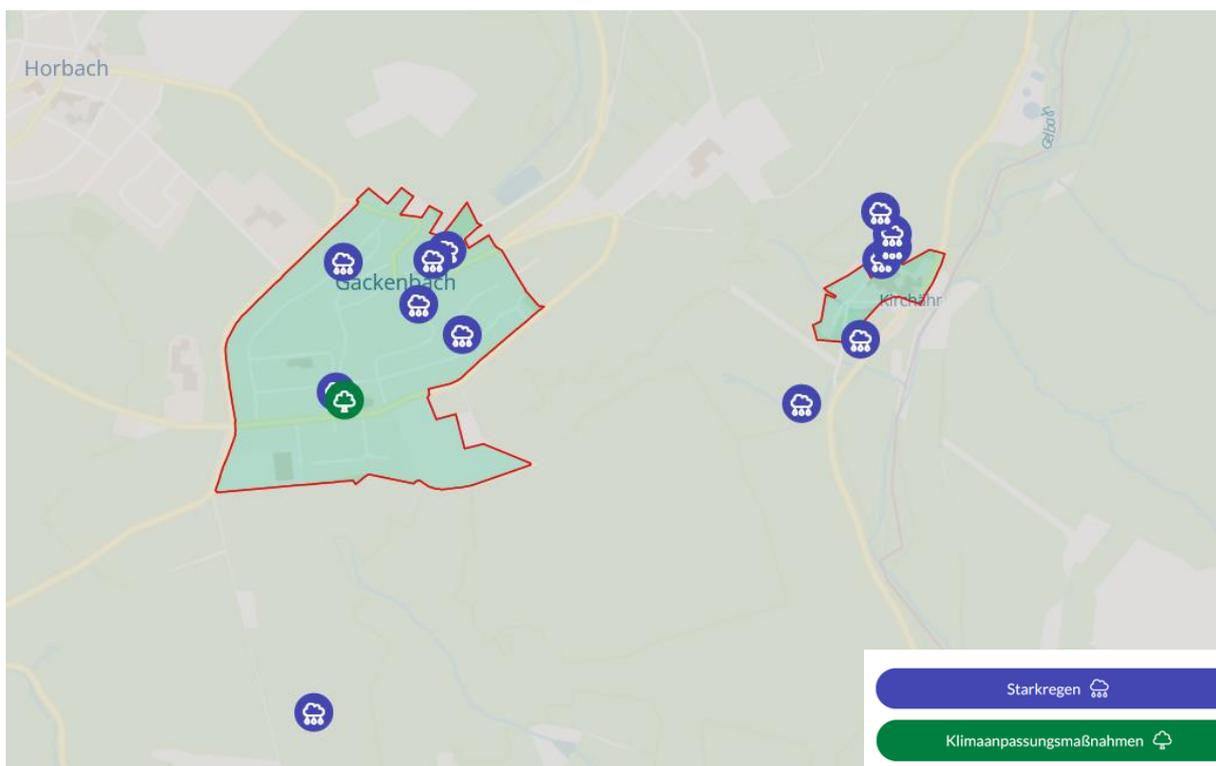


Abbildung 2-33 Bürgerbeteiligung - Klimaanpassungsmaßnahmen

Angesichts der geografischen Lage von Gackenbach am Gelbach und in einer Senke im Ortskern ist es wenig überraschend, dass das Risiko von Starkregen und Hochwasser mit 14 Nennungen am häufigsten genannt wurde.

Tabelle 2-7 Gibt es Bereiche, die bei Starkregen problematisch sind?

Was ist hier problematisch?	Haben Sie Vorschläge, was hier gemacht werden könnte?
Sehr steile Straße	Oberflächenwasser in baulichen Anlagen versickern, Regenwasserkanäle ausbauen und in Regenrückhaltebecken zuführen
Tiefster Punkt der Ortsgemeinde	Vergrößerte Abwasserschächte
Straßenentwässerung könnte verstopfen, damit würde abfließendes Wasser den Hang herunterstürzen Es fehlt fast der komplette Wald, der einmal war, Erosion, Erdrutschgefahr, dabei Lebensgefahr durch umstürzende Bäume	Aufforsten
Es fehlen Bäume, Erosion, Erdrutschgefahr	Aufforsten, Totenweg für Straßenverkehr sperren und wieder als Waldweg umgestalten
Durch den Verlust des Waldes und Erosion sind Totenweg und Langen Acker bei Starkregen stark Erdrutsch gefährdet.	Aufforsten, Waldbearbeitung mit kleinen leichten Maschinen und nicht mit überdimensionalen LKW'S, die den Boden brutal verdichten.

Bei der Thematik der Klimaanpassung gab es lediglich eine Nennung.

Tabelle 2-8 Wo sehen Sie Ansatzpunkte für weitere Klimaanpassungsmaßnahmen?

Welche Maßnahmen können hier umgesetzt werden?
Wasserspiele und Trinkwasserspender, evtl. Fußbecken

Es ist jedoch festzustellen, dass aufgrund der stark energieorientierten Fragestellung im Rahmen des Konzepts die Umfrageteilnehmer sich nur wenig mit den Themen Klimaanpassung und Mobilität beschäftigt haben.

Gebäude- und Heizstruktur

Die Verteilung Angabe zu den Baualterklassen trägt zu einem umfassenden Bild der verschiedenen Gebäudeproblematiken bei. Dabei sind die Altersklassen nach 2009 (13 %), 1969-1978 (19 %) und 1995–2008 (31 %) im Vergleich zu den Zensusdaten unterproportional vertreten.

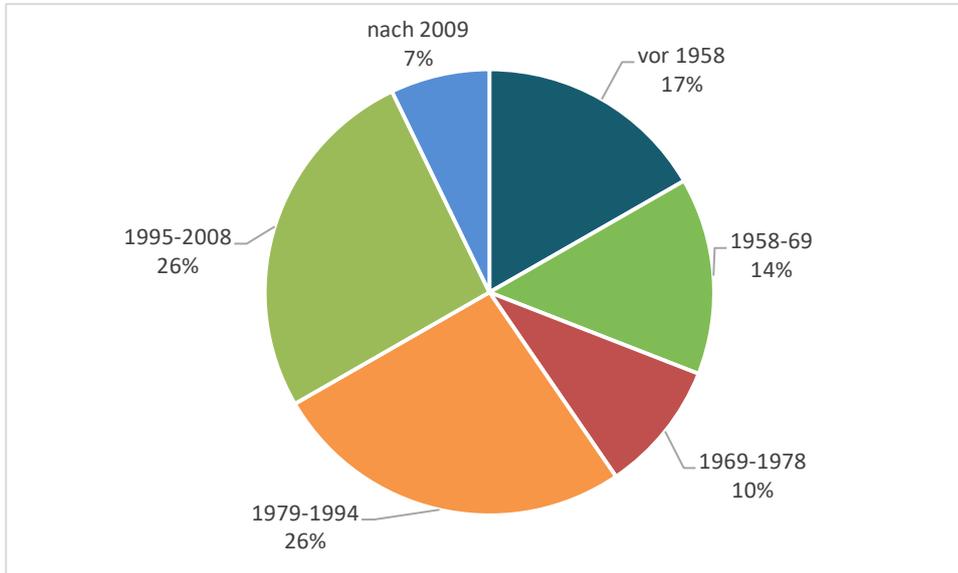


Abbildung 2-34 Baujahr der Gebäude laut Befragung

Die durchschnittlich angegebene Wohnfläche von 187 m² bei gleichzeitig geringer Haushaltsgröße deutet auf ungenutzte Räume hin und zeigt ein Potenzial für effizientere Flächennutzung und energetische Optimierung.

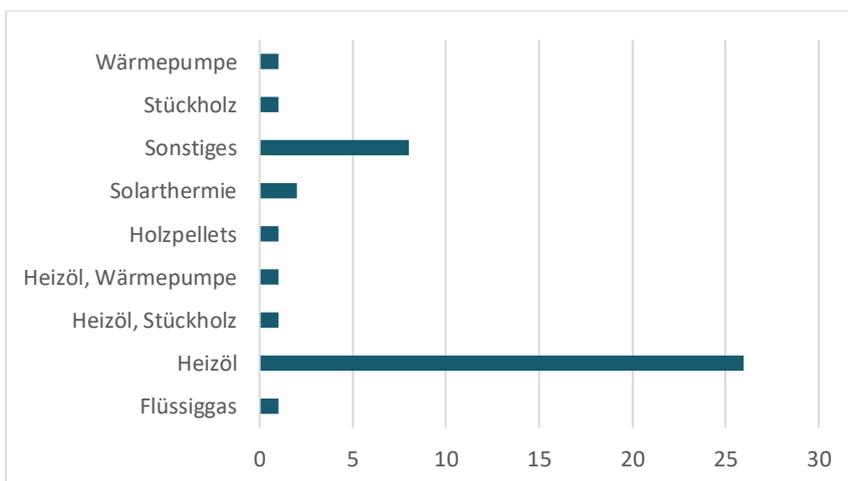


Abbildung 2-35 Energieträger der Heizungen laut Befragung

Das Diagramm zeigt deutlich, dass Heizöl mit Abstand die am häufigsten genutzte Heizform im Bestand ist, während erneuerbare Energien wie Wärmepumpen, Solarthermie oder Holzpellets kaum verbreitet sind. die Kategorie „Sonstiges“ deutet auf eine Vielfalt individueller Heizsysteme hin (z. B. Kachelöfen, Nachtspeicher, Hackschnitzel etc.), die ggf. separat betrachtet werden sollten. Trotzdem bleibt der hohe Anteil fossiler Heizsysteme ein zentrales Hemmnis für die

Wärmewende und unterstreicht den Bedarf an gezielter Beratung, Förderung und Infrastrukturentwicklung.

Die Angaben zum Alter der Heizungsanlagen zeigen eine breite Verteilung zwischen den Baujahren 1985 und 2024, was auf einen heterogenen Anlagenbestand hinweist – von veralteten, ineffizienten Heizsystemen bis hin zu modernen, potenziell effizienteren Anlagen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit individueller Sanierungsstrategien, je nach Zustand und Effizienz der bestehenden Technik.

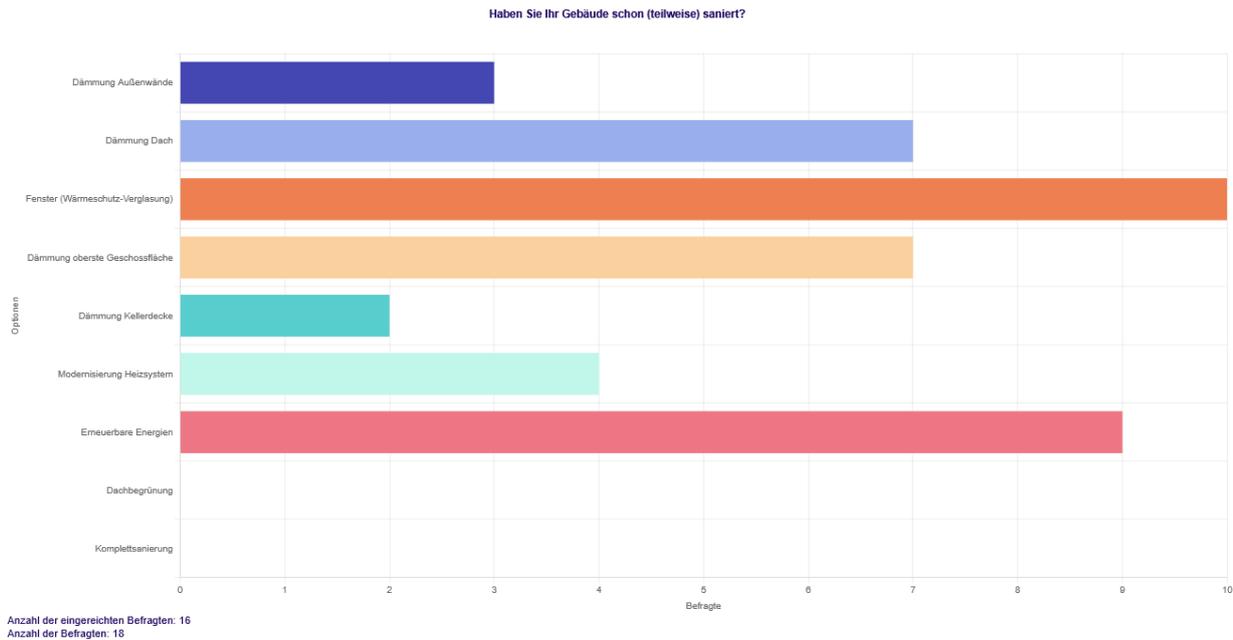


Abbildung 2-36 durchgeführte Sanierungsmaßnahmen laut Befragung

Die am häufigsten genannte Sanierungsmaßnahme ist der Austausch der Fenster, gefolgt von der Installation von Photovoltaikanlagen auf dem Dach sowie verschiedenen Dämmmaßnahmen an Gebäudehülle und Dach.

Schlussendlich haben die Angaben zu Gebäuden und Energieverbrauch dazu beigetragen, den Wärmeatlas (siehe [Kapitel 5](#)) zu verfeinern.

Geobudgetierung

Am Ende der Befragung hatten die Teilnehmer die Gelegenheit, sich in die Rolle von Entscheidungsträgern zu versetzen und Maßnahmen für Gackebach mit einem theoretischen Budget von 1 Million Euro zu priorisieren.

Die Aufforstung ist ein Thema, das viele Bürger bewegt. Obwohl die dafür vorgeschlagene Investitionssumme vergleichsweise gering ist, zeigt die hohe Anzahl an Nennungen das große Interesse. Ein weiteres zentrales Anliegen der Bürgerbeteiligung ist der Wunsch nach Investitionen in die gemeinsame Strom- und Nahversorgung. Auch die Klimaanpassung spielt eine bedeutende Rolle und macht 12 % der gewünschten Investitionen aus. Mit 19 % entfällt zudem ein erheblicher Anteil auf den Bereich Mobilität.

Tabelle 2-9 Bürgerbeteiligung - Geobudgetierung - Verteilung der Kosten

Maßnahme	Investition	Prozent
Entsiegelung und Begrünung	€	0%
Öffentlicher Trinkbrunnen	48.000,00 €	0%
Bachrenaturierung	150.000,00 €	1%
Baumpflanzung	235.000,00 €	1%
Spielplatz	900.000,00 €	5%
Kleine Platzgestaltung	900.000,00 €	5%
Bau einer Mobilitätsstation	1.500.000,00 €	9%
Straßensanierung	1.800.000,00 €	10%
Freiflächen-Photovoltaik	4.800.000,00 €	28%
Bau eines Nahwärmenetzes	7.000.000,00 €	40%
Gesamt	17.333.000,00 €	100%

Eine interessante Erkenntnis aus der Bürgerbeteiligung ist der klare Wunsch nach Investitionen in die gemeinsame Strom- und Nahwärmeversorgung. Auch das Thema Mobilität spielt eine wichtige Rolle und macht insgesamt 19 % der gewünschten Investitionen aus. Der Anteil für Freifläche fällt hingegen vergleichsweise mit 12% gering aus.

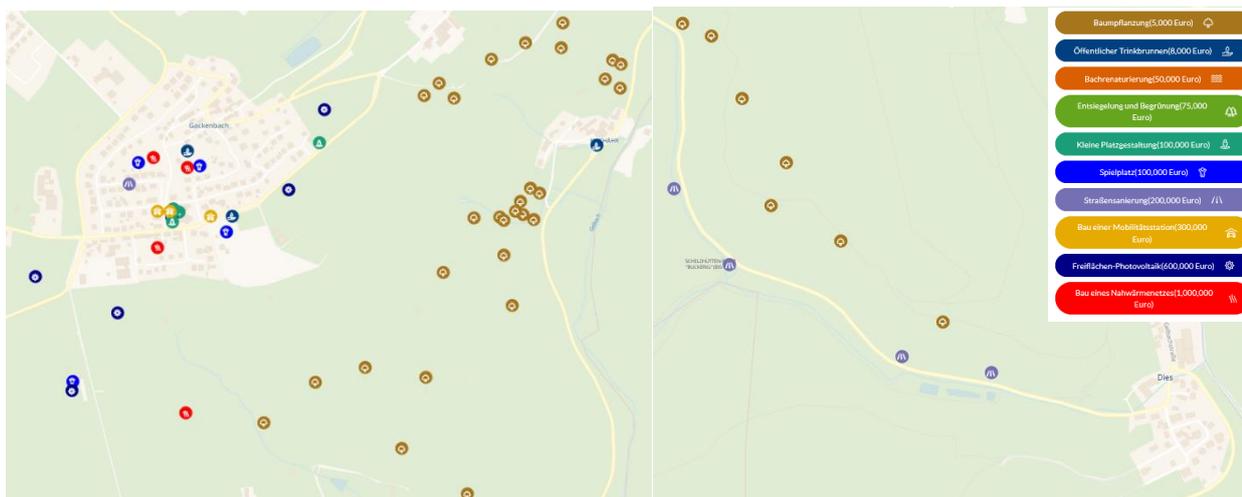


Abbildung 2-37 Geobudgetierung - Verteilung der Maßnahmen

Diese Thematiken wurden in den weiteren Schritten untersucht.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ortsgemeinde Gackenbach überzeugt durch ein gepflegtes Ortsbild, eine stabile Bevölkerungsstruktur und eine engagierte Dorfgemeinschaft. Trotz der peripheren Lage abseits der Hauptverkehrsachsen verfügt der Ort über zahlreiche Gewerbebetriebe, eine gut ausgebaute touristische Infrastruktur und eine starke lokale Identität im Buchfinkenland.

Herausforderungen ergeben sich vor allem durch den hohen Bestand an älteren Gebäuden, insbesondere den ortsbildprägenden Fachwerkhäusern im Unterdorf sowie in den Ortsteilen Dies und Kirchähr. Diese werden häufig von alleinlebenden Personen bewohnt und weisen teils erheblichen Sanierungsbedarf auf. Die weitläufige Siedlungsstruktur führt zudem zu einer geringen Wärmedichte, was energetische Maßnahmen erschwert. Während das neue Wohngebiet am Friedhof die Hauptortslage künftig dynamisch verändern wird, fehlen in Dies und Kirchähr geeignete Bauflächen, was die Entwicklungsmöglichkeiten einschränkt.

Die Auswertung der Befragung zeigt, dass rund 2/3 der Gebäude derzeit noch mit Heizöl beheizt werden – häufig ergänzt durch Kamin- oder Kachelöfen. Gleichzeitig ist die Nutzung von Solarenergie in Gackenbach bereits stark verbreitet.

Die städtebauliche Betrachtung wurde durch eine energetische Analyse ergänzt, die den Wärmebedarf sowie dessen räumliche Verteilung im Ort bewertet und mögliche Pfade für eine klimaneutrale Entwicklung aufzeigt.

3 Analyse der Energieversorgung

3.1 Infrastruktur

Voraussetzung für die Bildung einer Energie- und CO₂-Bilanz ist die Kenntnis über den Energieverbrauch und die eingesetzten Energieträger im gesamten Untersuchungsgebiet. Daher wurde zunächst der Energieverbrauch in den Sektoren private Haushalte, öffentliche Liegenschaften, sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) ermittelt, wobei die Wohnbebauung den dominierenden Sektor darstellt. Weiterhin wurde die Wärminfrastruktur analysiert. Die Ermittlung von Daten erfolgte wie beschrieben einerseits über eine persönliche Befragung und die Konzessionsabgaben an das Energieversorgungsunternehmen. Daneben wurden über die Befragung Daten zur Energieversorgung und -verbrauch der Bewohner:innen des Quartiers erhoben. Sofern keine Daten vorlagen, wurden diese anhand der vorhandenen Daten und mit statistischen Daten vervollständigt. Die Ergebnisse werden in Kapitel 3.2 ausführlich dargestellt.

Für die **privaten Haushalte** erfolgte zunächst die Erhebung des Energieverbrauchs über eine Befragung der Einwohner. Die erhobenen bzw. vorhandenen Daten zum Wärmeverbrauch wurden bei Bedarf zur Vervollständigung aus den bekannten Daten abgeschätzt und mit statistischen Daten ergänzt. Die Abschätzung des Energieverbrauchs erfolgte in Anlehnung an die Methodik einer gebäudetypologischen Siedlungszellenstrukturanalyse in Abhängigkeit von Bauart und Baualterklasse. Da die Analyse des Wärmeverbrauchs eine Grundvoraussetzung für die Betrachtung einer neuen Wärmeversorgung darstellt, wird die genaue Auswertung in Kapitel 5.5 ausgeführt. Hier findet sich ebenfalls eine räumliche Darstellung des Energieverbrauchs im Quartier.

Durch die Ergebnisse der Befragung konnte ein Einblick in die Beheizungsstruktur im Quartier gewonnen werden (vgl. Kapitel 2.7).

Der Energieverbrauch der **kommunalen Einrichtungen** in Trägerschaft der Ortsgemeinde Gackebach wurde anhand von abgerechneten Brennstoff- und Stromlieferverträgen ermittelt.

Die Struktur des Sektors **Gewerbe, Handel und Dienstleistungen** wurde bereits in Kapitel 2.5 aufgezeigt. Im Quartier sind klein- und mittelständische Unternehmen vorzufinden. Der Energieverbrauch des Sektors wurde auf Grundlage der Befragung und Angaben aus den Stromkonzessionsmengen abgeleitet.

Einsatz erneuerbarer Energien in Gackebach

Bereits heute werden erneuerbare Energien zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt.

Stromerzeugung

Im Jahr 2024 waren in Gackebach insgesamt 73 dachgebundene Photovoltaikanlagen sowie 10 Balkonanlagen in Betrieb, was eine installierte Leistung von ca. 940 kW_p der dachgebundenen Anlagen entspricht (Bundesnetzagentur, 2024). Darüber hinaus sind 32 Speicher vorhanden

Wärmeerzeugung

In der Wärmeversorgung kommt überwiegend Heizöl zum Einsatz. Daneben wird aus folgenden erneuerbaren Energien Wärme in Gackenbach erzeugt: Scheitholz, Holzpellets, Holzhacksnitzel, Solarthermie und Wärmepumpen. Außerdem werden häufig Holzöfen zusätzlich zur Hauptheizung in der Befragung genannt. Der Beitrag zur Wärmebereitstellung findet sich in der Gesamtbilanz nach Energieträgern wieder (vgl. hierzu Kapitel 3.2). Die Verteilung der Energieträger in den 100 m-Gitterzellen spiegelt die Siedlungsentwicklung wider.



Tabelle 3-1 Verteilung der Energieträger der Heizungen⁷

⁷ Quelle: <https://atlas.zensus2022.de/>, besucht am 07.11.2024

3.2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz

3.2.1 Methodik

Die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanzen im vorliegenden Quartierskonzept Ortsgemeinde Gackebach werden für das Bilanzjahr 2022 aufgestellt. D.h. es fließen vor allem Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2022 ein. Bei dünner Datenlage werden auch Verbrauchsdaten der Jahre 2021 und 2023 herangezogen. Basierend auf dem nach Energieträgern differenzierten Energieverbrauch wird anhand der zugehörigen CO₂e-Faktoren (in Gramm CO₂e je kWh) die CO₂e-Emissionsbilanz aufgestellt.

Die Gesamtbilanz wird aus den Einzelbilanzen der Sektoren Private Haushalte, kommunale Einrichtungen, Gewerbe/Handel/Dienstleistung (GHD) und Verkehr zusammengefasst.

Zunächst wird der Bilanzraum für die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz festgelegt und die Art der Bilanzierung für den jeweiligen Sektor definiert. Im vorliegenden Quartierskonzept wurde die endenergiebasierte Territorialbilanz gewählt. Das Bilanzierungsprinzip basiert auf dem Praxisleitfaden Klimaschutz in Kommunen des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu, 2011). Hierbei werden der gesamte innerhalb eines Territoriums anfallende Energieverbrauch sowie die dadurch entstehenden CO₂e-Emissionen berücksichtigt. Emissionen, die bei der Erzeugung oder Aufbereitung eines Energieträgers (z. B. Strom) außerhalb des betrachteten Territoriums entstehen, fließen nicht in die Emissionsbilanz mit ein.

3.2.2 Energie- und CO₂e-Gesamtemissionsbilanz

Der Endenergieverbrauch aller Sektoren in der Ortsgemeinde Gackebach beträgt rund 13.200 MWh_f/a, woraus jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von rund 3.200 t/a verursacht werden. Dies setzt sich aus dem Strom- und Wärmeverbrauch von privaten Haushalten, Gewerbe/Handel/Dienstleistung, kommunalen Einrichtungen sowie dem Verkehr zusammen.

Rund 850 MWh_{el}/a Strom werden in Gackebach jährlich durch Stromerzeugungsanlagen im Quartier (Solarenergie) erzeugt. Verglichen mit der Stromproduktion in fossil betriebenen Kraftwerken können dadurch ca. 730 t CO₂e/a vermieden werden (vgl. Abbildung 3-2).

Der Endenergieverbrauch in Gackebach ist etwa zu 53 % dem Sektor private Haushalte und zu etwa 33% dem Sektor Verkehr zu zuordnen. Auf Gewerbe/Handel/Dienstleistung entfallen ca. 14 % und die kommunalen Einrichtungen haben einen Anteil von unter 1 % des Endenergieverbrauchs.

**Energiebilanz der Ortsgemeinde Gackebach Sektoren,
Basisjahr 2022**

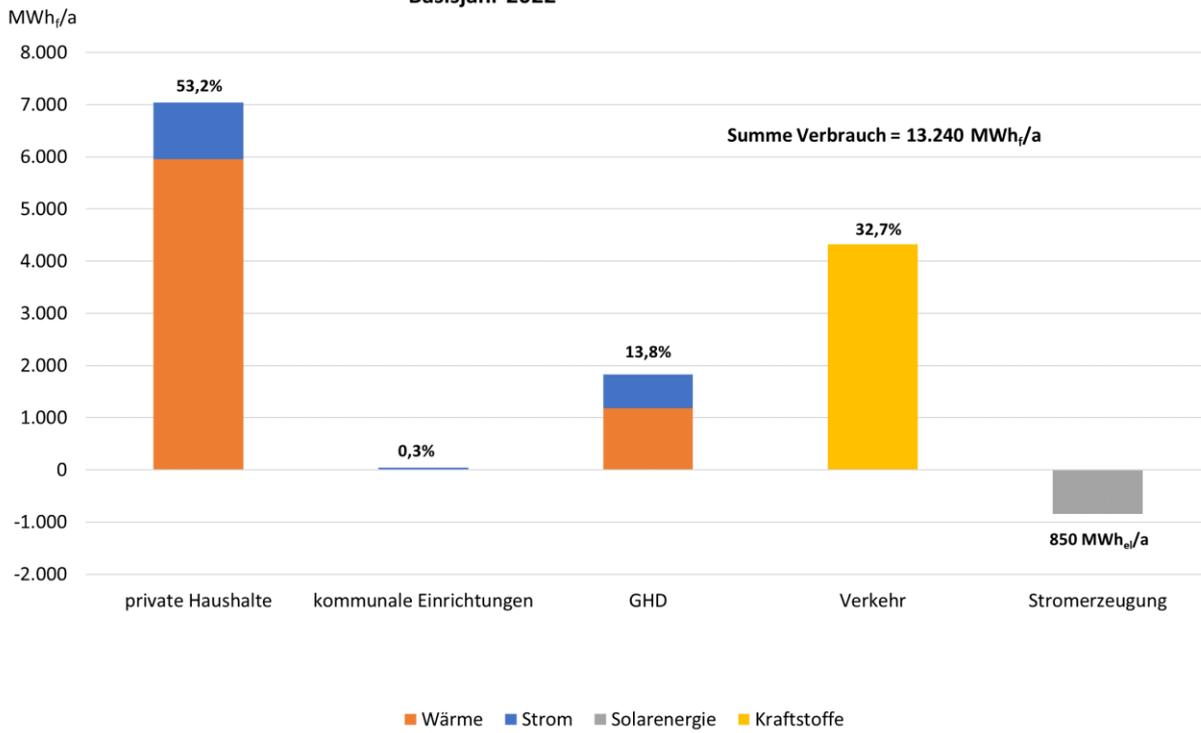


Abbildung 3-1 Gesamtenergiebilanz nach Sektoren Gackebach 2022

Die Verteilung der CO₂e-Emissionen auf die einzelnen Sektoren ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Sie gestaltet sich ähnlich wie die Verteilung des Endenergieverbrauchs. Den größten Anteil (65 %) an den CO₂e-Emissionen im Quartier nehmen die privaten Haushalte ein. Der Verkehr verursacht ca. 43 %, während auf GHD ca. 14 % und auf kommunalen Einrichtungen weniger als 1 % der Treibhausgasemissionen in Gackebach entfallen.

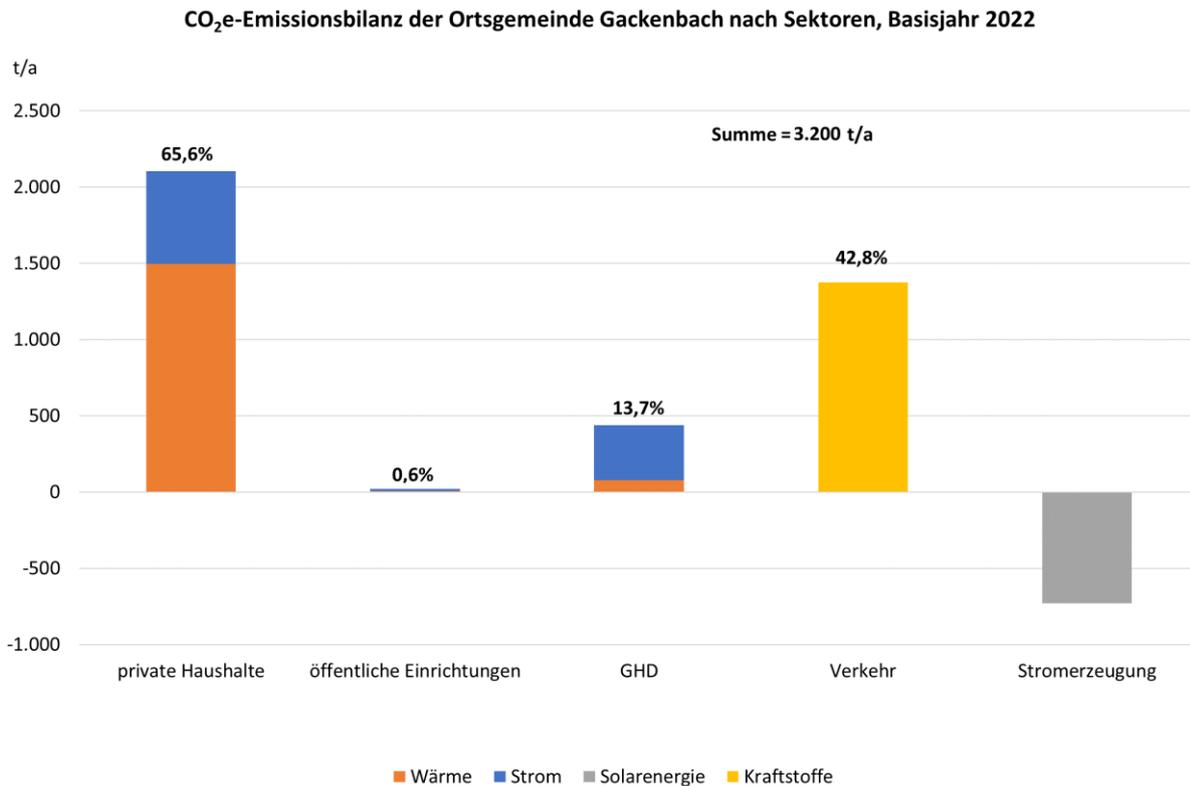


Abbildung 3-2 Gesamt-CO₂e-Bilanz nach Sektoren Gackebach 2022

In Tabelle 3-2 sind der Endenergieverbrauch und die dadurch verursachten CO₂e-Emissionen entsprechend der eingesetzten Energieträger dargestellt.

Tabelle 3-2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz nach Energieträger, Gesamtbilanz Gackenbach, 2022

Energie- und CO₂e-Bilanz Ortsgemeinde Gackenbach nach Energieträger, 2022		
Energieträger	Endenergie MWh_f/a	CO₂e-Emission t/a
Benzin	2.020	540
Diesel	2.120	750
Strom Mobilität	30	20
Benzin/Flüssiggas	40	10
Hybrid Benzin/Elektro (kombinierter Betrieb)	50	20
Hybrid Diesel/Elektro (kombinierter Betrieb)	30	10
Plug-in-Hybrid Benzin	40	20
Strom Allgemeine Aufwendungen	1.730	970
Flüssiggas	560	150
Heizöl	4.170	1.295
Scheitholz	700	10
Solarthermie	10	0
Umweltwärme für Wärmepumpe	180	0
Holzpellets	600	20
Abfallholz	350	10
Holzhackschnitzel	110	< 10
Nachtspeicherheizung	70	40
Straßenbeleuchtung	30	10
Wärmepumpenstrom	90	50
Summe Verbrauch	13.240	3.930
Stromerzeugung:		
Solarenergie	850	-730
Summe Stromerzeugung	850	-130
Bilanz CO₂e-Emission		3.200

Abbildung 3-3 stellt die Energiebilanz nach Energieträgern im Quartier grafisch dar. Etwas mehr als 30 % des Endenergieverbrauchs nimmt der Energieträger Heizöl ein. Strom für allgemeine Aufwendungen besitzt einen Anteil von ca. 13 %. Etwa 16 % entfallen auf Diesel, 15 % auf Benzin und 4 % auf Flüssiggas. Biomasse (Scheitholz, Holzpellets, Holz hackschnitzel und Restholz) weisen insgesamt einen Anteil von 16 % auf, was teilweise dem GHD-Sektor zu zuordnen ist. Die übrigen Energieträger tragen jeweils bis zu 1 % zum Endenergieverbrauch bei.

Aufgrund der vergleichsweise hohen spezifischen CO₂e-Emissionen je verbrauchter kWh Strom nimmt Strom im Vergleich zum Anteil am Endenergieverbrauch einen höheren Anteil an den CO₂e-Emissionen ein. Der Anteil von Heizöl beläuft sich auf etwa 33 % der CO₂e-Emissionen, während der Anteil des Stroms für allgemeine Aufwendungen ein ca. 25 % beträgt. Benzin und Diesel liegen bei etwa 14 % und 19 %, Flüssiggas bei ca. 4 % und die restlichen Energieträger nehmen einen entsprechend sehr geringen Anteil an den Emissionen ein (vgl. Abbildung 3-4).

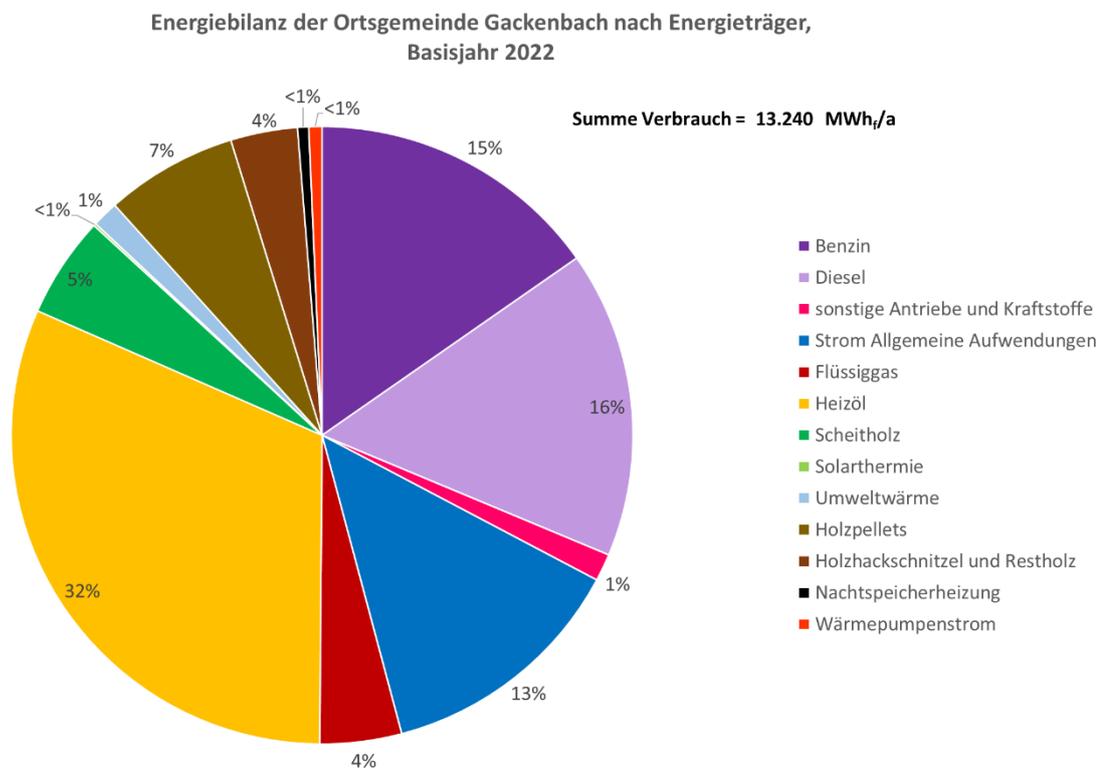


Abbildung 3-3 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger, Gackenbach 2022

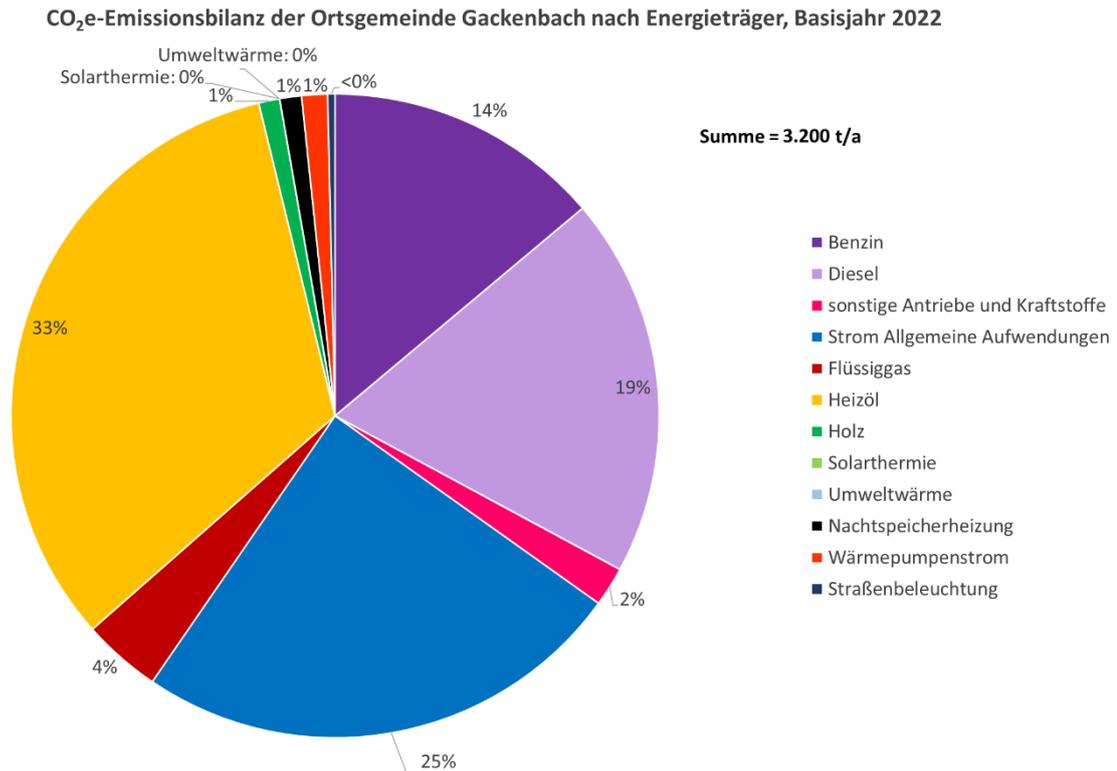


Abbildung 3-4 Verteilung der CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Gesamtbilanz Gackebach 2022

3.2.3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz private Haushalte

Im Folgenden wird die Energie- und CO₂e-Bilanz der privaten Haushalte in der Ortsgemeinde Gackebach aufgestellt. In die Bilanz zur Wärmeversorgung der Wohngebäude sind Daten zur Wohngebäudestruktur und Baualter eingeflossen, die in einer persönlichen Befragung aufgenommen wurden.

Daneben wurden Daten der Energieversorger zu Strommengen, entsprechend der Konzessionsabgaben, genutzt.

Die installierten Feuerungsanlagen (Art des Brennstoffs bzw. der Heizenergie) wurden nach Sichtung der Fragebögen übernommen. Zusätzlich wurden Zensusergebnisse zu Gebäuden zum Stichtag 15. Mai 2022 hinzugezogen, die die Heizungsart betreffen.

Der Stromverbrauch wurde ebenfalls auf Basis der vorliegenden Konzessionsabgabemengen in Verbindung mit den Verbräuchen in den weiteren Sektoren ermittelt.

Grundlage für die Berechnung der Energie- und CO₂e-Bilanz der privaten Haushalte in Gackebach bildet die Auswertung der Befragung. Der in der Befragung angegebene Heizenergieverbrauch wurde übernommen und daraus ein Wärmeverbrauch zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung abgeleitet. Für die übrigen Gebäude ohne entsprechende Angaben wurde der Wärmeverbrauch statistisch bestimmt, indem für jeden Gebäudetyp, der durch Art und Baualter charakterisiert ist, aus einer Gebäude-Typologie der auf die Wohnfläche bezogene Wärmeverbrauch zur Raumheizung ergänzt um einen typischen Wärmeverbrauch zur

Trinkwassererwärmung herangezogen wurde. In den Kennwerten ist berücksichtigt, dass im Durchschnitt die Wohngebäude durch Teilsanierungen einen besseren Wärmedämmstandard als im Ursprungszustand aufweisen. Außerdem sind die aus der Befragung abgeleiteten Kennwerte der einzelnen Gebäudetypen eingeflossen.

Die statistische Auswertung der Gebäudetypen ergibt, dass mit ca. 57 % ein großer Teil der Wohngebäude dem Baujahr vor 1978 und damit vor der ersten Wärmeschutzverordnung zuzuordnen ist. Diese Gebäudealtersklassen haben einen Anteil am Wärmeverbrauch der Wohngebäude von ca. 63 %. 11 % der Wohngebäude wurden zwischen 1979 und 1994 gebaut und entsprechen mindestens dem energetischen Standard der 1. oder 2. Wärmeschutzverordnung. Der Anteil am Gesamtwärmeverbrauch dieser Wohngebäudealtersklassen liegt bei etwa 9 %. In den Jahren 1995 bis 2009 wurden 19 % der Wohngebäude errichtet, die mindestens dem energetischen Standard der 3. Wärmeschutzverordnung oder der Energieeinsparverordnung entsprechen. Deren Gesamtverbrauch sich auf 15 % beläuft. Wohngebäude, die ab dem Jahr 2010 gebaut wurden, umfassen 13 % des gesamten Wohngebäudebestands. Sie weisen in Summe 12 % des gesamten Wärmeverbrauchs in den privaten Haushalten auf. Der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte beläuft sich in der Ortsgemeinde Gackenbach auf rund 4.742 MWh_{th}/a.

Der zugehörige Endenergieverbrauch beträgt insgesamt etwa 5.957 MWh_f/a. Hierdurch bedingt werden jährlich CO_{2e}-Emissionen in Höhe von ca. 1.495 Tonnen verursacht.

Nachfolgende Tabelle listet den Energieverbrauch der einzelnen Energieträger sowie die entsprechenden CO_{2e}-Emissionen auf.

Tabelle 3-3 Energie- und CO_{2e}-Emissionsbilanz der privaten Haushalte

Energie- und CO_{2e}-Bilanz der privaten Haushalte nach Energieträger, 2022		
Energieträger	Endenergie [MWh_f/a]	CO_{2e}-Emission [t CO_{2e}/a]
Strom Allgemeine Aufwendungen	1.090	610
Flüssiggas	550	150
Heizöl	3.970	1.230
Scheitholz	700	10
Solarthermie	20	0
Umweltwärme für Wärmepumpe	180	0
Holzpellets	380	10
Nachtspeicherheizung	80	40
Wärmepumpenstrom	90	50
Summe Verbrauch	7.040	2.100

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch der privaten Haushalte hat Heizöl mit ca. 56 %. Strom (Allgemeine Aufwendungen) mit insgesamt ca. 15 % ist dicht gefolgt von Scheitholz mit etwa 10 % und Flüssiggas mit ca. 8 %. Auf Holzpellets entfallen ca. 5 %, auf Umweltwärme ca. 3 % und auf Wärmepumpenstrom und Nachtspeicherheizungen jeweils ca. 1 %. Solarthermie liegt bei knapp über 0 % (vgl. Abbildung 3-5).

Abbildung 3-6 zeigt die CO₂e-Emissionen nach Energieträgern des Sektors private Haushalte. Entsprechend zum Endenergieverbrauch besitzt Heizöl mit ca. 61 % den an den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen größten Anteil. Aufgrund der hohen Emissionen je verbrauchter kWh hat Strom einen höheren Anteil an den CO₂e-Emissionen im Vergleich zum Anteil am Endenergieverbrauch. Der Strom für allgemeine Aufwendungen kommt auf einen Anteil von ca. 30 % der CO₂e-Emissionen, darauf folgt Flüssiggas mit ca. 8 %. Jeweils etwa 2 % entfallen auf Nachtspeicherheizungen und Wärmepumpenstrom. Holzpellets machen nur knapp über 0 % der Emissionen aus und bei der Nutzung von Umweltwärme/Wärmepumpe und Solarthermie werden keine Treibhausgase ausgestoßen.

Energiebilanz der privaten Haushalte in der Ortsgemeinde Gackebach nach Energieträger, Basisjahr 2022

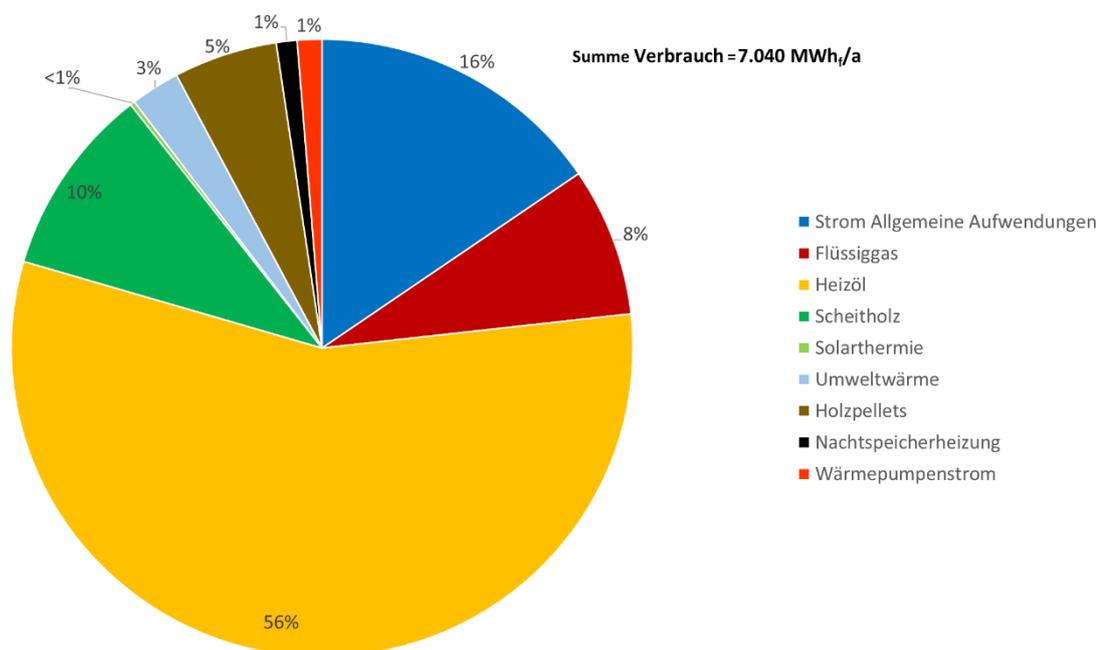


Abbildung 3-5 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger, private Haushalte

CO₂e-Emissionsbilanz der privaten Haushalte in der Ortsgemeinde Gackebach nach Energieträger, Basisjahr 2022

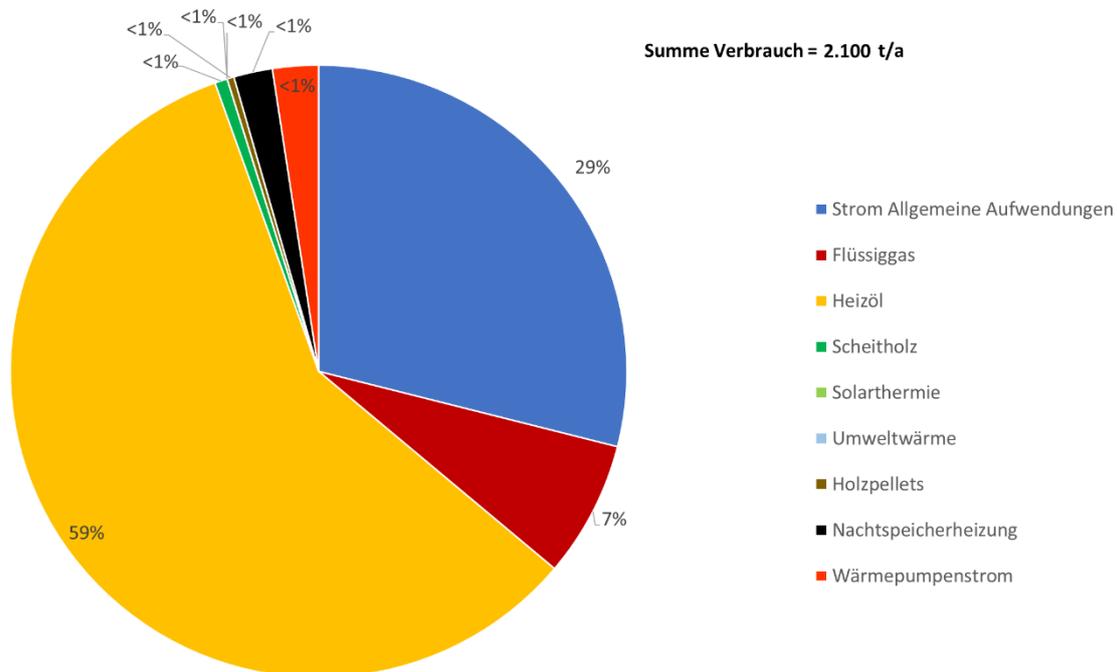


Abbildung 3-6 Verteilung der CO₂e-Emissionen nach Energieträger, private Haushalte

3.2.4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz der kommunalen Einrichtungen

Bei der Bilanzierung der kommunalen Einrichtungen werden kommunale Liegenschaften und die Straßenbeleuchtung als kommunale Infrastruktur der Ortsgemeinde Gackebach berücksichtigt. Die Energieverbrauchsdaten wurden von der Verwaltung bereitgestellt.

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch mit etwa 61 % macht Strom für die Straßenbeleuchtung aus. Darauf folgt Heizöl mit ca. 36 % und Strom für allgemeine Aufwendungen mit ca. 3 %.

Die Anteile an den Treibhausgasemissionen verhalten sich ähnlich. Etwa 73 % entfallen auf die Straßenbeleuchtung, ca. 23 % auf Heizöl und ca. 4 % auf Strom für allgemeine Aufwendungen.

Tabelle 3-4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz der kommunalen Einrichtungen

Energie- und CO₂e-Bilanz der kommunalen Einrichtungen nach Energieträger, Basisjahr 2022		
Energieträger	Endenergie MWh/a	CO₂e-Emission t/a
Strom Allgemeine Aufwendungen	< 10	< 10
Heizöl	15	5
Strom Straßenbeleuchtung	25	15
Summe	40	20

Energiebilanz der kommunalen Einrichtungen in der Ortsgemeinde Gackebach nach Energieträger, Basisjahr 2022

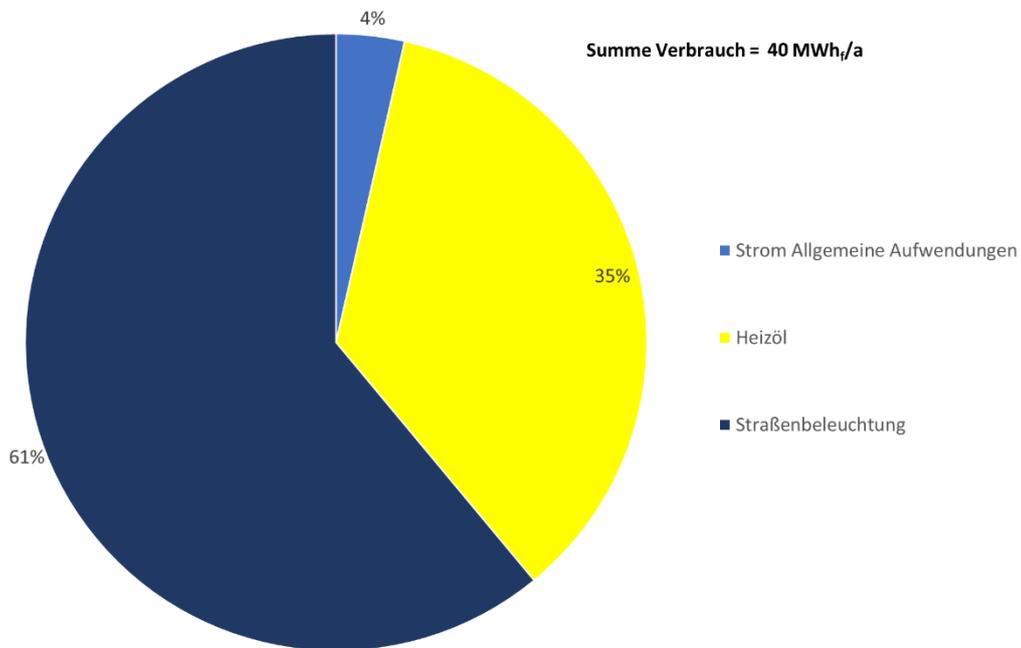


Abbildung 3-7 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger in kommunalen Einrichtungen

CO₂e-Emissionsbilanz der kommunalen Einrichtungen in der Ortsgemeinde Gackebach nach Energieträger, Basisjahr 2022

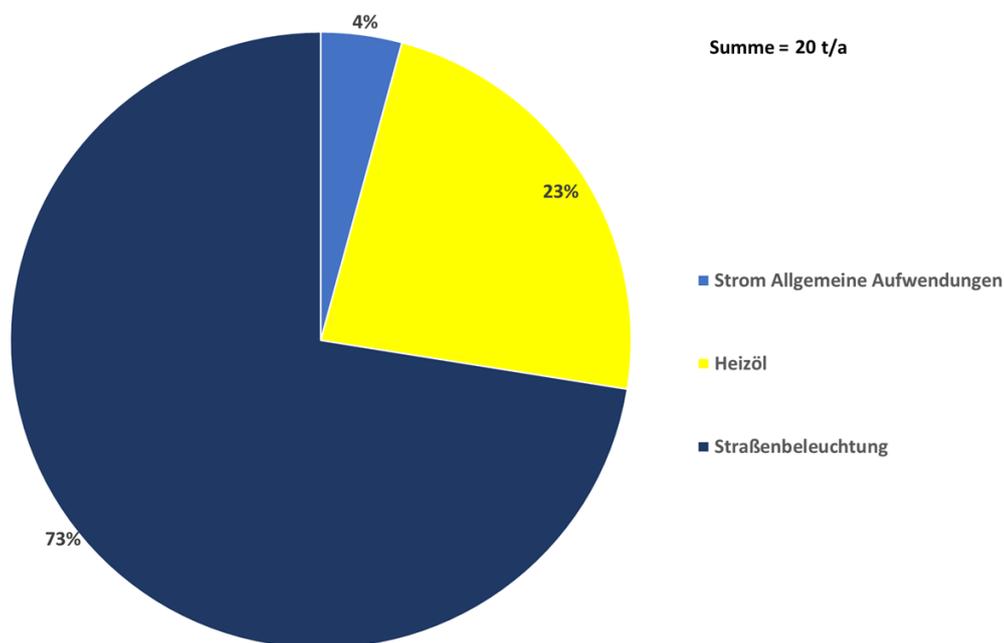


Abbildung 3-8 Verteilung der CO₂e-Emissionen nach Energieträger in kommunalen Einrichtungen

3.2.5 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Gewerbe/Handel/Dienstleistungen

Der Endenergieverbrauch der Betriebe in der Ortsgemeinde Gackebach beträgt insgesamt fast 1.820 MWh/a und verursacht dadurch rund 440 t CO₂e-Emissionen pro Jahr.

Tabelle 3-5 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, GHD (Werte gerundet)

Energie- und CO ₂ e-Bilanz des GHD-Sektors nach Energieträger, 2022		
	Endenergie MWh _f /a	CO ₂ e-Emission t/a
Restholz und Holzhackschnitzel	460	10
Holzpellets	530	10
Heizöl	180	60
Flüssiggas	10	< 10
Strom (Allgemeine Aufwendungen)	640	360
Summe Verbrauch	1.820	440

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch mit etwa 54 % nimmt Biomasse Holz ein. Darauf folgt mit insgesamt ca. 35 % Strom für allgemeine Aufwendungen. Heizöl weist einen Anteil von ca. 10 % und Flüssiggas den geringsten Anteil auf. (vgl. Abbildung 3-9).

Die Treibhausgasemissionen verhalten sich etwas anders. Rund 82 % der Emissionen sind auf Strom für allgemeine Aufwendungen zurückzuführen. Mit großem Abstand folgen Heizöl mit etwa 13 % und Biomasse Holz mit insgesamt ca. 5 %. Der Anteil von Flüssiggas liegt unter 1 %. (vgl. Abbildung 3-10).

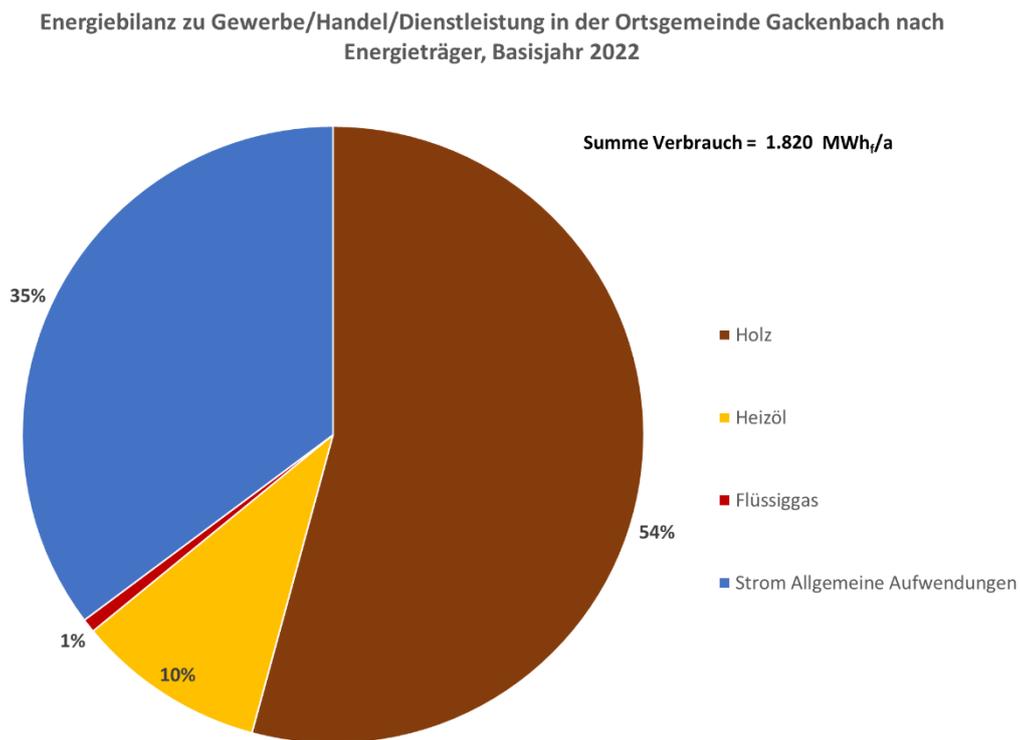


Abbildung 3-9 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger, GHD

CO₂e-Emissionsbilanz zu Gewerbe/Handel/Dienstleistung in der Ortsgemeinde Gackebach nach Energieträger, Basisjahr 2022

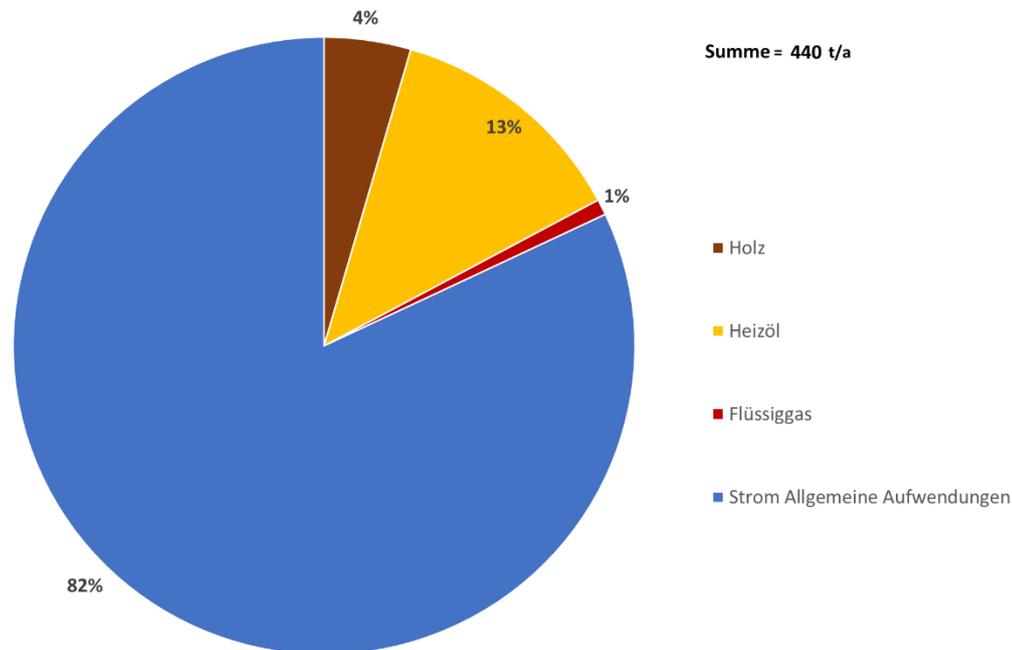


Abbildung 3-10 Verteilung der CO₂e-Emissionen nach Energieträger, GHD

3.2.6 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz Verkehr

Die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz des Verkehrs basiert auf den in der Ortsgemeinde Gackebach gemeldeten Fahrzeugen, unterschieden nach Antriebsart, sowie deren durchschnittlichen Jahreskilometerzahlen in einer Abschätzung nach üblichen Fahrleistungen.

Auf Benzin und Diesel entfallen mit ca. 47 % bzw. 49 % die größten Anteile am Endenergieverbrauch. Darauf folgen mit weitem Abstand alle anderen Antriebsarten mit jeweils ungefähr 1 % (vgl. Abbildung 3-12).

Die Verteilung am Anteil an den Treibhausgasemissionen unterscheidet sich leicht. Etwa 55 % entfallen auf Diesel, 40 % auf Benzin und jeweils etwa 1 % auf die übrigen Antriebsarten (vgl. Abbildung 3-13).

Tabelle 3-6 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Verkehr (Werte gerundet)

Energie- und CO₂e-Bilanz des Verkehrs-Sektors nach Energieträger, 2022		
	Endenergie MWh_f/a	CO₂e-Emission t/a
Benzin	2.020	540
Diesel	2.120	750
Elektro	30	20
Benzin/Flüssiggas	40	10
Hybrid Benzin/Elektro (kombinierter Betrieb)	50	20
Hybrid Diesel/Elektro (kombinierter Betrieb)	30	10
Plug-in-Hybrid Benzin	40	20
Summe Verbrauch	4.330	1.370

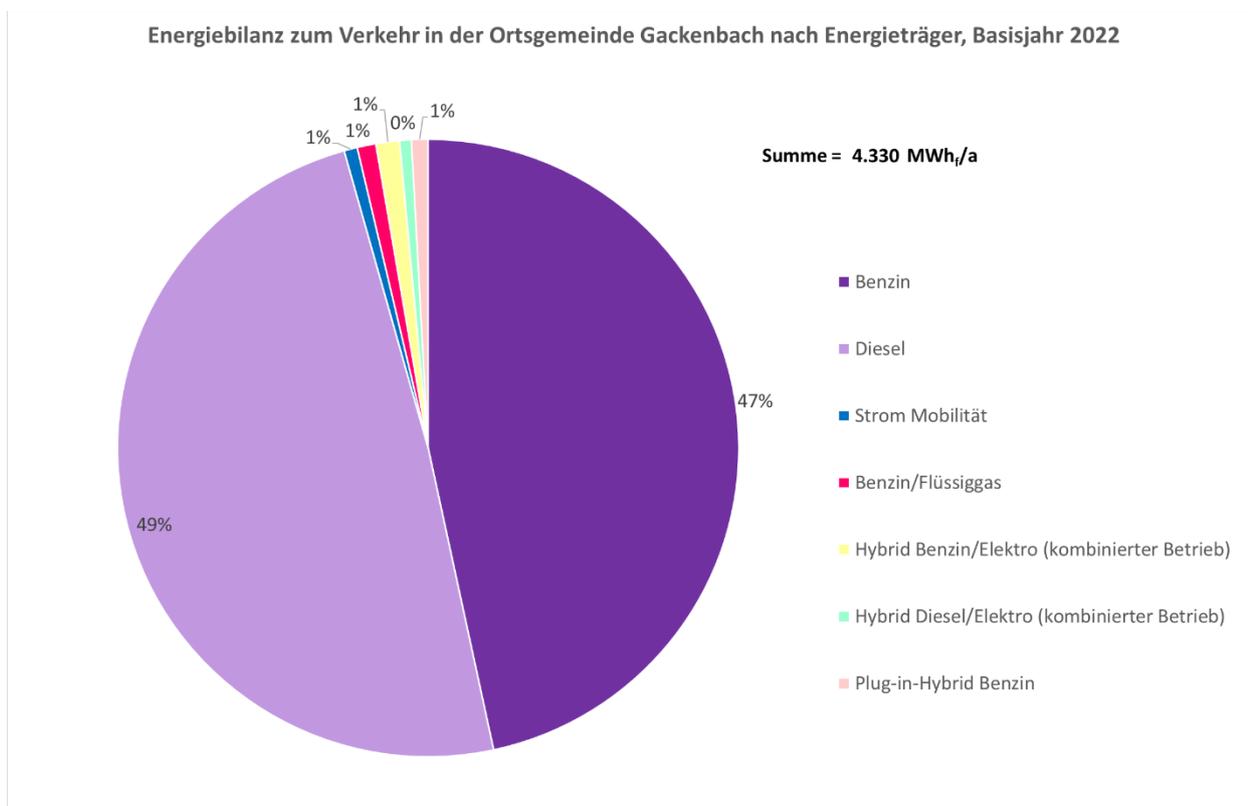


Abbildung 3-11 Verteilung des Endenergieverbrauchs nach Energieträger, Verkehr

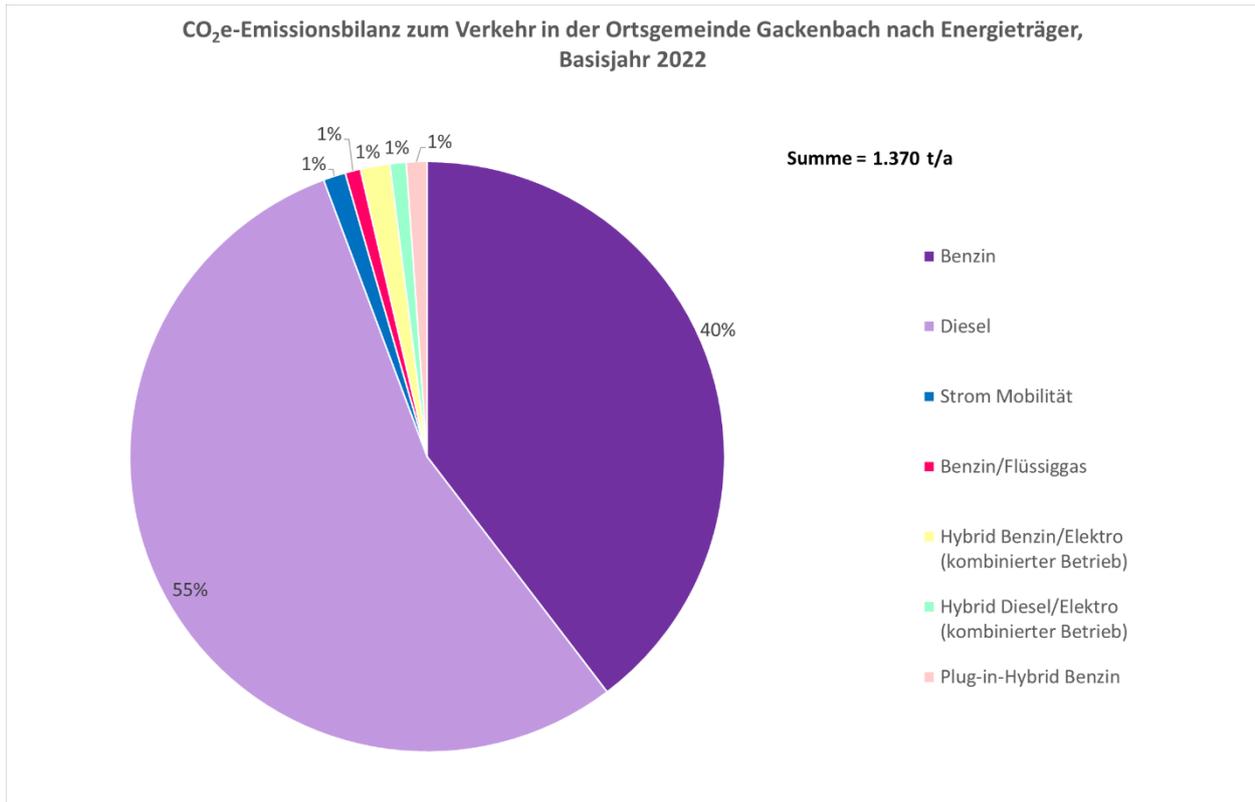


Abbildung 3-12 Verteilung der CO₂e-Emissionen nach Energieträger, Verkehr

3.2.7 Zielaussage der Gesamtenergiebilanz

Auf der Weltklimakonferenz in Paris im Dezember 2015 haben alle Länder ein Klimaschutzabkommen abgeschlossen. Das Ziel ist, die Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad und möglichst unter 1,5 Grad unter dem vorindustriellen Wert zu begrenzen. Dazu soll bis zur zweiten Hälfte des Jahrhunderts die Weltwirtschaft treibhausgasneutral sein. Die EU und Deutschland haben sich eigene Klimaschutzziele gesetzt. So sollen in der EU bis zum Jahr 2050 die jährlichen Treibhausgasemissionen um 100 % in Bezug auf das Jahr 1990 reduziert werden. Mit der Änderung des Klimaschutzgesetzes vom 31.08.2020 hat Deutschland das Ziel, bereits bis zum Jahr 2045 die Treibhausgasemissionen um 100 % in Bezug auf das Jahr 1990 zu verringern. Deutsche Zwischenziele sind u. a. für das Jahr 2030 festgelegt. Demnach sollen bis dahin die Treibhausgasemissionen um min. 65 % verringert werden.

Der Endenergieverbrauch aller Sektoren in Gackebach beträgt im Basisjahr 2022 rund 13.240 MWh_f/a, woraus jährlich CO₂e-Emissionen in Höhe von rund 3.310 t/a verursacht werden. Dies setzt sich zusammen aus dem Strom- und Wärmeverbrauch von privaten Haushalten, Gewerbe/Handel/Dienstleistung, sowie den kommunalen Einrichtungen und dem Verkehr. Der Primärenergieverbrauch beläuft sich auf rund 12.520 MWh_p/a (nicht erneuerbarer Anteil).

Im Rahmen des integrierten Quartierskonzepts wurden mögliche Zukunftsszenarien der Energieeinsparung in den einzelnen Sektoren sowie dem Ausbau der erneuerbaren Energien und daraus eine ableitbare Zielaussage für die klimaschutzrelevanten Handlungsfelder der

Energieversorgung für Gackebach aufgestellt. Dazu wurde von folgenden grundlegenden Rahmenbedingungen ausgegangen:

- Als Zeithorizont für eine Zielaussage wurde das Jahr 2045 bestimmt (Zeitspanne von etwa 20 Jahren).
- Schwerpunkt des Ausbaus im Bereich der erneuerbaren Energien liegt vor allem bei der Solarenergie (Photovoltaik) und dezentralen Wärmepumpen
- Energieeffizienz und Energieeinsparung bei den kommunalen Einrichtungen, im Wohngebäudebestand und im gewerblichen Bereich sollen ausgebaut werden
- Einflussnahme der Kommune auf den Bereich der privaten Haushalte ist sehr entscheidend (Generierung von Nachahmungseffekten durch Ausnutzung der Vorbildfunktion, welche die öffentliche Verwaltung gegenüber regionalen Akteuren hat)

In einer Szenarienberechnung wurde eine Zielaussage entwickelt. Diese baut auf den jeweiligen Szenarien für die einzelnen Handlungsfelder (private Haushalte, Gewerbe/Handel/ Dienstleistung, kommunale Einrichtungen, hier jeweils Strom und Wärme, Entwicklung Strom- und Wärmemix sowie Verkehr) in den Kapiteln der Potenzialermittlung zur Energieeinsparung und -effizienz sowie zur Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren auf.

Getroffene Annahmen „Klimaschutz“-Szenario:

Das „Klimaschutz“-Szenario ist als ambitioniertes Szenario ausgelegt, in dem die Bürger:innen der Gemeinde Gackebach durch Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle und dem Ausbau regenerativer Energien in Form von PV-Anlagen aktiv an der Erreichung der Klimaschutzziele mitwirken.

Sanierungsrate private Haushalte:

Die Sanierungsrate der privaten Haushalte wird aus der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021) abgeleitet (vgl. Kapitel 4.1.1.3) und beträgt für das Klimaschuttszenario 2 %. Daraus ergibt sich eine Wärmeenergieeinsparung von ca. 21 %.

Stromeinsparung private Haushalte:

Die Abschätzung der Bandbreite des Stromeinsparpotenzials in privaten Haushalten wurde an den „Stromspiegel für Deutschland 2022/23“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz angelehnt (co2online, 2025) (vgl. Kap. 4.1.1.4). Bei einer jährlichen Energieeinsparung von 1 % ergibt sich bis 2045 eine Einsparung elektrischer Energie von ca. 22 %.

Einsparpotenzial kommunale Einrichtungen - Wärme:

Ausgehend von der Analyse der kommunalen Einrichtungen (Vgl. Kapitel 4.1.2.2) wurde durch die TSB eine Erhöhung des Wärmeverbrauchs in Höhe von ca. 50 % abgeschätzt. Grund hierfür ist die Errichtung der „Neuen Mitte“, welche aus drei Gebäuden bestehen wird. Trotz heutigen Baustandards wird der Verbrauch wegen der größeren Nutzfläche wesentlich höher sein als der des bisherigen Dorfgemeinschaftshauses.

Einsparpotenzial kommunale Einrichtungen - Strom:

Ausgehend von der Analyse der kommunalen Einrichtungen (Vgl. Kapitel 4.1.2.2) wurde für die „Neue Mitte“ eine Erhöhung des Stromverbrauchs des bisherigen Gemeindehauses um ca. 100 % abgeschätzt.

Für die Straßenbeleuchtung ist eine Umrüstung auf die LED-Technologie sowie eine adaptive Steuerung geplant. In den Jahren 2026/2027 soll die Modernisierung der 172 Lichtpunkte abgeschlossen sein. Aus den derzeitigen Planungen geht eine Einsparung von ca. 38 % hervor.

Sanierungsrate GHD:

Die Sanierungsrate der Gebäude des Sektors GHD wird aus der Grundsatzstudie „Energieeffizienz - Grundsatzfragen der Energieeffizienz und wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung des NAPE unter besonderer Berücksichtigung von Stromverbrauchsentwicklung und -maßnahmen“ (Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) (Hrsg.), 2018) entnommen (Vgl. Kapitel 4.1.3.4). Daraus ergibt sich bis zum Jahr 2030 eine Sanierungsrate von 1,4 %, ab dem Jahr 2030 werden höhere Ambitionen erwartet, welche eine Rate von 2,8 % zur Folge haben. Daraus ergibt sich eine insgesamt Wärmeenergieeinsparung von ca. 35 %.

Stromeinsparung GHD:

Aufgrund der angenommenen Raten des Klimaschutz-Planer des Klima-Bündnisses nach dem BSKO-Standard (Bilanzierungs-Systematik für Kommunen) (vgl. 4.1.3.4) wird eine Stromverbrauchsreduktion für den Sektor GHD in Höhe von 7 % bis zum Jahr 2045 angesetzt.

Wärmeversorgung:

Im „Klimaschutz“-Szenario wird davon ausgegangen, dass in großer Menge Luft/Wasser-Wärmepumpen installiert werden. Diese werden dann an der gesamten Wärmeversorgung einen Anteil von ca. zwei Drittel einnehmen, in Anlehnung an die Studie „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess“ (Fraunhofer ISE, 2025). Weitere Zahlen sind in der Tabelle 3-9 genauer prognostiziert.

Gesamtstrombedarf

Der Gesamtstrombedarf Gackenbachs im Jahr 2045 wird im Klimaschutzszenario ca. 5.920 MWh_e/a betragen und damit um ca. 150 % steigen. Die Gründe liegen hierbei in der verstärkten Elektrifizierung der Wärmeerzeugung und Mobilität. Diese Steigerungen sind signifikant höher, als die Reduzierungen im Allgemeinen Strombedarf der Gebäude und der Straßenbeleuchtung.

Verkehrssektor

In Anlehnung an die Studie „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess“ (Fraunhofer ISE, 2025) wird ein Rückgang der zugelassenen PKWs von ca. 15 % zu erwarten sein. Es wird ein verstärkter Umstieg auf batterieelektrisches Fahren stattfinden, Fahrzeuge mit Verbrennermotor werden nur noch mit Bioethanol und Biodiesel fahren werden. Der Verbrauch an Endenergie wird ca. 3.680 MWh_f/a betragen.

Ausbau EE:

Im „Klimaschutz“-Szenario wird in Anlehnung an die Studie „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess“ (Fraunhofer ISE, 2025) angenommen, dass bis zum Jahr 2045 ca. 87 % des in Kapitel 4.2.2 ermittelten, heutigen PV-Potenzials realisiert werden. Dies entspricht einer Energiemenge von ca. 3.560 MWh_{el}/a.

Getroffene Annahmen „Trend“-Szenario:

Das „Trend“-Szenario ist als Zukunftsszenario ausgelegt, welches im Bereich der Gebäudesanierung und des Zubaus regenerativer Energien den aktuellen Trend fortschreibt. Die Initiative für den Klimaschutz ist dabei weniger ambitioniert als im Klimaschutzenszenario.

Sanierungsrate private Haushalte:

Die Sanierungsrate der privaten Haushalte lag zuletzt bei 1 %, aufgrund dessen und in Anlehnung an die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021) wird die Sanierungsrate in einer gleichen Höhe angesetzt (vgl. Kapitel 4.1.1.3). Es erfolgt dadurch eine Einsparung von Heizwärmeenergie in Höhe von ca. 11 %.

Stromeinsparung private Haushalte:

Die Abschätzung der Bandbreite des Stromeinsparpotenzials in privaten Haushalten wurde an den „Stromspiegel für Deutschland 2022/23“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz angelehnt (co2online, 2025) (vgl. Kapitel 4.1.1.4). Bei einer jährlichen Energieeinsparung von 0,25 % ergibt sich bis 2045 eine Einsparung elektrischer Energie von ca. 6 %.

Einsparpotenzial kommunale Einrichtungen - Wärme:

Es wird wie im Trendszenario eine abgeschätzte Erhöhung (um ca. 50 %) des Wärmeverbrauchs mit der „Neue Mitte“ als Ersatz für das bisherige Gemeindehaus zu Grunde gelegt (vgl. Kapitel 4.1.2.2).

Einsparpotenzial kommunale Einrichtungen - Strom:

Auch hier wird die gleiche Abschätzung zur Erhöhung des Stromverbrauchs um ca. 100 % wie im Trendszenario basierend auf der „Neuen Mitte“ vorgenommen.

Wie im Klimaschutzenszenario, ist auch im Trendszenario für die Straßenbeleuchtung eine Umrüstung auf die LED-Technologie sowie eine adaptive Steuerung geplant. In den Jahren 2026/2027 soll die Modernisierung der 172 Lichtpunkte abgeschlossen sein. Aus den derzeitigen Planungen geht eine Einsparung von ca. 38 % hervor.

Sanierungsrate GHD:

Die Sanierungsrate der Gebäude des Sektors GHD wird aus der Grundsatzstudie „Energieeffizienz - Grundsatzfragen der Energieeffizienz und wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung des NAPE unter besonderer Berücksichtigung von Stromverbrauchsentwicklung und -maßnahmen“ (Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) (Hrsg.), 2018) abgeleitet (vgl. Kapitel 4.1.3.2). Daraus ergibt sich bis 2030 eine Sanierungsrate von 1,3 %, ab 2030 werden etwas höhere Ambitionen

erwartet, welche eine Rate von 1,6 % zur Folge haben. Daraus ergibt sich eine gesamte Wärmeenergieeinsparung von ca. 23 %.

Stromeinsparung GHD:

Aufgrund der angenommenen Raten des Klimaschutz-Planer des Klima-Bündnisses nach dem BSKO-Standard (Bilanzierungs-Systematik für Kommunen) (vgl. Kapitel 4.1.3.4) wird eine Stromverbrauchsreduktion von 1 % bis zum Jahr 2045 angesetzt.

Wärmeversorgung:

Im „Trend“-Szenario wird davon ausgegangen, dass zwar eine hohe Zahl von Luft/Wasser/Wärmepumpen installiert wird, jedoch in einem viel geringeren Ausmaß als im Klimaschutzszenario. In Anlehnung an die Studie „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess“ (Fraunhofer ISE, 2025) wird dann davon ausgegangen, dass nach wie vor ca. 39 % Heizkessel mit biogenen oder synthetischen Energieträger (z. B. hydriertes Pflanzenöl oder Bio-LPG) verwendet werden. Ausführlichere Prozentangaben zu der Verteilung der gesamten Energieträger sind in Tabelle 3-9 enthalten.

Gesamtstrombedarf

Der Gesamtstrombedarf Gackenbachs im Jahr 2045 wird im Trendszenario ca. 5.470 MWh_{el}/a betragen und damit um ca. 131 % steigen, also um ca. 19 % weniger, als im Klimaschutzszenario. Dies liegt an dem verringerten ambitionierten Umstieg auf eine elektrifizierte Wärmeerzeugung und Mobilität.

Verkehrssektor

In Anlehnung an die Studie „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess“ (Fraunhofer ISE, 2025) wird ein Rückgang der zugelassenen PKWs von 5 % zu erwarten sein. Es werden zwar, wie im Klimaschutzszenario, nur noch Verbrennermotoren mit Bioethanol und Biodiesel zugelassen sein, jedoch diese mit einer höheren Anzahl. Der Sektor Verkehr wird in Höhe von ca. 4.110 MWh_f/a Endenergie verbrauchen.

Ausbau EE:

Im „Trend“-Szenario wird in Anlehnung an die Studie „Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess“ (Fraunhofer ISE, 2025) angenommen, dass bis zum Jahr 2045 ca. 61 % des in Kapitel 4.2.2 ermittelten, heutigen PV-Potenzials realisiert werden. Dies entspricht einer Energiemenge von ca. 2.490 MWh_{el}/a. Der weniger ambitionierte Umstieg im Vergleich zum „Klimaschutz“-Szenario, lässt sich auf eine um ca. 1.070 MWh_{el}/a verringerte Energiemenge beziffern.

Tabelle 3-7 Einsparung des Energieverbrauchs in den Sektoren

Sektoren	„Klimaschutz“-Szenario		„Trend“-Szenario	
	Einsparung des Wärmeverbrauchs bis zum Jahr 2045	Einsparung des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2045	Einsparung des Wärmeverbrauchs bis zum Jahr 2045	Einsparung des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2045
Private Haushalte	21 % Klimaschutzszenario (2 % Sanierungsrate)	22 % Klimaschutzszenario	11 % Trendszenario (1 % Sanierungsrate)	6 % Trendszenario
kommunale Einrichtungen	-47 % Abschätzung zur „Neue Mitte“ als Ersatz für das bisherige Gemeindehaus	-100 % Abschätzung zur „Neue Mitte“ als Ersatz für das bisherige Gemeindehaus	-47 % Abschätzung zur „Neue Mitte“ als Ersatz für das bisherige Gemeindehaus	-100 % Abschätzung zur „Neue Mitte“ als Ersatz für das bisherige Gemeindehaus
GHD	35 % Klimaschutzszenario (Sanierungsrate bis 2030 1,4 % ab 2030 2,8 %)	7% Klimaschutzszenario (0,7 % Sanierungsrate)	23 % Trendszenario (Sanierungsrate bis 2030 1,3 % ab 2030 1,6 %)	1 % Trendszenario (0,1 % Sanierungsrate)
Straßenbeleuchtung		38 %		38 %

Tabelle 3-8 Reduzierung der zugelassenen Kraftfahrzeuge

Sektor	„Klimaschutz“-Szenario	„Trend“-Szenario
	Reduzierung der zugelassenen Kfz bis zum Jahr 2045	Reduzierung der zugelassenen Kfz bis zum Jahr 2045
Verkehr	15 % Annahme TSB	5 % Annahme TSB

Tabelle 3-9 Entwicklung des Wärmemixes

Energieträger	„Klimaschutz“-Szenario		„Trend“-Szenario	
	Anteil im Jahr 2022	Anteil im Jahr 2045	Anteil im Jahr 2022	Anteil im Jahr 2045
Flüssiggas	7,9 %	0,0 %	7,9 %	0,0 %
Heizöl	58,2 %	0,0 %	58,2 %	0,0 %
Scheitholz	9,8 %	6,0 %	9,8 %	5,0 %
Holzpellets	12,7 %	6,0 %	12,7 %	5,0 %
Abfallholz	4,9 %	4,1 %	4,9 %	5,6 %
Holz hackschnitzel	1,5 %	1,3 %	1,5 %	1,8 %
Solarthermie	0,2 %	0,0 %	0,2 %	0,4 %
Nachtspeicherheizung	1,1 %	0,0 %	1,1 %	0,2 %
Umweltwärme	2,5 %	38,8 %	2,5 %	28,7 %
Wärmepumpenstrom LW-WP	1,3 %	19,4 %	1,3 %	14,4 %
hydriertes Pflanzenöl / Bio-LPG	0 %	24,3 %	0 %	39,0 %

Tabelle 3-10 Entwicklung der Antriebstechnologien

Energieträger	„Klimaschutz“-Szenario		„Trend“-Szenario	
	Anteil im Jahr 2022	Anteil im Jahr 2045	Anteil im Jahr 2022	Anteil im Jahr 2045
Benzin	46,6 %	0 %	46,6 %	0 %
Diesel	49,0 %	0 %	49,0 %	0 %
Strom	0,7 %	92 %	0,7 %	70 %
Benzin/Flüssiggas	1,0 %	0 %	1,0 %	0 %
Hybrid Benzin/Elektro (kombinierter Betrieb)	1,2 %	0 %	1,2 %	0 %
Hybrid Diesel/Elektro (kombinierter Betrieb)	0,6 %	0 %	0,6 %	0 %
Plug-in-Hybrid Benzin	0,9 %	0 %	0,9 %	0 %
Bioethanol	0 %	4 %	0 %	15 %
Biodiesel	0 %	4 %	0 %	15 %

Tabelle 3-11 Ausbau der lokalen Stromerzeugung

Lokale Stromerzeugung	„Klimaschutz“-Szenario	„Trend“-Szenario
	Ausbau bis zum Jahr 2045	Ausbau bis zum Jahr 2045
Photovoltaik	87 % des ermittelten Potenzials Annahme TSB	61 % des ermittelten Potenzials Annahme TSB

Die Einsparungen des Endenergieverbrauchs resultieren aus den Wärme- und Stromeinsparungen sowie der Reduzierung der zugelassenen Kfz im Ort. In den Primärenergie- und CO₂e-Minderungseffekten werden einerseits die Erschließung von Energieeffizienz- und Einsparpotenzialen sowie der Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung berücksichtigt. In der Berechnung für den Strommix im Jahr 2045, wurden dieselben Primärenergiefaktoren und CO₂e-

Kennwerte für das Jahr 2022 aus den Vorgaben des KfW-Förderprogramm 432 verwendet. Da jedoch der Strommix immer „grüner“ werden wird, sogar auch erwartet werden kann, dass er 2045 vollständig keine Emissionen mehr verursachen wird, kann von noch höheren Primärenergie- und CO₂e-Minderungseffekten ausgegangen werden

Durch die Umsetzung der im Quartierskonzept vorgeschlagenen Maßnahmen kann der Primär- und Endenergiebedarf sowie damit einhergehend der CO₂e-Ausstoß reduziert werden. Die angegebenen Effekte sind die jährlichen Einsparungen im Jahr 2045 gegenüber dem Basisjahr, die durch die Umsetzung von Maßnahmen bis zum Jahr 2045 erzielt werden.

Tabelle 3-12 Zusammenfassung der Einsparpotenziale

	„Klimaschutz“-Szenario		„Trend“-Szenario	
	Einsparung absolut	Einsparung relativ	Einsparung absolut	Einsparung relativ
Endenergieverbrauch	ca. 2.600 MWh _f /a	20 %	ca. 1.210 MWh _f /a	9 %
Primärenergieverbrauch	ca. 7.880 MWh _p /a	63 %	ca. 4.270 MWh _p /a	34 %
CO ₂ -Ausstoß (THG = CO ₂ e)	ca. 2.230 t/a	67 %	ca. 1.592 t/a	48 %

Der Primärenergieverbrauch lässt sich bereits im „Trend“-Szenario bis zum Jahr 2045 um ca. 34 % reduzieren. Legt man das „Klimaschutz“-Szenario zugrunde, um als Gemeinde Gackebach gemeinsam einen maßgeblichen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, ist eine Reduktion der Primärenergie bis zum Jahr 2045 um ca. 7.880 MWh_p/a möglich. Dies entspricht einer Reduktion von ca. 63 %. In diesem Szenario können die THG-Emissionen durch die ambitionierteren Maßnahmen um ca. zwei Drittel reduziert werden. Dies liegt vor allem an der zunehmenden Umstellung auf strombasiertes Heizen und Fahren. Aufgrund der vorhin schon beschriebenen Berechnungsmethodik, sind jedoch weitaus größere Einsparungen zu erwarten, wenn der Strommix bis 2045 klimaneutral werden wird.

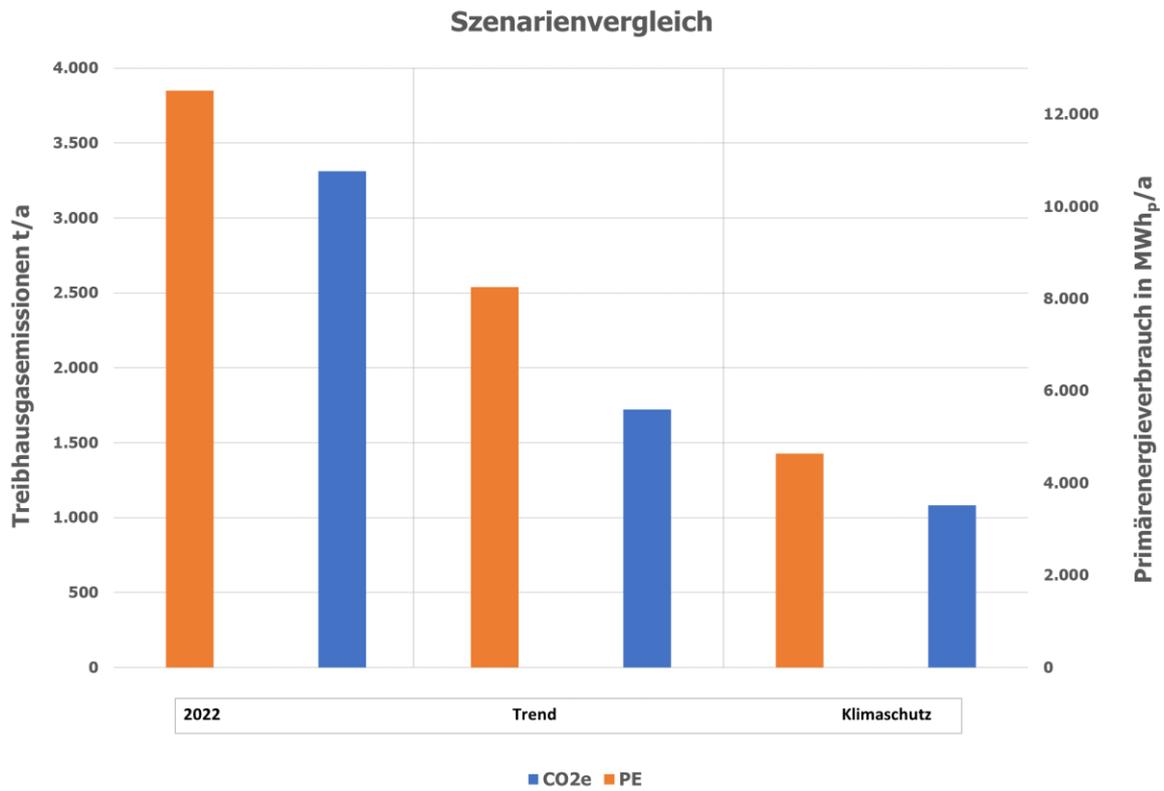


Abbildung 3-13 Szenarien bis 2045

4 Potenzialermittlung

4.1 Potenzialanalyse im Gebäudebestand

Um die bautechnischen und strukturellen Potenziale in Gackebach ausschöpfen zu können, gilt es, die Energieeffizienz des Gebäudebestandes zu erhöhen. Darüber hinaus kann der Ort durch Aufwertungen des öffentlichen Raums und Anpassung der privaten Wohnungen an heutige Bedürfnisse gestärkt werden.

Der altersbedingte Modernisierungs- und Sanierungsbedarf bietet generell hohe Einsparpotenziale durch energetische Sanierungsmaßnahmen. Viele Gebäude ähneln sich in Baualter, Bauweise, Dachform, Funktion und Geschossigkeit, so dass eine gewisse Übertragbarkeit von Sanierungskonzepten möglich ist. In der Regel weisen die Gebäude jedoch sehr unterschiedliche Sanierungszustände bzw. Energiestandards auf. Da häufig bauliche und energetische Sanierungsbedarfe korrelieren, bietet sich das Schnüren von Sanierungspaketen mit baulichen und energetischen Maßnahmen an. Dabei ist auf eine denkmal- und ortsbildgerechte Sanierung zu achten, um das Ortsbild als Teil der lokalen Identität weiter zu entwickeln. Die energetische Sanierung von Gebäuden soll nicht zu einer Verschlechterung des Ortsbildes führen. Stattdessen kann sie genutzt werden, um „Bau- und Sanierungssünden“ aus vergangenen Jahrzehnten zu korrigieren. Daher sollten neben energetischen Aspekten auch gestalterische Leitsätze berücksichtigt werden.

Aus stadtstruktureller Sicht stellt die effiziente Nutzung von Flächen eine maßgebliche Stellenschraube hinsichtlich der Energieeffizienz dar. Potenziale, auch hinsichtlich der Reduzierung von Leerständen, liegen in der Umgestaltung und Umnutzung von Gebäuden im Zuge der energetischen Sanierung. Eine Diversifizierung des Angebots, bspw. durch Zusammenlegen kleiner Wohnungen sowie die Anpassung an zeitgemäße Wohnansprüche, bspw. durch die Reduzierung von Barrieren im Rahmen von Umbauarbeiten, steigern Attraktivität und Wohnkomfort und insofern die Vermietbarkeit von Wohnungen. Angebote für Mehrgenerationen- und Seniorenwohnen bieten Potenziale hinsichtlich der Verringerung der Wohnfläche pro Kopf sowie der Stärkung sozialer Strukturen. Die Verkaufsabsichten für private (teilweise leerstehende) Gebäude eröffnen in diesem Zusammenhang planerische Optionen für die Kommune oder private Initiativen.

Ein zusätzlicher Aspekt hinsichtlich der Steigerung der Wohnqualität ist die Qualifizierung öffentlicher Räume. Maßnahmen zur Verbesserung des Wohnumfelds wie bspw. die Gestaltung, Öffnung und Modernisierung von Freiräumen, Begrünungsmaßnahmen oder die Reduzierung von Barrieren im Straßenraum machen das Wohnumfeld attraktiver. Weitere Potenziale zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität liegen in der Durchsetzung von Geschwindigkeitsbegrenzungen und der Attraktivierung des Straßenraums für den nichtmotorisierten Verkehr. Dies stellt eine wichtige Stellenschraube dar, um die Nachfrage nach Wohnungen zu erhöhen und damit die Nutzung des Gebäudebestands effizienter zu gestalten.

4.1.1 Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz private Haushalte

Energetische Einsparpotenziale für die Gebäude in Gackenbach ergeben sich vor allem aus Energieeffizienzmaßnahmen am Gebäude (z. B. Dämmung der Außenhülle) als auch in der Umstellung der Wärmeerzeugung (z. B. Umstellen von Heizöl auf Wärmepumpen). Wohngebäude nehmen den größten Teil der Gebäude innerhalb des Quartiers ein (vgl. Kapitel 2.5). Für die privaten Haushalte wird sowohl das technische als auch das wirtschaftliche Einsparpotenzial ausgewiesen.

4.1.1.1 Methodik

Für die Berechnung des Energie- und CO₂e-Einsparpotenzials in der Wärmeversorgung werden die in der Befragung und in der Bestandsaufnahme identifizierten Gebäude vor und nach einer energetischen Sanierung betrachtet. Dazu werden die Gebäude nach ihrer Baualtersklasse geclustert. Die Maßnahmen der energetischen Sanierung der Gebäudehülle orientieren sich an den technischen Mindestanforderungen der „Bundesförderung effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen“ (BMWK, 2023). Das Energie- und CO₂e-Einsparpotenzial bei Umsetzung aller Sanierungsmaßnahmen wird als technisches Einsparpotenzial bezeichnet. Hinsichtlich der Modernisierung der Anlagentechnik wird davon ausgegangen, dass im Bestand ein Heizöl-Niedertemperaturkessel aus den 80/90er Jahren bzw. dem Gebäudebaujahr vorhanden ist. Es wird keine Erneuerung der Wärmeerzeugung mit einem Wechsel des Energieträgers berücksichtigt. Diese Potenziale werden in der Schwerpunktuntersuchung zur Wärmeversorgung ermittelt. An dieser Stelle werden die Einsparpotenziale in der Wärmeverteilung und -übergabe (Dämmung der Rohrleitungen gemäß Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes, Hydraulischer Abgleich des Heizsystems, Austausch der Thermostatventile etc.) einbezogen.

In einem weiteren Schritt werden die Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit bewertet. Nicht jede Maßnahme, die aus technischer Sicht sinnvoll und umsetzbar ist, ist auch wirtschaftlich darstellbar. Dazu wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung in einer rechnerischen Nutzungsdauer von 30 Jahren für die Fenster und 40 Jahre für die übrige Gebäudehülle durchgeführt, um unter Berücksichtigung einer Energiepreisänderung die dynamische Amortisation und die Kosten pro eingesparte Kilowattstunde zu bestimmen. Liegt die dynamische Amortisation innerhalb der rechnerischen Nutzungsdauer von 30 bzw. 40 Jahren, ist die Sanierungsmaßnahme als wirtschaftlich zu bezeichnen. Manche Kostenanteile sind nur der Gebäudeinstandhaltung zu zuordnen. Eine Refinanzierung dieser Kosten durch die Energiekosteneinsparung darf nicht erwartet werden. Sie erhöhen den Komfort und tragen zur Wertsteigerung des Gebäudes bei.

In Gackenbach wird überwiegend Heizöl eingesetzt. Die Tabelle 4-1 zeigt die Amortisationszeiten der untersuchten Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle bei Heizöl als Energieträger für ein Einfamilien-, Reihen- und Mehrfamilienhaus als häufigster Gebäudetyp in Gackenbach.

Tabelle 4-1 Übersicht über die dynamische Amortisationszeit der Investition für Energieeinsparmaßnahmen bei Energieträger Heizöl

Gebäudetyp	Baualtersklasse	Außenwand	Fenster	Dach/oberste Geschossdecke	Kellerdecke
EFH	bis 1957	31	>30	19	34
EFH	1958 – 1968	37	>30	36	19
EFH	1969 – 1978	39	>30	>40	24
EFH	1979 – 1994	>40	>30	>40	27
EFH	1995 - 2009	>40	>30	>40	>40
EFH	2010 - heute	>40	>30	>40	>40
RH	bis 1957	31	>30	39	12
RH	1958 – 1968	23	>30	39	11
RH	1969 – 1978	33	>30	>40	20
RH	1979 – 1994	>40	>30	>40	26
RH	1995 - 2009	>40	>30	>40	>40
RH	2010 - heute	>40	>30	>40	>40
MFH	bis 1957	32	>30	21	12
MFH	1958 – 1968	27	>30	>40	13
MFH	1969 – 1978	35	>30	>40	22
MFH	1979 – 1994	>40	>30	>40	27
MFH	1995 - 2009	>40	>30	>40	>40
MFH	2010 - heute	>40	>30	>40	>40

Vor allem Maßnahmen wie die Dämmung der obersten Geschossdecke / Dachschräge und der Kellerdecke erweisen sich oftmals als wirtschaftlich. Bei älteren Gebäuden kann auch eine Außenwanddämmung in Betracht gezogen werden, wenn ohnehin Fassadenarbeiten anstehen und keine besonderen Anforderungen des Denkmalschutzes einzuhalten sind. Der Austausch von Fenstern lässt sich nicht über die Energiekosteneinsparung refinanzieren. Ein erhöhter Wohnkomfort und die Reduzierung von unkontrolliertem Luftaustausch sind weitere Argumente, die Fenster zu erneuern. Das Energie- und CO₂e-Einsparpotenzial bei Umsetzung aller wirtschaftlichen Sanierungsmaßnahmen wird als wirtschaftliches Einsparpotenzial bezeichnet.

Berücksichtigung findet auch die Tatsache, dass Gebäude beziehungsweise Gebäudeteile in der Vergangenheit bereits saniert wurden und in absehbarer Zeit vermutlich nicht noch einmal energetisch modernisiert werden. Dazu wurden die Befragungsergebnisse der Gebäudeeigentümer:innen ergänzt um flächenspezifische Heizwärmeverbrauchswerte nach Sanierungsstand von Wohngebäuden in Rheinland-Pfalz aus dem „Infoportal zu Energiedaten von Wohngebäuden in Deutschland“ (co2online, 2025 a) herangezogen und auf den Gebäudebestand in Gackebach übertragen.

Eine Abschätzung des Jahreswärmeverbrauchs erfolgte in Anlehnung an das vereinfachte Verfahren zur Ermittlung des Jahres-Heizwärmebedarfs nach der (EnEV, 2014) in Verbindung mit DIN 4108-6, DIN V 4701-10 und den Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand (BMWi und BMI, 2020) sowie einer Verbrauchsumrechnung (IWU, 2025).

Dazu wurden die Gebäudegeometriedaten bzw. die Bauteilflächen der wärmeübertragende Hüllfläche von den Gebäuden aus der Deutschen Gebäudetypologie übernommen (IWU, 2025).

Hierbei werden die Energieverluste (Transmissions-, Wärmebrücken-, Lüftungswärmeverluste) und Gewinne (intern und solare Wärmegewinne) der Baustruktur im Ist-Zustand und in dem modernisierten Zustand ermittelt. Die prozentuale Einsparung, die sich dabei durch technische sowie wirtschaftliche Modernisierungsmaßnahmen einstellt, wird anschließend auf das Ergebnis der Ist-Bilanz aus Kapitel 3.2.3 übertragen. Anhand der Energieeinsparungen kann schließlich unter der Voraussetzung einer gleichbleibenden Beheizungsstruktur das CO₂e-Minderungspotenzial für die Wärmeversorgung, das durch die Modernisierungsmaßnahmen erzeugt wird, dargestellt werden.

Anmerkung bezüglich der besonderen Gegebenheiten des Nutzerverhaltens

Der Erfolg von energetischen Sanierungen führt zu Energieeinsparung, einem verringerten CO₂-Ausstoß und einer Komforterrhöhung für die Nutzer des Gebäudes. Diese Komforterrhöhung birgt jedoch das Risiko, die baulichen Einsparungen zu verringern.

Zahlreiche Studien belegen, dass sich zum Beispiel in energetisch optimierten Gebäuden während der Heizperiode überdurchschnittlich höhere Innenraumtemperaturen und häufigeres Fensteröffnen beobachten. Ein sparsames Verhalten geht durch die Sanierung öfters verloren. In der Studie „Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen“ (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), 2018) wird beispielsweise davon berichtet. Häufig wird dafür der Begriff „Rebound-Effekt“ benutzt.

Von diesen Erkenntnissen her ergibt sich für die Quartierskonzepte die Notwendigkeit, neben der Informationsübermittlung über die Wichtigkeit einer energetischen Sanierung, auch über ein energiesparsames Nutzerverhalten von Gebäudetechnik zu informieren. Die bauliche Reduzierung des Energieverbrauchs, wie auch die nutzerbasierte Reduzierung führen zusammen zu einem langfristigen Erfolg. Ein richtiges Verhalten kann zu einer hohen Energieeinsparung führen.

In vielen Fällen geschieht jedoch eine zwangsläufige Erhöhung des Komforts, abseits vom Nutzerverhalten. Zum Beispiel wenn ein Einfamilienhaus vor der energetischen Sanierung unbeheizte und leerstehende Dachräume besessen hat, diese durch die hausumschließende Dämmung und Luftdichtigkeitsebene nach der Sanierung als beheizte Räume gelten. Durch die Maßnahmen ist der rechnerische Transmissionswärmeverlust dieser Räume höher, aufgrund des gestiegenen Temperaturunterschiedes zwischen innen und außen.

4.1.1.2 Einsparpotenzial Wärmeenergie private Haushalte

Abbildung 4-1 stellt das technische und wirtschaftliche Einsparpotenzial der Wohngebäude in Summe gegenüber.

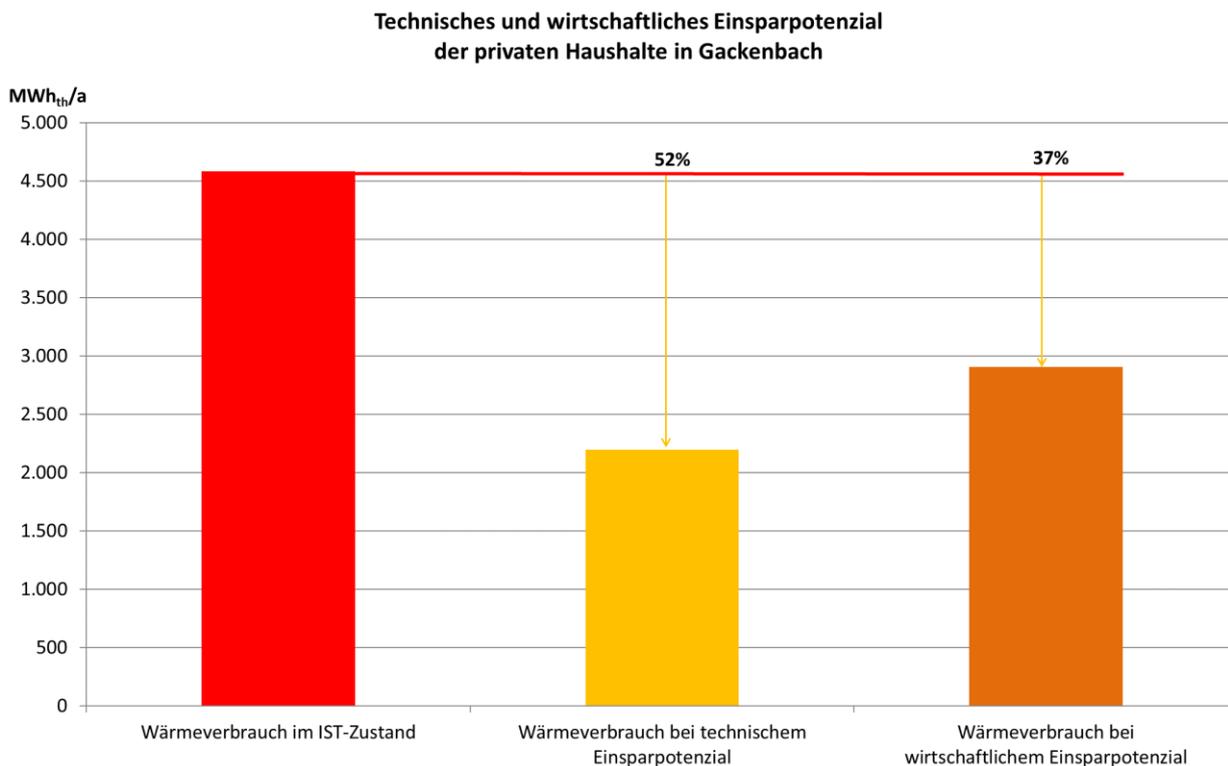


Abbildung 4-1 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial der Wohngebäude

Das technische Einsparpotenzial in der Wärmeversorgung der Wohngebäude liegt innerhalb der Ortsgemeinde im Mittel bei rund 52 %. Der Heizwärmeverbrauch könnte von ca. 4.600 MWh_{th}/a um rund 2.400 MWh_{th}/a auf 2.200 MWh_{th}/a reduziert werden.

Abbildung 4-2 stellt das technische Einsparpotenzial der verschiedenen Baualtersklassen in Gackenbach dar. Bei den Gebäuden in der Baualtersklassen „1958 – 1968“ kann der Wärmeverbrauch von ca. 1.200 MWh_{th}/a auf ca. 700 MWh_{th}/a reduziert werden. Dies liegt vor allem daran, dass der Anteil der Gebäude in diesen Baualtersklassen sehr hoch ist. Zudem auch, da die älteren Gebäude aufgrund des sehr geringen Wärmeschutzstandards den höchsten spezifischen Wärmeverbrauch haben. Auch die Gebäude von „vor 1957“ weisen ein nennenswertes Einsparpotenzial auf. Für Fachwerkgebäude ist eine Außen- bzw. Innenwanddämmung aus bauphysikalischen Gründen fraglich. Auch bei Grenzbebauung ist inzwischen mit einer Außenwanddämmung eine Überbauung des Nachbargrundstücks zulässig. Ein geringer Dachüberstand erhöht den technischen und kostenseitigen Aufwand einer Außenwanddämmung

Technisches Einsparpotenzial der privaten Haushalte in Gackenbach nach Baualtersklassen

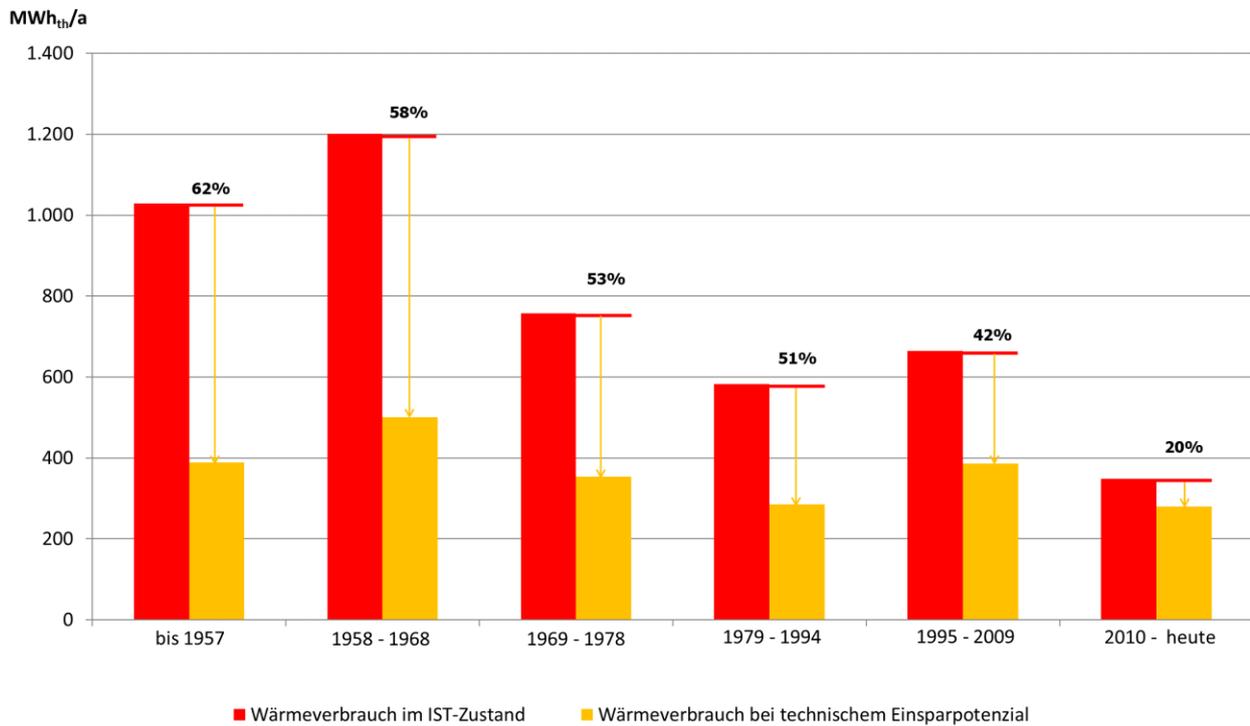


Abbildung 4-2 Technisches Einsparpotenzial der privaten Haushalte nach Baualtersklassen

Das wirtschaftliche Einsparpotenzial liegt im Schnitt bei rund 37 %. Entsprechend des technischen Einsparpotenzials liegt das größte wirtschaftliche Potenzial in den Baualtersklassen „1958 - 1968“. Hier können ca. 600 MWh_{th}/a eingespart werden. Weitere nennenswerte Potenziale ergeben sich noch in den Altersklassen „bis 1957“ (Einsparung knapp unter 600 MWh_{th}/a). In den restlichen Baualtersklassen sind geringere wirtschaftlichen Einsparpotenziale vorhanden. Abbildung 4-3 zeigt einen Überblick über das wirtschaftliche Einsparpotenzial für den Wärmeverbrauch in den Wohngebäuden nach den Baualtersklassen.

Wirtschaftliches Einsparpotenzial der privaten Haushalten
in Gackebach nach Baualtersklassen

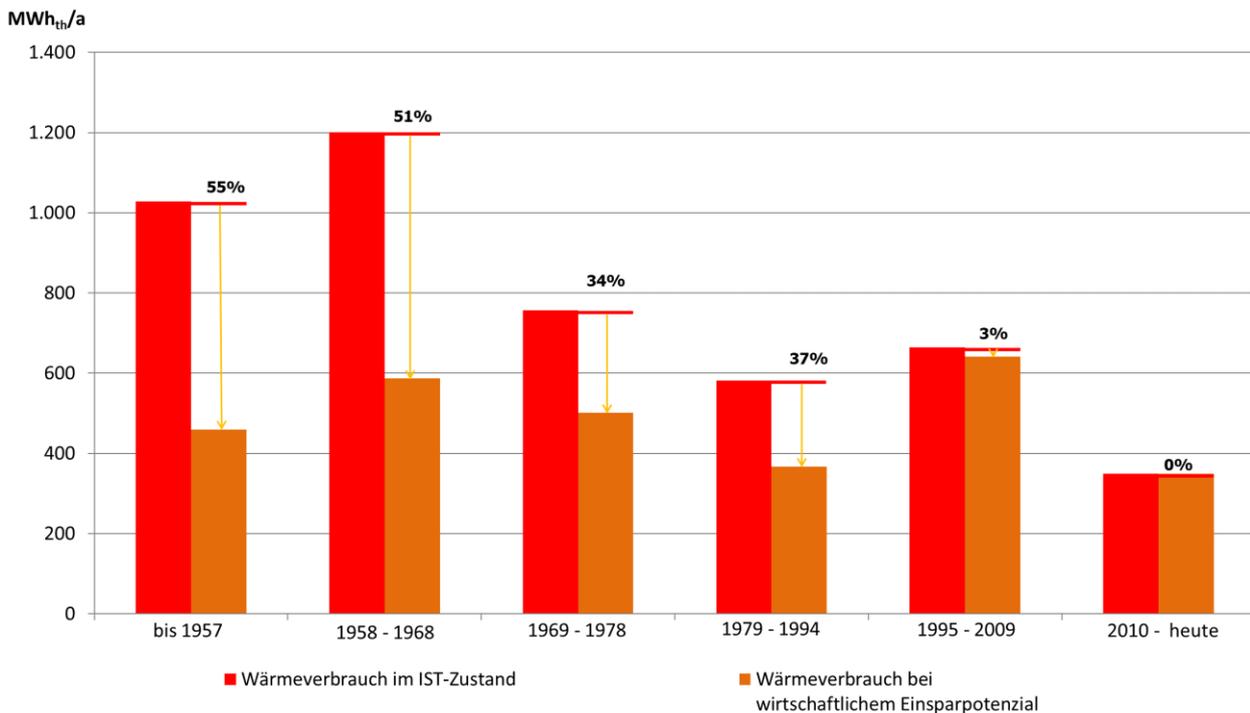


Abbildung 4-3 Wirtschaftliches Einsparpotenzial der Wohngebäude nach Baualtersklassen

Bei einem gesamten wirtschaftlichen Einsparpotenzial von fast ca. 1.700 MWh_f/a liegen die CO_{2e}-Einsparungen bei etwa 420 t/a. In den Wohngebäuden ist demnach ein hohes Potenzial zur Senkung des Energieverbrauchs vorhanden.

4.1.1.3 Szenarien Wärmeverbrauch private Haushalte

Gemäß den Analysen für die Erstellung eines Wärmetatlas in Verbindung mit der Energiebilanz beträgt der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte in der Ortsgemeinde Gackebach rund 4.600 MWh_{th}/a. Dies stellt die Ausgangssituation für die Szenarienbetrachtung dar.

In Verbindung mit der Potenzialanalyse wird die Energieeinsparung der privaten Haushalte in Gackebach bis zum Jahr 2045 in Szenarien aufgezeigt. Für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs Wärme wird in den Szenarien die „Sanierungsrate“ und die „Sanierungseffizienz“ berücksichtigt.

- **Sanierungsrate:** Die Sanierungsrate gibt an, wie viel Prozent der betrachteten Gebäudelfläche pro Jahr vollsaniert werden, darin sind Teilsanierungen als entsprechende Vollsanierungsäquivalente berücksichtigt. So werden z. B. bei 1.000 m² Gebäudelfläche und einer Sanierungsrate von 1 % pro Jahr 10 m² saniert.
- **Sanierungseffizienz:** Mit der Sanierungseffizienz wird berücksichtigt, dass von Jahr zu Jahr ein besserer Wärmedämmstandard umgesetzt wird. So erreichen Gebäude, die in 2045 vollsaniert werden, einen niedrigeren, flächenspezifischen Verbrauchskennwert als die Gebäude, die im Jahr 2020 vollsaniert wurden.

Die Sanierungsquote liegt aktuell bei ca. 1 %. In der Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021) wird auf dem Weg hin zur Klimaneutralität aufgezeigt, dass im ersten Schritt eine Sanierungsrate von 1,6 % notwendig ist, um 65 % der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 zu reduzieren. Danach muss die Sanierungsrate auf 1,75 % ansteigen, damit bereits im Jahr 2045 Klimaneutralität erreicht werden kann.

In den Szenarien ist berücksichtigt, dass der durch eine energetische Modernisierung erreichte, spezifische auf die Wohnfläche bezogene Endenergieverbrauch sanierter Wohngebäude von Jahr zu Jahr sinkt. Das bedeutet, dass eine Vollsanierung im Jahr 2040 zu einem geringeren flächenspezifischen Endenergieverbrauch führt als eine Vollsanierung im Jahr 2030. Die Sanierungseffizienz nimmt zu.

Die Unterschiede zum Trendszenario liegen im sofortigen Anstieg der Sanierungsrate sowie höheren Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäudehülle.

Der derzeitige Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung der privaten Haushalte in Gackebach, würde im Trendszenario bis 2045 durch energetische Sanierungen um ca. 11 % reduziert werden. Bei einer Steigerung der Rate auf 2 %, würde bis zum Jahr 2045 der derzeitige Endenergieverbrauch um rund 21 % reduziert werden. Eine Reduzierung des Endenergieverbrauchs bis 2045 um 32 % würde im Klimaschutzszenario II geschehen, bei einer Steigerung der Sanierungsrate auf 3 %.

Das für heute entwickelte wirtschaftliche Potenzial wird bis zum Jahr 2045 bei keinem der dargestellten Szenarien erreicht.

Private Haushalte in Gackebach
Szenarienentwicklung des Jahreswärmeverbrauchs bis 2045

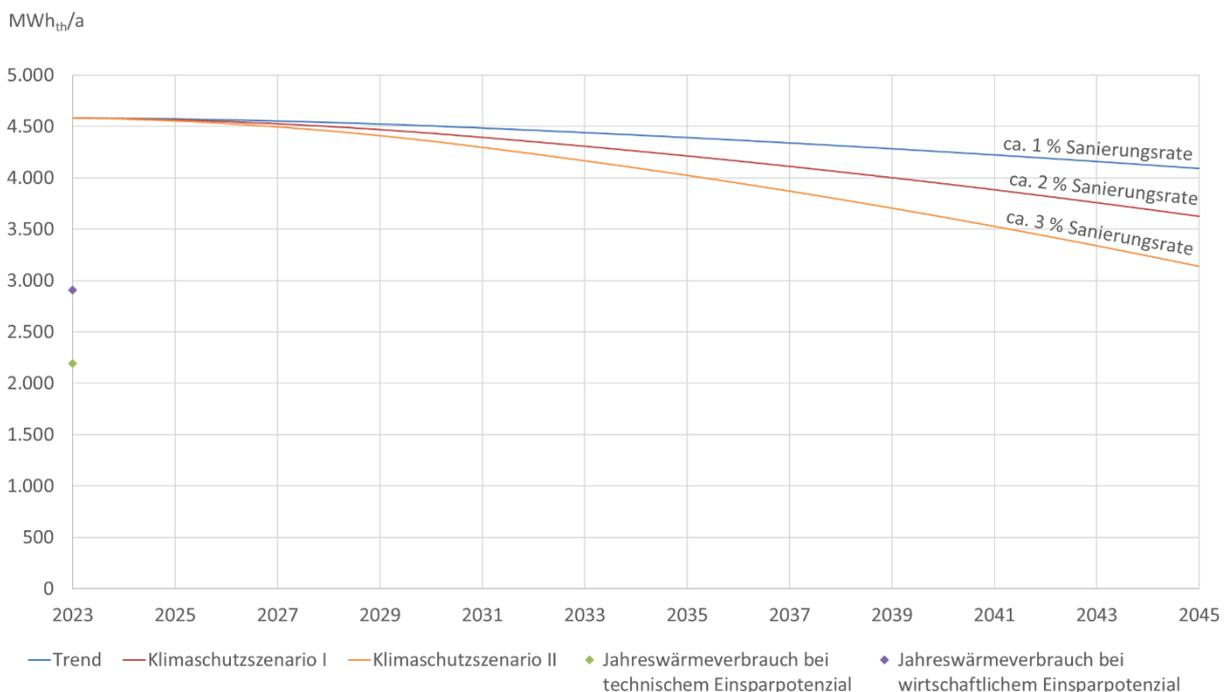


Abbildung 4-4 Entwicklungsszenarien des Endenergieverbrauchs Wärme für den Sektor private Haushalte bis zum Jahr 2045

4.1.1.4 Einsparpotenzial elektrische Energie private Haushalte

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

Den technologischen Effizienzgewinnen steht entgegen, dass immer mehr Aggregate Strom verbrauchen (u. a. EDV, Elektroautos, Wärmepumpen, etc.).

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

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

Um die Hemmnisse abzubauen, bedarf es entsprechend umfassender und zielgruppen-spezifischer Informationen darüber, wie durch das eigene Verhalten der Stromverbrauch gesenkt werden kann.

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

Die Abschätzung der Bandbreite des Stromeinsparpotenzials in privaten Haushalten wurde an den „Stromspiegel für Deutschland 2022/23“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz angelehnt (co2online, 2025 b). Dieser gibt in Abhängigkeit vom Gebäudetyp (Ein- und Zweifamilienhaus oder Wohnung in einem Mehrfamilienhaus) und Haushaltsgröße (1 bis mehr als 5 Personen pro Haushalt) zur Orientierung einen Jahresstromverbrauch pro Haushalt an, der in die Klassen A bis G (gering bis sehr hoch) aufgeschlüsselt ist. Mit dem minimalen Stromverbrauch (Klasse A) ist das Einsparpotenzial gegenüber dem aktuellen Stromverbrauch ermittelt.

Vor diesem Hintergrund liegt das Stromeinsparpotenzial der privaten Haushalte innerhalb des Quartiers bei rund 579 MWh_{el}/a, was einer Einsparung von ca. 53 % entspricht.

Der CO_{2e}-Ausstoß könnte durch entsprechende Maßnahmen, um rund 324 t/a reduziert werden unter Annahme des heutigen Energieträgermixes.

4.1.2 Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz kommunaler Einrichtungen

Zu den kommunalen Einrichtungen in Trägerschaft der Gemeinde Gackebach gehört das Gemeindehaus (Im Wiesengrund 1), was durch die „Neue Mitte – Gemeindezentrum“ bestehend aus Gemeindehaus (Neubau), Jugendraum (Bestandsgebäude) und Dorfgemeinschaftshaus (ehem. Pfarrheim, Halfterweg 14) ersetzt wird, sowie die Straßenbeleuchtung.

Die Untersuchung ermöglicht einen Überblick über den energetischen Zustand der Einrichtungen und zeigt Handlungsbedarf zur Energieeinsparung und zum Klimaschutz auf.

4.1.2.1 Straßenbeleuchtung

Die Ortsgemeinde Gackebach plant die Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED mit adaptiver Steuerung. Das bedeutet, dass die Lampen nicht nur energieeffizienter werden, sondern sich auch automatisch anpassen – z. B. durch Dimmung bei geringer Nutzung oder Bewegungserkennung. Das spart Strom und reduziert Lichtverschmutzung. In den Jahren 2026/2027 soll die Modernisierung der 218 Lichtpunkte abgeschlossen sein. Die Verbandsgemeindeverwaltung hat auf Grundlage der vorhandenen und vorgesehenen Leistung der Straßenleuchten sowie des derzeitigen Stromverbrauchs die zu erwartende Stromeinsparung nach der Umrüstung ermittelt. Heute beläuft sich die installierte Leistung auf etwa 4.900 W_{el}, die in Zukunft auf ca. 3.200 W_{el} reduziert werden soll. Während die Straßenbeleuchtung derzeit einen Stromverbrauch von etwa 21.400 kWh_{el}/a aufweist, werden zukünftig ca. 13.400 kWh_{el}/a erwartet, was rund 38 % Einsparung des Stromverbrauchs entspricht.

4.1.2.2 Kommunale Liegenschaften

Für das Gemeindehaus (Im Wiesengrund 1), das sich im Unterdorf befindet, wurde der Heizöl- und Stromverbrauch sowie weitere energierelevante Daten zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Da das bestehende Gemeindehaus im Zuge der Umsetzung der „Neuen Mitte – Gemeindezentrum“ aufgegeben werden wird, wurden nur die Energieverbrauchsdaten ausgewertet und keine Maßnahmen zur Einsparung analysiert. U. a. wurde der auf die beheizte Nettofläche bezogene Heizenergieverbrauch und Stromverbrauch gebildet. Eine ökologische Bewertung der Energieverbrauchswerte erfolgt anhand von CO₂e-Emissionsfaktoren nach (KfW, 2025).

Das **Gemeindehaus (Im Wiesengrund 1)** der Ortsgemeinde Gackebach wird in der Liste der Kulturdenkmäler in Gackebach nicht explizit als Einzeldenkmal aufgeführt. Allerdings befindet es sich in einer Denkmalzone mit mehreren historischen Gebäuden aus dem 17. und 18. Jahrhundert in Gackebach. Das Gebäude selbst stammt aus dem 17. Jahrhundert und wurde im Jahr 2004 renoviert.



Abbildung 4-5 Gemeindehaus, Im Wiesengrund 1 (<https://www.gackenbach-ww.de/dorfansichten>)

Im Gebäude befinden sich das Dienstzimmer des Ortsbürgermeisters, der Sitzungsraum des Gemeinderates sowie ein Jugendraum und einen Dorftreff.

Der Heizkessel mit Baujahr 2004 hat seine rechnerische Nutzungsdauer von 20 Jahren erreicht. Der durchschnittliche Heizöl- und Stromverbrauch wurde für die Jahre 2018 bis 2022 bestimmt. Aufgrund der Nutzung liegen im Vergleich zu Wohngebäuden niedrigere, auf die beheizte Nettogrundfläche bezogene Verbrauchswerte vor. Daraus resultieren entsprechend geringe Vollbenutzungsstunden des Heizkessels. Auf Grundlage der Energieträger Heizöl und Netzstrom betragen die Treibhausgasemissionen rund 5.500 kg/a.

Tabelle 4-2 Energie- und CO_{2e}-Kennwerte des Gemeindehauses (Im Wiesengrund 1)

Gemeindehaus (Im Wiesengrund 1)	
beheizte Nettogrundfläche	225 m²
installierte Wärmeleistung	18 kW _{th}
spez. Installierte Wärmeleistung	80 W _{th} /m ²
Jahresheizenergieverbrauch (2018-22)	15.000 kWh_{Hi}/a
spez. Jahresheizenergieverbrauch	67 kWh _f /(m ² _{NGFa})
abgeschätzter Jahresnutzungsgrad	80 %
Jahreswärmeverbrauch	12.000 kWh _{th} /a
spez. Jahreswärmeverbrauch	53 kWh _{th} /(m ² _{NGFa})
Vollbenutzungsstunden	669 h/a
Jahresstromverbrauch (2018 – 22)	1.149 kWh_{el}/a
spez. Jahresstromverbrauch	7 kWh _{el} /(m ² _{NGFa})
CO₂-Emissionen Gesamt	5.497 kg CO_{2e}/a
spez. CO ₂ -Emissionen	24 kg CO _{2e} /(m ² _{NGFa})

Die Ortsgemeinde Gackenbach entwickelt eine neue Dorfmitte auf dem Gelände des ehemaligen Pfarrheims, Pfarrsäulchen und Pfarrhauses als zentraler Treffpunkt. Für die Verwaltung ist der Neubau eines Gemeindehauses geplant, das über eine Wärmepumpe beheizt werden soll. Darüber hinaus wird das ehemalige Pfarrheim modernisiert werden, um es zukünftig als Dorfgemeinschaftshaus zu nutzen. Der Jugendraum wird in das kleine, bisher als Lager genutzten Gebäude neben dem ehemaligen Pfarrheim umziehen werden. Auch das Außengelände wird für die ‚Neue Dorfmitte‘ neu gestaltet werden.



Abbildung 4-6 Neue Mitte Gackenbach (Quelle: <https://www.vg-montabaur.de/aktuelles/presse/pressemitteilungen/2024/mai-2024/gackenbach-erhaelt-eine-neue-mitte/>)

Aufgrund der größeren Gebäudeflächen in der „Neuen Mitte“ ist davon auszugehen, dass sich der Energieverbrauch im Vergleich zur Nutzung des bisherigen Gemeindehauses (Im Wiesengrund 1) trotz eines Neubaus bzw. Sanierung erhöhen wird. Hierzu liegen keine Plandaten vor, weswegen anhand der neuen, abgeschätzten Nutzfläche und eines flächenspezifischen Verbrauchskennwerts ein um ca. 50 % höherer Wärmeverbrauch grob überschlagen wurde.

4.1.3 Potenziale zur Energieeinsparung und Energieeffizienz Gewerbe / Handel / Dienstleistung (GHD)

Nachstehend werden die technischen und wirtschaftlichen Einsparpotenziale aufgrund ähnlicher Strukturen für die Sektoren Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) für die Gebäudewärme- und -kälteversorgung sowie den Stromverbrauch im Untersuchungsgebiet dargestellt.

Grundlage der Berechnungen bilden die in der Bilanzierung ermittelten Endenergieverbräuche. Der Endenergieverbrauch im Wärmebereich liegt bei rund 1.180 MWh_f/a (GHD) und der

Stromverbrauch beläuft sich auf etwa 640 MWh_{el}/a. Für die Ermittlung der Einsparpotenziale in den Sektoren Gewerbe/Handel/Dienstleistung werden die Bereiche Strom, Wärme und Warmwasser betrachtet.

Der Potenzialbegriff kann als technisches und wirtschaftliches Potenzial verwendet und in Anlehnung an die Studie des Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI, 2003) definiert werden.

Das **technische Potenzial** beziffert die Einsparung von Energie, die durch die aktuell effizienteste auf dem Markt erhältliche oder bald erhältliche Technologie zu erreichen ist. Eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit sowie mögliche Re-Investitionszyklen wie Wartung oder Reparatur werden hierbei nicht berücksichtigt. Bei Gebäuden wäre dies z. B. eine Sanierung aller Gebäude unter Berücksichtigung technischer Restriktionen auf den neusten Stand der Technik.

Das **wirtschaftliche Potenzial** repräsentiert das Potenzial das sich innerhalb des zu betrachtenden Zeitraumes ergibt, wenn bei allen Ersatz-, Erweiterungs- und Neuinvestitionen die Technologien mit der höchsten Energieeffizienz eingesetzt werden sowie bei gegebenen Energiemarktpreisen kosteneffektiv sind, also eine Amortisation der Investition unter Berücksichtigung eines definierten Zinssatzes innerhalb einer definierten Lebensdauer. Organisatorische Maßnahmen wie Nutzerverhalten und regelmäßige Wartung finden ebenfalls Berücksichtigung. Bei der Gebäudedämmung würde dies z. B. bedeuten, dass relativ neue Gebäude nicht saniert werden, da der Gewinn, welcher aus der Energieeinsparung resultiert, auf Dauer die Investitionskosten der Maßnamenumsetzung nicht ausreichend decken würde.

4.1.3.1 Einsparpotenzial Wärme Gewerbe/Handel/Dienstleistungen

Einsparpotenziale, die in der Wärme- und Kälteversorgung der gewerblichen Gebäude erreicht werden können, setzen sich aus verschiedenen Maßnahmen zusammen und sind der nachstehenden Tabelle 4-3 zu entnehmen. Die Größen der Einsparpotenziale für das Heizsystem, Lüftungs- und Klimatisierungsanlage von den, in den Fußnoten genannten, Quellen abgeschöpft. Für die Gebäudehülle wurden sie von den ermittelten Potentialen für die privaten Haushalte abgeschöpft, da die gewerblichen Gebäude in der Ortsgemeinde eine bauliche Struktur ähnlich den privaten Haushalten besitzen.

Tabelle 4-3 Einsparpotenziale Raumwärme bei entsprechenden Maßnahmen

Anlage	Maßnahme	Technisches Potenzial	Wirtschaftliches Potenzial
Heizsystem⁸	Optimierung für max. 55 °C Vorlauftemperatur (hydraulischer Abgleich, Einstellung der Heizkurve, bedarfsgerechte Regelung, ggf. Austausch einzelner Heizkörper)	10 - 25 %	7 - 17 %
Gebäudehülle	Besserer Wärmedämmstandard	52 %	36 %
Lüftungs- und Klimatisierungsanlage⁹	Kombinierte Maßnahmen	40 - 50 %	28 %

Es ergeben sich, wie in Abbildung 4-7 dargestellt, folgende Einsparpotenziale für den GHD-Sektor in der Ortsgemeinde Gackenbach.

⁸ Borderstep Institut - Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), 2022)

⁹ (Fraunhofer IOSB, 2024)

Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial Wärme der Gebäude in GHD in der OG Gackenbach

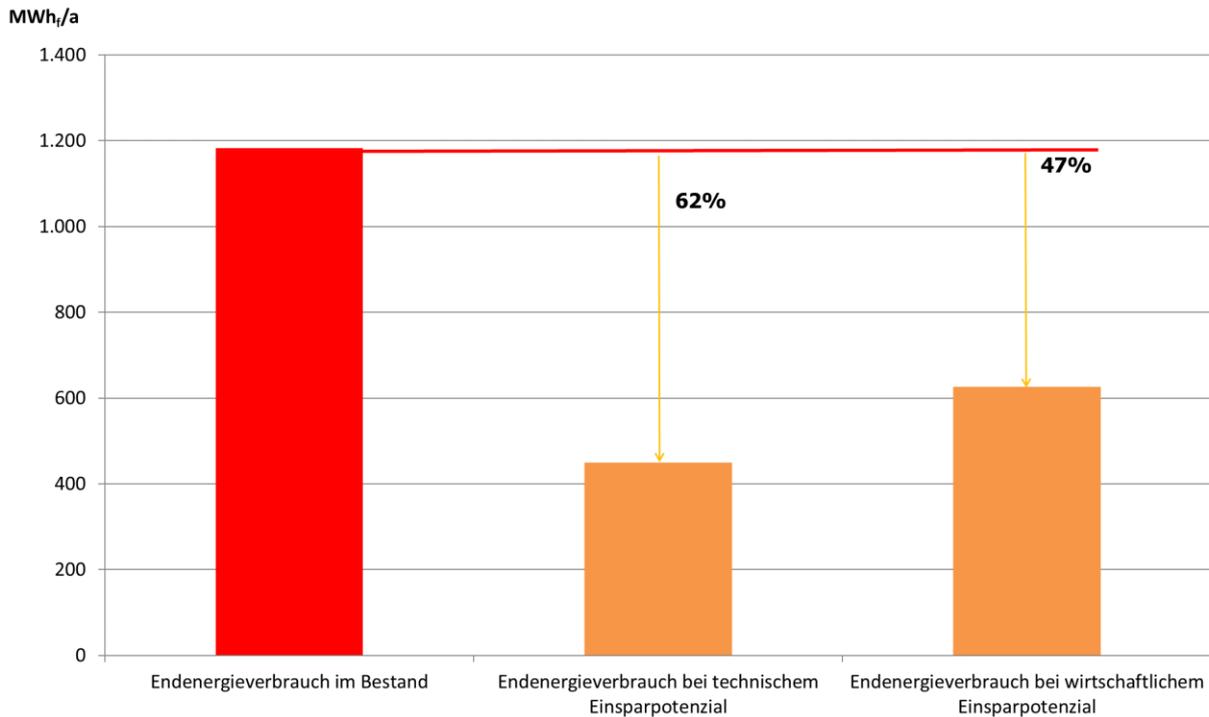


Abbildung 4-7 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial Wärme GHD

Das technische Potenzial wird auf ca. 62 % beziffert. Das wirtschaftliche Potenzial beträgt mit 47 % etwa zwei Drittel des technischen Potenzials. Das bedeutet, dass in der Ortsgemeinde Gackenbach im GHD-Sektor rund 560 MWh/a wirtschaftlich eingespart werden können.

4.1.3.2 Szenarien Wärme Gewerbe/Handel/Dienstleistungen bis zum Jahr 2045

In der nachstehenden Abbildung sind die Szenarien für die unterschiedlichen Sanierungsraten im Sektor GHD dargestellt.

Die Raten zur Reduzierung des Endenergieverbrauchs sind der Grundsatzstudie „Energieeffizienz - Grundsatzfragen der Energieeffizienz und wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung des NAPE unter besonderer Berücksichtigung von Stromverbrauchsentwicklung und -maßnahmen“ (Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) (Hrsg.), 2018) entnommen.

Sie stellen keine Prognosen dar, sondern stellen mit einer Sanierungsrate von 1,3 % bis 2030 und 1,6% ab 2030 das Trendszenario dar. Mit einer Sanierungsrate von 1,4 % bis 2030 und 2,8% ab 2030 stellen sie ein Klimaschutzszenario dar, welche mit größeren politischen Anstrengungen, mehr CO₂e-Einsparung mit sich bringen würde.

Zusätzlich zu den beiden Szenarien sind jeweils der Endenergieverbrauch infolge des heutigen technische und wirtschaftliche Einsparpotenzials dargestellt. In Zukunft ist mit der

fortschreitenden Technologieentwicklung und Energiepreisänderungen mit einem gesteigerten Potenzial zu rechnen.

Der Wärmeverbrauch im GHD-Sektor würde sich im Trendszenario bis 2045 um ca. 23 % reduzieren bzw. um rund 270 MWh_f/a. Im Klimaschutzszenario liegen mit ca. 35 % bis 2045 wesentlich höhere Einsparungen vor. Dies würde eine Minderung um rund 410 MWh_f/a bedeuten. Das wirtschaftliche Potential des aktuellen Jahres 2025 würde im Klimaschutzszenario im Jahr 2045 um ca. 140 MWh_f/a verfehlt werden. Eine Übersicht dessen ist in Abbildung 4-8 dargestellt.

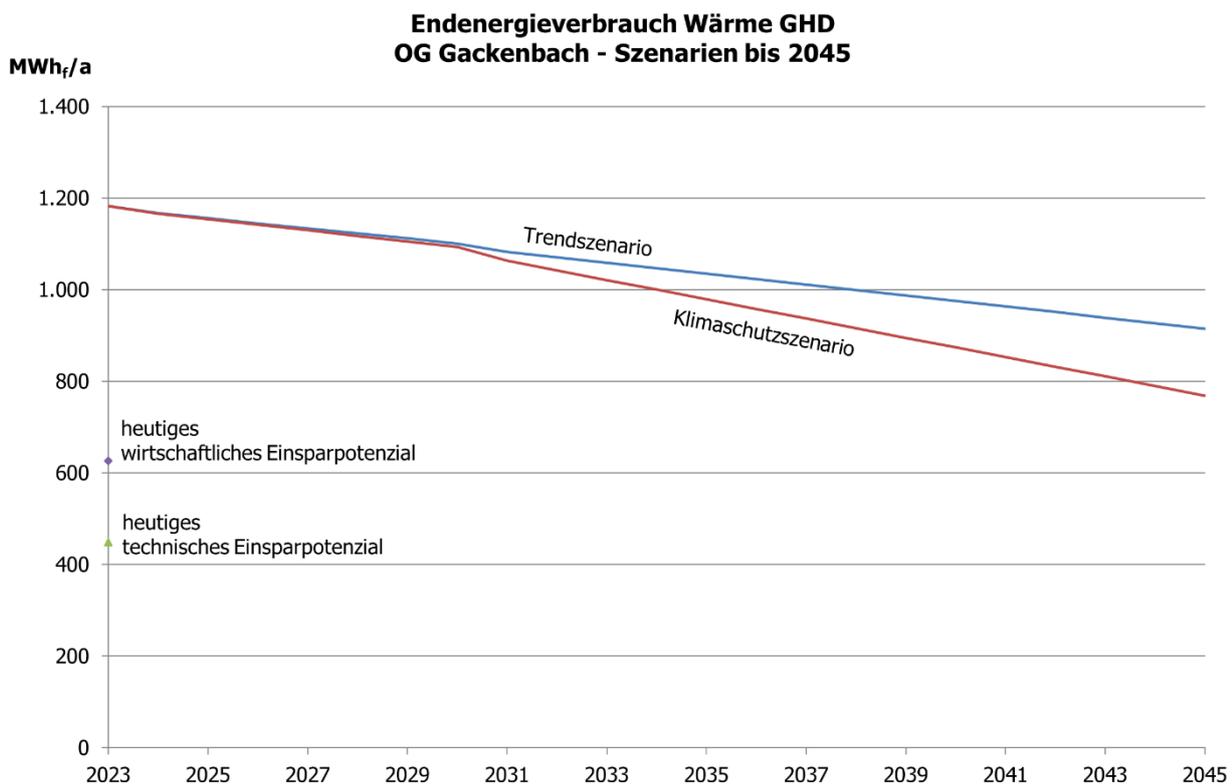


Abbildung 4-8 Entwicklung Endenergieverbrauch Gebäudewärme- und –kälteversorgung GHD

4.1.3.3 Einsparpotenzial elektrische Energie Gewerbe/Handel/Dienstleistungen

Im Folgenden werden die möglichen technischen sowie wirtschaftlichen Einsparpotenziale im Stromverbrauch des GHD-Sektors ermittelt. Die Potenzialanalyse beschränkt sich auf Stromwendungen in drei Bereichen. Zunächst auf die elektrischen Anwendungen, dazu zählen Komponenten der technischen Gebäudeausrüstung wie elektrische Antriebe, Pumpen und Druckluftanlagen. Zudem auch auf die Beleuchtung in und um die Gebäude. Zuletzt auch auf den Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie, dazu zählen Telekommunikationsmittel in Büros und Produktionsstätten. Letzteres jedoch nur in einem sehr geringen Ausmaß. Der Grund hierfür liegt in der Inhomogenität der Prozessarten innerhalb des Gewerbes, sodass nur in einer individuellen Betrachtung der Betriebsstätten das Einsparpotenzial beziffert werden kann.

Außerdem ist von kommunaler Seite keine wesentliche Einflussnahme zur Minderung des Endenergieverbrauchs und der Emissionen auf die Produktionen möglich.

Grundlage der Berechnungen bilden die in der Bilanzierung ermittelten Endenergieverbräuche. Für die Ermittlung der Einsparpotenziale im Gewerbe, Handel und Dienstleistungssektor wurden Daten und Kennwerte aus der Literatur (BfEE, 2025) (Fraunhofer ISI, 2021) verwendet.

Wie in Abbildung 4-9 dargestellt, beträgt das technische Stromeinsparpotenzial ca. 56 %. Das wirtschaftliche Potenzial wird mit etwa 32 % beziffert. In der Folge können in der Ortsgemeinde Gackebach damit etwa 200 MWh/a wirtschaftlich eingespart werden.

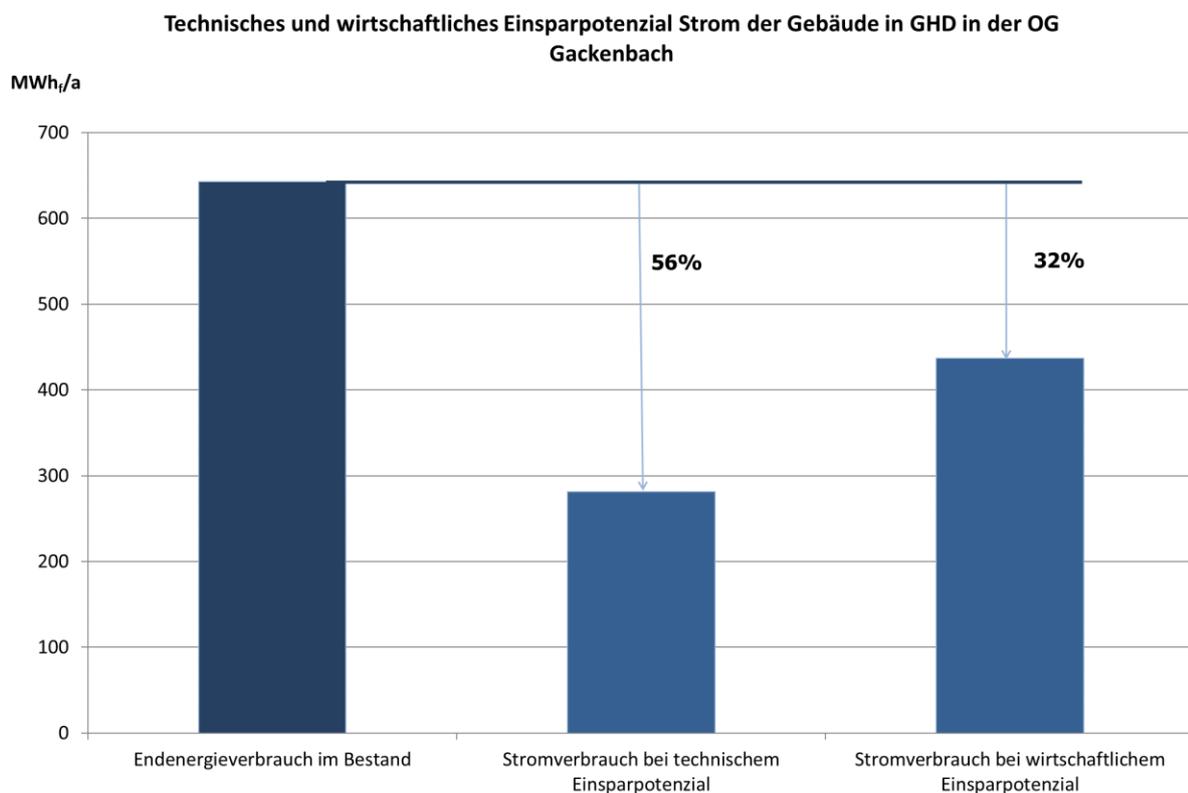


Abbildung 4-9 Technisches und wirtschaftliches Einsparpotenzial Strom in GHD

4.1.3.4 Szenarien Strom Gewerbe/Handel/Dienstleistungen bis zum Jahr 2030

In der nachstehenden Abbildung 4-10 sind die Szenarien für die unterschiedlichen Stromverbrauchsreduzierungen dem heutigen technischen und wirtschaftlich möglichen Potenzialen im Sektor GHD gegenübergestellt.

Es werden für die Raten der Klimaschutz-Planer des Klima-Bündnisses nach dem BSKO-Standard (Bilanzierungs-Systematik für Kommunen) herangezogen. In diesem wird bezüglich der Stromverbrauchsreduzierung ein Trendszenario von 0,1 % angenommen. Eine Rate von 0,7% ist im Klimaschutzszenario enthalten, welches die Annahme trifft, dass eine konsequente Klimaschutzpolitik angewendet wird.

In Zukunft ist mit der fortschreitenden Technologieentwicklung und Energiepreisänderungen mit einem gesteigerten Potenzial zu rechnen.

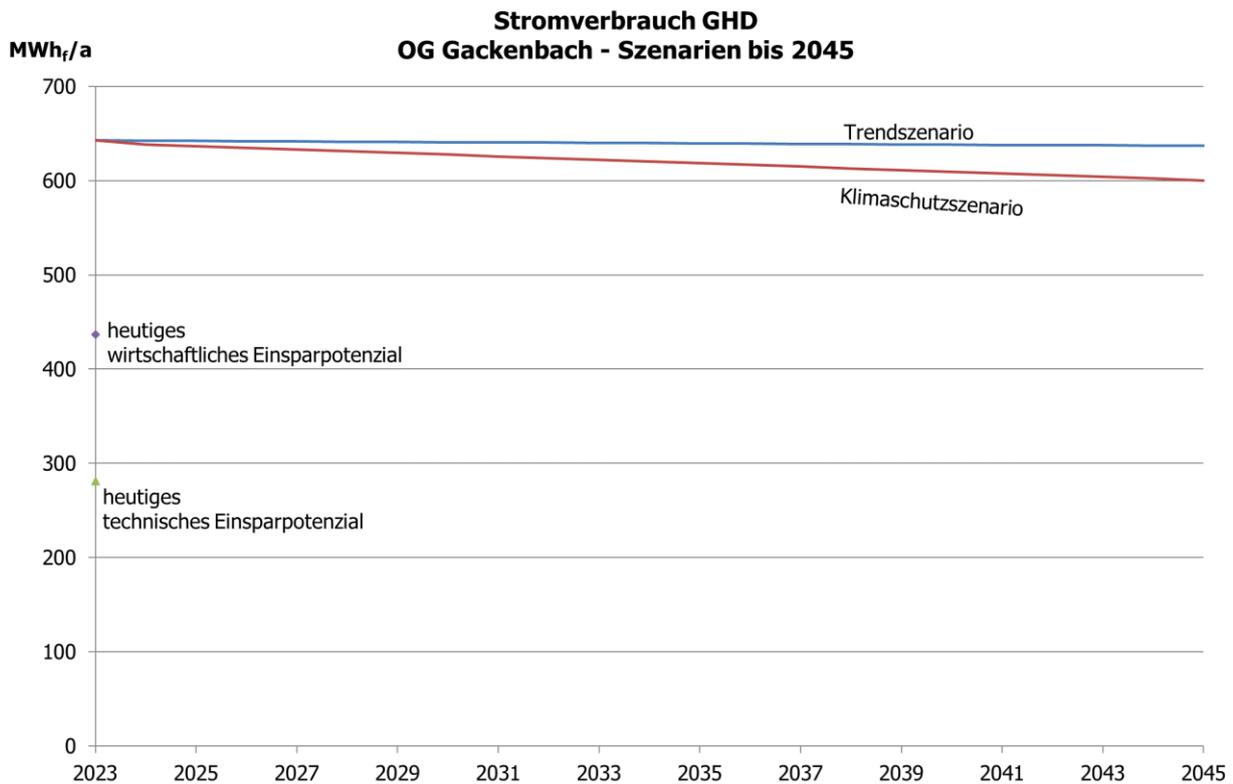


Abbildung 4-10 Szenarien Stromverbrauch GHD

Der Stromverbrauch im GHD-Sektor würde sich im Trendszenario bis 2045 um ca. 1 % reduzieren bzw. um rund 6 MWh_f/a. Im Klimaschutzszenario liegen mit ca. 7 % bis 2045 höhere Einsparungen vor. Dies würde eine Minderung um rund 40 MWh_f/a bedeuten. Das wirtschaftliche Potential des aktuellen Jahres 2025 würde selbst im Klimaschutzszenario im Jahr 2045 um 160 MWh_f/a verfehlt werden

4.2 Potenziale der Solarenergie

Solarenergie kann auf zwei Weisen in für im Gebäudebestand nutzbare Energieformen überführt werden. Über Photovoltaik-Anlagen kann die Strahlungsenergie der Sonne in elektrische Energie umgewandelt werden. Solarkollektoren wandeln die Strahlungsenergie in Wärme um. Die durch Photovoltaikanlagen erzeugte elektrische Energie kann direkt vor Ort verbraucht werden (Eigenverbrauch) oder in das öffentliche Netz eingespeist werden. Je höher der Eigenverbrauch, desto geringer ist der Reststrombezug aus dem öffentlichen Netz. Diese reduzieren die Stromkosten und verbessern die THG-Bilanz. Der in das öffentliche Netz eingespeiste Strom wird gemäß EEG (EEG 2023, 2022) mit einem festen Vergütungssatz pro kWh_{el} für 20 Jahre vergütet. Die über Solarkollektoren gewonnene Wärme kann zum einen für die Trinkwarmwasserbereitung genutzt werden, zum anderen ist eine Nutzung zur Unterstützung der Heizungsanlage, abhängig vom verwendeten Heizungssystem, möglich. Durch die Integration von Solarthermie können fossile Energieträger zur Wärmeerzeugung substituiert werden. Auf dem Markt sind auch Kombisysteme erhältlich. Diese hybriden Module vereinen PV-Modul und Solarkollektor in einem Bauteil. Man spricht in diesem Fall umgangssprachlich von „Photothermie“.

Die Potenzialanalyse beruht auf dem Solarkataster Rheinland-Pfalz (Energieagentur Rheinland-Pfalz, 2025). Sie kann eine individuelle Beratung nicht ersetzen, sondern soll diese vorbereiten, um mehr Eigentümer:innen zur Nutzung des Angebots zu motivieren. Darüber hinaus muss auch die Statik des Daches dahingehend geprüft werden, ob die Last einer PV- oder ST-Anlage von der Dachkonstruktion getragen wird.

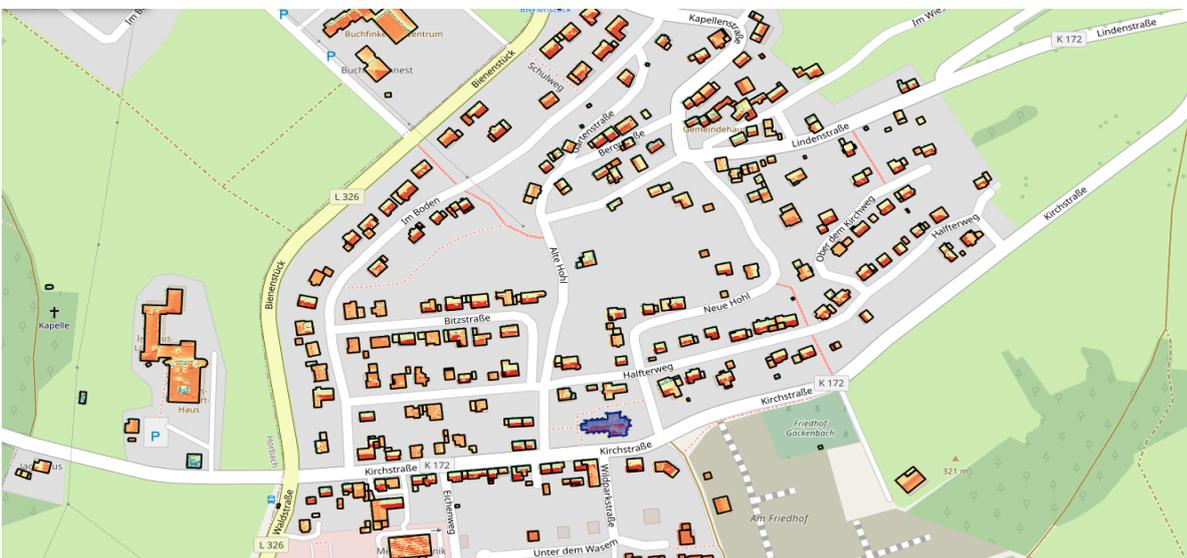


Abbildung 4-11 Auszug aus dem Solarkataster Rheinland-Pfalz zur Gemeinde Gackebach (Energieagentur RLP, 2020)

4.2.1 Potenzialanalyse zur Solarthermie

Solarthermische Anlagen werden fast ausschließlich auf privaten Gebäuden mit einer Warmwassernutzung installiert, in Ausnahmefällen auf öffentlichen Gebäuden mit entsprechendem Warmwasserbedarf (Turnhallen, Sportheime) oder Betrieben mit Prozesswärmebedarf, für dessen Sonderfall eine solarthermische Anlage in Betracht kommt. Solarthermische Anlagen sind auf den Warmwasserbedarf oder den Warmwasserbedarf und den Heizenergieverbrauch des Gebäudes ausgelegt. Die benötigte Fläche ist dadurch begrenzt. Die durchschnittliche Kollektorfläche einer solarthermischen Anlage liegt bei rund 6,8 m² pro Gebäude. Der größere Teil der solarthermischen Anlagen wird nur zur Warmwasserbereitung genutzt, ein geringerer Teil unterstützt die Heizung bei der Heizwärmebereitstellung. Es ist zu erwarten, dass dieser Anteil zunimmt, da mit steigenden Energiepreisen auch die Heizungsunterstützung wirtschaftlich interessanter wird. Nach der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG-EM)“ werden Solarthermieanlagen gefördert. Schwimmbadabsorber sind davon ausgenommen. (BEG-EM, 2023).

Zur Ermittlung des Solarthermie-Potenzials wurden die Daten des Solarkatasters Rheinland-Pfalz ausgewertet (Energieagentur Rheinland-Pfalz, 2025). Als durchschnittliche Größe einer solarthermischen Anlage wurden 10 m² Kollektorfläche für das technische Potenzial angenommen. Der nutzbare Ertrag pro Kollektorfläche kann für die Unterstützung der Warmwasserbereitung mit 350 kWh_{th}/(m²a) abgeschätzt werden. Für die zusätzliche Heizungsunterstützung sollten die Anlagen besonders in der Heizperiode mindestens 165 kWh_{th}/(m²a) liefern.

Die Energieagentur Rheinland-Pfalz weist ausdrücklich darauf hin, dass die ermittelte Eignungsfläche der Dächer für Photovoltaik und Solarthermie gemeinsam ausgewiesen ist. Sie ist somit als konkurrierend zu betrachten. Auch werden technisch mögliche Potenziale ausgegeben, die keine wirtschaftliche Bewertungen enthalten.

Es wird bei der Potenzialbetrachtung davon ausgegangen, dass auf jeder geeigneten Dachfläche eines Wohngebäudes, die mindestens 50 m² groß ist, eine solarthermische Anlage errichtet wird. Geeignet sind alle Dachflächen mit einer Ausrichtung nach Süden bis hin zu Abweichungen zur Südausrichtung von +/- 90°.

Tabelle 4-4 stellt das „technische“ Solarthermie-Potenzial unter Angabe der geeigneten Modulfläche, den potenziellen Solarwärmeerträgen und den damit erzielbaren CO₂-Einsparungen dar.

Tabelle 4-4 Ausbaupotenzial der Solarthermie im Ortskern Gackebach

Solarthermie	Geeignete Modulfläche	Gesamtpotenzial des Wärmeertrags	Genutztes Potenzial	Ausbau-potenzial	Gesamtpotenzial der CO ₂ e-Einsparung
	m ²	MWh _{th} /a	MWh _{th} /a	MWh _{th} /a	t/a
Orts-gemeinde Gackebach	42.320	459	38	421	142

Das Gesamtpotenzial zur Wärmeerzeugung mit solarthermischen Anlagen beläuft sich im Untersuchungsgebiet auf fast 460 MWh_{th}/a, was etwa 10 % des Wärmeverbrauchs in Gackebach entspricht. Bisher werden mit rund 38 MWh_{th}/a ca. 0,8 % genutzt. Das Ausbaupotenzial beläuft sich somit auf rund 420 MWh_{th}/a.

Vor allem im Neubaubereich ist damit zu rechnen, falls Solarthermieanlagen errichtet werden, dass diese auch zur Heizungsunterstützung ausgelegt werden.

4.2.2 Potenzialanalyse zu Photovoltaik-Dachanlagen

Das technische Potenzial umfasst die Dachflächen, die aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung für die Errichtung von Photovoltaik-Dachanlagen geeignet sind. Das Solarstrom-Erzeugungspotenzial wurde auf Grundlage des Solarkatasters Rheinland-Pfalz ermittelt.

Die Energieagentur Rheinland-Pfalz weist ausdrücklich darauf hin, dass die ermittelte Eignungsfläche der Dächer für Photovoltaik und Solarthermie gemeinsam ausgewiesen ist. Sie ist somit als konkurrierend zu betrachten. Auch werden technisch mögliche Potenziale ausgegeben, die keine wirtschaftliche Bewertungen enthalten. Aspekte der Dachstatik und der Dachdichtigkeit sind bei der individuellen Anlagenplanung besonders genau zu beachten.

In Gackebach sind einige Photovoltaikanlagen bereits in Betrieb, die aus dem Marktstammdatenregister (Bundesnetzagentur, 2024) hervorgehen. Es handelt sich überwiegend um dachgebundene Anlagen (73). Außerdem sind 10 Balkon-Solaranlagen zu verzeichnen. Darüber hinaus befinden sich 32 Speicher in Gackebach. Mit einer installierten Leistung der dachgebundenen Anlagen von ca. 940 kW_p werden etwa 846 MWh_{el}/a erzeugt. Die Balkon-Solaranlagen können mit insgesamt rund 6 kW_p fast 4 MWh_{el}/a erzeugen. Insgesamt entspricht der Solarertrag der vorhandenen Photovoltaikanlagen ungefähr einem Anteil von rund 49 % des Stromverbrauchs in Gackebach.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Potenzialanalyse für Photovoltaik-Dachanlagen.

Tabelle 4-5 Ausbaupotenzial der Dach-Photovoltaik im Ortskern Gackebach

	Installierbare Leistung	Installierte Leistung dachgebundener Bestandsanlagen	Potenzial Stromertrag	Stromertrag dachgebundener Bestandsanlagen	Potenzial CO₂e-Einsparung	CO₂e-Einsparung dachgebundener Bestandsanlagen
	kW _p	kW _p	MWh _{el} /a	MWh _{el} /a	t/a	t/a
Ortsge- meinde Gackebach	7.715	940	6.800	850	5.850	730

Nach der Auswertung des Solarkatasters Rheinland-Pfalz wird hinsichtlich Photovoltaikanlagen auf Dachflächen derzeit (Stand Ende des Jahres 2024), rund 12 % des verfügbaren Potenzials ausgenutzt. Auf Basis der Auswertung kann die für Photovoltaikanlagen nutzbare Dachfläche in Gackebach auf fast 28.000 m² geschätzt werden. Auf dieser Fläche könnten ca. 6.800 MWh_{el}/a Solarstrom erzeugt werden. Bei einem Ausschöpfen des PV-Strom-Potenzials könnten insgesamt etwa 390 % des Stromverbrauchs bilanziell gedeckt werden.

Das Ausbaupotenzial in Gackebach beläuft sich auf rund 5.950 MWh_{el}/a Solarstrom. Im Jahr 2024 werden inkl. der Balkon-Solaranlagen ca. 850 MWh_{el}/a erzeugt. Der derzeitige Stromverbrauch aller Sektoren in Gackebach beläuft sich auf rund 1.700 MWh_{el}/a. Unter Berücksichtigung des CO_{2e}-Emissionsfaktors für verdrängten Strom können ca. 5.850 t/a eingespart werden.

4.3 Erdwärme/Geothermie (Wärmepumpen)

Potenziale der oberflächennahen Geothermie

Die Nutzung von Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 m wird unter dem Begriff oberflächennahe Geothermie zusammengefasst (PK TG, 2007). In diesem Anwendungsbereich wird Erdwärme auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau erschlossen (< 20 °C). Diese kann zur Gebäudeheizung oder -kühlung eingesetzt werden. Üblicherweise besteht ein System zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie aus drei Elementen: Wärmequellenanlage, Wärmepumpe und Wärmesenke (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003).

Wärmequellenanlagen

Wärmequellenanlagen können als geschlossene oder offene Systeme ausgeführt werden. Geschlossene Systeme können vereinfacht in horizontal verlegte Erdwärmekollektoren und vertikale Erdwärmesonden unterschieden werden. Als offene Systeme werden Brunnenanlagen bezeichnet. Bei beiden Varianten zirkuliert ein Wärmeträgermedium (meist ein Wasser-Frostschutzmittelgemisch, wird auch als Sole bezeichnet) innerhalb des Systems. Dieses entzieht dem Erdreich die Wärmeenergie (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003).

Wärmeerzeugung / Wärmepumpe

Die zweite Systemkomponente einer Anlage zur Erdwärmennutzung ist eine Wärmepumpe. Wärmepumpen entziehen einem Trägermedium (Grundwasser, Sole oder (Außen-)Luft) Wärme auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau und heben diese auf ein höheres Temperaturniveau.

Entscheidend für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe ist der Stromverbrauch. Mit steigender Effizienz der Wärmepumpe (insbesondere abhängig von der Wärmequellen- und Senken-Temperatur) nimmt der Stromverbrauch ab. Die Effizienz einer Wärmepumpe kann durch verschiedene Kennziffern bewertet werden. Der Coefficient of Performance (COP, Leistungszahl) gibt das Verhältnis (bei genormten Betriebsbedingungen) des abgegebenen

Nutzwärmestroms, bezogen auf die elektrische Leistungsaufnahme des Verdichters, und weiterer Komponenten an.

Ein COP von 4 bedeutet z. B., dass aus 1 kW_{el} (elektr. Leistung) und 3 kW_{geo} (Umweltwärmeleistung) 4 kW_{th} (Heizwärmeleistung) erzeugt werden. Je geringer der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ausfällt, desto günstiger ist die Leistungszahl. Daher sind Wärmepumpen vor allem für energetisch optimierte Neubauten oder Altbauten mit Flächenheizsystem besonders interessant, da diese eine niedrigere Vorlauftemperatur haben. Jedoch können auch in Bestandsgebäuden, die mit Heizkörpern ausgestattet sind, Wärmepumpen gut arbeiten, was im Wärmepumpenfeldtest des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE, 2022) herausgefunden wurde. Eine anwendungsbezogene Kennziffer für die Effizienz ist die Jahresarbeitszahl (β). Diese gibt das Verhältnis der abgegebenen Nutzwärme, bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit, für den Antrieb des Verdichters und der Hilfsantriebe (z. B. Solepumpe) über ein Jahr an (VDI 4640-1, 2010). Da die Jahresarbeitszahl auf realen Betriebsbedingungen basiert, ist sie immer etwas kleiner als die Leistungszahl. Die Jahresarbeitszahl bewertet den Nutzen der eingesetzten elektrischen Arbeit und ist somit das entscheidende Kriterium für den wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe.

Wärmesenke

Das dritte Systemelement ist die Wärmesenke. Als Wärmesenke werden beispielsweise die zu beheizenden Gebäude, Wärmeverbrauch zur (Trink-)Wassertemperierung und Prozesse mit Wärmeverbrauch bezeichnet. Der für den Einsatz der Wärmepumpe ideale Verbraucher sollte einen relativ geringen Temperaturbedarf aufweisen, da so die Effizienz einer Wärmepumpe am höchsten ist. Zur Gebäudebeheizung eignen sich so vor allem Flächenheizungen wie z. B. Wand- oder Fußbodenheizungen aber auch statische Heizflächen (Heizkörper) mit Vorlauftemperaturen bis etwa 60 ... 65 °C.

Der Wärmepumpenfeldtest des Fraunhofer-Instituts (Fraunhofer ISE, 2022) hat gezeigt, dass es aus technischer Sicht kaum Gründe gibt, Wärmepumpen in Bestandsgebäuden nicht einzusetzen. Aus diesem Grund kommen nicht nur Neubauten oder energetisch optimierte Altbauten in Frage. Moderne Wärmepumpen können eine Heiztemperatur von bis zu 65 C bereitstellen, jedoch ist die Effizienz dann etwas geringer. Bei den heutigen Energiepreisen sind Wärmepumpen wirtschaftlich attraktiv.

Der Einsatz der Erdwärme ist eher von Einsatzbereichen (bspw. Gebäude mit niedrigen Systemtemperaturen) als von den eigentlichen geothermischen Potenzialen begrenzt.

Geschlossene Systeme wie Erdwärmesonden können aus technischer Sicht überall im ganzen Untersuchungsgebiet errichtet werden. Die Machbarkeit ist mehr oder weniger unabhängig von standortspezifischen Gegebenheiten. Die benötigte Bohrtiefe variiert je nach Wärmeleitfähigkeit am Standort. Dies kann die Wirtschaftlichkeit der Wärmenutzung positiv wie negativ beeinflussen.

Ob Erdwärme eine wirtschaftliche und ökologische Alternative zu konventionellen Heizsystemen ist, hängt wie zuvor beschrieben von den Jahresarbeitszahlen, also der Effizienz einer Wärmepumpe, ab (möglichst niedrige Heizsystemtemperaturen).

Um Erdwärme mittels **Grundwasser** zu fördern, sind bestimmte standortspezifische Rahmenbedingungen zu erfüllen. Es ist eine hohe Grundwasserergiebigkeit in nicht allzu großer Tiefe erforderlich. Das Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB RLP) weist die gesamte Ortslage als Prüfgebiet aus. Eine grundsätzliche Antragsablehnung wegen eines Trinkwasserschutzgebiets ist in Gackebach nicht gegeben.

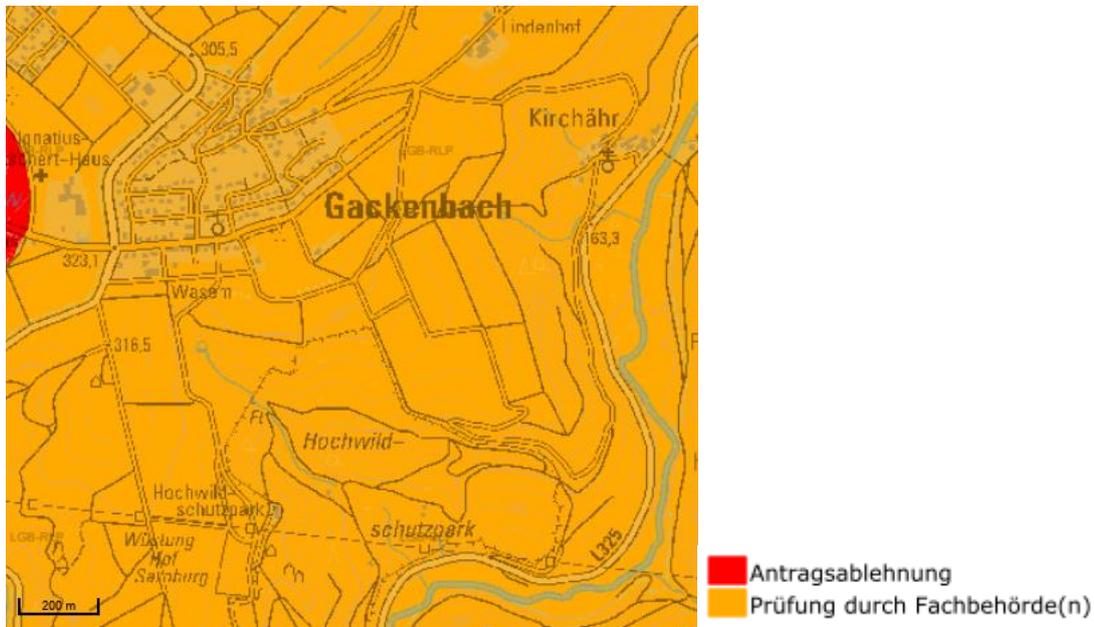


Abbildung 4-12 Auszug aus der Standortbewertung für die Erlaubnisfähigkeit von Grundwasser-Wärmetauschersystemen (Quelle: LGB RLP)

Für oberflächennahe Erdwärmekollektoren ist die Grundwasserergiebigkeit weniger entscheidend als für Tiefensonden oder Brunnenanlagen. Wenn eine Wärmepumpe mit Grundwasser als Wärmequelle geplant werden soll, ist eine hohe Ergiebigkeit in geringer Tiefe von Vorteil – idealerweise liegt der Grundwasserspiegel bei unter 10 Metern, damit herkömmliche Pumpen effizient arbeiten können. Um eine verlässliche Aussage für dein Grundstück zu treffen, ist eine hydrogeologische Vorprüfung durch einen Fachplaner zu empfehlen. Zudem können Tools wie z. B. das GRUVO-Kartenportal¹⁰ der BGR genutzt werden, um sich aktuelle Grundwasserstände anzeigen zu lassen. Zudem kann bei einer Anfrage bei der Unteren Wasserbehörde des Westerwaldkreises, diese lokalen Messdaten bereitstellen.

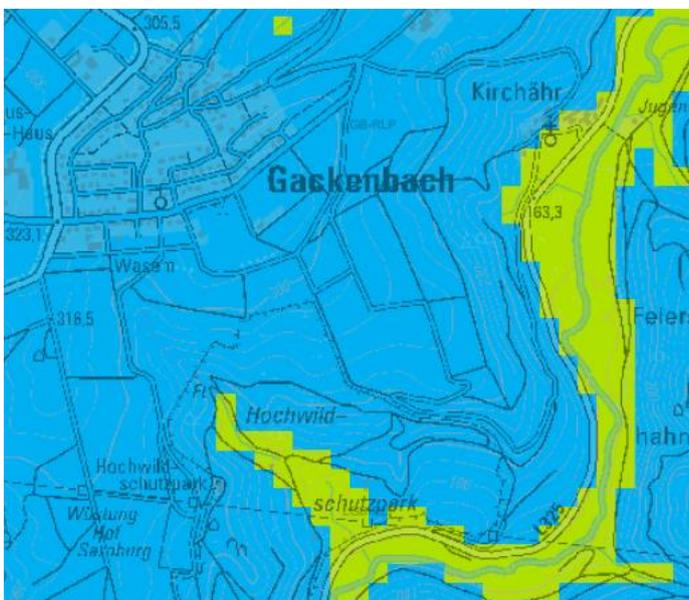
¹⁰ <https://gruvo.bgr.de/webseite/mapapp?lang=de&vm=2D&s=18489297.737236&c=1231208.563678105%2C6704610.026250925&r=0&l=0%2C1>



- gut bis sehr gut geeignet: grund- und staunasse Böden
- geeignet: tiefgründige Böden ohne Vernässung
- meist weniger geeignet: flachgründige Böden mit anstehendem Gestein oder Schutt oberhalb 1,2 m Tiefe

Abbildung 4-13 Potenzielle Eignung von Böden für Erdwärmekollektoren (Quelle: LGB RLP)

Aus der nachfolgenden Karte zur Standortbewertung der Erlaubnisfähigkeit von Erdwärmekollektoren geht hervor, dass weitestgehend in den geeigneten Gebieten Gackebachs für Erdwärmekollektoren nur eine Anzeigepflicht besteht.



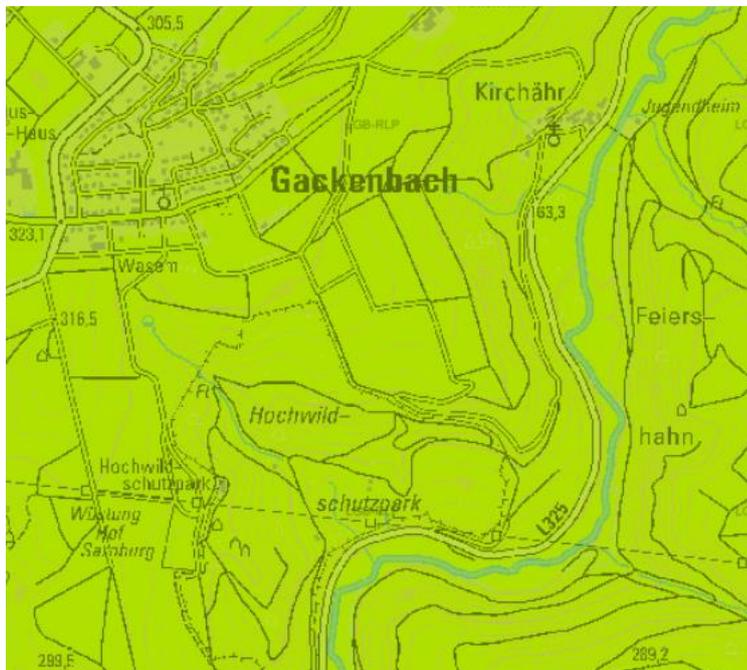
- Antragsablehnung
- Erlaubnispflichtig, Antragszulassung (ggf. mit standortspezifischen Auflagen)
- Anzeigepflichtig

Abbildung 4-14 Auszug aus der Standortbewertung für die Erlaubnisfähigkeit von Erdwärmetauscheranlagen (Quelle: LGB RLP)

Die Standortignung von Böden für die Gewinnung geothermischer Energie ist auf Flächen mit hohen Wärmeentzugsleitungen besonders gut. Eine herausragende Bedeutung hierfür hat der Wasserhaushalt. Besonders gut geeignet sind tiefgründige Böden mit einer guten Durchfeuchtung und/oder geringen Grundwasserflurabständen. Geringe Eignung haben steinige, flachgründige Böden, bei denen das anstehende Gestein oberhalb 1,2 m unter der Geländeoberfläche auftritt. Hier ist mit geringen Wärmeentzugsleistungen zu rechnen und die Erdwärmekollektoren können möglicherweise nicht tief genug verlegt werden. Gackebach zeigt gute Ausgangsbedingungen. In Wasserschutzgebieten gelten Einschränkungen –für Gackebach ist aktuell kein solches Gebiet direkt bekannt. Eine Rückfrage bei der Unteren Wasserbehörde des Westerwaldkreises ist empfehlenswert.

Nach dem Besorgnisgrundsatz des Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009) sind Handlungen zu vermeiden, die zu Beeinträchtigungen oder Schädigungen des Grundwassers führen (MUEE, 2022). Vor der Errichtung von Erdwärmesondenanlagen muss geprüft werden, ob diese in wasserwirtschaftlich genutzten oder hydrogeologisch kritischen Gebieten liegen (MUEE, 2022). In diesen kritischen Gebieten ist bei der Planung von Erdwärmesonden eine Bewertung durch die Fachbehörden notwendig. (Regionalstellen WaAbBo der Struktur- und Genehmigungsdirektionen Nord und Süd, LfU oder LGB) (LGB und LUWG, 2022).

Der Bau von **Erdwärmesonden** ist in Gackebach ggf. mit Auflagen zugelassen (Abbildung 4-15). Prüfgebiet oder Ausschlussgebiete sind in der Ortslage nicht zu verzeichnen.



- Ausschlussgebiet
- Prüfgebiet
- Zulassung, ggf. mit Auflagen

Abbildung 4-15 Standortbewertung zur Installation von Erdwärmesonden in Gackebach
Quelle: (Landesamt für Geologie und Bergbau, 2022)

4.4 Zusammenfassung der Einsparpotenziale

Durch die Umsetzung der im Quartierskonzept vorgeschlagenen Maßnahmen kann der Primär- und Endenergiebedarf sowie damit einhergehend der CO_{2e}-Ausstoß reduziert werden. Die angegebenen Effekte sind die jährlichen Einsparungen im Jahr 2045 gegenüber dem Basisjahr, die durch die Umsetzung von Maßnahmen bis zum Jahr 2045 erzielt werden.

Tabelle 4-6 Zusammenfassung der Einsparpotenziale

	„Klimaschutz“-Szenario		„Trend“-Szenario	
	Einsparung absolut	Einsparung relativ	Einsparung absolut	Einsparung relativ
Endenergieverbrauch	ca. 2.600 MWh _f /a	20 %	ca. 1.210 MWh _f /a	9 %
Primärenergieverbrauch	ca. 7.880 MWh _p /a	63 %	ca. 4.270 MWh _p /a	34 %
CO ₂ -Ausstoß (THG = CO _{2e})	ca. 2.230 t/a	67 %	ca. 1.592 t/a	48 %

5 Schwerpunktuntersuchung „Wärmeversorgung im Quartier“

Im Zuge der Wärmewende gilt es, bis zum Jahr 2045 eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu erreichen, indem die vorhandene, überwiegend fossile Wärmeerzeugung auf die Nutzung von erneuerbaren Energien umgestellt wird. In diesem Kontext stellt die kommunale Wärmeplanung der Verbandsgemeinde Montabaur, die derzeit erarbeitet wird, einen längerfristigen, strategischen Prozess auf einer übergeordneten Ebene dar. u. a. werden darin Gebiete identifiziert, die für eine gemeinsame Wärmeversorgung oder eine einzelne, dezentrale Wärmeversorgung vorgesehen werden. Während in diesem Kapitel des vorliegenden Quartierskonzept für einen schnellen und effektiven Beitrag zum Klimaschutz Möglichkeiten zur Umstellung der Wärmeversorgung auf erneuerbare Energien unter technisch möglichen und wirtschaftlich sinnvollen Gesichtspunkten betrachtet wurde.

Den gesetzlichen Rahmen gibt das Gebäudeenergiegesetz (GEG, 2023) vor. Sofern die vorhandene Heizung funktioniert oder reparabel ist, kann diese weiter genutzt werden. Im Falle einer Heizungsmodernisierung darf innerhalb einer Übergangsfrist bis zum 30. Juni 2028 Jahren eine beliebige Heizung eingebaut werden, wenn noch kein kommunaler Wärmeplan vorliegt. Erdgas- oder Heizölkessel müssen allerdings nach dem 30. Juni 2028 mindestens 65 % erneuerbarer Energien nutzen, dessen Anteil sich bis zum Jahr 2045 auf 100 % erhöht. Soll eine neue Heizung sofort den gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich der erneuerbaren Energien entsprechen, richten sich die Vorgaben für den Standort auch nach der kommunalen Wärmeplanung.

Für eine zukünftige, möglichst klimaneutrale Wärmeversorgung in Gackenbach wurden neben einer neuen, dezentralen Wärmeerzeugung basierend auf regenerativen Energien, wie beispielsweise Wärmepumpen, zur gemeinsamen Wärmeversorgung eine Holz-Nahwärme und eine kalte Nahwärme vergleichend gegenübergestellt. Nahwärmenetze sind Gemeinschaftsprojekte, d. h. sie gestalten sich mit einer großen Anzahl beteiligter Gebäude wirtschaftlicher. Alle untersuchten Varianten erfüllen die gesetzlichen Anforderungen.

5.1 Einleitung Nahwärmeversorgung

Den Rahmen zur Emissionsminderung auf der nationalen Ebene bildet in Deutschland das Bundes-Klimaschutzgesetz. Es definiert in der Anlage 2 kontinuierlich absinkende, sektorenscharfe Jahresemissionsmengen (§ 4 Abs. 1 KSG). Allerdings wurde das Klimaschutzgesetz im Jahr 2024 dahin gehend angepasst, dass die Relevanz der Sektorenziele für die Ermittlung von sektorspezifischen Sofortmaßnahmen gestrichen wurde und stattdessen aggregierte Jahresemissionsgesamtmenge über alle Sektoren hinweg über notwendige Maßnahmen entscheiden (Anlage 2a KSG). Im Jahr 2024 lag der Sektor Gebäude mit einem Emissionsvolumen von 100,5 Mio. t CO₂-Äquivalenten über dem ihm gesetzten Grenzwert in Höhe von 95,8 Mio. t CO₂-Äquivalenten (rund 15 % der gesamtdeutschen Emissionen) (Umweltbundesamt). Drei Viertel dieser Emissionen im Sektor Gebäude entfallen hierbei auf die Haushalte (Günther & Gniffke, 2022). Die Regelungen zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Koalitionsvertrag des Jahres 2025 der neuen Bundesregierung sind noch abzuwarten. Im Vergleich z. B. zum Sektor Energiewirtschaft (alte Energiewelt geprägt von zentralen Kraftwerken) weist der Sektor Gebäude eine Struktur auf, in der für das erfolgreiche Durchführen der Wärmewende ein erhebliches Hemmnis gesehen werden muss. Heterogene

Eigentümerstrukturen, kleinteilige Wohnbebauung, für den privaten Haushalt als lang zu bewertende Sanierungs- bzw. Investitionszyklen oder der Fachkräftemangel im Handwerk zeigen in diesem Zusammenhang ihre Wirkung.

Im Folgenden wurde untersucht, wie ein emissionsarmes Versorgungskonzept für das Bereitstellen von Raumwärme und Warmwasser für die Ortsgemeinde Gackebach mit einer langfristigen Perspektive aussehen kann. Technologieoffen wurde hierbei bewusst auch Varianten ausgewählt, die bei der Wärmeversorgung in Deutschland eine noch eher untergeordnete Rolle spielen, wie beispielsweise die kalte Nahwärme, die als eine innovative Technologie für die nachhaltige Wärmeversorgung in Deutschland eingesetzt wird. Kalte Nahwärme wurde bisher in der Versorgung von Neubauten und seltener im Bestand umgesetzt. Laut einer Studie der RWTH Aachen gibt es bereits über 50 kalte Nahwärmenetze in Deutschland.¹¹

Grundsätzlich beschreibt der Begriff Nahwärme die Vernetzung von Gebäuden und Nutzung einer gemeinsamen Wärmezeugung. Im Falle einer warmen Nahwärme handelt es sich um eine Heizzentrale, die Wärme über ein Wärmenetz an die Hausübergabestationen in den angeschlossenen Gebäuden zur direkten Nutzung liefert, während bei einer kalten Nahwärme eine gute Wärmequelle (z. B. Erdwärme) über das Netz an die Sole/Wasser-Wärmepumpen in den angeschlossenen Gebäuden bereitstellt. Nahwärmenetze sind für das Erreichen der lokalen und bundesweiten Klimaschutzziele zielführend. Dabei liefern sie schnelle und direkte Erfolge. Eine klimafreundliche Nahwärmeversorgung beruht auf der Nutzung erneuerbarer Energieträger. Hierbei ist der Einsatz verschiedener Technologien denkbar, relevant ist jedoch die Anpassung auf den jeweiligen Nutzer.

In der Vergangenheit wurden vorrangig Holz-Nahwärmenetze teils in Verbindung mit einer Solarthermie-Freiflächenanlage in ländlich geprägten Regionen umgesetzt, sofern sich für eine gemeinsame Wärmeversorgung entschieden wurde. Mit der Realisierung von kalten Nahwärmenetzen in Neubaugebieten wurde das Interesse an einer solchen Wärmeversorgung für den Bestand geweckt und erste Netze in einer vorhandenen Bebauung in Rheinland-Pfalz (Ahrtal) umgesetzt. Wird z. B. Erdwärme (mittels Erdwärmesonden) oder Abwasserwärme als lokale Wärmequelle in einer kalten Nahwärme genutzt, handelt es sich um eine brennstofffreie, erneuerbare Wärmeversorgung.

Da ein kaltes Nahwärmenetze mit niedrigen Temperaturen betrieben wird, sind die Rohrleitungen ungedämmt. Es entstehen kaum Wärmeverluste, vielmehr werden Wärmegewinne erzielt, da das Netz als Erdwärmekollektor fungiert. Das System kann grundsätzlich sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen genutzt werden und weist damit eine Flexibilität auf. Die Sole-Wasser-Wärmepumpen nutzen die konstante Temperatur des Erdreichs, was sie besonders effizient macht, insbesondere in kälteren Monaten. Sole-Wasser-Wärmepumpen sind wartungsarm und haben eine hohe Lebensdauer. Zudem kann die Kombination einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit einer Photovoltaikanlage (PV) zu einer nachhaltigen und effizienteren Energieversorgung

¹¹ M. Wirtz, T. Schreiber, D. Müller: Survey of 53 5th Generation District Heating and Cooling (5GDHC) Networks in Germany, Energy Technology, 2022. (Marco Wirtz nPro, Kalte Nahwärme in Deutschland.)

führen. Die Wärmepumpe kann direkt mit Solarstrom betrieben werden, wodurch Netzstromkosten reduziert werden und durch die Nutzung von selbst erzeugtem PV-Strom die laufenden Energiekosten erheblich gesenkt werden können. Die Kombination reduziert CO₂-Emissionen und trägt zur Energiewende bei.

Unabhängig von der Art der Wärmeerzeugung ist grundsätzlich die Optimierung des Heizsystems in Bestandsgebäuden ein wichtiger Schritt zur Verbesserung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der Energiekosten. Einige bewährte Maßnahmen sind der hydraulische Abgleich, Anpassung der Heizkurve und eine Vergrößerung der Heizflächen für unzureichend beheizte Räume.

5.2 Chancen

Der Anschluss an ein Nahwärmenetz hat monetäre und nicht-monetäre Vorteile für jede einzelne teilnehmenden Bürger:innen. Zum einen ist kein Betrieb einer Feuerstätte inklusive Brennstofflagerung beispielsweise Heizöltanks im Gebäude mehr notwendig, sodass auch keine Emissionen am Gebäude entstehen und mitunter ein großer Raumgewinn zu verzeichnen ist. Zudem bestehen eine hohe Versorgungssicherheit und kein finanzielles Risiko durch außerplanmäßige Reparaturen aufgrund des geringen Ausfallrisikos. Privatpersonen müssen sich folglich auch nicht mehr um die Brennstoffbeschaffung, Wartung, Emissionsüberwachung durch Schornsteinfeger oder ähnliches kümmern. Der Anschluss an ein warmes Nahwärmenetz erfolgt über eine Hausübergabestation zur hydraulischen Trennung, welche einen geringeren Platzbedarf aufweist. Für den Anschluss an ein kaltes Nahwärmenetz ist die Installation einer Sole/Wasser-Wärmepumpe mit einem Pufferspeicher notwendig. Mit einer eigenen Photovoltaikanlage ist es außerdem möglich, die Wärmepumpe zum Teil mit selbst erzeugtem Solarstrom zu betreiben und somit den Netzstrombezug zu reduzieren.

Die Etablierung einer kalten Nahwärmeversorgung ist eine naheliegende Möglichkeit, in kurzer Zeit einen großen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Dieser Anspruch deckt sich mit den Zielen und den Motivationen aus dem Projekt des „integrierten energetischen Quartierskonzepts der Ortsgemeinde Gackebach“. Neben den klimarelevanten Aspekten kann sich die Kommune mit einer Nahwärmeversorgung von teuren Rohstoffimporten sowie von zukünftigen Energiepreiserhöhungen unabhängig machen.

5.3 Methodik

Im Zeitraum von Anfang Oktober 2024 bis Anfang Februar 2025 wurden Ist-Daten durch eine persönliche Befragung der Anwohner erhoben. Die Befragung wurde auf Basis eines Fragebogens durchgeführt, der durch die Transferstelle Bingen bereitgestellt wurde. Hierbei wurden folgenden Daten erhoben:

- Foto Für die Nachbereitung im Büro wichtig
- Adresse Verortung im Plan
- Anzahl der Vollgeschosse Zur Ermittlung der beheizten Fläche

- Ausbau Dachgeschoss Zur Ermittlung der beheizten Fläche
- Baualtersklasse Zur Ermittlung des typischen Energieverbrauchs
- Nutzung Zur Ermittlung des typischen Energieverbrauchs
- Text Anmerkungen, bspw.: leer, Gastwirtschaft, Frisör
- Solar Nutzung von Photovoltaik oder Solarthermie
- Persönliche Angaben (Anschrift des Objekts)
- Gebäudedaten (Wohnfläche, Baujahr)
- Technische Gebäudeausstattung (Art und Baujahr des Wärmeerzeugers)
- Angaben zur Wärmeversorgung (Endenergie)
- Angaben zum Stromverbrauch
- Angaben zu Sanierungsmaßnahmen
- Angaben zur Heiztechnik und zum Brennstoffverbrauch,
- Angaben zur Energieerzeugung und geplanten Modernisierungen

Zudem konnten während einer Online-Befragung Angaben zum Mobilitätsverhalten, der Klimaanpassungsmaßnahmen und Geobudgetierung vorgenommen werden.

Mithilfe dieser Daten wurde eine Gebäudedatenbank aufgebaut und in ein Geographisches Informationssystem (GIS) (Kapitel 5.4) mit weiteren Informationen (Denkmalschutz, freistehend oder geschlossene Bauweise) verfeinert.

Erhoben wurden für den Kernort der Ortsgemeinde Gackebach 34 Datensätze. Hierzu zählen 33 Wohngebäude und ein Öffentliches Gebäude, das Dorfgemeinschaftshaus.

Hinzu kommen Daten aus dem Ortsteil Kirchähr für ein Wohngebäude und einem Gastgewerbe, der Jugendbegegnungsstätte Karlsheim. Des Weiteren hat der Gewerbebetrieb Holzbau Kappler GmbH & Co. KG aus dem Ortsteil Dies an der Befragung teilgenommen.

Es konnten 32 Datensätze vollständig erhoben werden. In fünf Fällen waren die Datensätze unvollständig, konnten jedoch auf Basis der Angaben errechnet bzw. anhand der eigenen Wahrnehmung des baulichen Zustands der Objekte an der Begehung am 10.09.2024 abgeschätzt werden. Lücken wurden mithilfe abgeleiteter Kennwerte aus den vollständigen Datensätze sowie im Abgleich mit statistischen Literaturwerten vervollständigt.

5.4 Wärmeatlas

Der Wärmeatlas dient der Visualisierung der räumlichen Verteilung des Wärmebedarfs im Quartier. Er stellt den Wärmebedarf einzelner Gebäude, die Wärmedichte sowie den potenziellen Wärmeabsatz im Falle des Baus eines Nahwärmenetzes anschaulich dar. Für die Erstellung und Darstellung des Wärmeatlas kam ein Geographisches Informationssystem (GIS) zum Einsatz. Verwendet wurde das Programm QGIS in der Version 3.38.1.

Geobasisinformationen

Im Wärmeetlas werden Informationen zur Geometrie und Nutzung der einzelnen Gebäude aus den 3D-ALKIS-Daten (Kataster, LOD2) verwendet. Die Geobasisdaten stammen vom Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz.

Zur Analyse der Siedlungsentwicklung und Heizungsstruktur wurden zusätzlich historische Karten und Luftbilder sowie gitterzellenbasierte Ergebnisse des Zensus 2022 des Statistischen Bundesamts herangezogen. Auch Denkmalschutzinformationen wurden auf die jeweiligen Gebäude übertragen.

Um den Wärmebedarf der einzelnen Gebäude auf Grundlage dieser Geobasisdaten berechnen zu können, sind weitere Informationen erforderlich – etwa zur Größe der beheizten Fläche (z. B. Geschossigkeit, ausgebautes Dachgeschoss), zur genauen Nutzungsart (z. B. Art des Gewerbes) sowie zum Baualter der Gebäude. Diese Daten wurden im Rahmen einer Bestandsaufnahme erhoben (siehe Kapitel 5.3).

Berechnung des Wärmebedarfs

Um die beheizte Fläche der Gebäude zu ermitteln, wurde die Grundfläche (ALKIS) mit der Zahl der Vollgeschosse multipliziert. Wenn das Dachgeschoss ausgebaut ist, wurde diese Fläche hinzugefügt. Von der Grundfläche müssen Flächen für Wände usw. abgezogen werden. Dies wurde pauschal über einen prozentualen Anteil berechnet, der sich auf Erfahrungs- und Vergleichswerte aus der Befragung stützt.

Jedem Gebäudetyp – definiert durch Gebäudeart und Baualtersklasse (z. B. Einfamilienhaus Baujahr 1958–1968) – wurden Wärmekennwerte zugewiesen. Diese basieren auf der Auswertung der Befragung und Lücken wurden um statistische Kennwerte angelehnt an die Deutsche Wohng Gebäudetypologie (IWU, 2015) unter Berücksichtigung typischer Sanierungszyklen ergänzt.

Die beheizte Fläche multipliziert mit dem Wärmekennwert ergibt den rechnerischen Wärmeverbrauch für jedes einzelne Gebäude. Diese Werte sind Schätzungen. Ungenauigkeiten ergeben sich u. a. durch die Schätzung des Baualters und durch die Berechnung der Nutzfläche. Um die Genauigkeit der errechneten Wärmeverbrauchswerte zu prüfen, wurden ihnen die Ergebnisse der Befragung gegenübergestellt.

Am 03.09.2024 hat eine Vor-Ort-Begehung stattgefunden. In die Berechnung des Wärmeetlas fanden die mittels Fragebögen erhobenen Wärmeverbräuche Eingang. Daten, die nicht erhoben werden konnten, wurden auf Basis einer Vor-Ort-Begehung und anhand von Literaturdaten abgeschätzt. Jedem Wohngebäude sowie Nichtwohngebäude ist ein Wärmeverbrauchswert zugeordnet.

Darstellung der Wärmeliniendichte im Quartier

Die berechneten Wärmebedarfswerte der einzelnen Gebäude wurden zur besseren Übersicht auf ein Raster mit 100 m × 100 m übertragen. Dadurch lassen sich die Ergebnisse räumlich verdichten und vergleichen.

Zusätzlich wurde die Ortslage in unterschiedliche Wohnblöcke gegliedert – basierend auf der jeweiligen Siedlungsentwicklungsphase sowie geographischen Gegebenheiten wie Topografie, Gewässern oder klassifizierten Straßen. Für jeden dieser Wohnblöcke wurde die Wärmedichte separat berechnet.

Die daraus entstandene Karte zur räumlichen Verteilung der Wärmedichte im Quartier ermöglicht eine erste Vorauswahl von Gebieten, die sich potenziell für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung eignen.

Darstellung des Wärmeabsatzes im Quartier

Im letzten Schritt wird für das gesamte Quartier ein virtuelles Nahwärmenetz erzeugt. Hierfür werden die Linien der Straßen aus OpenStreetMap genutzt. Diese werden auf das Quartier zugeschnitten und zu einem sinnvollen Netz ausgedünnt (keine Doppelschließung von Gebäuden, keine Straßen ohne angrenzende Bebauung). Die Straßenlinien stellen das Nahwärmenetz dar, das im öffentlichen Straßenraum verlegt ist und, für den unrealistischen Fall, sich alle Gebäude an das Netz anschließen würden. Sie werden an die Gebäude geknüpft, sodass auch die Hausanschlüsse abgebildet werden. Der Quotient aus Wärmeverbrauch und Anschlusslänge ergibt die Wärmelinien-dichte. Somit kann für jeden beliebigen Bereich im Quartier gezeigt werden, ob dort rein rechnerisch ein Nahwärmenetz wirtschaftlich betrieben werden könnte.

Der Wärmetlas dokumentiert den aktuellen Wärmeverbrauch und bereitet die Potenziale für Einsparungen, Nahwärmenutzung und erneuerbare Energien auf. Aus der Bestandsanalyse wurde der jährliche Wärmeverbrauch für jedes Gebäude im Quartier ermittelt oder aus den Fragebogenangaben übernommen. Für das gesamte Untersuchungsgebiet ergibt sich daraus ein jährlicher Wärmebedarf von ca. 5,22 GWh_{th}/a.

Der Wärmekataster visualisiert die räumliche Verteilung des Wärmeverbrauchs und hebt besonders wärmeintensive Bereiche hervor.

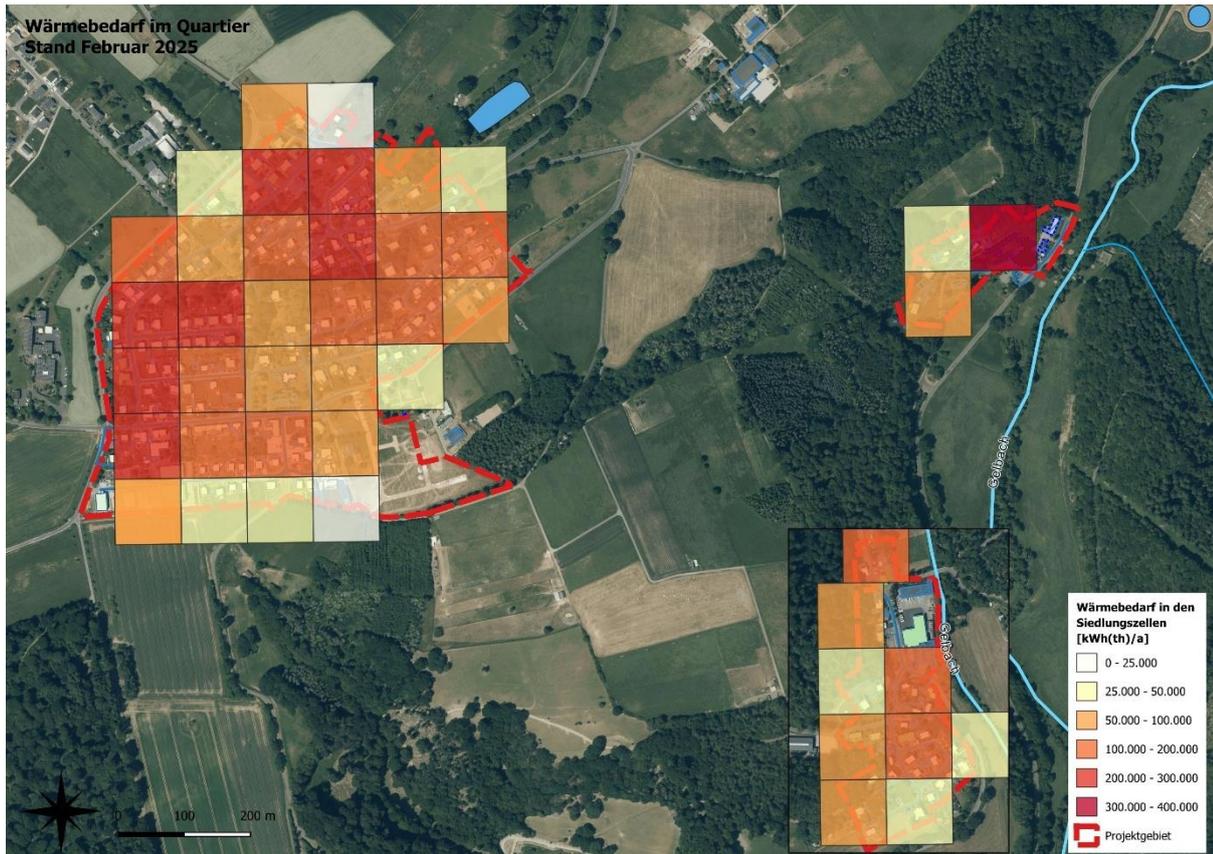


Abbildung 5-1 Wärmetlas – Wärmebedarf in den Siedlungszellen (SLP)

Mithilfe der Siedlungszellenstrukturanalyse lassen sich Cluster von Gebäuden identifizieren, die sich potenziell für eine gemeinsame Erschließung durch ein Wärmenetz eignen. Auf Basis dieser Clusterbildung kann ein theoretisches Wärmenetz entworfen werden.

Abbildung 5-2 und Abbildung 5-3 zeigen, eine qualitative Darstellung der Wärmeliniedichte im Quartier. Zusätzlich befinden sie sich im Anhang.

Es zeigt sich, dass die Wärmeliniedichte im Kernort verteilt ist. Dies kann vor allem auf die leicht verdichtete, geschlossene Bauweise in dieser Ortslage zurückgeführt werden. In Richtung Süden lockert sich die Bebauung auf. Hier dominieren nun freistehende Einfamilienhäuser. Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch in der nun geringer ausfallenden Wärmeliniedichte wieder.

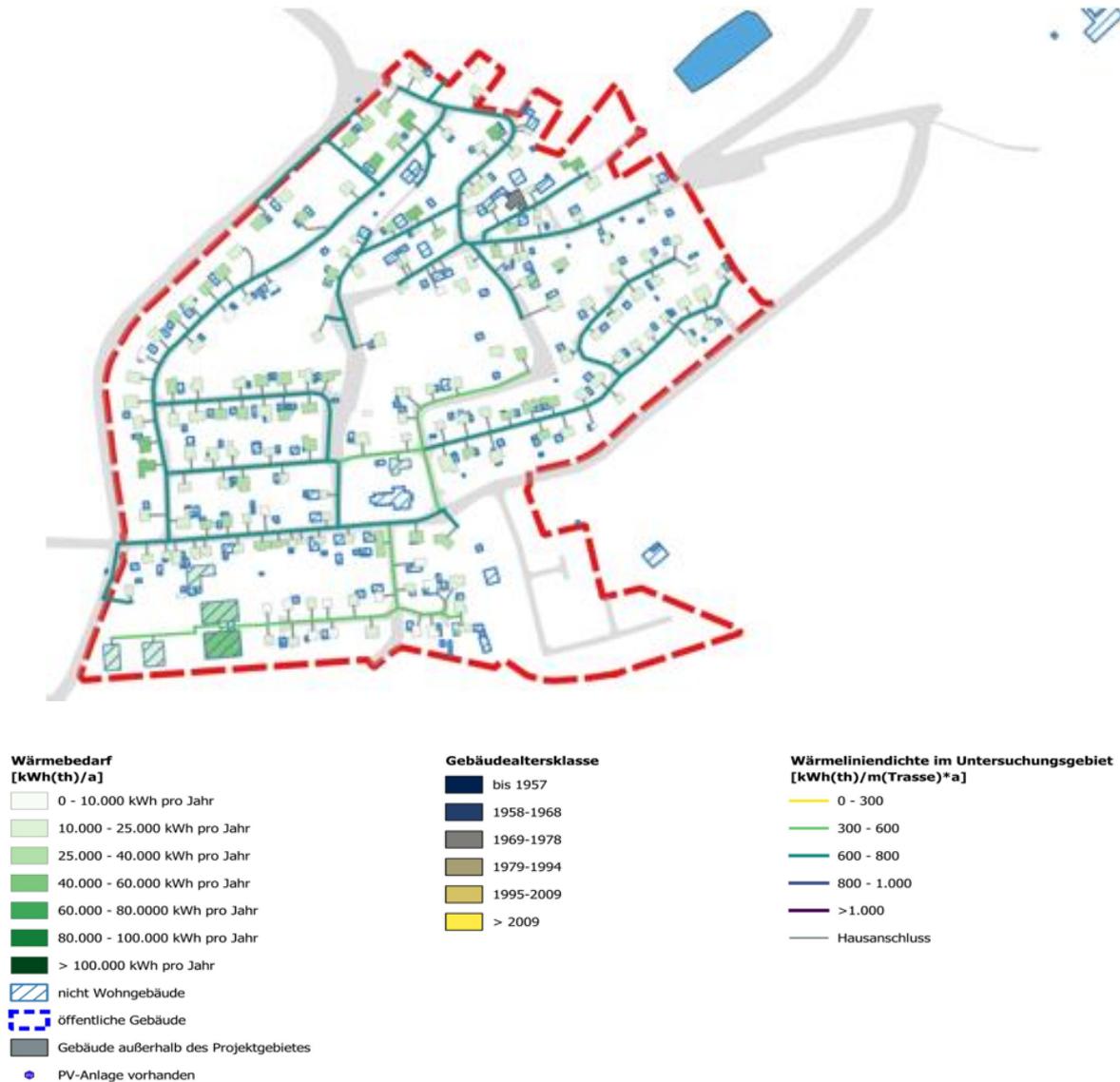


Abbildung 5-2 Wärmeliniendichte, Kernort der Ortsgemeinde Gackebach

Aufgrund der ungewöhnlichen Ausgliederung der Ortsgemeinde folgt die Verteilung des Wärmeverbrauchs einem charakteristischen Muster.

Im Ortskern stechen zwei Teilgebiete mit einem verhältnismäßig hohen spez. Wärmeverbrauch besonders hervor: Zum einen der historische Kern und zum anderen der Bereich rund um Bitzstraße, Im Boden und Halfterweg. Dieses Wohngebiet stammt überwiegend aus den 1960er- und 1970er-Jahren und weist sowohl die höchste Bebauungs- als auch Bewohnerdichte auf.



Wärmebedarf [kWh(th)/a]



Gebäudealtersklasse



Wärmeliniendichte im Untersuchungsgebiet [kWh(th)/m(Trasse)*a]

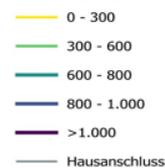


Abbildung 5-3 Wärmeliniendichte, Ortsteile Dies und Kirchähr

Den höchsten Wärmeverbrauch verzeichnet der Ortsteil Kirchähr. Dies ist vor allem auf das Karlshaus zurückzuführen, eine Jugendbegegnungsstätte mit über 100 Betten.

Ein weiterer Hotspot ist der Bereich Dies, der sowohl den historischen Ortskern als auch den ansässigen Gewerbebetrieb umfasst.

Aus den Analysen des Wärmetlas wurde abgeleitet, dass für eine gemeinsame Wärmeversorgung jeweils in den beiden kleineren Ortsteilen aufgrund des relativ niedrigen Wärmeverbrauchs keine wirtschaftliche Umsetzung zu erwarten ist. Stattdessen wurde es sich auf den Kernort konzentriert. Neben der Betrachtung des gesamten Kernorts wurde zusätzlich ein kleinere Netzgebiet im Bereich rund um die Bitzstraße herangezogen, das überwiegend eine ältere Bebauung aufweist. Somit kommt nach Analysen eine Dorfnahwärme für die gesamte Ortsgemeinde Gackebach nicht infrage.

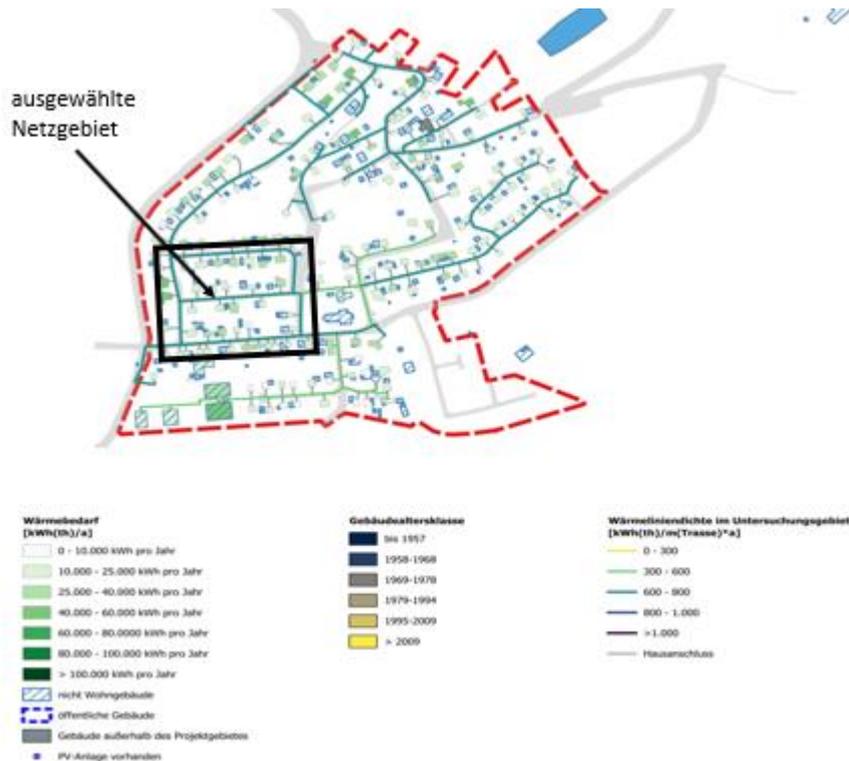


Abbildung 5-4 Wärmeliniendichte, ausgewählter Bereich Ortsgemeinde Gackebach.

5.5 Definition verschiedener Varianten und technischer Konzepte

Wie die Erfassung des IST-Zustandes in Form der Energie- bzw. CO₂-Bilanz gezeigt hat, basiert die heutige Wärmeversorgung in Gackebach vor allem auf fossilen Energieträgern.

In der Wärmewende werden die Wärmepumpen als wichtiger Baustein zur Dekarbonisierung angesehen. Insbesondere in der Wärmeversorgung von Gebäuden werden Verbrennungstechnologien, die mit hohen Temperaturen einhergehen, für die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser grundsätzlich hinterfragt. Stattdessen ist eine Elektrifizierung der Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen zu verzeichnen, die sich nicht auf den Neubau beschränkt, sondern auch im Gebäudebestand Einzug hält. Demnach wurde in der Basisvariante für eine neue, dezentrale Wärmeversorgung eine Luft/Wasser-Wärmepumpe betrachtet.

Eine gemeinsame Wärmeversorgung ermöglicht in einer kurzen Zeit viele fossile Wärmeerzeuger durch eine klimafreundliche Wärmeerzeugung zu ersetzen. Bis vor etwa fünf Jahren wurden zur Dorfnahwärmeversorgung oftmals warme Nahwärmenetze basierend auf Holz und teilweise in Verbindung mit einer Solarthermie-Freiflächenanlage realisiert. Mit der Wärmewende gewinnt inzwischen der Einsatz von Biomasse zunehmend an Bedeutung nicht nur für industrielle Hochtemperaturanwendungen, sondern insbesondere in der chemischen Industrie, sodass die Verfügbarkeit von biogenen Brennstoffen als begrenzte Ressource zur Gebäudewärmeversorgung in Zukunft fraglich ist. Aufgrund dessen wurde für eine neue gemeinsame Wärmeversorgung nicht nur eine warme Nahwärmeversorgung mit Holzhackschnitzeln sondern auch eine kalte Nahwärmeversorgung basierend auf Erdwärme untersucht.

Im Folgenden sollen die dezentralen und zentralen Versorgungskonzepte kurz vorgestellt werden, die die Vergleichsvarianten zur zukünftigen Versorgung Gackebachs mit emissionsarm erzeugter Raumwärme und Warmwasser darstellen und im Folgenden einer Wirtschaftlichkeitsberechnung nach der VDI 2067 unterzogen werden sollen:

- Basisvariante a: **dezentrale Luft/Wasser-Wärmepumpen**
- Basisvariante b: **dezentrale Luft/Wasser-Wärmepumpen** und Photovoltaikanlage zur anteiligen Eigenstromversorgung
- Variante 1: **zentrale warme Nahwärme** mit Holzhackschnitzelkessel
- Variante 2a: **zentrale kalte Nahwärmeversorgung** mit dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen und Photovoltaikanlagen. Als Umweltwärmequelle für das kalte Netz betrachten wir Erdwärmesondenfeld(er).
- Variante 2b: **zentrale kalte Nahwärmeversorgung** mit dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen und Photovoltaikanlage zur anteiligen Eigenstromversorgung. Als Umweltwärmequelle für das kalte Netz betrachten wir Erdwärmesondenfeld(er).

5.5.1 Basisvariante a/b - Dezentrale Luft/Wasser-Wärmepumpen

In der Basisvariante a/b wird angenommen, dass jedes Gebäude mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung ausgestattet wird, die um einen Elektroheizstab zur Spitzen- und Reservelastabdeckung ergänzt ist.

Bei der Basisvariante b ist außerdem eine Photovoltaikanlage zur anteiligen Eigenversorgung berücksichtigt. Sie ist entsprechend der geeigneten Dachfläche ausgelegt. In Abhängigkeit der definierten Gebäudetypen wurden passende PV-Anlagen als Überschusseinspeiseanlagen mit dem Solarkataster Rheinland-Pfalz¹² simuliert. Das Solarkataster Rheinland-Pfalz ist ein Online-Tool, mit dem eine erste Einschätzung vorgenommen werden kann, ob sich Dachflächen für Photovoltaik oder Solarthermie eignen. Der Solarstrom, der nicht im Eigenverbrauch zur Wärmegewinnung verwendet wurde, kann anteilig für den Allgemeinstrombedarf genutzt und der Stromüberschuss ins öffentliche Stromnetz eingespeist werden.

5.5.2 Variante 1- Warme Nahwärme

Bei zentralen warmen Nahwärmenetzen handelt es sich in der Regel um aktive gerichtete Netze. Hierbei speist ein zentrales Heizwerk mit einer zentralen Netzpumpe Wärme in ein gedämmtes Rohrnetz ein. Im vorliegenden Fall wurde die warme Nahwärme auf Basis von Holzhackschnitzeln untersucht. Über Hausanschlussleitungen (Vor- und Rücklauf) und dezentralen Wärmeübergabestationen gelangt die Wärme aus dem Netz zu den zu versorgenden Gebäuden.

Mit einer warmen Nahwärme, die die bereitzustellenden Wärmemengen ausschließlich auf Basis der Verbrennung von Holzhackschnitzeln gewinnt, gehen einige Nachteile einher. Unter dem

¹² <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/solarkataster/solarkataster-photovoltaik>

Gesichtspunkt der Energieeffizienz und der beschränkten Verfügbarkeit der Holzhackschnitzel auch vor dem Hintergrund der Dekarbonisierung der chemischen Industrie ist zu prüfen, ob die einzusetzenden Mengen des Brennstoffs nicht optimiert und somit der Einsatz des Energieträgers Holz reduziert und die Ressource geschont werden kann. Beispielsweise wäre eine Solarthermie-Freiflächenanlage denkbar. Eine ausreichend große Grundstücksfläche insbesondere für eine Freiflächenanlage zur Versorgung des Kernorts bzw. des untersuchten Teilgebiets ist nach einer derzeitigen Untersuchung nicht gegeben, weswegen eine Einbindung einer Solarthermie-Freiflächenanlage nicht weiterverfolgt wurde.

Darüber hinaus sind an dieser Stelle außerdem die auftretenden Netzverluste zu nennen. Bei einer Anschlussquote von 100 % im Kernort betragen die Netzverluste gemittelt über das Jahr ca. 25 %. Zur Kompensation dieser Wärmemengen muss in dieser Variante eine zusätzliche Menge des Energieträgers Holzhackschnitzel aufgewendet werden.

Die nun vorliegende Variante setzt als Basis auf die Komponenten einer klassischen warmen Nahwärme.

Der Aufbau eines Versorgungskonzepts basierend auf Holzhackschnitzeln besteht typischerweise aus einem Heizkessel, einem Brennstofflager, einem Transportsystem, einem Pufferspeicher und einem Aschebehälter. Der Heizkessel stellt den zentralen Bestandteil dar, in dem die Hackschnitzel verbrannt werden. Bei dem Brennstofflager kann es sich um einen Lagerraum oder einen Silo handeln, der zur Bevorratung der Hackschnitzel genutzt wird. Die Holzhackschnitzel können über eine Förderschnecke oder über ein Saugsystem transportiert werden, dass die Holzhackschnitzel automatisch in den Kessel befördern. Der Pufferspeicher speichert die überschüssige Wärme und kann somit zu einem optimierten Betrieb beitragen. Die Verbrennungsrückstände werden in einem Aschebehälter gesammelt und entleert.

Bei der Variante der warmen Nahwärme auf Basis von Holzhackschnitzel wird der Einsatz der Systemtechnik in der Heizzentrale eingeplant. Hierzu zählt eine Druckhaltung mit Pumpen, Ausdehnungsbehälter, Regelungstechnik, Sensorik, ein Stagnationsmanagement und ein Wärmespeicher (Meißner, 2022). In der Regel ist die Technik mit einer automatischen Regelung ausgestattet. Die modernen Steuerungssysteme ermöglichen eine optimierte Verbrennung und minimieren die Emissionen. Ein Feinstaubfilter reduziert die Feinstaubemissionen. Für die Steigerung der Effizienz kann Abwärme genutzt werden (Wärmerückgewinnung).

Bei der Auswahl der konkreten technischen Varianten soll auf emissionsarme Versorgungskonzepte zurückgegriffen werden, um das Nahwärmenetz möglichst klimafreundlich zu gestalten.

Netzauslegung und Positionierung der Heizzentrale

In dem Fall einer warmen Nahwärme speist ein zentraler Wärmeerzeuger Wärme in das gedämmte Rohrnetz (Strahlennetz) ein, das mit einer zentralen Pumpe betrieben wird (aktives Netz). Der Wärmeerzeuger befindet sich in einer Heizzentrale. Für die Standortfindung der zu errichtenden Heizzentrale müssen zunächst verfügbare und geeignete Flächen identifiziert werden, die bei einer späteren Umsetzung in Frage kommen können. Folgende Aspekte sind im Falle einer Konkretisierung für eine Standortbewertung aus planerischer Sicht zu betrachten:

- Verkehrsanbindung
- Städtebauliche Einbindung

- Beeinträchtigung Ortsstruktur/ Nachbarn
- Topografie (Lager Befüllung)
- Flächenangebot
- Erweiterungspotential
- Natürliches Gefährdungspotential

5.5.3 Variante 2a/2b - Kalte Nahwärme

In dieser Variante kommen eine Sole-/Wasser-Wärmepumpen zum Einsatz, diese nutzen jedoch nicht die Außenluft als Wärmequelle (vgl. Basisvariante a/b) sondern bekommen aus einem kalten Nahwärmenetz eine gute Wärmequelle geliefert. Hierzu sind bspw. Erdwärme und Abwasserwärme als gute Wärmequellen zu nennen, die ganzjährig eine höhere Quelltemperatur als die Außenluft, deren Temperatur im Jahresverlauf schwankt, bieten.

Ähnlich dem System der dezentralen Luft/Wasser-Wärmepumpen befinden sich die im Rahmen einer kalten Nahwärme genutzten Sole/Wasser-Wärmepumpen dezentral in den Gebäuden. Dem Konzept liegt die Annahme zugrunde, dass die dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen durch einen zentralen Betreiber oder durch die Anwohner betrieben werden. Die zuletzt genannte Konstellation eröffnet die Möglichkeit, dass die Nutzung von dezentral erzeugtem PV-Strom auf den Dächern der Anwohner zur Versorgung der Wärmepumpen genutzt werden kann (Variante 2b).

Ergänzt werden die Wärmepumpen, um eine weitere Komponente: das kalte Nahwärmenetz. Es verbindet die dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen mit dem Erdwärmesondenfeld.

Prinzipiell wird eine zentral erschlossene Wärmequelle (z. B. ein Erdwärmesondenfeld wie unten dargestellt) über ein kaltes Nahwärmenetz den Wärmepumpen in den Gebäuden zur Verfügung gestellt. Im Gegensatz zu einem warmen Nahwärmenetz (vgl. Variante 1) liegt in einem kalten Nahwärmenetz ein Temperaturniveau von ca. 10 bis 20 °C vor. Für das kalte Nahwärmenetz wird keine zentrale Netzpumpe vorgesehen, stattdessen werden die dezentralen Wärmepumpen mit ihren eigenen Solepumpen die benötigte Energie aus dem kalten Nahwärmenetz entnehmen, sodass es sich um ein passives Netz handelt (siehe Abbildung 5-5).

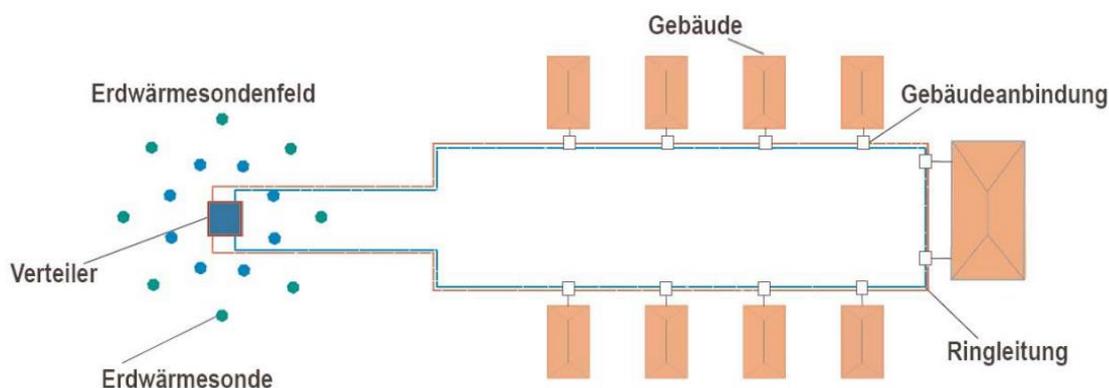


Abbildung 5-5 Anlagenschema zur kalten Nahwärme mit zentralem Erdwärmesondenfeld (Prof. Giel, 2017)

Im Gegensatz zu den klassischen warmen Nahwärmenetzen, die in der Regel ein zentraler Wärmeerzeuger einspeist (Strahlennetz) und die mit einer zentralen Pumpe betrieben werden, kommt im Falle einer kalten Nahwärme, ein Maschennetz zum Einsatz. Hierbei handelt es sich i. d. R. um eine Kombination aus dem Strahlen- und dem Ringnetz.

Bei dem Netz handelt es sich um ein Zwei-Leiter-System, bestehend aus einem Vor- und einem Rücklauf. Im Gegensatz zu gerichteten Netzen (aktiv), deren Medienfluss durch eine zentrale Förderpumpe bewirkt wird, nutzt die kalte Nahwärme ein gerichtetes, passives Netz. Hierbei wird keine zentrale Pumpe benötigt. Stattdessen sind es die dezentralen Wärmepumpen, die die Zirkulation sicherstellen.

Im Gegensatz zu einem „warmen Nahwärmenetz“, das mit größerer Länge auch höhere Wärmeverluste mit sich bringt, fungiert das Netz einer kalten Nahwärme selbst als Kollektor, der in der Jahresbilanz Wärmegewinne bringt. Dies bedeutet, dass neben dem Erdwärmesondenfeld auch das Netz thermisch im Gleichgewicht mit dem Erdreich steht und die Wärme der Umwelt aufnimmt. Eine größere Länge des Netzes bewirkt im Fall einer kalten Nahwärme also nicht zwingend eine Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit.

Erdwärmesondenfelder benötigen geeignete Flächen, die bestimmte geologische und technische Voraussetzungen erfüllen. Typischerweise kommen Freiflächen, wie z. B. öffentliche Grünflächen oder unbebaute Grundstücke mit ausreichend Platz für mehrere Erdwärmesonden infrage. Zudem können Gewerbe- und Industrieflächen mit großen Arealen, die eine hohe Wärmeleistung benötigen und Platz, für ein Erdwärmesonden bieten infrage kommen. Auch Grünflächen und Bereiche innerhalb von Wohnquartieren und Flächen öffentlicher Einrichtungen wie z. B. Spielplätze können in Betracht gezogen werden. Zudem können Parkplätze und Innenhöfe, also versiegelte Flächen für Erdwärmesonden genutzt werden, wenn keine tiefen Bauwerke vorhanden sind.

Als potenziellen Flächen für Erdwärmesonden kommen beispielsweise ein großes Spielplatzgelände der Ortsgemeinde, das sich in nördlicher Richtung an die Bitzstraße anschließt und östlich daran angrenzend eine unbebaute Grünfläche nach einer ersten Einschätzung des Bürgermeisters in Frage, wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

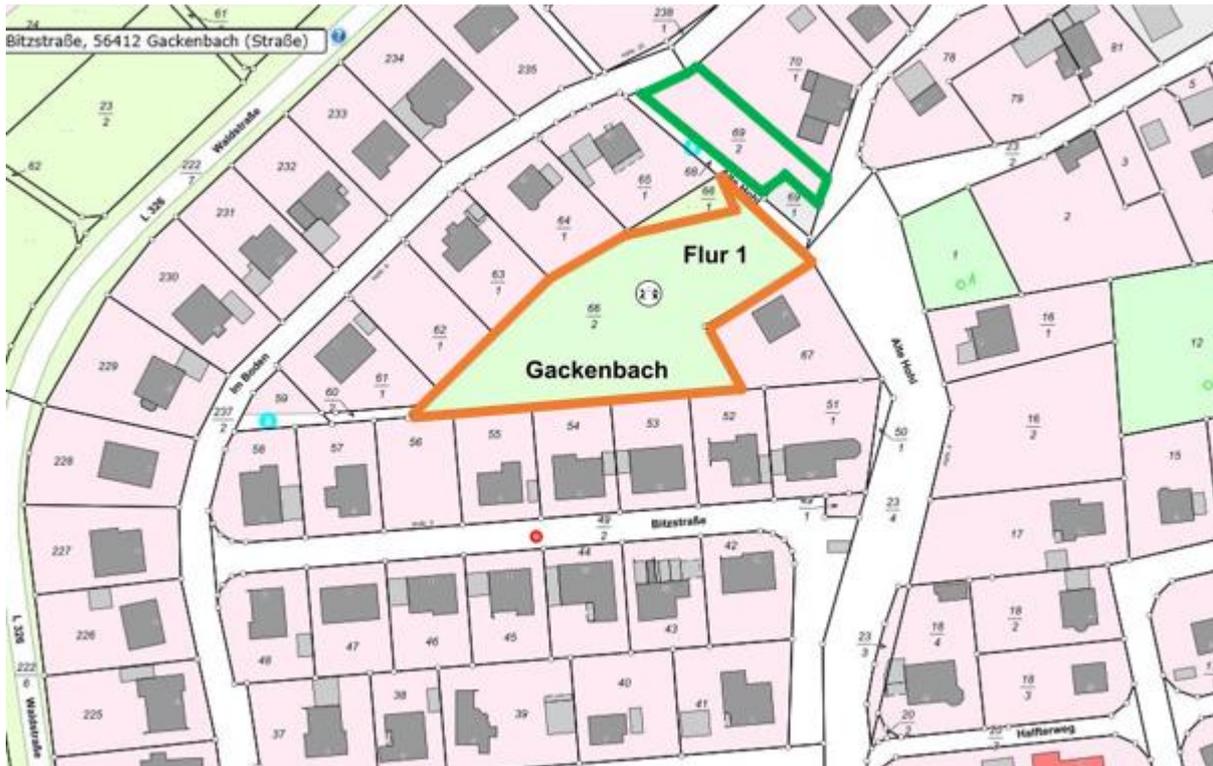


Abbildung 5-6 Potenzielle Flächen für Erdwärmesonden im Kernort (Quelle: ©GeoBasis-DE / LVermGeoRP (2025), dl-de/by-2-0, <http://www.lvermgeo.rlp.de> [Daten bearbeitet])

Der Spielplatz (orange umrandet) weist eine Fläche von ca. 2.800 m² auf und das unbebaute Grundstück (grün umrandet) ist ca. 1.000 m² groß.

Zudem muss eine Technikzentrale in der Größe einer Fertigarage errichtet werden, in der u. a. die Druckhaltung, Entlüftung und Nachspeisung sowie Messtechnik untergebracht wird.

5.5.4 Anschlussquote (AQ)

Neben Kennzahlen zur Wirtschaftlichkeit ist auch die zu erwartende Anschlussquote (AQ) der Gebäude in privater Hand ein wesentlicher Faktor. Dieser bestimmt maßgeblich die Umsetzbarkeit des Projekts in die Praxis. Die Anschlussquote bei kalten Nahwärmenetzen ist ein entscheidender Faktor für deren Wirtschaftlichkeit und Effizienz. Sie beschreibt den Anteil der Gebäude innerhalb eines Versorgungsgebiets, die tatsächlich an das Netz angeschlossen sind. Eine hohe Anschlussquote verbessert die Rentabilität des Systems, da die Fixkosten auf mehr Verbraucher verteilt werden können.

Um die Anschlussquote zu erhöhen, muss Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden, um die Bürger:innen zu den Themen Nahwärme und Klimaschutz zu sensibilisieren. Je mehr Haushalte sich an einem Nahwärmenetz beteiligen, desto günstiger wird es im besten Fall für den Einzelnen. Insbesondere für kleine Netzgebiete ist es eine entscheidende Größe, denn die Anzahl der anzuschließenden Gebäude entscheidet u. a. darüber, welches Förderprogramm in Anspruch genommen werden kann (vgl. Kapitel 5.8.1).

Für beide Netzgebiete wurde zunächst eine Anschlussquote von 100 % angesetzt. Da das Erreichen einer maximal möglichen Anschlussquote von 100 % jedoch als nicht realistisch betrachtet werden muss, wurde zusätzlich für das Teilgebiet „Bitzstraße“ eine Anschlussquote von 70 % in den Berechnungen zu Grunde gelegt (vgl. Kapitel 5.6).

5.5.5 Anpassungen am Heizsystem

In den Berechnungen wird in den Varianten mit einer dezentralen Wärmepumpe (Basisvariante und Variante 2a/2b) davon ausgegangen, dass die Heizsysteme in den Gebäuden mit einer geringeren Vor- und Rücklauftemperatur betrieben werden können. Je niedriger die Heizsystemtemperaturen sein können, desto effizienter können Wärmepumpen arbeiten. Es ist davon auszugehen, dass in den Bestandsgebäuden vor allem statische Heizflächen installiert sind, die meist mit 70 °C als Vorlauftemperatur arbeiten. Für einen möglichst effizienten Betrieb wird als Vorlauftemperatur max. 55 °C in den Berechnungen vorausgesetzt. Welche Maßnahmen zu einer Verringerung der Vorlauftemperatur beitragen, werden für die Raumheizung und Warmwasserbereitung nachfolgend beschrieben, können aber im Rahmen der hier angebotenen Studie nicht im Einzelnen quantifiziert werden.

Raumheizung

Hydraulische Abgleich

Ein hydraulischer Abgleich sorgt dafür, dass jeder Heizkörper die tatsächlich erforderliche Heizwassermenge erhält. Es werden dazu voreinstellbare Thermostatventile an den Heizkörpern benötigt, an denen der jeweilige Durchfluss eingestellt wird. Ohne einen solchen Abgleich könnten manche Heizkörper einen zu großen Volumenstrom erhalten, während andere unterversorgt wären. Neben der Komfortsteigerung stellt sich auch eine Energieeinsparung ein.

Einstellung der Heizkurve

Die Einstellung der Heizkurve gibt die Vorlauftemperatur abhängig von der Außenlufttemperatur vor. Oftmals wird nach der Installation eines Heizkessels die Heizkurve nicht auf das Heizsystem des Gebäudes angepasst, was unnötig hohe Vorlauftemperaturen zur Folge hat. Die Heizkurve sollte so eingestellt werden, dass bei einer möglichst niedrigen Vorlauftemperatur immer noch eine ausreichende Beheizung der Räume gegeben ist.

Heizkörper

Erfahrungsgemäß sind Heizkörper nach der Normheizlast ausgelegt und dadurch oftmals überdimensioniert. Aus dem Vergleich zwischen der erforderlichen Raumheizlast und der Wärmeleistung der installierten Heizkörper in dem jeweiligen Raum wird ermittelt, ob ggf. eine Überdimensionierung vorliegt. Trifft dies zu, kann für die jeweiligen Heizkörper bei einer geringere

Systemtemperatur, also 55 °C, die zugehörige Wärmeleistung ermittelt und mit der benötigten Raumheizlast verglichen werden. Falls die Heizkörperwärmeleistung nicht ausreicht, sollte der Heizkörper ausgetauscht werden (Quelle: (BWP (a), 2024)).

Trinkwarmwasserbereitung

Zur Erfüllung der hygienischen Anforderungen an die Trinkwarmwasserbereitung in einem Trinkwarmwasserspeicher werden Temperaturen von min. 60 °C benötigt. Mit einer elektrischen Nacherwärmung beispielsweise mittels nachgerüstetem Elektroheizstab im Trinkwarmwasserspeicher kann die Temperaturanforderung erreicht werden.

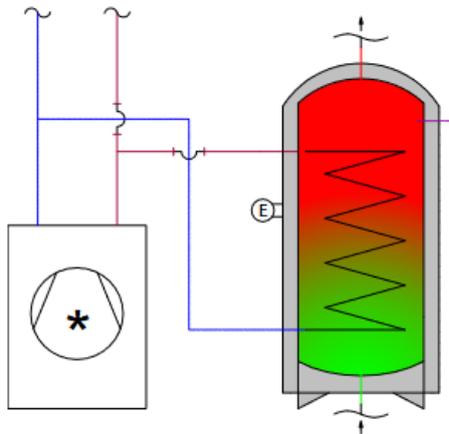


Abbildung 5-7 Schematische Darstellung der Trinkwarmwasserbereitung (Quelle: (BWP (b), 2024))

Alternativ wäre es möglich, die Trinkwarmwasserbereitung von der Raumheizung zu entkoppeln, indem zur Trinkwarmwasserbereitung eine Warmwasserwärmepumpe installiert wird. Sie nutzen die Raumluft z. B. eines Kellerraums als Wärmequelle.

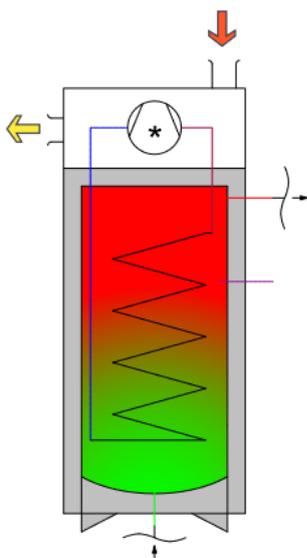


Abbildung 5-8 Schematische Darstellung der Trinkwarmwasserbereitung Warmwasserwärmepumpe mit Umluft (Quelle: (BWP (b), 2024)).

5.6 Darstellung der Wärmenetzvarianten

Nachfolgend wird eine Übersicht über die erstellten Nahwärmevarianten gegeben. Die Ergebnisse der Energiebilanz können Kapitel 5.7 entnommen werden.

5.6.1 Variante 1: warme Nahwärme mit einer Anschlussquote von 100 % für den Kernort

Im Falle der Versorgungsvarianten mit einer zentralen Netzinfrastruktur wurde die Ortsgemeinde Gackebach in einem ersten Schritt hinsichtlich des potentiellen Netzgebietes untersucht. Hierzu wurde die Wärmeliniendichte für eine Anschlussquote in Höhe von 100 % berechnet. Die Wärmeliniendichte im verlustfreien Zustand für eine Vollversorgung liegt bei ca. $600 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}_{\text{Trassea}})$. Dies ist ein Wert an der unteren Schwelle für ein Nahwärmenetz. Da ein Wärmeverbund für den gesamten Kernort unwahrscheinlich erscheint, ist eine Realisierung eines solchen als eher unwahrscheinlich zu bewerten. Aufgrund dessen wurde für diese Versorgungsvariante keine niedrigere Anschlussquote betrachtet.



Abbildung 5-9 Aufbau eines warmen Nahwärmenetzes (Variante 1) – Kernort; Ortsgemeinde Gackebach, veränderte Darstellung (SLP).

Ein potenzielles Netz, das die Versorgung des gesamten Kernort Gackebachs ermöglicht, weist ca. 7.050 m Netzlänge auf (ca. 4.550 m Hauptleitungen und ca. 2.500 m Hausanschlüsse).

5.6.2 Variante 2a/b mit einer 100 % Anschlussquote für den Kernort

Im Gegensatz zu einem „warmen Nahwärmenetz“, das mit größerer Länge auch höhere Wärmeverluste mit sich bringt, fungiert das Netz einer kalten Nahwärme selbst als Kollektor, der Wärmegewinne bringt. Dies bedeutet, dass das Netz thermisch im Gleichgewicht mit dem Erdreich steht und die Wärme der Umwelt aufnimmt.

So handelt es sich bei einem „kalten Nahwärmenetz“ um ein sogenanntes passives Maschennetz. Hierbei sollen beim Aufbau des Netzes möglichst viele Maschen gebildet werden. Dies geschieht mit dem Ziel, eine homogene Temperatur im System sicherzustellen. In dem passiven Netz ist keine zentrale Netzpumpe vorhanden. Stattdessen werden die dezentralen Wärmepumpen mit ihren eigenen Solepumpen die benötigte Energie aus dem kalten Nahwärmenetz entnehmen.

Ein kaltes Nahwärmenetz wurde für den Kernort Gackenbach entworfen.



**Abbildung 5-10 Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes (Variante 2a/2b) – Kernort; Ortsge-
meinde Gackenbach, veränderte Darstellung.**

Wegen des Maschennetzes ergibt sich für die kalte Nahwärme eine größere Länge der Haupttrasse von ca. 5.500 m im Vergleich zu einem Strahlennetz einer warmen Nahwärme bei gleicher Länge der Hausanschlüsse mit ca. 2.500 m.

5.6.3 Variante 2a/b mit einer Anschlussquote von 100 % und 70 % für das Teilgebiet „Bitzstraße“

Die Dimensionierung eines kalten Nahwärmenetzes ist ein komplexer Prozess, der verschiedene Faktoren berücksichtigt. Dazu gehören die Wärmequellen, die energetische Simulation und die Netzplanung. Die Wärmeliniendichte ist ein entscheidender Faktor bei der Planung eines kalten Nahwärmenetzes. Sie beschreibt die Menge an Wärmeenergie, die pro Länge des Netzes bereitgestellt wird. Eine hohe Wärmedichte bedeutet, dass viele Verbraucher auf engem Raum versorgt werden können, was die Wirtschaftlichkeit und Effizienz des Netzes steigern kann. In der Studie wurde ein Teilbereich ausgewählt, das die zuvor genannten Faktoren berücksichtigt.



Abbildung 5-11 Aufbau eines kalten Nahwärmenetzes (Variante 2a/2b) – Teilgebiet „Bitzstraße“; Ortsgemeinde Gackebach, veränderte Darstellung

Der ausgewählte Bereich weist eine Wärmelinienichte bei 100 % Anschlussquote (41 Gebäude) von ca. $935 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}_{\text{Trasse}} \text{ a})$. Bei einer Anschlussquote von 70 % wären etwa 28 Gebäude angeschlossen, was zu rund $770 \text{ kWh}_{\text{th}}/(\text{m}_{\text{Trasse}} \text{ a})$ führt.

Die genannten Flächen für die Erdwärmesondenfelder mit einer Fläche in Summe von ca. 3.800 m^2 wären für beide Anschlussquoten ausreichend (Kapitel 5.5.3.).

5.7 Energiebilanz

Erstellt wurden die Energiebilanzen für den Kernort mit einer 100%-Anschlussquote und dem Teilgebiet „Bitzstraße“ mit einer Anschlussquote von jeweils 100 % und 70 %. In der Energiebilanz sind die umgesetzten Energiemengen für die Varianten zur Wärmeversorgung aufgeführt.

Tabelle 5-1 Energiebilanz der Wärmeversorgung der gesamten Ortsgemeinde (100 %- Anschlussquote)

Energiebilanz (Werte gerundet) Kernort Gackenbach		Basisvariante a	Basisvariante b	Variante 1	Variante 2a	Variante 2b
		L/W-WP	L/W-WP Photovoltaik	warme Nahwärme HHS	Kalte Nahwärme S/W-WP	Kalte Nahwärme S/W-WP Photovoltaik
Gebäudeanzahl	Stck.	185	185	185	185	185
Wärmeleistung	kW _{th}	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200
Wärmeleistung inkl. Netzverluste und Gleichzeitigkeit	kW _{th}			1.300		
Jahreswärmeverbrauch	kWh _{th} /a	3.880.000	3.880.000	3.880.000	3.880.000	3.880.000
Jahreswärmeverbrauch inkl. Netzverluste	kWh _{th} /a			4.850.100		
Stromverbrauch Wärmepumpe *	kWh _{el} /a	1.435.600	1.435.600		970.000	970.000
Solarstrom für Wärmepumpe **	kWh _{el} /a		399.700		0	291.000
Netzstrom für Wärmepumpe	kWh _{el} /a	1.435.600	1.035.900		970.000	679.000
Holz hackschnitzelverbrauch	Sm ³			7.400		
Hilfsenergieverbrauch Strom	kWh _{el} /a			73.700	8.700	8.700

Für die Untersuchung des Teilgebiets „Bitzstraße“ wurde aufgrund des kleineren Versorgungsgebiets nur die Varianten, die auf der Wärmepumpentechnologie beruhen, betrachtet. Wie aus der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Kernort (vgl. Kapitel 5.8.8) hervorgeht, erscheint eine warme Nahwärmeversorgung für Gackenbach als nicht zielführend.

Tabelle 5-2 Energiebilanz der Wärmeversorgung - Teilgebiet (100 %-Anschlussquote)

Energiebilanz (Werte gerundet) Teilgebiet „Bitzstraße“		Basis-	Basis-	Variante	Variante
		variante a	variante b	2a	2b
		L/W-WP	L/W-WP Photovol- taik	Kalte Nah- wärme S/W-WP	Kalte Nah- wärme S/W-WP Photovol- taik
Gebäudeanzahl	Stck.	41	41	41	41
Wärmeleistung	kW _{th}	530	530	530	530
Jahreswärmeverbrauch	kWh _{th} /a	950.000	950.000	950.000	950.000
Stromverbrauch Wärmepumpe	kWh _{el} /a	280.700	280.700	189.700	189.700
Solarstrom für Wärmepumpe	kWh _{el} /a	0	79.700	0	56.900
Netzstrom für Wärmepumpe	kWh _{el} /a	280.700	201.000	189.700	132.800

Tabelle 5-3 Energiebilanz der Wärmeversorgung Teilgebiet (70 %-Anschlussquote)

Energiebilanz (Werte gerundet) Ortsgemeinde Gackenbach		Basis-	Basis-	Variante	Variante
		variante a	variante b	2a	2b
		L/W-WP	L/W-WP Photovol- taik	Kalte Nah- wärme S/W-WP	Kalte Nah- wärme S/W-WP Photovol- taik
Gebäudeanzahl	Stck.	28	28	28	28
Wärmeleistung	kW _{th}	360	360	360	360
Jahreswärmeverbrauch	kWh _{th} /a	650.000	650.000	650.000	650.000
Stromverbrauch Wärmepumpe	kWh _{el} /a	191.600	191.600	129.400	129.400
Solarstrom für Wärmepumpe	kWh _{el} /a	0	54.400	0	38.800
Netzstrom für Wärmepumpe	kWh _{el} /a	191.600	137.200	129.400	90.600

5.8 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgt in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 (VDI, 2012) und der Afa-Tabelle (Bundesministerium der Finanzen, 2000). Zur Abschätzung der Investitionskosten wurden Richtpreise bei führenden Herstellern angefragt und plausibilisiert sowie durch eigene Annahmen und Erfahrungswerte ergänzt. Die jährlichen Wärmegestehungskosten wurden aus den Kapital-, Verbrauchs- und Betriebskosten bestimmt. Hier erfolgt eine rein (voll)kostenbasierte Betrachtung. Sie kann entsprechend der Umsetzung aktualisiert werden, sodass sich daraus bei genauerer Definition des Betriebsmodells eine Preisgestaltung entwickeln lässt.

Zu Beginn sollen die erweiterten Rahmenbedingungen erläutert werden, die diesen Berechnungen zu Grunde liegen.

5.8.1 Förderkulisse

Für die Ermittlung der Investitionskosten wurden folgende Förderprogramme in die Betrachtung miteinbezogen:

Bundeförderung effiziente Gebäude Einzelmaßnahmen (BEG EM)

Für den Austausch einer vorhandenen Wärmeerzeugungsanlage in bestehenden Gebäuden gegen eine Wärmepumpe kann die „Bundeförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen“ herangezogen werden (BEG-EM, 2023), in der im Zuge des novellierten Gebäudeenergiegesetzes die Förderung für den Heizungstausch geändert wurde. Für Wohn- und Nichtwohngebäude gelten die gleichen Förderbedingungen. Die Förderung erfolgt als nicht rückzahlbarer Investitionszuschuss und kann um einen zinsgünstigen Ergänzungskredit erweitert werden. Während Privatpersonen und Unternehmen einen Förderantrag bei der KfW bereits stellen können, ist es für Kommunen voraussichtlich ab November 2024 möglich.

An die Wärmepumpen werden technisch einzuhaltende Mindestanforderungen gestellt, die u. a. die Effizienznachweise und die jahreszeitbedingte Raumheizungs-Energieeffizienz betreffen. Der Fördersatz für den Einbau einer Wärmepumpe beläuft sich auf 30 % der förderfähigen Ausgaben. Ein Effizienzbonus in Höhe von 5 % kann für Wärmepumpen, die als Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser nutzen oder mit einem natürlichen Kältemittel arbeiten, beantragt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit einen Klimageschwindigkeits-Bonus einzubeziehen, wenn es sich um eine selbstgenutzte Wohneinheit handelt, die vorhandene Wärmeerzeugungsanlage seit min. 20 Jahre in Betrieb ist und nach dem Austausch keine fossile Energie genutzt wird. Der Bonussatz ist degressiv gestaltet. Bis zum 31.12.2028 beträgt er 20 % und fällt bis zum 3.1.12.2036 auf 8 % ab. Ein Einkommens-Bonus in Höhe von 30 % wird für selbstnutzende Eigentümer:innen bis zu einem zu versteuernden Haushaltsjahreseinkommen von 40.000 € gewährt. Bis zu 70 % wird die Zuschussförderung für private Selbstnutzer gedeckelt.

Darauf basierend, wird in der Basisvariante für den Austausch gegen eine Luft/Wasser-Wärmepumpe in den Bestandswohngebäuden ein Fördersatz von 30 % und in der Variante 2b für den Austausch gegen eine Sole/Wasser-Wärmepumpe ein Fördersatz von 35 % kalkuliert. Ein Klimageschwindigkeits-Bonus und ein Einkommens-Bonus bleiben wegen fehlender Kenntnisse

unberücksichtigt. Für die kommunalen Liegenschaften wird in der Basisvariante ebenfalls ein gesamter Fördersatz von 30 % und in Variante 2b von 35 % zu Grunde gelegt.

Das BEG EM Heizung versteht kalte Nahwärme als netzgebundene Wärmequelle für eine Sole/Wasser-Wärmepumpe. Der Fördersatz für die Sole/Wasser-Wärmepumpen beläuft sich auf 30 %. Die Wärmepumpe wird allerdings als „Anschluss an ein Wärmenetz“ gefördert, wodurch der Effizienzbonus von 5 % entfällt.

Neben den jeweiligen Fördersätzen sind die förderfähigen Ausgaben von Nichtwohngebäuden gestaffelt nach der Nettogrundfläche begrenzt. Die Fördersumme ist auf einen Höchstbetrag begrenzt, der sich aus der Nettogrundfläche berechnet.

Fachplanung und Baubegleitung wird mit einem Fördersatz von 50 % bezuschusst, wobei die förderfähigen Ausgaben max. 5 €/m² Nettogrundfläche und insgesamt max. 20.000 € begrenzt sind.

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)

Ein Förderweg ergibt sich mit der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), welche am 15.09.2022 in Kraft getreten ist. Eine kalte Nahwärmeversorgung mit min. 17 angeschlossenen Gebäuden wird im Rahmen der BEW als Gebäudenetz bezuschusst.

Die Förderung wird als nicht rückzahlbarer Zuschuss von bis zu 40 % der förderfähigen Investitionskosten gestaltet. Die exakte Förderhöhe wird auf Basis einer zu berechnenden Wirtschaftlichkeitslücke bestimmt. Fällt die Wirtschaftlichkeitslücke im Einzelfall geringer aus, sinkt in der Folge auch die Förderquote ab. Die exakte Höhe der Wirtschaftlichkeitslücke und der Förderung ist im weiteren Verlauf des Projekts zu prüfen. Hochrechnungen aus vergleichbaren Projekten zeigen jedoch, dass mit einer hohen Förderquote zu rechnen ist. Daher wird in der vorliegenden Machbarkeitsstudie mit dem maximalen Fördersatz von 40 % kalkuliert.

Die Varianten 2a und 2b unterscheiden sich durch unterschiedliche Förderstrategien. Diese sind auf unterschiedliche Konstellationen bei der Umsetzung zurückzuführen, da die Wahl des zukünftigen Betriebsmodells zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend geklärt ist.

- Bei der Variante 1 liegt die Förderquote bei 40 % nach BEW Modul 2. Die Förderung der Planung erfolgt nach BEW Modul 1. Die Förderquote liegt bei 50 %.
- Varianten 2a unterliegt der Annahme, dass der Netzbetreiber sowohl das Netz der kalten Nahwärme (inkl. Erdwärmesonden bzw. Brunnenanlage) als auch die dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen in den Gebäuden betreibt. Dies schließt die Nutzung von Strom aus, der durch die lokalen PV-Anlagen auf den Dächern der Gebäude der Bestandsgebäude erzeugt wird. Daraus ergibt sich eine Förderung der Erdwärmesonden, des Netzes und der Wärmepumpen in Höhe von bis zu 40 % (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze: Förderquote nach Wirtschaftlichkeitslückenberechnung auf 40 % gedeckelt).
- In Varianten 2b stellt der Netzbetreiber nur das Netz der kalten Nahwärme (inkl. Erdwärmesonden) als Wärmequelle zur Verfügung. Die Sole/Wasser-Wärmepumpen werden durch die Gebäudeeigentümer:innen angeschafft und betrieben (siehe Abschnitt BEG EM). In dieser Konstellation kann der lokal erzeugte PV-Strom für den Betrieb der

Wärmepumpen genutzt werden. Daraus ergibt sich eine Förderung des Erdwärmesondenfeldes und des Netzes in Höhe von bis zu 40 % (Bundesförderung für effiziente Wärmenetze: Förderquote nach Wirtschaftlichkeitslückenberechnung auf 40 % gedeckelt).

Modul 1 „Machbarkeitsstudie“

In diesem Modul werden eine Machbarkeitsstudie (bzw. eine Aktualisierung vorhandener Untersuchungen) sowie die Erstellung von Test-Erdwärmesonde(n) (Probebohrungen) und deren Vermessung ((geo)thermal response test (TRT)) gefördert. Weiter werden Planungsleistungen bis zur Leistungsphase HOAI 4 gefördert. Die Förderquote beträgt bis zu 50 %.

Modul 2 „Umsetzung – systemische Förderung“

Die systemische Förderung umfasst alle Umsetzungsmaßnahmen von der Erzeugung über die Verteilung und Übergabe, die zur Dekarbonisierung und Effizienzsteigerung beitragen. Darin sind Planungsleistungen entsprechend der Leistungsphasen 5 bis 8 der HOAI für die Umsetzung ebenfalls enthalten.

Der Förderantrag ist vor dem Vorhabenbeginn zu stellen. Der Abschluss eines der Ausführung zuzurechnenden Lieferungs- oder Leistungsvertrags stellt den Vorhabenbeginn dar. Planungs- und Beratungsleistungen dürfen vor der Beantragung erbracht werden. Mit dem Förderantrag ist u. a. eine Machbarkeitsstudie mit vorgegebenem Inhalt vorzulegen. Spätestens vor der Leistungsphase 5 „Ausführungsplanung“ empfiehlt sich die Antragstellung.

Der Bewilligungszeitraum beläuft sich auf 48 Monate ab Erlass des Zuwendungsbescheids. Eine Verlängerung um bis zu 24 Monate kann beantragt werden. Die Realisierung einer kalten Nahwärmeversorgung von der Planung bis zur Inbetriebnahme muss zeitlich gut getaktet sein, um das System innerhalb von drei bis vier Jahren teils parallel zur Bebauung umzusetzen.

5.8.2 Rahmenbedingungen

Neben der Minderung von Emissionen spielt auch die Frage der Wirtschaftlichkeit insbesondere für die Akzeptanz der Umsetzung eine wichtige Rolle.

Die Berechnung der Jahresvollkosten (einschließlich der Abschreibungen) erfolgt in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), 2012). Sie beinhalten folgende Kostengruppen:

- kapitalgebundene Kosten zur Finanzierung der Investitionen (z. B. Wärmeerzeuger, Heizzentrale etc.) inkl. Planungskosten
- verbrauchsgebundene Kosten (z. B. Strom, Brennstoffe, Hilfsenergie für Pumpen etc.)
- betriebsgebundene Kosten für den laufenden Betrieb der Anlagen (z. B. Wartung, Instandhaltung, Emissionsmessungen etc.)

5.8.3 Bestimmung der verbrauchsgebundenen Kosten

In den vergangenen Jahren beherrschte kaum ein Thema die öffentliche Diskussion so sehr, wie die Frage, wie die Wärmeversorgung sichergestellt werden kann. Von den Verwerfungen auf den Energiemärkten sind aber nicht nur Gaskunden betroffen. So verteuerten sich im Sog des Krieges auch andere Energieträger wie Heizöl, Holz hackschnitzel oder der Netzstrom. Gackebach mit seiner stark durch Heizöl geprägten Beheizungsstruktur zeigt sich in diesem Bereich zum heutigen Tag sehr vulnerabel.

Welche Auswirkungen sind im Kontext der dynamischen Preisentwicklung für Energie nun für das vorliegende Konzept zu erwarten? Teil der nach der Richtlinie VDI 2067 zu berechnenden Vollkosten sind unter anderem die verbrauchsgebundenen Kosten, die die Energiekosten der einzelnen Versorgungsvarianten abbilden. Sie werden mit Hilfe des Jahresenergiebedarfs und der Brennstoff- bzw. Energiepreise berechnet. Bei der hier verwendeten Methode handelt es sich um ein statisches Kostenberechnungsverfahren, das zukünftige Preisänderungen nicht berücksichtigen kann. Die Abschreibungszeiträume zur Berechnung der annuisierten Kapitalkosten der Investitionsgüter reichen jedoch bis hin zu wenigen Dekaden.

Die Abschätzung zukünftiger Energiepreise ist mit einer großen Unsicherheit behaftet, u. a. ist die CO₂-Bepreisung nur bis zur Einführung eines marktbasiereten Emissionshandelssystem ab dem Jahr 2027 bekannt, sowie die Prognosen zur CO₂-Preisentwicklung. Grundlage der Wirtschaftlichkeitsberechnung sind die heutigen Energiepreise. Der Verbrauchskostenanteil der Jahreskosten gibt einen Hinweis, wie stark die jeweilige Variante von Preisänderungen betroffen ist.

In der Folge sollte der Sensitivitätsanalyse bezüglich einer Variation der Energiepreise eine besondere Beachtung geschenkt werden. Die folgende Übersicht zeigt die in den Berechnungen verwendeten Energiepreise:

Energieträger und Preise:

- Hackschnitzel der Qualitätsklasse A1: 4,28 ct/kWh_{th}¹³ (brutto)
- Konventioneller Strom (netzbezogen): 22,00 ct/kWh_{el} (brutto)
- Dezentraler PV-Strom Stromgestehungskosten:
 - Kernort Gackebach (vgl. Kapitel 5.8.5) 15,00 ct/kWh_{el} (brutto)
 - Teilgebiet Gackebach (vgl. Kapitel 5.8.5) 13,40 ct/kWh_{el} (brutto)

5.8.4 Bestimmung der betriebsgebundenen Kosten

Die Instandhaltung und Wartung von warmen Nahwärmenetzen umfassen verschiedene Maßnahmen, um einen effizienten und zuverlässigen Betrieb sicherzustellen. Die Kosten für Instandhaltung und Wartung eines kalten Nahwärmenetzes hängen von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Größe des Netzes, die verwendete Technik und die lokalen Gegebenheiten.

¹³ plausibilisierter Erfahrungswert

Basisvariante a/b - Luft/Wasser-Wärmepumpen

Instandhaltung L/W-Wärmepumpen ca. 190 €/a bis 260 €/a (brutto)

Variante 1 - Warme Nahwärme

Wartung und Instandhaltung

Nahwärmenetz	25.000 €/a (brutto)
Holz hackschnitzelkessel	10.200 €/a (brutto)
Hausübergabestation, gesamt	11.700 €/a (brutto)
Mess- und Regelungstechnik	1.600 €/a (brutto)

Verwaltungskosten

Verwaltungskosten 30.000 €/a (brutto)

Personalkosten

Personalkosten Holz hackschnitzelkessel ca. 18.000 €/a (brutto)

Variante 2a/2b - Kalte Nahwärme

Verwaltungskosten	ca. 11.900 €/a (brutto)
Personalkosten	ca. 9.500 €/a (brutto)
Wartung und Instandhaltung kaltes Nahwärmenetz	ca. 2.400 €/a (brutto)
Instandhaltung S/W-Wärmepumpen	ca. 220 €/a bis 260 €/a (brutto)

5.8.5 Bestimmung der spez. Stromgestehungskosten der Photovoltaikanlagen

Die Photovoltaikanlagen werden insofern in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eingebunden, indem spezifische Stromgestehungskosten bestimmt werden, mit denen der Eigenverbrauch des Solarstroms für den Wärmepumpenbetrieb bewertet wird. Der zusätzliche Nutzen, dass auch ein Teil des Allgemeinstroms mit Solarstrom gedeckt werden kann, wird nicht wirtschaftlich bewertet. Die Ermittlung der spezifischen Stromgestehungskosten erfolgt in einem Zwischenschritt der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Da für den Betrieb der Wärmepumpen keine Batterie erforderlich ist, wurden die Stromgestehungskosten ohne Investitionskosten für eine Batterie berechnet.

Eine Förderung der Photovoltaik erfolgt insofern, dass die überschüssigen Strommengen über das EEG vergütet werden, was Teil der individuellen Investitionsentscheidung sein dürfte.

Die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlagen stellt sich insbesondere durch eine Eigenstromnutzung und der damit verbundenen geringeren Bezugsmenge aus dem Netz dar. Dieser Effekt wird durch die Wärmepumpe deutlich gesteigert.

Der wirtschaftliche Vorteil entspricht der Differenz zwischen dem Strompreis eines Wärmepumpentarifs (Arbeitspreis im Wärmepumpentarif und den Stromgestehungskosten der PV-Anlagen des substituierten Stroms).

Bei der Betrachtung des Kernorts mit einer Anschlussquote von 100 % konnten Stromgestehungskosten der PV-Anlagen (gewichteter Mittelwert über alle Anlagentypen hinweg) von 12,6 ct/kWh_{el} netto des substituierten Stroms und bei der Betrachtung des Teilgebiets mit 100 % und 70 % von 13,4 ct/kWh_{el} netto ermittelt werden.

Die Nutzung des PV-Stroms in den Wärmepumpen wurde nicht in allen Varianten berücksichtigt. Dies betrifft die Basisvariante a und Variante 2a. Variante 2a unterliegt der Annahme, dass der Netzbetreiber sowohl das Netz der kalten Nahwärme (inkl. Erdwärmesonden) als auch die dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen in den Gebäuden betreibt. Dies schließt die Nutzung von Strom aus, der durch die lokalen PV-Anlagen auf den Dächern der Gebäude erzeugt wird.

Allen Gebäudetypen wurde unabhängig von der Art und dem Betrieb der Wärmepumpe eine Photovoltaikanlage zu Grunde gelegt.

Tabelle 5-4 Kostenschätzung PV-Anlagen für den Kernort Gackebach mit einer Anschlussquote von 100 %

Kostenschätzung Photovoltaik Kernort Gackebach		EFH bis 1957	EFH von 1958-1968	EFH von 1969 bis 1978	EFH von 1979 bis 1994	EFH von 1995 bis heute	EFH nach 2009	RH bis 1957	RH von 1958 bis 1968	RH von 1995 bis heute
Elektrische Leistung PV	kW _p	8	11	18	7	6	5	8	6	14
Investitionskosten gesamt zzgl. MwSt.	€	9.500	13.900	23.100	9.200	7.700	6.200	10.100	7.900	17.300
Rechnerische Lebensdauer PV-Anlage	a	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Kalkulationszinssatz	%	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Kapitalkosten zzgl. MwSt.	€/a	640	930	1.550	620	520	420	680	530	1.160
Betriebskosten zzgl. MwSt.	€/a	190	280	460	180	150	120	200	160	350
Jahreskosten zzgl. MwSt.	€/a	830	1.210	2.010	800	670	540	880	690	1.510
Jährliche Stromerzeugung	kWh _{el} /a	7.400	9.400	14.300	7.100	5.000	4.300	7.200	6.200	13.000
spez. PV-Stromgestehungskosten inkl. MwSt.	ct/kWh _{el}	13	15	17	13	16	15	14	13	14

Tabelle 5-5 Kostenschätzung PV-Anlagen für den Kernort Gackebach mit einer Anschlussquote von 100 % (Fortführung Tabelle 5-4)

Fortführung Tabelle 5-4		MFH bis 1957	MFH von 1958 bis 1968	MFH von 1979 bis 1994	MFH 1995 bis nach 2009	Dorfge- meinschafts- haus	Gewerbe	
Elektrische Leistung PV	kW _p		16	22	18	12	5	45
Investitionskosten gesamt zzgl. MwSt.	€		19.900	27.600	23.100	15.400	5.800	56.700
Rechnerische Lebensdauer PV-Anlage	a		20	20	20	20	20	20
Kalkulationszinssatz	%		3	3	3	3	3	3
Kapitalkosten zzgl. MwSt.	€/a		1.340	1.860	1.550	1.030	390	3.810
Betriebskosten zzgl. MwSt.	€/a		400	550	460	310	120	1.130
Jahreskosten zzgl. MwSt.	€/a		1.740	2.410	2.010	1.340	510	4.940
Jährliche Stromerzeugung	kWh _{el} /a		13.300	17.100	15.000	10.000	4.100	39.600
spez. PV-Stromgestehungskosten inkl. MwSt.	ct/kWh _{el}		16	17	16	16	15	15

5.8.6 Bestimmung der annuisierten Kapitalkosten

Der Wirtschaftlichkeitsvergleich der Versorgungsvarianten soll mittels annuisierten Vollkosten erfolgen. Hierfür wurde die Richtlinie VDI 2067 herangezogen. Sie behandelt die Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Die zu bestimmenden Kosten gliedern sich hierbei in kapitalgebundene Kosten, bedarfsgebundene Kosten, betriebsgebundene Kosten und sonstige Kosten (z.B. Versicherung oder Steuern). Zur Bestimmung der kapitalgebundenen Kosten wurden die Investitionskosten mit Hilfe der rechnerischen Nutzungsdauern und den entsprechenden Annuitätenfaktoren annuisiert. Die bei der Berechnung genutzten Faktoren können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 5-6 Abschreibungszeiträume der Systemkomponenten der Vergleichsvarianten

Allgemein	
Zinssatz	3 %
Vergleichsvariante	Abschreibungszeitraum
Basisvariante a/b- Luft/Wasser-Wärmepumpe	
Luft/Wasser-Wärmepumpe	18 Jahre
Variante 1 – warme Nahwärme	
Holzhackschnitzelkessel	15 Jahre
Heizölkessel (Reserve)	15 Jahre
Netz (Erdarbeiten und gedämmte Leitungen)	40 Jahre
Übergabestationen	20 Jahre
Grundstück Heizzentrale	50 Jahre
Heizzentrale	20 Jahre
Pufferspeicher	20 Jahre
Variante 2a/2b - kalte Nahwärme	
Sole/Wasser-Wärmepumpe	20 Jahre
Erdwärmesonden	30 Jahre
Probebohrung	30 Jahre
Netz (Erdarbeiten und Leitungen)	40 Jahre
Energiezentrale	20 Jahre
Messtechnik	15 Jahre

5.8.7 Bestimmung der Investitionskosten

Die Investitionskosten enthalten die dezentralen Wärmepumpen einschließlich Zubehör, Einbindung und Planung. Die Beantragung eines Investitionskostenzuschusses ist für die Basisvariante a/b im Rahmen des BEG möglich.

Die Investitionskosten für eine warme Nahwärme umfassen das Netz der warmen Nahwärme, die Netzpumpen, die Hausübergabestationen, den Holzhackschnitzelkessel und das Heizhaus inkl. Brennstofflager, den Pufferspeicher und die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik und die Planung. Berücksichtigt in der Aufstellung der Investitionskosten der warmen Nahwärme sind auch die Fördermittel nach BEW.

Die Investitionskosten der Variante 2a/2b umfassen das Netz der kalten Nahwärme, die zu installierenden Erdwärmesonden und die gebäudeseitigen Installationen bis zum Wärmeerzeuger. Für Variante 2a können Fördermittel nach BEW berücksichtigt werden, angenommen wird das der Betreiber das Netz und die Wärmepumpen betreibt. Bei Variante 2b hingegen wird das kalte Nahwärmenetz mit allen Netzkomponenten und die Erdwärmesonden von einem Betreiber betrieben. Die Sole/Wasser-Wärmepumpen befinden sich im Besitz der Gebäudeeigentümer:innen. Somit kann ein Investitionskostenzuschuss für das kalte Nahwärmenetz nach BEW und eine Förderung der Wärmepumpe nach BEG berücksichtigt werden. Die Investitionskosten der Variante 2a und 2b sind deckungsgleich. Durch die Betreibermodelle ergeben sich unterschiedliche Zuschüsse. Diese werden im Jahreskostenvergleich annuisiert und als Kapitalkosten nach VDI 2067 dargestellt.

Die abgeschätzten Investitionskosten inkl. Planungskosten für die Wärmeversorgung beruhen u. a. auf Richtpreisangeboten und eigenen Erfahrungswerten. Die Netzkosten der Varianten 2a und 2b sind deckungsgleich. Die folgende Tabelle zeigt die Kosten mit Berücksichtigung der variantenspezifischen Fördermittel.

Tabelle 5-7 Investitionskostenschätzung für den Kernort der Ortsgemeinde Gackenbach mit einer Anschlussquote von 100 %

Investitionskosten und Fördermittel (Werte gerundet und inkl. MwSt.)	Basisvariante a		Basisvariante b		Variante 1		Variante 2a		Variante 2b	
	€	Dez. L/W-Wärmepumpen (BEG)	€	Dez. L/W-Wärmepumpen (BEG)	€	warme Nahwärme (BEW)	€	kalte Nahwärme (BEW)	€	Kalte Nahwärme (BEW: EWS + Netz, BEG: WP)
Luft/Wasser-Wärmepumpen	€	7.130.000		5.990.000						
Sole/Wasser-Wärmepumpen	€							4.500.000		4.500.000
Kaltes Nahwärmenetz	€							4.310.000		4.310.000
Erdwärmesonden	€							2.340.000		2.340.000
Technische Anlagen	€							119.000		119.000
Messtechnik	€							59.500		59.500
warmes Nahwärmenetz	€					9.990.000				
Hausübergabestationen	€					1.170.000				
Heizhaus	€					910.000				
Holz hackschnitzelkessel	€					510.000				
Konventionelle Heiztechnik	€					547.400				
Elektroinstallation	€					107.100				
Planungskosten	€	74.600		74.600		2.650.000		401.700		401.700
Summe	€	7.204.600		6.064.600		15.884.500		11.730.200		11.730.200
Fördermittel BEG	€	1.820.000		1.820.000						1.380.000
Eigenanteil nach Abzug BEG	€	5.384.600		4.244.600						7.480.500
Fördermittel BEW	€					6.460.000		4.710.200		2.870.633
Eigenanteil nach Abzug BEW	€					9.420.000		7.020.000		7.480.000

Tabelle 5-8 Investitionskostenschätzung des Teilgebiets der Ortsgemeinde Gackebach mit einer Anschlussquote von 100 %

Investitionskosten und Fördermittel (Werte gerundet und inkl. MwSt.)	€	Basisvariante a	Basisvariante b	Variante 2a	Variante 2b
		Dez. L/W-Wärmepumpen (BEG)	Dez. L/W-Wärmepumpen (BEG)	kalte Nahwärme (BEW)	Kalte Nahwärme (BEW: EWS + Netz, BEG: WP)
Luft/Wasser-Wärmepumpen	€	1.640.000	1.640.000		
Sole/Wasser-Wärmepumpen	€			990.500	990.500
Kaltes Nahwärmenetz	€			568.500	568.500
Erdwärmesonden	€			355.800	355.800
Technische Anlagen	€			77.400	77.400
Messtechnik	€			17.900	17.900
Planungskosten	€	20.000	20.000	132.800	132.800
Summe	€	1.660.000	1.660.000	2.140.000	2.140.000
Fördermittel BEG	€	500.000	500.000		303.000
Eigenanteil nach Abzug BEG	€	1.160.000	1.160.000		1.840.000
Fördermittel BEW	€			860.000	460.000
Eigenanteil nach Abzug BEW	€			1.280.000	1.380.000

Tabelle 5-9 Investitionskostenschätzung des Teilgebiets der Ortsgemeinde Gackebach mit einer Anschlussquote von 70 %

Investitionskosten und Fördermittel (Werte gerundet und inkl. MwSt.)	Basisvariante a Dez. L/W-Wärmepumpen (BEG)	Basisvariante b Dez. L/W-Wärmepumpen (BEG)	Variante 2a kalte Nahwärme (BEW)	Variante 2b Kalte Nahwärme (BEW: EWS + Netz, BEG: WP)
Luft/Wasser-Wärmepumpen	€ 1.120.000	1.120.000		
Sole/Wasser-Wärmepumpen	€		676.100	676.100
Kaltes Nahwärmenetz	€		469.800	469.800
Erdwärmesonden	€		201.100	201.100
Technische Anlagen	€		77.400	77.400
Messtechnik	€		17.900	17.900
Planungskosten	€ 10.000	10.000	121.600	121.600
Summe	€ 1.130.000	1.130.000	1.560.000	1.560.000
Fördermittel BEG	€ 340.000	340.000		206.800
Eigenanteil nach Abzug BEG	€ 790.000	790.000		1.350.000
Fördermittel BEW	€		630.000	360.000
Eigenanteil nach Abzug BEW	€		930.000	990.000

5.8.8 Variantenvergleich der Vollkosten zur Wärmeversorgung

Auf den zuvor genannten Grundlagen basiert die Berechnung der jährlichen Gesamtkosten für die Wärmeversorgung. Sie werden als Summe für den Kernort und das Teilgebiet „Bitzstraße“ mit einer Anschlussquote von 100 % und 70 % einschließlich der gesetzlichen Mehrwertsteuer angegeben. Im Variantenvergleich ist zu beachten, dass es sich um eine reine Vollkostenberechnung handelt.

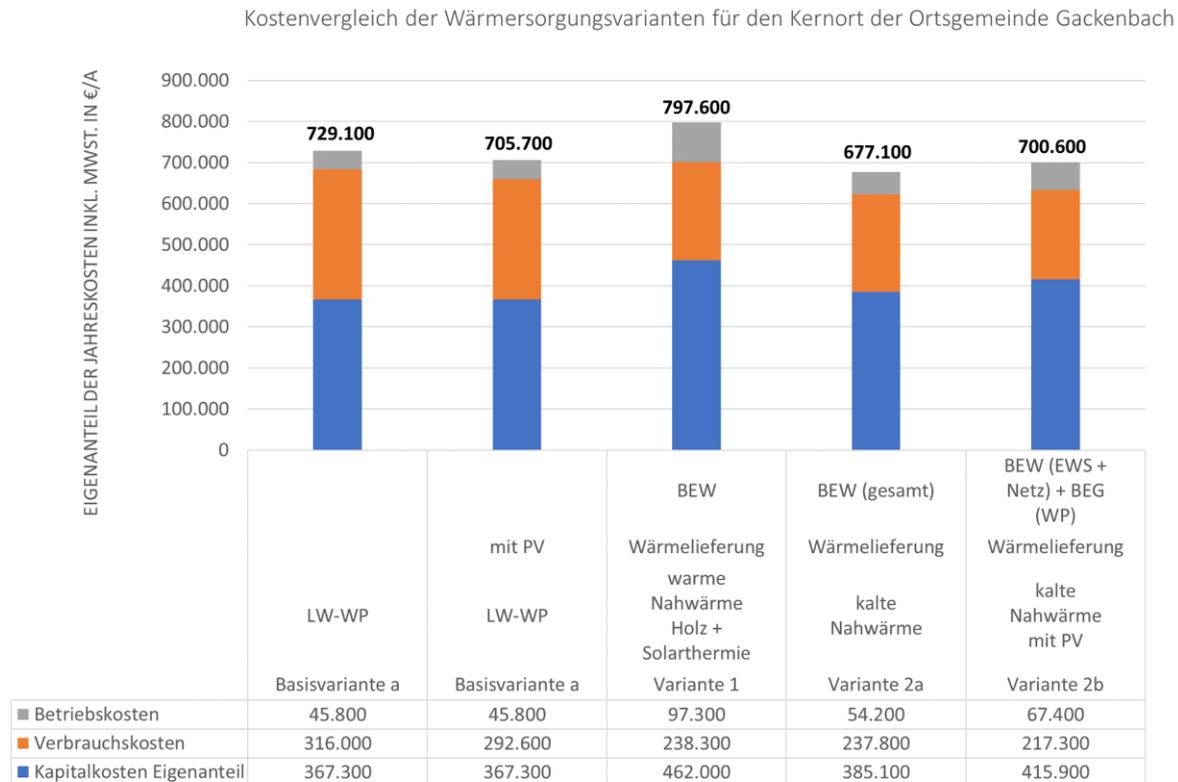


Abbildung 5-12 Jahresgesamtkosten der Wärmeversorgung für den Kernort mit einer Anschlussquote von 100 %

Die Jahreskosten der Varianten sind nur indirekt vergleichbar. Die Basisvariante a/b und Variante 2a/2b sind in der Lage, sowohl Wärme als auch Kälte bereitzustellen. Eine kalte Nahwärme bietet mit der Möglichkeit einer Kühlung einen kostenfreien Mehrwert. Soll der gleiche Komfort wie in der Basisvariante a/b und Variante 2a/2b bereitgestellt werden, muss mit erheblichen Mehrkosten gerechnet werden.

Für die Basisvarianten und die kalten Nahwärmevarianten ist zu beachten, dass am Heizsystem der Gebäude Anpassungen für den Einsatz einer dezentralen Wärmepumpe (Basisvariante a/b und Variante 2a/2b) notwendig sind, die nicht kostenseitig enthalten sind.

Die Jahreskosten aller Varianten liegen in einer ähnlichen Größenordnung und weichen maximal um ca. 7 % voneinander ab. Die Variante 2a weist ca. mit 677.100 €/a (kalte Nahwärme) die geringsten und die Variante 1 mit 797.600 €/a (warme Nahwärme) die höchsten Jahreskosten auf.

Es ist zu beachten, dass es sich bei der hier gewählten Darstellung um einen reinen Vollkostenvergleich handelt. Etwaige zusätzliche Preisbestandteile, die aufgrund des Geschäftsmodells des Netzbetreibers entstehen, werden nach der VDI 2067 nicht berücksichtigt.

Eine Umsetzung der Variante 1, deren Investitionskosten nach „BEW – Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ förderfähig sind, erscheint schwierig (keine Kühlung, Holz als begrenzte Ressource, Treibhausgasemission durch Verbrennung des Holzes, hohe Netzverluste). Zudem ist eine Prognose des Holzpreises schwierig. Die Verluste im warmen Nahwärmenetz liegen bei kalkulatorisch 25 %, die mit einer großen Menge des Energieträgers kompensiert werden müssen. Darüber hinaus muss ein Heizhaus errichtet werden, das regelmäßig Brennstoffanlieferungen erhält. Im Zuge der Energiewende wird die Nachfrage nach Biomasse weiter steigen, sodass es fraglich ist, ob Holzhackschnitzel für die Dauer von 15 Jahren den derzeitigen Brennstoffpreis halten werden. Wegen der zunehmenden Nachfrage der begrenzt verfügbaren Ressource hat sich die Bundesregierung in der nationalen Biomassestrategie das Ziel einer nachhaltigen Biomasseerzeugung und -nutzung gesetzt (BMEL, 2024). Die Leitprinzipien sehen eine Priorisierung der stofflichen Nutzung zur langfristigen Bindung der enthaltenen Kohlenstoffe sowie eine Mehrfachnutzung durch eine Kreislaufführung in Wiederverwertungsprozessen vor. Aus diesen Gründen sollte schon heute die Zukunftsfähigkeit dieses Systems mitgedacht werden. So wird das gedämmte Wärmenetz über eine Dauer von 40 Jahren abgeschrieben. Für den Biomassekessel wird hingegen ein Abschreibungszeitraum von 15 Jahren angesetzt. Nach dieser Zeit müsste erneut die Frage nach der Wahl des Wärmeerzeugers gestellt werden. Aufgrund der voranschreitenden Wärmewende ist es wahrscheinlich, dass ein Wechsel hin zu zentralen Großwärmepumpen vollzogen werden müsste. Damit einhergehend müsste erneut die Frage einer effizienten Wärmequelle thematisiert werden. Aufgrund dessen wurde diese Versorgungsvariante für den Ortskern als Untersuchungsgebiet nicht betrachtet.

Die Basisvariante (dezentrale L/W-WP) stellt die Vergleichsvariante dar. Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde eine „Bundesförderung für effiziente Gebäude – BEG“ berücksichtigt.

Die Variante 2a/2b (EWS-Feld, kalte Nahwärme und dezentrale S/W-WP) wurde bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, mit unterschiedlichen Fördermöglichkeiten berechnet. Die Variante 2a greift die „BEW - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ auf. Die Variante 2b nutzt die Förderung „BEW - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ für das EWS-Feld und das Netz. Die dezentralen Wärmepumpen im Eigentum der Gebäudebesitzer werden von den Gebäudebesitzern betrieben, die im Rahmen der BEG gefördert werden. Eine kalte Nahwärme bietet mit der Möglichkeit einer Kühlung einen kostenfreien Mehrwert.

Kostenvergleich der Wärmersorgungsvarianten für das Teilgebiet "Bitzstraße" in Gackebach - Anschlussquote 100 %

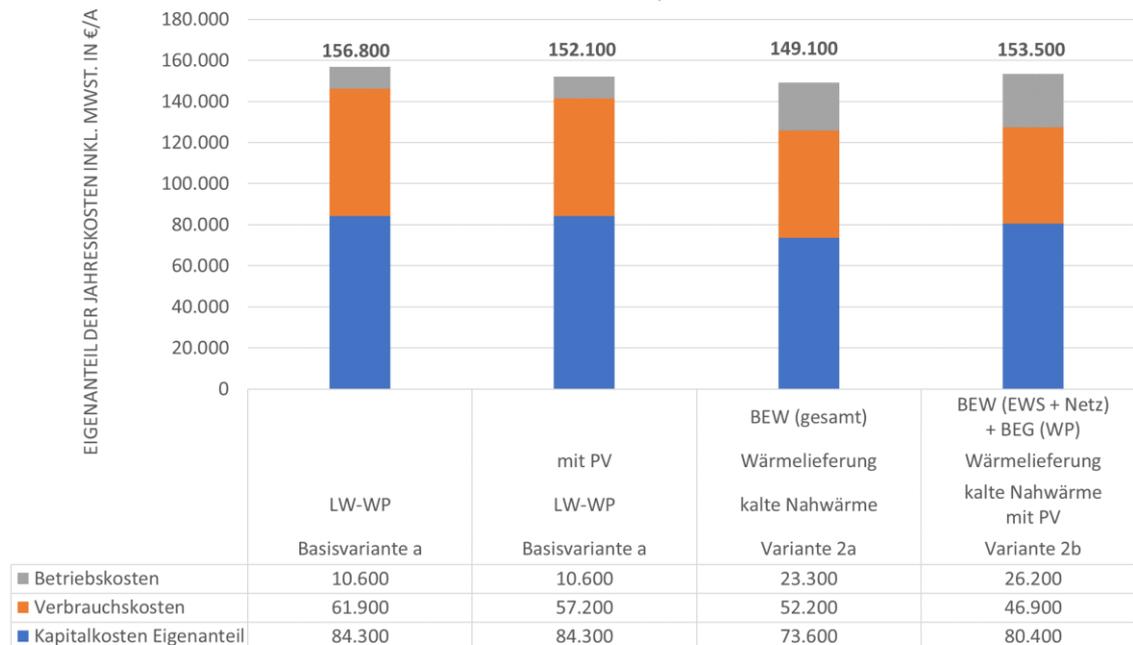


Abbildung 5-13 Jahresgesamtkosten der Wärmeversorgung für das Teilgebiet mit einer Anschlussquote von 100 %

Der Kostenvergleich des Teilgebiets mit einer Anschlussquote von 100 % zeigt, dass die Kapitalkosten der einzelnen Varianten auf demselben Niveau liegen, bis auf Variante 2a, dort sind geringere Kapitalkosten zu verzeichnen aufgrund des Betriebsmodells und der damit einhergehend höheren Förderquote. Die Verbrauchskosten der kalten Nahwärme fallen im Vergleich zur Basisvariante aufgrund des geringeren Netzstrombezugs geringer aus. Bei einem Vergleich der Verbrauchskosten der Varianten 2a und 2b zeigt sich, dass aufgrund der Einbindung von PV die Verbrauchskosten verringert, jedoch durch die Anschaffung der Sole/Wasser-Wärmepumpe seitens der Gebäudeeigentümer:innen der Eigenanteil der Kapitalkosten erhöht ist (geringere Förderung). Trotz der Unterschiede in den einzelnen Kostenpunkten liegen die Jahreskosten aller Varianten in einem vergleichbaren Bereich und weichen um bis zu 5 % voneinander ab.

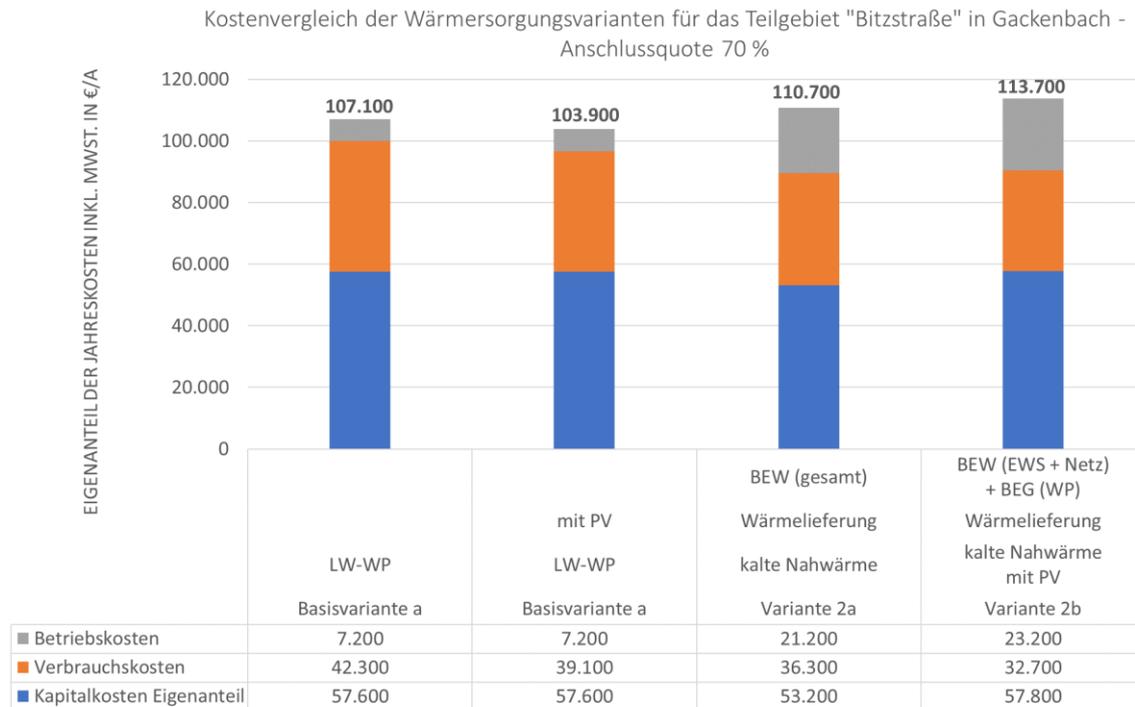


Abbildung 5-14 Jahresgesamtkosten der Wärmeversorgung für das Teilgebiet mit einer Anschlussquote von 70 %

Werden 70 % als Anschlussquote zu Grunde gelegt, erscheinen die Jahreskosten einer kalten Nahwärmeversorgung tendenziell etwas höher als die Jahreskosten dezentraler Luft/Wasser-Wärmepumpen. Es zeigt, wie wichtig eine möglichst hohe Anschlussquote für ein kleineres Versorgungsgebiet ist. Im Vergleich der Anschlussquoten wird deutlich, dass sich die Kosten der Infrastruktur einer kalte Nahwärme kaum ändern und somit bei weniger Anschlüssen die Kapital- und Betriebskosten kaum verringern.

5.9 CO₂e-Emissionsbilanz

Grundlage der ökologischen Bewertung stellt die Energiebilanz dar, die im Vorangegangenen bereits vorgestellt und erläutert wurde.

Für die Szenarien zur Wärmeerzeugung werden die vorgegebenen CO₂e-Emissionsfaktoren der Energieträger herangezogen.

- Konventioneller Strom (netzbezogen): 0,56 kg CO₂-Äquivalente pro kWh
- Erneuerbarer Strom lokal (Photovoltaik): 0,00 kg CO₂-Äquivalente pro kWh
- Holz: 0,02 kg CO₂-Äquivalente pro kWh

Mit Zunahme der erneuerbaren Energien im Netzstrom (Ökostrom derzeit ca. 30 g/kWh) ist eine Emissionseinsparung im Vergleich zu heute mit der Wärmepumpentechnologie um nahezu 100 % möglich. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die CO₂e-Emissionen der untersuchten Versorgungsvarianten. Verglichen mit der derzeitigen Wärmeerzeugung im Bestand ist es mit allen Vergleichsvarianten möglich, eine drastische Reduktion klimaschädlicher Treibhausgasemissionen (CO₂e) zu ermöglichen. Die niedrigsten Treibhausgasemissionen können mit einer kalten Nahwärmeversorgung erreicht werden.

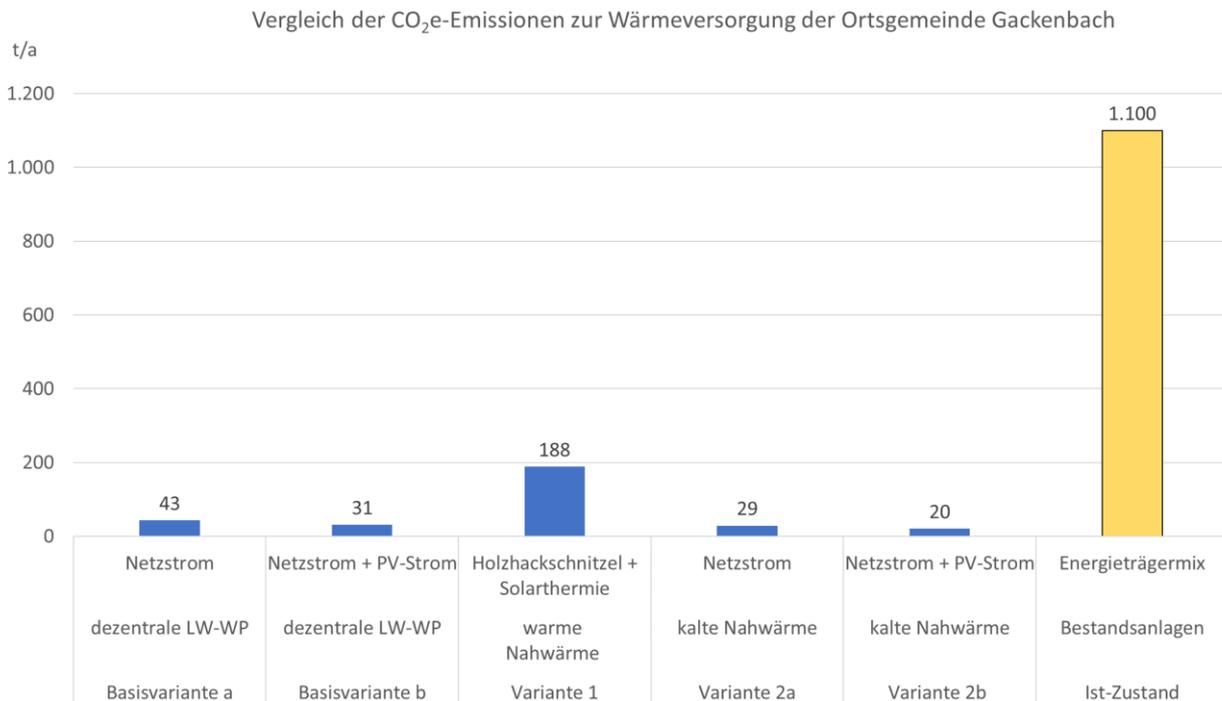


Abbildung 5-15 Vergleich der CO₂e-Emissionen für den gesamten Kernort mit 100 % Anschlussquote

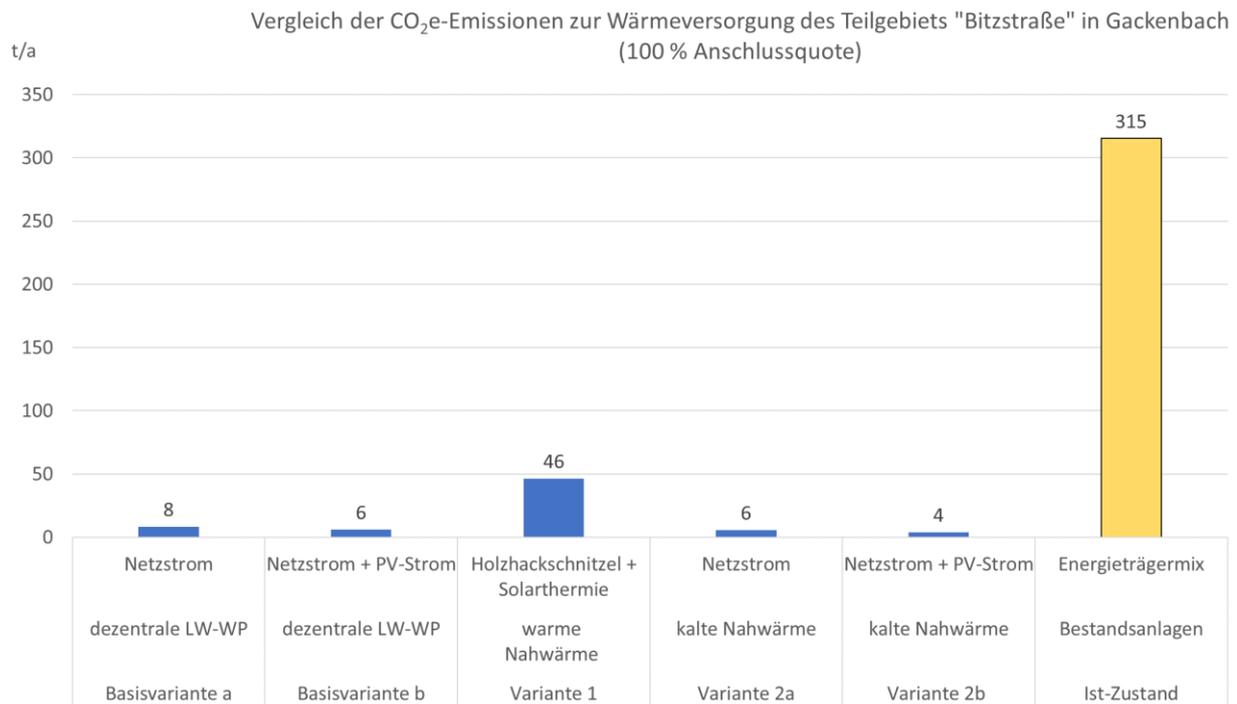


Abbildung 5-16 Vergleich der CO₂e-Emissionen für das Teilgebiet „Bitzstraße“ mit 100 % Anschlussquote

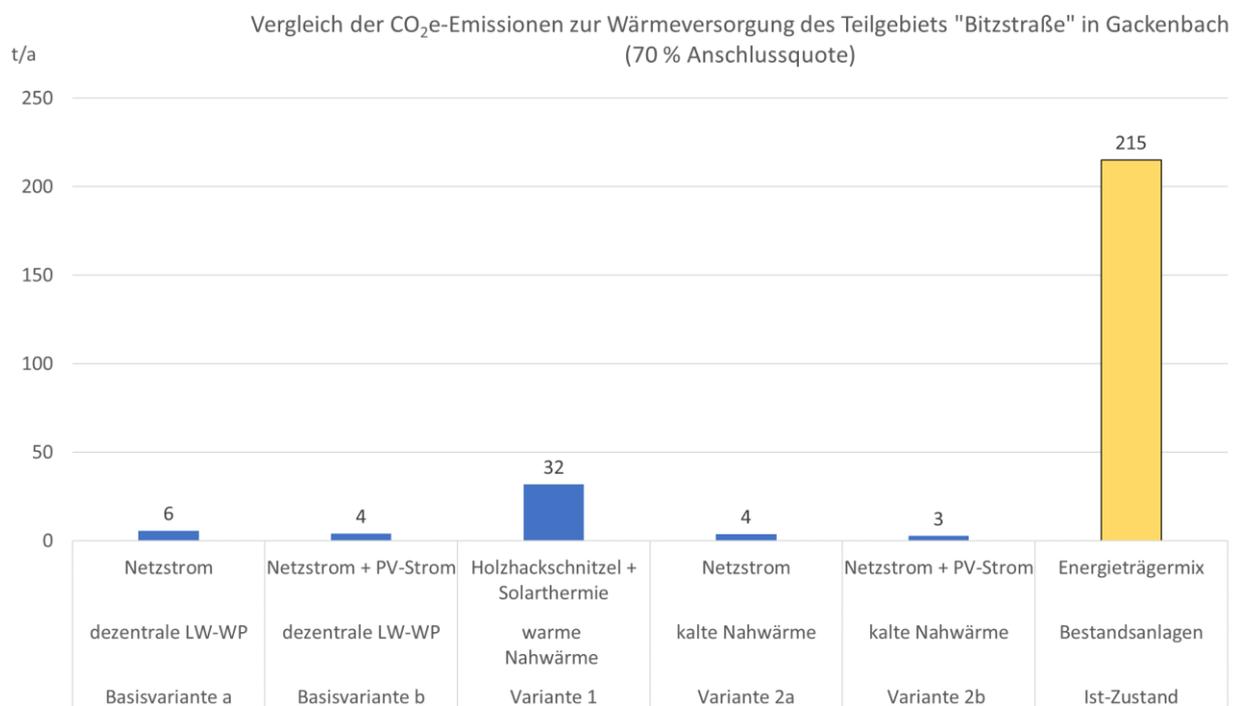


Abbildung 5-17 Vergleich der CO₂e-Emissionen für das Teilgebiet „Bitzstraße“ mit 70 % Anschlussquote

5.10 Zusammenfassung

Die Wärmewende ist noch nicht soweit fortgeschritten wie die Stromwende. Laut des dena-Gebäudereports (dena, 2023) ist der Energieverbrauch in den Gebäuden kaum zurückgegangen. Gleichzeitig wird überwiegend fossile Energie zur Wärmeherzeugung in den Gebäuden genutzt. Wichtige Einflussfaktoren können in diesem Zusammenhang in dem Bereitstellen von Raumwärme und Warmwasser für die privaten Haushalte identifiziert werden. Wichtige Standbeine zur Dekarbonisierung des Sektors Gebäude können in einem vermehrten Einsatz von Wärmepumpen, dem Ausbau der Wärmenetze und in einer erhöhten Energieeffizienz des Gebäudebestandes gesehen werden.

Ausgehend vom Erheben des IST-Zustandes, der sich stark fossil geprägt zeigt, sollte die Ortsgemeinde Gackebach technologieoffen hinsichtlich eines Wärmeversorgungskonzepts untersucht werden. Der Untersuchungsraum zeichnet sich durch Wohnbebauung mit einer ländlichen Prägung aus und weist individuelle Eigenheiten bezüglich der Eigentumsstruktur oder der Struktur der Wärmeverbraucher auf.

Untersucht wurden neben zwei dezentralen Varianten (Basisvariante Luft/Wasser-Wärmepumpe ohne und mit dezentralem PV-Strom) unterschiedliche Konfigurationen von Wärmenetzen. Hierunter befindet sich ein klassischer warmer Ansatz auf Basis von 100 % Holzhackschnitzeln (Variante 1). Ergänzt wird die Untersuchung um eine zukunftsweisende Konfiguration auf Basis von Wärmepumpen. Hierbei handelt es sich hierbei um eine kalte Nahwärme mit dezentralen Sole/Wasser-Wärmepumpen (Variante 2) mit den Untervarianten ohne und mit dezentralem PV-Strom.

Als Netzgebiet wurde zwischen dem Kernort und einem Teilgebiet „Bitzstraße“ unterschieden. Neben einer 100 % Anschlussquote wurde für ein realistisches Szenario 70 % als Anschlussquote angesetzt. Bei der Betrachtung der Energiebilanz zeigt sich die Stärke der Versorgungsvarianten basierend auf Wärmepumpen hinsichtlich der Energieeffizienz. So braucht eine kalte Nahwärme die geringsten Strommengen, um den benötigten Jahreswärmeverbrauch bereitzustellen. Es folgen die Luft/Wasser-Wärmepumpen. Die höchsten Gesamtenergieverbräuche zeigt die warme Nahwärme auf Basis von Holzhackschnitzeln, die vor allem auf die Netzverluste in Höhe von ca. 25 % zurückgeführt werden.

Auf Basis der Energiebilanz wurde eine Vollkostenrechnung in Anlehnung an die VDI 2067 durchgeführt. Dem Konzept liegt das derzeitige Preisniveau zugrunde. Die hiermit einhergehenden Unsicherheiten sollten bei der Betrachtung der folgenden Zahlen berücksichtigt werden. Aus diesem Grund sollte der Sensitivitätsuntersuchung der Versorgungsvarianten bezüglich der Vulnerabilität im Hinblick auf die Verbrauchskosten eine besondere Beachtung im Abwägungsprozess geschenkt werden.

Während in der Betrachtung des Kernorts mit 100 % als Anschlussquote die Jahreskosten der untersuchten Varianten annähernd vergleichbar sind, stellt sich für ein kleineres Versorgungsgebiet mit einer realistischeren Anschlussquote von 70 % eine dezentrale Wärmeversorgung mit Luft/Wasser-Wärmepumpe tendenziell etwas kostengünstiger dar.

Aus den Erkenntnissen, die durch den Vergleich der Wärmeversorgungsvarianten entstanden sind liegt die Strategie darin, den Ort nicht mit einem warmen oder kalten Nahwärmenetz sondern mit dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen zu versorgen.

Die Wärmepumpentechnologie in Verbindung mit Photovoltaikanlagen ermöglicht, einen großen Teil des Energiebedarfs mit lokalen, erneuerbaren Energien zu decken. Mit Zunahme des batterieelektrischen Fahrens kann ein E-Auto als zusätzlicher Speicher für selbsterzeugten Solarstrom genutzt werden, indem bei bidirektionalem Laden nicht nur der mobile Speicher geladen sondern auch der Strom aus dem E-Auto ins Hausnetz eingespeist wird. Zusammen mit einem Energiemanagementsystem ist eine Sektorenkopplung in Gebäude (Wärmepumpe, Photovoltaik und E-Auto) möglich, um einen möglichst hohen Eigenverbrauch des selbsterzeugten Solarstroms zu erzielen.

6 Schwerpunktuntersuchung „nachhaltige Mobilität“

Gackenbach liegt abseits der Hauptverkehrsachsen und ist lediglich über vier Bushaltestellen an das ÖPNV-Netz angebunden. Dennoch zieht der Ort durch seine hohe Anzahl an Arbeitsplätzen sowie die touristische Infrastruktur täglich Besucher an. Die Gestaltung der Ortsdurchfahrt ist stark auf den Autoverkehr ausgerichtet und weist nur wenige strukturierende Elemente wie Grünflächen oder Fahrbahnverschwenkungen auf.



Abbildung 6-1 Ortsdurchfahrt Kirchstraße und Gelbachstraße

In den Wohngebieten hingegen sind verkehrsberuhigende Maßnahmen vorhanden.



Abbildung 6-2 Verkehrsberuhigende Straßenraumgestaltung und Fußverkehrsinfrastruktur

6.1 Bestandsanalyse

6.1.1 Fuß- und Radverkehr

Innerhalb der Ortslage sind kurze Wege vorhanden, die ein großes Potenzial zur Verkehrsvermeidung bieten. Die gesamte Ortslage ist fußläufig in maximal fünf Minuten erreichbar. Wichtige Einrichtungen wie Schule, Kindergarten, Seniorheim und Bäckerei in Hörbach sind jeweils in höchstens zehn Minuten zu Fuß erreichbar. Für die Ortsteile Kirchähr und Dies hingegen sind die Wege deutlich länger und steiler. Zudem ist die Fahrradinfrastruktur in diesen Bereichen unzureichend ausgebaut.

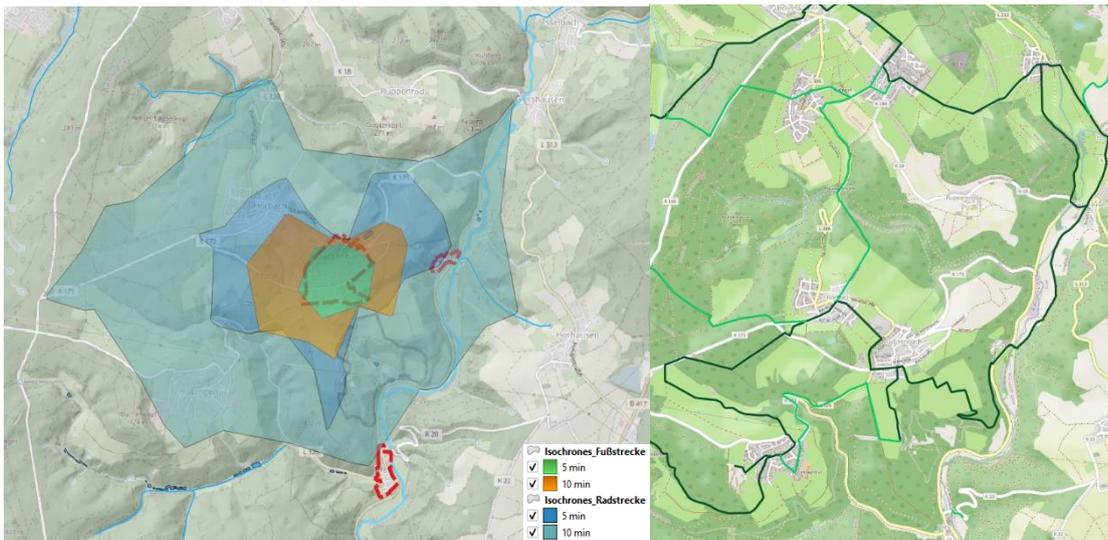


Abbildung 6-3 Ausschnitt des beschilderten Radroutennetz in und um Gackebach

In Gackebach gibt es derzeit rund 7,6 Kilometer ausgeschilderte Radroute, darunter Teilstrecken der Buchfinken-Gelbach-Tour, die sich im Ortszentrum kreuzen und das touristische Potenzial des Ortes hervorheben. Die bestehende Routenführung umfasst:

- 500 Meter innerörtlich entlang der Bergstraße, Kirchstraße und Wildparkstraße
- 1,5 Kilometer außerörtlich an der K 171, L 325 und L 326
- 4,5 Kilometer auf Wald- und Wirtschaftswegen

Aufgrund der Entfernung zu den umliegenden Zentren bleibt der Alltagsradverkehr jedoch gering. Mit dem Fahrrad erreicht man Montabaur und Nassau in etwa 50 Minuten und Diez in rund einer Stunde.

6.1.2 ÖPNV

Tagsüber ist die ÖPNV-Erreichbarkeit in Gackebach durch die Buslinien gewährleistet, während sie abends und am Wochenende eingeschränkt ist.

Anbindung Gackebach:

- 23 Fahrten pro Tag (Linien 458/963) nach Montabaur und Hübingen

Anbindung Dies/Kirchhähr:

- 7 Fahrten pro Tag (Linie 458) nach Montabaur und Laurenburg



Abbildung 6-4 ÖPNV-Infrastruktur in Gackebach

6.1.3 MIV

Gackebach ist ein autoaffines Dorf, was sich durch die Kfz-Statistik widerspiegelt¹⁴. Im Jahr 2024 waren 567 Fahrzeuge in Gackebach gemeldet, was einer Quote von 1.029 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner entspricht – deutlich höher als der Durchschnitt in Rheinland-Pfalz (634/1.000) und im Westerwaldkreis (667/1.000). Zudem steigt der Anteil an Elektroautos in Gackebach.

Die vorliegenden Daten zur Verkehrsbelastung deuten auf einen insgesamt mäßigen Durchgangsverkehr hin. Am höchsten ist die Verkehrsbelastung an der L 325 (640 Kfz/Tag) in Dies und Gackebach. In der Hauptortslage verteilen sich die Verkehrsströme zwischen der K 172 und der L 326.

¹⁴ Quelle: Kreisverwaltung des Westerwaldkreises, Führerschein und Kfz-Zulassung

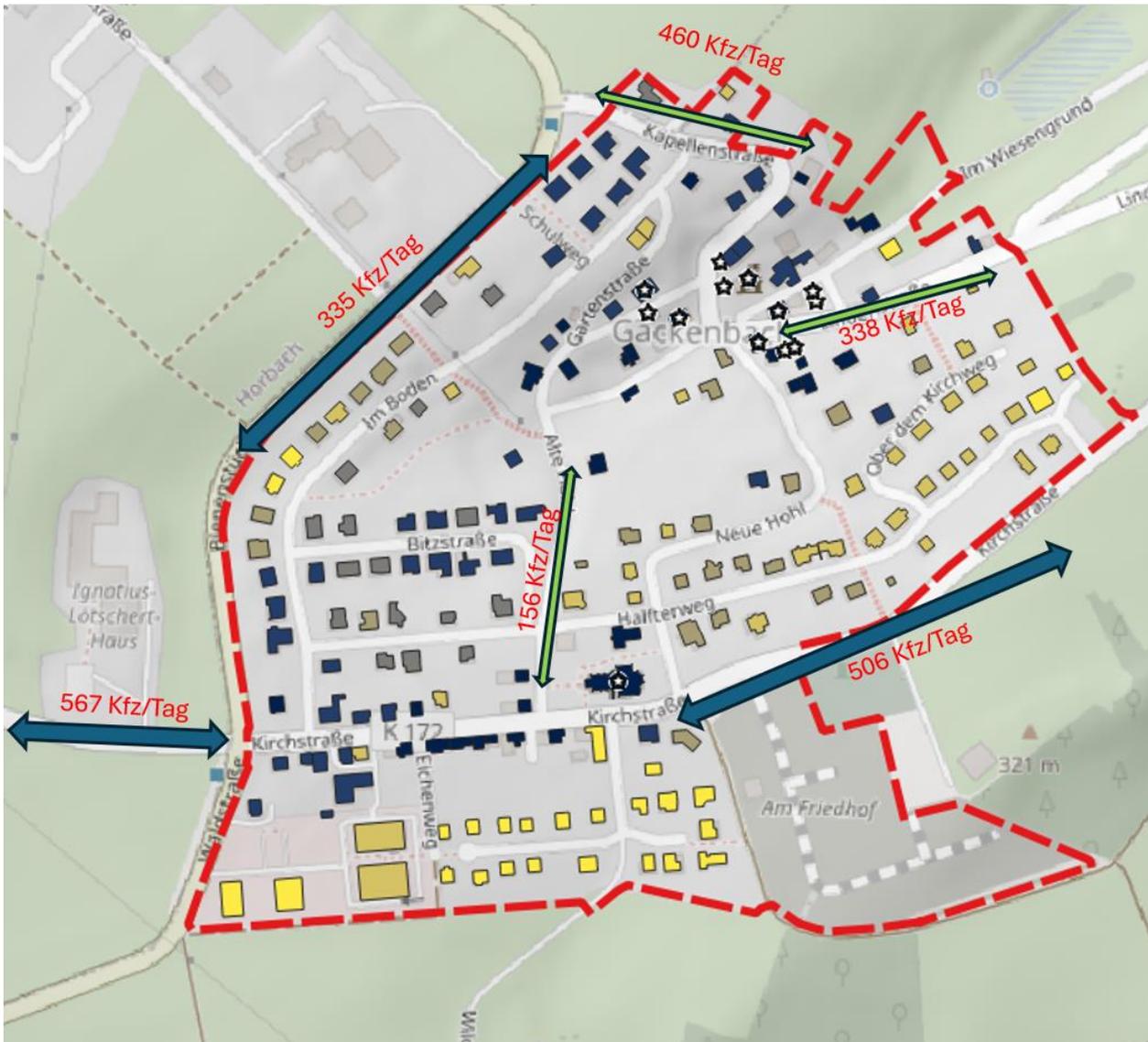


Abbildung 6-5 Verkehrsströme in der Ortslage

Zur Förderung der Elektromobilität stehen im öffentlichen Raum derzeit lediglich zwei Ladestationen am Karlsheim in Kirchähr zur Verfügung, obwohl Gackebach durch die touristische und gewerbliche Infrastruktur viele Besucher anzieht.



Abbildung 6-6 Ladestation in Kirchähr

Bei dem Ausbau der Ladeinfrastruktur ist hiermit ein Handlungsfeld möglich.

6.2 Mobilitätsangebote und Projektideen

Mobilität wurde im Rahmen der Dorferneuerung bereits teilweise behandelt, im Quartierskonzept jedoch eher am Rande berücksichtigt. Dennoch wurden folgende Handlungsfelder identifiziert:

- Barrierefreier Ausbau der Bushaltestellen
- Ausbau der Ladeinfrastruktur für E-Fahrzeuge, insbesondere an folgenden Standorten:
 - Am Wildpark (für Besucher)
 - In der „Neuen Mitte“ (als Veranstaltungsort)
 - Gegebenenfalls beim größten Arbeitgeber im Ort
- Ergänzend könnte eine Fahrradlade- und Reparaturstation eingerichtet werden, um die Attraktivität des Radverkehrs zu steigern
- Förderung von Mitfahrgelegenheiten zur Stärkung nachhaltiger Mobilitätsangebote

6.3 Fördermöglichkeiten

Zu den Förderprogrammen haben wir folgende identifiziert, die für Ihr Vorhaben in Frage kommen könnten:

Stadt und Land

Das Förderprogramm „**Stadt und Land**“ unterstützt den Ausbau der Radinfrastruktur in Kommunen. Gefördert werden unter anderem Maßnahmen wie der Bau und Erweiterung von Radwegen, die Errichtung von Abstellanlagen sowie Lade- und Reparaturstationen. Weitere Informationen sind unter folgendem Link verfügbar: [Förderprogramm Stadt und Land](#).

Höhe der Förderung: 75% (inkl. Planungsleistungen)

Förderung des kommunalen Straßenbaus (VV-LVFGKom/LFAG-StB)

Das Förderprogramm „**Förderung des kommunalen Straßenbaus**“ in Rheinland-Pfalz unterstützt Städte und Gemeinden beim Bau oder Ausbau von Haltestelleneinrichtungen, jedoch nur im Zusammenhang mit einem barrierefreien Ausbau. Zudem werden der Umbau und Ausbau von Stützmauern sowie erforderlicher Grunderwerb gefördert. Die Förderhöhe liegt zwischen 50 % und 90 %, in der Regel bei 85 %. Die zuwendungsfähigen Kosten müssen zum Zeitpunkt der Bewilligung mindestens 25.000 EUR betragen (bei Gemeinden mit bis zu 3.000 Einwohnern). Die zuwendungsfähigen Kosten zum Zeitpunkt der Bewilligung mindestens betragen: bis 3.000 Einwohnerinnen/Einwohner 25.000 EUR. Weitere Informationen sind hier verfügbar: [Förderung des kommunalen Straßenbaus](#).

Höhe der Förderung: 50 bis 90 %, in der Regel 85 %.

Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur (BMVI)

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur fördert den Bau von Ladeinfrastruktur für Elektromobilität, einschließlich Normal- und Schnellladepunkten. Aufgrund hoher Investitionskosten sind Schnellladepunkte meist nur an stark frequentierten Standorten wirtschaftlich. Für Gackebach wird daher die Errichtung von Normalladepunkten (3,7–22 kW) empfohlen.

Die Höhe der Förderung kann bis zu 40 % der Kosten oder maximal 2.500 Euro betragen

6.4 Ausblick

Die vorgeschlagenen Maßnahmen tragen dazu bei, die Mobilität in Gackebach nachhaltiger, sicherer und komfortabler zu gestalten. Um eine erfolgreiche Umsetzung zu gewährleisten, sollten folgende nächste Schritte in Betracht gezogen werden:

- **Priorisierung der Projekte:** Welche Maßnahmen sind kurzfristig umsetzbar (z. B. Wegeverbesserung), welche erfordern eine langfristige Planung (z. B. Fahrradlade- und Reparaturstation)?
- **Finanzierung und Förderung:** Fördermöglichkeiten für Radinfrastruktur, ÖPNV-Verbesserungen und nachhaltige Mobilität sollten gezielt geprüft und beantragt werden.
- **Kooperation mit relevanten Akteuren:** Abstimmung mit Verkehrsverbänden, Gemeindevertretung und potenziellen Partnern (z. B. Carsharing-Anbieter)
- **Pilotprojekte starten:** Die Ladestation am Neuen Mitte oder der Ausbau der Bushaltestellen könnten erste praktische Schritte sein.

Durch die Umsetzung dieser Maßnahmen kann die Mobilitätsinfrastruktur von Gackebach verbessert werden, was sowohl die Lebensqualität als auch die ökologische Nachhaltigkeit im Ort stärkt.

7 Untersuchung „Freifläche“

Die Ortslage von Gackenbach ist von zahlreichen Grünflächen geprägt, insbesondere an den Hängen und in privaten Gärten.

Die Thematik wurde ausführlich im Rahmen der Dorferneuerung behandelt und wurde im Rahmen des Quartierskonzept nicht weiter betrachtet.

7.1 Bestandsanalyse

Rund 60 % der Flächen im Untersuchungsgebiet entfallen auf private und öffentliche Grünflächen, während Verkehrsflächen 14 % und Bebauungsfläche 13 % ausmachen. Die Ortslage verfügt über viele Beete und Freiflächen, was einen hohen Pflegeaufwand mit sich bringt. Gleichzeitig bieten diese Flächen Potenzial zur Förderung der Biodiversität und für gemeinschaftliche Aktivitäten.



Abbildung 7-1 Grünflächenverteilung in Gackenbach

Dabei wurden exemplarisch verschiedene Grünflächen identifiziert, denen verschiedene Potenziale zugeordnet werden können.

Tabelle 7-1 Potenzial der Grünflächen in Gackebach

	
<p>Grün- und Aufenthaltsfläche</p> <p>Ökosystemleistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abkühlungswirkung/Verdunstung • Kohlenstoffspeicherung • Biodiversität • Versickerung/Regenrückhalt • Klimaanpassung 	<p>Handlungsfelder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Förderung der Artenvielfalt - Dorfbild - Aufenthaltsqualität für den Menschen
	
<p>Straßenbegleitgrün</p> <p>Ökosystemleistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abkühlungswirkung/Verdunstung • Kohlenstoffspeicherung • Biodiversität • Lärminderung • Luftqualität • Klimaanpassung 	<p>Handlungsfelder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Förderung der Artenvielfalt - Ästhetische Aufwertung - Pflegeaufwand

	
<p>Hangflächen</p>	
<p>Ökosystemleistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verschattung • Abkühlungswirkung/Verdunstung • Kohlenstoffspeicherung • Biodiversität • Versickerung/Regenrückhalt • Klimaanpassung • Erosionsschutz 	<p>Handlungsfelder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Förderung der Artenvielfalt - Landschaftspflege - Erholung und Freizeitnutzung

7.2 Fördermöglichkeiten

Zu den Förderprogrammen haben wir folgende identifiziert, die für verschiedene Maßnahmen aus dem Dorferneuerungskonzept in Frage kommen könnten:

Natürlicher Klimaschutz in Kommunen KfW 444

Das KfW-Förderprogramm 444 „Natürlicher Klimaschutz in Kommunen“ unterstützt Städte und Gemeinden bei der Förderung von Grünflächen und der heimischen Artenvielfalt. Gefördert werden sowohl Sach- und Personalkosten als auch Planungskosten. Die Fördermaßnahmen umfassen unter anderem die Umstellung auf ein naturnahes Grünflächenmanagement, die Pflanzung von Bäumen sowie die Schaffung von Naturoasen. Die Förderhöhe beträgt dabei 80 % bis 90 %. Weitere Informationen sind unter folgendem Link verfügbar: [KfW 444](#). Die Höhe der Förderung liegt zwischen 80 % bis 90 %.

Förderung von Maßnahmen des Stadt- und Dorfgrüns

Das Förderprogramm "VV Stadt- und Dorfgrün" unterstützt Maßnahmen zur Begrünung und klimaresilienten Gestaltung öffentlicher Räume in Städten und Gemeinden. Gefördert werden die Erstellung von Gutachten und Untersuchungen zur besseren Vernetzung von Grünflächen sowie der klimaresiliente Ersatz von Bäumen und Sträuchern, die durch extreme Trockenheit geschädigt wurden. Zudem umfasst das Programm die Anpassung und Umgestaltung öffentlicher Grünanlagen, Freiflächen und Straßenbegleitgrüns an den Klimawandel. Auch Pflanzmaßnahmen zur Beschattung und Begrünung öffentlicher Plätze, wie Bushaltestellen, Schulhöfe oder Fußgängerzonen, werden gefördert. Die Höhe der Förderung liegt bei 80 %.

8 Maßnahmenkatalog

Im Einklang mit den energetischen und städtebaulichen Zielsetzungen auf Quartiersebene wurde ein Maßnahmenkatalog entwickelt. Der Maßnahmenkatalog enthält eine Übersicht von neuen, beziehungsweise auf bereits durchgeführten klimaschutzrelevanten Aktivitäten aufbauenden, Maßnahmen für die Gemeinde Gackenbach. Die einzelnen Maßnahmen sind in Anhang 3 ausführlich beschrieben und in nachfolgende thematische Handlungsfeldern gegliedert:

- **Effiziente Gebäude unter Berücksichtigung städtebaulicher Aspekte (EG)**
- **Energieerzeugung und -versorgung (EV)**
- **Verkehr und Mobilität (MO)**
- **Freifläche (FF)**
- **Klimaanpassung (KA)**
- **Kommunikation und Management (KM)**

Die Möglichkeiten einer neuen, klimafreundlichen Wärmeversorgung im Quartier wurden zusätzlich in Kapitel 5 Schwerpunktuntersuchung „Wärmeversorgung im Quartier“ näher erläutert. Das Kapitel 6 Schwerpunktuntersuchung „nachhaltige Mobilität“ konzentrierte sich insbesondere auf die Mobilität innerhalb des Quartiers bzw. des Nahbereichs, um Fahrten mit dem Pkw gegen Fuß- oder Fahrradverkehr zu ersetzen. Im Kapitel 7 Untersuchung „Freifläche“ wurden Maßnahmen zur Anpassung der Grünflächen an die neuen klimatischen Bedingungen unter Beachtung des Pflegeaufwands aufgezeigt, um gleichzeitig die Biodiversität zu fördern.

Der Maßnahmenkatalog dient als Arbeitsgrundlage für die Vorbereitung, Koordination und Umsetzung der Maßnahmensteckbriefe in Zusammenarbeit mit den weiteren Akteuren in der Region.

Nachfolgend werden die Maßnahmen in Maßnahmensteckbriefen zusammengefasst, die zusammen den Maßnahmenkatalog (Anhang 3) bilden. Die entsprechenden Maßnahmensteckbriefe enthalten neben einer kurzen Beschreibung, Informationen zu Akteuren, überschlägige Aussagen zu Kosten und zu möglichen Finanzierungswegen, Synergien und Potenziale, Risiken und Hemmnisse sowie CO₂e-Einspareffekte. Abschließend werden konkrete Umsetzungsempfehlungen abgegeben.

Die Kurzbeschreibung des Projektes umfasst stichwortartig die allgemeine Beschreibung der Maßnahme. Sie skizziert v. a die Ziele der jeweiligen Maßnahme.

Unter **Akteure/Beteiligte** werden mögliche Projektbeteiligte benannt, auf die namentliche Benennung wurde an dieser Stelle bewusst verzichtet. Als **Initiator sowie Ansprechpartner und Koordination** werden die Personen oder Personenkreise benannt, die die jeweilige Maßnahme verantwortlich begleiten können. Erfahrungsgemäß ist es wichtig, sogenannte „Kümmerer“ zu benennen, die sich hinter die Umsetzung eines Projektes „klemmen“. Unter **Kooperationspartner** können Ansprechpartner während der Umsetzung sowie ausführende Personen genannt werden. Als **Zielgruppe** wird beschrieben, für welche Akteure diese Maßnahme zugeschnitten ist.

Soweit darstellbar, wird **die räumliche Wirkung** der Maßnahme beschrieben.

In den Feldern **Synergien und Potenziale** werden die Chancen, die mit der Maßnahme verbunden sind, sowie **Risiken und Hemmnisse** angegeben, die die Umsetzung der Maßnahme erschweren oder blockieren können. Die Angaben stellen Erfahrungswerte aus der Praxis dar, die hilfreich für das Sanierungsmanagement in der Region sein können.

Die **CO₂e-Einspareffekte** werden beispielhaft ausgewiesen.

Bei den vorgeschlagenen Maßnahmen handelt es sich nicht um Detailplanungen, die bereits Auswirkungen auf Dritte haben. Die Umsetzung der Maßnahmen ist zwischen der Gemeinde Gackebach und den betroffenen Trägern öffentlicher Belange abzustimmen.

Tabelle 8-1 Maßnahmenübersicht

Kürzel	Handlungsfeld /Maßnahme
EG	Effiziente Gebäude unter Berücksichtigung städtebaulicher Aspekte
EG 1	Optimierung der Heizsysteme
EG 2	Ganzheitliche Gebäudesanierung
EV	Energieerzeugung und –versorgung
EV 1	Photovoltaik-Dachanlagen
EV 2	Dekarbonisierung der Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien
EV 3	Sektorkopplung durch Energiemanagement in Gebäuden
MO	Verkehr und Mobilität
MO 1	Ladeinfrastruktur für Elektroautos
MO 2	Gemeinschaftliche Mobilitätslösungen für ländliche Räume
MO 3	Ausbau der Fuß- und Radinfrastruktur
MO 4	Barrierefreier Ausbau der Bushaltestellen
FF	Freifläche
FF 1	Beete: Förderung der Biodiversität
KA	Klimaanpassung
KA 1	Klimaanpassung in Gebäuden
KM	Kommunikation und Management
KM 1	Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen und aufsuchende Beratung
KM 2	Energiebotschafter:innen – praxisnaher Erfahrungsaustausch unter Bürger:innen

Die bei der Analyse der städtebaulichen und energetischen Ausgangssituation erfassten Angaben wurden reflektiert und in einer sogenannten Stärken-Schwächen-Analyse (SWOT-Analyse) zusammengefasst. Ziel ist es, städtebauliches und energetisches Verbesserungspotenzial zu identifizieren sowie Handlungsbedarfe aufzuzeigen und zu bewerten.

Die SWOT-Analyse dient dem Aufzeigen von Stärken (Strengths), Schwächen (Weaknesses), Chancen (Opportunities) und Risiken (Threats) für die Ortsgemeinde. Ausschlaggebend für die Analyse waren Kriterien wie Bevölkerungsentwicklung, Nahversorgung, soziale Infrastruktur und Lage.

Darauf aufbauend und in Abstimmung mit der Lenkungsgruppe wurden die Maßnahmen entwickelt.

Tabelle 8-2 SWOT-Analyse für Gackenbach

Stärken	Schwächen
engagierte und auf die Zukunft gerichtete politische Führung	kaum ÖPNV (außer Schulbusse) vorhanden
starke Dorfgemeinschaft	sehr hohe Abhängig vom Individualverkehr
hohe Zahl an Gewerbebetrieben und Arbeitsplätzen	keine Nahversorgung
niedrige Auspendlerzahl	klassifizierte Straßen
Teil des attraktiven Buchfinkenlands	Bausubstanz und -alter
gepflegter Ortskern	niedrige Bebauungsdichte
touristische Infrastruktur	Veralterung der Bevölkerung
stabile Bevölkerungszahl	
Nähe der öffentlichen Infrastruktur (Kita, Grundschule, Seniorenheim)	
starke Präsenz von PV-Anlagen	
Chancen	Risiken
durchwachsene Altersstruktur	Sanierungsstau
Hoher Anteil an Eigentumsimmobilien	Demografischer Wandel: Überalterung der Bevölkerung
engagierte Bürgerschaft	Abwanderung von Jugendlichen aufgrund fehlender Ausbildungs- und Arbeitsplätze
Neue Mitte - Gemeindezentrum	Gesetzliche Anforderungen (GEG) als Belastung für Eigentümer:innen

Förderprogramme des Bundes, des Landes und der EU	
LK und VG-Ebene: verschiedene Projekte laufend (KWP, AöR)	
Neue gesetzliche Rahmenbedingungen (GEG) als Impuls für Modernisierung	

8.1 EG – Effiziente Gebäude

Die ökologisch effizienteste Form der Vermeidung von Treibhausgasemissionen ist die Energieeinsparung. Es gilt daher, die vielfältigen Möglichkeiten einer Vermeidungsstrategie für Energieverbrauch zu initiieren.

Eine ganze Reihe von Maßnahmen zur Vermeidung von Energieverbrauch ist im Bereich des baulichen Wärmeschutzes möglich. Bei guter Planung und fachlich korrekter Ausführung können Bestandsgebäude durch die energetische Sanierung zu vertretbaren Kosten einen Wärmeschutzstandard erreichen, der dem Stand aktueller Neubauten entspricht und dabei den Wohnkomfort und den Gebäudewert merklich steigert. Bauliche Wärmeschutzmaßnahmen werden üblicherweise entsprechend der bauteilbezogenen Erneuerungszyklen durchgeführt, da sie aus rein energetischer Motivation nicht zu finanzieren wären. Die Sanierungsrate liegt im bundesweiten Durchschnitt bei lediglich etwa einem Prozent pro Jahr. Da ein Großteil des Energieverbrauchs im Bereich Wärme der privaten Haushalte anfällt, gilt es diese Rate durch entsprechende motivierende Öffentlichkeitsarbeit und ein qualifiziertes Energieberatungsangebot deutlich zu steigern.

Bei Baumaßnahmen ist der besonderen bauphysikalischen Sensibilität der historischen Gebäude Rechnung zu tragen. Es ist davon auszugehen, dass im Ortskern relativ kurzfristig realisierbare bauliche Wärmeschutzmaßnahmen durch ein gezieltes Beratungsangebot angestoßen werden können. Diese Maßnahmen sollten als Paket insbesondere im Rahmen von anstehenden altersbedingten Sanierungsmaßnahmen vorgenommen werden, können aber auch sukzessiv als einzelne Maßnahmen umgesetzt werden. Es sind mindestens die gesetzlichen Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (U-Wert) jeweils in der geltenden Fassung und die anerkannten Regeln der Technik (DIN-Normen) einzuhalten.

Die Umnutzung und Umgestaltung von Gebäuden im Zuge der energetischen Sanierung bietet Möglichkeiten, dem demografischen Wandel aktiv zu begegnen. Durch zukünftige Neuentwicklungen können attraktive Angebote neuer Wohnformen, wie z. B. Mehrgenerationenwohnen oder Senioren- und Wohngemeinschaften entstehen. Dabei sind Maßnahmen zur Barrierereduzierung, bspw. hofseitig außenliegende Aufzüge, breite Türen oder die Entnahme von Türschwelen zu integrieren, die den Wert der Immobilie und den Wohnkomfort steigern. Auch die Steigerung der Vielfalt von Grundrissen, bspw. Dachgeschossausbau oder Maisonettewohnungen tragen dazu bei, neue Impulse zur Reaktivierung von Gebäudeleerstand zu schaffen.

Mit der Entwicklung der „Neuen Mitte – Gemeindezentrum“ in Gackenbach fließen bereits Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Qualität ein. Es ist hier, aber auch bei der Betrachtung größerer Objekte (die beispielsweise auch gewerblich genutzt werden) besonders wichtig,

dass objektbezogene Maßnahmen am Einzelgebäude mit übergeordneten Strategien wie zum Beispiel einer neuen Wärmeerzeugung koordiniert werden.

8.2 EV – Energieerzeugung und -versorgung

Die regenerative Wärme- und Stromversorgung spielt neben den Maßnahmen im Gebäudebereich eine zentrale Rolle zur Verminderung der Emissionen von Treibhausgasen und die Vermeidung fossiler Energien. Ziel ist es, neben der Erzeugung regenerativen Stroms auch lokale und regenerative Quellen zur Wärmeerzeugung zu erschließen.

Hierzu kommt insbesondere die Wärmepumpentechnologie in Frage. Zusammen mit eigenen Photovoltaikanlagen auf den Dächern ist es möglich, einen großen Teil des Energiebedarfs mit lokalen, erneuerbaren Energien in der Wärme- und Stromversorgung sowie der batterieelektrischen Mobilität zu decken. Ein Energiemanagementsystem optimiert den Eigenverbrauch des selbsterzeugten Solarstroms für eine Sektorenkopplung in Gebäuden.

8.3 MO – Verkehr und Mobilität

Nachhaltige Mobilität bietet erhebliche Potenziale zur CO₂e-Einsparung – mit hoher Sichtbarkeit und spürbarem Nutzen für die gesamte Dorfgemeinschaft. Besonders die Förderung der Nahmobilität trägt nicht nur zur Verbesserung der Energiebilanz bei, sondern steigert auch die Lebensqualität vor Ort deutlich.

Für eine erfolgreiche Umsetzung ist das Zusammenspiel verschiedener Akteure notwendig, ebenso wie ein hohes Maß an Organisation und Koordination, insbesondere in der Anfangsphase. Die nachfolgenden Maßnahmen stellen grundlegende Handlungsoptionen dar, deren Eignung jeweils standortspezifisch zu prüfen ist. Auf eine detaillierte Klimabilanzierung wird bewusst verzichtet, da die Wirkung maßgeblich im Zusammenspiel aller Maßnahmen liegt.

Öffentlichen Nahverkehr stärken

Gerade im ländlichen Raum ist der öffentliche Verkehr ein zentraler Faktor für soziale Teilhabe. Um den Zugang für alle Bevölkerungsgruppen zu verbessern, ist der barrierefreie Ausbau der Bushaltestellen unerlässlich.

Zudem ist der Ausbau der **Ladeinfrastruktur** für E-Fahrzeuge ein entscheidender Schritt, um den Umstieg auf emissionsfreie Mobilität zu fördern. Als besonders geeignete Standorte gelten:

- Am Wildpark (für Besucherinnen und Besucher)
- In der „Neuen Mitte“ (als Veranstaltungsort und Treffpunkt)
- Gegebenenfalls beim größten Arbeitgeber im Ort

Fahrradtourismus und Nahmobilität fördern

Das Fahrrad besitzt großes Potenzial als klimafreundliches Verkehrsmittel – insbesondere auf Kurzstrecken. Um seine Nutzung attraktiver zu machen, sind Investitionen in die Infrastruktur notwendig. Eine Fahrradlade- und Reparaturstation kann dabei nicht nur den Alltagsradverkehr

unterstützen, sondern auch gezielt den Fahrradtourismus fördern und so die Aufenthaltsdauer von Besucherinnen und Besuchern im Ort erhöhen.

Gemeinschaftliche Mobilitätsangebote stärken

Auch wenn das Auto im ländlichen Raum weiterhin eine bedeutende Rolle spielt, verlagert sich der Fokus zunehmend vom individuellen Besitz hin zur gemeinschaftlichen Nutzung. Gerade in kleineren Gemeinden bieten sich folgende Modelle an:

- Organisierte Nachbarschaftshilfen: Ehrenamtliche Fahrdienste für Mitbürgerinnen und Mitbürger
- Mitfahrangebote und Fahrgemeinschaften: Vermittlung über Apps oder lokale Plattformen; denkbar ist auch ein örtlicher Mitfahrclub zur besseren Koordination
- Carsharing: Gemeinsame Nutzung von Fahrzeugen durch Dorfbewohnerinnen und -bewohner

8.4 KA - Klimaanpassung

Im Zuge des Klimawandels mit u. a. einer zunehmenden Anzahl von Hitzetagen gilt es eine Überhitzung in den Gebäuden und der damit einhergehenden Belastung der Bewohnenden zu vermeiden. Neben passiven Maßnahmen, die vor allem baulich und durch Begrünung eine Überhitzung verringern, können bei Bedarf aktive Maßnahmen zur Gebäudetemperierung oder -kühlung hinzugezogen werden. Hierbei ist auf den erforderlichen Energieeinsatz der gewählten Anlagentechnik zu achten.

8.5 KM – Kommunikation und Management

Eines der größten Einsparpotenziale liegt in der Aktivierung der Nutzer und lässt sich ohne großen technischen Aufwand und Investitionen abrufen. Die Bewohner:innen, Eigentümer:innen und Gewerbetreibenden können mit ihrem Verhalten den CO₂e-Ausstoß erheblich beeinflussen. Ein wesentlicher Hebel, das Nutzerverhalten zu ändern, liegt in der Kommunikation möglicher Maßnahmen und den damit einhergehenden Chancen, der Initiierung von Kooperationen sowie dem Management der Umsetzung. In diesem Sinne beruhen nahezu alle vorgeschlagenen Maßnahmen auf der Zusammenarbeit verschiedener Akteure.

Daher gilt es, geeignete Maßnahmen an die unterschiedlichen Nutzergruppen zu adressieren und maßgeschneiderte Ideen zu entwickeln, um zum Mitmachen zu motivieren und die Mitwirkungsbereitschaft dauerhaft zu erhalten. Gute Maßnahmen führen nicht zu einem Verzicht, sondern zu einem Gewinn an Zeit, Geld oder (Lebens-)Qualität. Als zentrales Steuerungsinstrument zur Durchführung und Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen fungiert das Sanierungsmanagement, das im Anschluss an das Quartierskonzept eingesetzt werden sollte.

8.6 Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse (technisch, wirtschaftlich, zielgruppenspezifisch bedingt) und deren Überwindung, Gegenüberstellung möglicher Handlungsoptionen

In Gackebach bestehen auf verschiedenen Ebenen Herausforderungen bei der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen und der energetischen Transformation. Die wichtigsten Hindernisse und mögliche Lösungsansätze lassen sich wie folgt gliedern:

Auf Gemeindeebene

Hindernisse:

Die Gemeinde steht vor begrenzten finanziellen Ressourcen, was Investitionen erschwert. Zudem herrscht Unsicherheit hinsichtlich zukünftiger Förderbedingungen. Auch die Koordination und Verstärkung von Prozessen in Bereichen wie Quartierskonzept, Dorferneuerung, Starkregenmanagement oder Klimaschutz stellt eine Herausforderung dar.

Lösungsansätze:

- Zielgerichtete Nutzung vorhandener Förderprogramme, etwa zur Sanierung öffentlicher Gebäude, Aufwertung von Grünflächen, energieeffizienter Beleuchtung, Radinfrastruktur oder dem Ausbau erneuerbarer Energien.
- Durch langfristige Einsparungen bei Energiekosten können kommunale Haushalte nachhaltig entlastet werden.
- Der Aufbau kontinuierlicher Kommunikation und aktiver Netzwerke stärkt die Umsetzungskraft.
- Innovative Finanzierungsformen wie die Gründung einer Anstalt öffentlichen Rechts (AöR) oder Beteiligung am Solidarpakt Windenergie eröffnen neue Spielräume.

Dabei kann die Rolle der Kommune sowohl als Vermittler, Motivator und Initiator beschrieben werden.

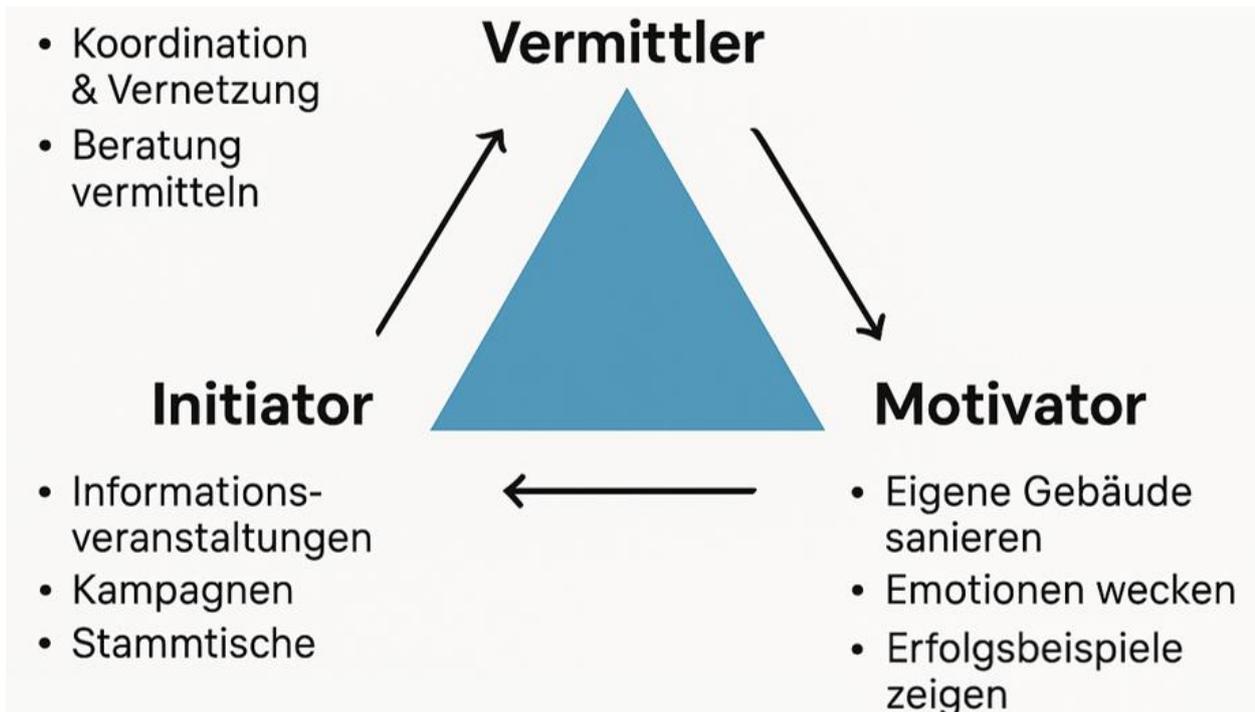


Abbildung 8-1: Rolle der Kommune in der dezentralen Lösung

Auf Ebene der privaten Eigentümer

Hindernisse:

Ein Großteil der Eigentümer ist älter und verfügt oft über begrenzte finanzielle Mittel. Sanierungsvorhaben werden daher häufig aus Sorge vor Aufwand oder Kosten aufgeschoben. Fehlendes Wissen und Verunsicherung durch Politik und Medien verstärken diese Unsicherheiten.

Lösungsansätze:

- Die Gebäudesteckbriefe bieten den Eigentümerinnen und Eigentümern erste konkrete Hinweise, wie teuer und wie effizient die einzelnen Maßnahmen sind und dass sie sich durch die Energieeinsparungen amortisieren.
- Die Ortsgemeinde sollte die Bürger dazu ermutigen, ins Handeln zu kommen. Für den Einstieg eignen sich niedrigschwellige Maßnahmen wie die Anschaffung eines Balkonkraftwerks oder die Dämmung der Kellerdecke.
- Auf ihrer Internetseite oder als Flyer im Rathaus kann die Ortsgemeinde die wichtigsten Informationen zu Beratungsangeboten und Förderprogrammen, bzw. Fördermitteldatenbanken bereithalten und wichtige Kontakte vermitteln, bspw. zur Verbraucherzentrale oder zur Energieagentur.
- Konkrete Musterbeispiele aus dem Ort zu Sanierungsmaßnahmen, PV-Anlagen oder Wärmepumpen dienen als Motivation. Eigentümer, die solche Maßnahmen bereits umgesetzt haben und bereit sind, ihre Erfahrungen zu teilen, sollten als „Botschafter“ gewonnen werden.

- Unabhängige und individuelle Beratungsangebote, bspw. durch die Verbraucherzentrale erleichtern Entscheidungen.

Elektromobilität

Hindernisse:

Es bestehen Vorbehalte gegenüber der Elektromobilität, insbesondere aufgrund wechselnder Nachfrage, fehlender Ladeinfrastruktur und unklarer Fördermöglichkeiten.

Lösungsansätze:

- Elektromobilität neu denken: Ein E-Auto kann auch als Stromspeicher dienen.
- Gemeinschaftsmodelle wie ein Dorfauto, Carsharing-Initiativen oder ein Bürgerbus bieten praktikable Alternativen zum privaten Fahrzeugbesitz, bzw. die Möglichkeit ein Elektroauto auszuprobieren.

9 Akteursbeteiligung

Die aktive Einbindung der Bürgerschaft und relevanter Fachakteure war entscheidend für die Entwicklung eines tragfähigen und umsetzungsorientierten Konzepts. Das Beteiligungskonzept umfasste regelmäßige Projektbesprechungen mit der Ortsgemeinde, Fachgespräche sowie eine umfassende Öffentlichkeitsbeteiligung in Form einer Auftakt- und einer Abschlussveranstaltung, einer Anwohnerbefragung und zwei thematischen Workshops. Durch diese Formate konnten lokale Bedürfnisse, fachliche Perspektiven und konkrete Umsetzungsvorschläge frühzeitig in den Planungsprozess integriert werden.

9.1 Lenkungsgruppe

Die Steuerungsgruppe des Projekts setzte sich zusammen aus dem Ortsbürgermeister Herrn Weidenfeller, dem Klimaschutzmanagement der Verbandsgemeinde Montabaur sowie dem Büro Stadt-Land-plus in Zusammenarbeit mit der Transferstelle Bingen und weitere 21 interessierte Bürger: innen.

Die Lenkungsgruppe kam im Rahmen von vier Sitzungen zusammen: zum Auftaktgespräch am 30.09.2024 sowie zu weiteren Treffen am 25.11.2024, 24.03.2025 und 16.06.2025.

9.2 Befragung der Bürger/innen

Zur besseren Einschätzung des kommunalen Wärmebedarfs und Gebäudebestands sowie zur Analyse des Mobilitätsverhaltens und der Projektideen wurde im Winter 2024/25 eine erfolgreiche Fragebogenaktion durchgeführt – sowohl online als auch in Papierform.

Mit 46 Rückmeldungen, Rücklaufquote von 19 % der Haushalte konnten wertvolle Erkenntnisse für die Gemeinde Gackebach gewonnen werden. Die Auswertung der eingegangenen Fragebögen findet sich unter Kapitel 2.7.

9.3 Auftaktveranstaltung

Am 27.01.2025 fand im Dorfgemeinschaftshaus Gackebach die öffentliche Auftaktveranstaltung zum Integrierten Energetischen Quartierskonzept statt. Unter Teilnahme von rund 50 Bürgerinnen und Bürgern sowie Vertreterinnen und Vertretern der Kommune, der Transferstelle Bingen (TSB) und des Büros Stadt-Land-plus wurden die Zielsetzung, Methodik und Handlungsfelder des Projekts vorgestellt. Schwerpunkte waren die Herausforderungen im Wärmebereich, Potenziale für erneuerbare Energien, alternative Nahwärmekonzepte sowie strategische Ansätze zur energetischen Sanierung.

Ein zentrales Thema bildete die künftige Wärmeversorgung, insbesondere angesichts begrenzter Wirtschaftlichkeit klassischer Nahwärmenetze. Alternativen wie ein kaltes Nahwärmenetz und Solarstrompotenziale wurden diskutiert. In der anschließenden Diskussionsrunde wurden insbesondere Fragen zu Investitionskosten, individueller Entscheidungsfreiheit und regulatorischen Rahmenbedingungen thematisiert.

Zudem wurde die Beteiligung der Bürger durch eine Fragebogenaktion und zwei geplante Workshops angekündigt. Im Anschluss erfolgten eine gemeinsame Ideensammlung und Austauschrunde mit den Anwesenden. Auf dieser Grundlage und nach Beratung in der Lenkungsgruppe wurden zwei zentrale Handlungsfelder für die weitere Bearbeitung im Rahmen zweier Workshops definiert: *Wärmepumpe im Bestand und CO₂-Bepreisung* sowie *Dezentrale Energiesysteme (Wärmepumpen, PV-Anlagen, E-Autos, Speicher)*.



Abbildung 9-1 Impressionen aus der Auftaktveranstaltung

9.4 Workshop

Die beiden Workshops fanden – wie bereits die Auftaktveranstaltung – im Dorfgemeinschaftshaus Gackenbach statt:

- Workshop Energieversorgung: 07.04.2025
- Workshop Mobilität und Freifläche: 08.05.2025

Im ersten Workshop standen insbesondere die Themen *Wärmepumpe im Gebäudebestand* und *CO₂-Bepreisung* im Mittelpunkt. Etwa 20 Bürgerinnen und Bürger nahmen teil. Ein Praxisbericht zur erfolgreichen Installation einer Wärmepumpe im Altbau bot Einblicke in Kosten, Fördermöglichkeiten und technische Umsetzung. In der anschließenden Diskussion wurden u. a. Preisunterschiede, Beratungsqualität und die Idee eines kommunalen Stromspeichers erörtert. Darüber hinaus informierte die Verbandsgemeinde über die geplante Gründung einer Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR) zur Förderung regenerativer Energieprojekte.

Der zweite Workshop am 08.05.2025 widmete sich der *Elektrifizierung des Energiesystems* und dezentralen Lösungen wie Wärmepumpen, Photovoltaikanlagen, Batteriespeichern und Elektromobilität. Die vorgestellten Schlüsseltechnologien wurden hinsichtlich Effizienz, Eigenverbrauchsoptimierung und Fördermöglichkeiten beleuchtet. Auch Themen wie Energieberatung, Wartung, technische Kompatibilität und Fördervoraussetzungen wurden gemeinsam diskutiert.



Abbildung 9-2 Impressionen aus den Workshops

9.5 Abschlussveranstaltung

Für die Abschlussveranstaltung wurde das Format eines „Marktplatzes der Möglichkeiten“ entwickelt. Ziel war es, regionalen Unternehmen und Fachanbietern eine Plattform zu bieten, um ihre Produkte und Dienstleistungen im Bereich klimafreundlicher Energieversorgung und Mobilität vorzustellen.

Ein entsprechender Aufruf zur Beteiligung wurde im Wochenblatt veröffentlicht. Gesucht wurden Anbieter aus den Bereichen:

- Photovoltaik und Batteriespeicher
- Wärmepumpen und moderne Heiztechnik
- Ladeinfrastruktur und Elektromobilität
- Energieberatung und Förderprogramme

Der Marktplatz bot interessierten Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit zum direkten Austausch mit Anbietern. So konnten konkrete Projektideen angestoßen und die Sichtbarkeit regionaler Kompetenzen im Bereich Klimaschutz gestärkt werden.

Für die teilnehmenden Unternehmen ergab sich zudem die Chance, neue Kontakte zu knüpfen, sich als kompetente Ansprechpartner für klimafreundliche Lösungen zu präsentieren und ihr Netzwerk im Bereich Energiewende gezielt auszubauen.

Folgende Unternehmen haben sich bei der Abschlussveranstaltung angemeldet.

Tabelle 9-1 Teilnehmer an der Abschlussveranstaltung

Aufsteller	Website	Sitz
enatek GmbH & Co. KG	www.enatek.de	65589 Hadamar-Steinbach
Schmidt Consulting und Vertrieb GmbH & Co. KG	www.S-wie-Sonne.com	56410 Montabaur
Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz e.V.	www.verbraucherzentrale-rlp.de	56068 Koblenz
ZEWOTHERM Heating GmbH	www.zewotherm.de	53424 Remagen
Energieversorgung Mittelrhein AG	www.evm.de	56073 Koblenz

Die Abschlussveranstaltung dient als Meilenstein für die Umsetzungsphase, welche nun beginnt.

10 Organisationskonzept und Erfolgskontrolle

10.1 Projektablauf

Das Quartierskonzept wurde im Zeitraum vom Juli 2024 bis Juni 2025 bearbeitet.

Die Bearbeitung des Quartierskonzepts gliederte sich in neun Arbeitspakete und berücksichtigte neben Analysen und Bilanzierungen der Ortsgemeindestruktur (inkl. Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz), das Erarbeiten von Maßnahmensteckbriefen sowie die Akteursbeteiligung unter Einbindung der Bürger:innen Gackenbachs.

10.2 Controlling und Monitoring

Eine gute und umfassende Datengrundlage liegt nun vor und bildet eine solide Basis, um die Umsetzung der im Konzept vorgeschlagenen Maßnahmen künftig nachzuverfolgen. Zwar besteht keine formale Verpflichtung zur Einrichtung eines Monitorings, es kann jedoch insbesondere im Hinblick auf spätere Förderanträge und Fortschrittsbewertungen sinnvoll und unterstützend sein.

Folgende schlanke Monitoringansätze bieten sich für die Kommune an:

- **Überprüfung der Energieerzeugung** im Quartier über das öffentlich zugängliche **Marktstammdatenregister**. Hier können Stromerzeugungseinheiten (z. B. PV-Anlagen) nach Gemeinde gefiltert und regelmäßig ausgewertet werden.
- **Erfassung des Energieverbrauchs der öffentlichen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung** – möglichst jährlich, in Zusammenarbeit mit der Liegenschaftsverwaltung bzw. den zuständigen Stellen.
- **Abfrage des Gesamtenergieverbrauchs** im Quartier über den/die zuständigen **Energieversorger** im Abstand von 5 bzw. 10 Jahren, um Entwicklungen über die Zeit sichtbar zu machen.

Die Ergebnisse können in Form eines **Fortschrittsberichts** dokumentiert und beispielsweise über die Website der Kommune veröffentlicht werden, um Transparenz zu schaffen und die Beteiligung der Öffentlichkeit zu fördern.

10.3 Zeitplan und Prioritäten

Für die Umsetzung der im Konzept entwickelten Maßnahmen wird ein mehrstufiger Ansatz vorgeschlagen, der sowohl kurzfristig sichtbare Impulse im Quartier setzt als auch mittelfristige strukturelle Weichenstellungen vorbereitet. Die Maßnahmen sind nach ihrer Umsetzungsreife, Sichtbarkeit und strategischen Bedeutung priorisiert.

Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit (kurzfristig, sofort umsetzbar)

- Informationsbündelung: Relevante Inhalte des Quartierskonzepts (z. B. Fördermöglichkeiten, Beratungsangebote, Gebäudesteckbriefe, Beispielprojekte) werden auf der kommunalen Website sowie über Printmedien (Flyer, Aushänge) leicht zugänglich bereitgestellt.
- Z. B. im Format Energiespaziergänge: Organisation und Durchführung einer Informationsveranstaltung im Quartier mit lokalen und regionalen Partnern (Handwerksbetriebe, Energieversorger, Energieberater), um Bürgerinnen und Bürger niederschwellig über Themen wie Photovoltaik, Wärmepumpen, energetische Sanierung und Fördermittel zu informieren.
- Ernennung von Energiebotschafter:innen: Ziel ist es, engagierte Personen mit praktischer Erfahrung (z. B. PV-Anlage, E-Auto, Wärmepumpe, Sanierung) zu finden, die in ihrer Nachbarschaft als positive Beispiele wirken und von ihren Erfahrungen berichten. Interessierte Bürger:innen können sich von einem Energiebotschafter bspw. über dessen Erfahrungen mit einer Wärmepumpe im Bestand informieren lassen.

Sichtbare Impulse im öffentlichen Raum (kurzfristig bis mittelfristig)

- Umsetzung kleiner, sichtbarer Maßnahmen zur Steigerung der Aufenthaltsqualität und Förderung nachhaltiger Mobilität, z. B.:
 - Einrichtung einer Fahrrad-Reparaturstation.
 - Barrierefreier Ausbau der Bushaltestelle.

Diese Maßnahmen stärken die Akzeptanz und machen den Wandel im Quartier frühzeitig erlebbar.

Zeitlicher Rahmen (überschlägig):

Zeitraum	Maßnahme(n)
0–6 Monate	Öffentlichkeitsarbeit, Energiespaziergänge, Auswahl Energiebotschafter:innen
6–18 Monate	Umsetzung kleiner Maßnahmen im öffentlichen Raum, Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technologie
18–36 Monate	Fertigstellung der Neuen Mitte
ab 3. Jahr	Monitoring & Verstetigung

10.4 Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten

Die folgenden Akteure übernehmen spezifische Rollen in der weiteren Umsetzung:

Tabelle 10-1 Akteure

Akteur	Rolle und Verantwortung
Ortsgemeinde	Koordination im Quartier, Umsetzung erster sichtbarer Maßnahmen im öffentlichen Raum, Kommunikation vor Ort, Sanierung eigener Liegenschaften
Verbandsgemeinde	Fachliche Begleitung durch den Klimaschutzmanager und den Klimaanpassungsmanager, Prüfung Sanierungsgebiet, Controlling und Monitoring
Energieversorger (EVM)	Datenbereitstellung (z. B. Verbrauch, Stromerzeugung), Beteiligung am Monitoring
Regionale Handwerksbetriebe & Energieberater:innen	Teilnahme am Marktplatz, Beratung und Umsetzung energetischer Maßnahmen bei privaten Gebäuden
Eigentümer:innen & Mieter:innen	Umsetzung freiwilliger Maßnahmen am eigenen Gebäude, Teilnahme an Veranstaltungen, Mitwirkung im Quartier
Energiebotschafter:innen	Erfahrungsbasierte Kommunikation, Vorbildfunktion, Impulsgeber:innen im Quartier

Tabelle 10-2 Akteure der Maßnahmen

Lfd. Nr.	Maßnahme	Akteure	Finanzierungswege	Priorität
1.	EG 1 Optimierung der Heizsysteme	OG Gackebach, Verbandsgemeinde, Energieberater, Handwerk, Ingenieurbüros	<ul style="list-style-type: none"> BEG EM – Maßnahmen zur Verbesserung der Anlageneffizienz 	1
2.	EG 2 Ganzheitliche Gebäudesanierung	OG Gackebach, Verbandsgemeinde, lokales Handwerk, Verbraucherzentrale, Energieberater	<ul style="list-style-type: none"> BEG Sanierung von Wohngebäuden zu Effizienzhäusern BEG EM – Maßnahmen an der Gebäudehülle 	2
3.	EV 1 Photovoltaik-Dachanlagen	OG Gackebach, Verbandsgemeinde, Verbraucherzentrale,	<ul style="list-style-type: none"> KfW-Programm 270 	1

		lokales Handwerk, Energieberater		
4.	EV 2 Dekarbonisierung der Wärmeversorgung mit erneuerbaren Ener- gien	OG Gackebach, Ver- bandsgemeinde, Ener- gieberater, lokales Handwerk	<ul style="list-style-type: none"> • BEG EM – Hei- zungsförderung (KfW 458 für Wohngebäude, KfW 522 für Un- ternehmen, KfW 422 für Kommu- nen) 	2
5.	EV 3 Sektorkopplung durch Energiemanagement in Gebäuden	OG Gackebach, Ver- bandsgemeinde, loka- les Handwerk, Ver- braucherzentrale, Energieberater	<ul style="list-style-type: none"> • BEG EM – Anla- gentechnik (außer Heizung) 	3
6.	MO 1 Ladeinfrastruktur für Elektroautos	OG Gackebach, Ver- bandsgemeinde; Energieversorger; Un- ternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • KfW Kredite, NKI, Förderrichtlinie La- deinfrastruktur 	2
7.	MO 2 Gemeinschaftliche Mobilitätslösungen für ländliche Räume	OG Gackebach; Agentur Landmobil; Arbeitgeber	<ul style="list-style-type: none"> • Bundesprogramm Ländliche Entwick- lung und Regio- nale Wertschöp- fung des BMEL • Regionales Zu- kunftsprogramm RLP • nationale Klima- schutzinitiative des BMWE 	3
8.	MO 3 Ausbau der Fuß- und Radinfrastruktur	OG Gackebach; Ver- bandsgemeinde; LBM, DLR	<ul style="list-style-type: none"> • Sonderprogramm Stadt und Land • Kommunalrichtli- nie 	3
9.	MO 4 Barrierefreier Ausbau der Bushaltestelle	OG Gackebach; Ver- bandsgemeinde; Kreisverwaltung; Ver- kehrsverbund; LBM; Behindertenbeauftrag- ter	<ul style="list-style-type: none"> • LVFGKom 	2

10.	FF1 Beete: Förderung der Biodiversität	OG Gackebach; Verbandsgemeinde; Kita; Bürgerschaft	<ul style="list-style-type: none"> • KfW 444 • Stadt- und Dorfgrün • Aktion Grün 	2
11.	KA 1 Klimaanpassung	OG Gackebach, Verbandsgemeinde, lokales Handwerk, Verbraucherzentrale	<ul style="list-style-type: none"> • BEG EM - Maßnahmen an der Gebäudehülle • KfW 240 Begrünnungsmaßnahmen (gewerbliche Hauseigentümer:innen) 	2
12.	KM 1 Öffentlichkeitwirksame Maßnahmen und aufsuchende Beratung	OG Gackebach; Klimaschutzmanagement; externe Dienstleister; lokales Handwerk; Energieagentur; Verbraucherzentrale RLP; Energieberater; Eigentümer	<ul style="list-style-type: none"> • nationale Klimaschutzinitiative des BMW • Kommunales Förderprogramm Klimaschutz RLP (KIPKI) 	1
13.	KM 2 Energiebotschafter:innen	OG Gackebach; Klimaschutzmanagement; Energieagentur; Verbraucherzentrale RLP	<ul style="list-style-type: none"> • nationale Klimaschutzinitiative des BMW • Kommunales Förderprogramm Klimaschutz RLP (KIPKI) 	1

Verstetigung und Strukturen

Da eine weiterführende Förderung im Sinne eines Sanierungsmanagements derzeit nicht gefördert wird, ist eine längerfristige Umsetzungsperspektive über andere Wege zu sichern. Die Koordination kann in bestehende Strukturen der Verbandsgemeinde eingebettet werden – insbesondere durch den Klimaschutz- und den Klimaanpassungsmanager. Gleichzeitig sollen **formlose Netzwerke** im Quartier entstehen z. B. regelmäßiger Austausch zwischen Energiebotschafter:innen und Ortsgemeinderatssitzung, die das Thema langfristig sichtbar halten.

Ziel ist es, konkrete Einzelmaßnahmen schrittweise umzusetzen und bei Eignung über weitere Förderprogramme (z. B. Kommunalrichtlinie, Städtebauförderung) zu finanzieren.

11 Fazit und Empfehlungen für das Quartier „Ortsgemeinde Gackenbach“

Das vorliegende integrierte energetische Quartierskonzept bietet eine solide und ganzheitliche Basis, um Gackenbach auf dem Weg zur Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 erfolgreich zu begleiten.

Die Ortsgemeinde Gackenbach und ihre Bürger:innen waren in den vergangenen Jahren in der Dorferneuerung und im Klimaschutz bereits aktiv. Die Energiebilanz zeigt, dass die Wärmeversorgung zu rund 32 % mit erneuerbaren Energien erfolgt und auf manchen Dächern eine Photovoltaikanlagen vorhanden ist. Als Wohngemeinde weist der Sektor der privaten Haushalte mit ca. 53 % den größten Anteil des Energieverbrauchs auf. Dies wird durch die städtebauliche Analyse untermauert. Etwa 54 % des Energieverbrauchs in Gackenbach entfallen auf die Wärmeversorgung vor allem in den Sektoren private Haushalte und Gewerbe, vgl. Abbildung 3-1.

Der Energieverbrauch der kommunalen Einrichtungen ist im Vergleich zum privaten Verbrauch minimal. Allerdings stellt der Verbrauch einen relevanten Ausgabenposten für die Gemeinde dar. Hinzu kommt, dass die Gemeinde nur über ihr Eigentum entscheiden kann und dass sie durch die Sanierung oder Modernisierung der eigenen Gebäude und Infrastruktur eine Vorreiter- und Vorbildrolle einnehmen kann.

Um den Energieverbrauch maßgeblich zu senken, sind die Erhöhung der Sanierungsrate und die energetische Modernisierung des Gebäudebestands in Gackenbach essentiell. Die Handlungsoptionen der Gemeinde sind in diesem Bereich beschränkt. Aber sie kann ihre Bürger:innen durch verschiedene Hilfsangebote dazu motivieren, ihre Gebäude zu sanieren, und so bis zu ca. 37 % des Endenergieverbrauchs zur Wärmeversorgung einzusparen (wirtschaftliches Einsparpotenzial). Hinweise zu Informations- und Beratungsangeboten zählen vor allem dazu. Eine individuelle und unabhängige Energieberatung ist oftmals sinnvoll.

Die Bundesförderprogramme sind ein weiterer wichtiger Baustein, um Gebäudeeigentümer:innen zu motivieren. Allerdings sind die Anforderungen und Regelungen oftmals sehr komplex. Hinzu kommt, dass bei einer Gebäudesanierung nicht nur die energetische Optimierung im Fokus stehen sollte. Um den Immobilienwert und die Wohnqualität langfristig zu erhalten und zu steigern, sollten auch Verbesserungen für altersgerechtes Wohnen und gestalterische Aufwertungen in das Sanierungskonzept einfließen. Daher ist eine professionelle unabhängige Beratung von großer Bedeutung bei der Steigerung der Sanierungsrate.

Die Gemeinde kann ihre Bürger:innen unterstützen, indem sie die Themen Gebäudesanierung und Energieeinsparung in das Bewusstsein der Gemeinschaft rückt, sie bei der Entscheidungsfindung unterstützt und ihnen dann bei der Orientierung in der Vielfalt der Förder- und Beratungsangebote hilft. Diese Empfehlungen zeigen, dass die Handlungsoptionen der Gemeinde Privateigentum betreffend zwar eingeschränkt, aber dennoch sehr vielseitig vorhanden sind.

Die Energieerzeugung und -versorgung basiert bislang zu einem Großteil auf fossilen Energieträgern. Dies führt einerseits zu negativen Umweltauswirkungen (Klimawandel,

Feinstaubbelastung usw.) andererseits aber auch zu Abhängigkeiten von politisch instabilen Weltregionen und somit zu erheblichen Unsicherheiten bei der Kostenentwicklung. Eine Umstellung auf regenerative Energieträger befördert neben dem wichtigen Thema der CO₂e-Einsparung auch die regionale Wertschöpfung.

Viele Bürger:innen sind sich dessen bewusst und würden den Energieträger gerne wechseln. Große Verunsicherung besteht in der Wahl der neuen Wärmeherzeugung. Zukünftig werden Wärmepumpen als wichtigster Wärmeherzeuger in Gebäuden gesehen. Aus den Erkenntnissen, die durch den Vergleich der Wärmeversorgungsvarianten entstanden sind, liegt die Strategie darin, den Ort nicht mit einem warmen oder kalten Nahwärmenetz sondern mit dezentralen Luft-Wasser-Wärmepumpen zu versorgen.

Hierfür ist es ratsam, aus dieser Technologie eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit zu erzeugen. Diese ist umsetzbar durch die zusätzliche Installation von PV-Anlagen, der Anschaffung von Batteriespeichern bzw. dem Umstieg auf batterieelektrisches Fahren. Letzteres dient nämlich auch als zusätzlicher Speicher von PV-Strom (welcher i. d. R. zu Mittagszeiten im Sommer im Überschuss vorhanden ist).

Die Ergebnisse aus der Energiebilanz des Ortes zeigen, dass die größten Einsparpotentiale auf dem Weg zur Klimaneutralität in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr liegen (vgl. Kapitel 4 und Kapitel 3.2.7). Die Emissionsbilanz von Stromnutzung ist vom deutschen Strommix geprägt und wird auch bei gleichbleibendem Stromverbrauch immer „grüner“, mit fortschreitendem Ausbau von Solar- und Windenergie. Aufgrund dessen liegen die Lösungen für die Energiewende beim einzelnen Haushalt, nämlich im Wärmeverbrauch und den gefahrenen Kilometern der Bürger:innen.

Werden die bisherigen Verbräuche von Wärme und der gefahrenen Kilometer im Ort mit einer elektrischen Betriebsweise (ca. 4,4 Mio. kWh_{el}/a) betrachtet, lässt sich eine annähernde Deckung durch die Potentiale einer solaren Stromerzeugung (ca. 4,1 Mio. kWh_{el}/a bei ca. 60 % des Potenzials dachgebundener Photovoltaik im Solarkataster Rheinland-Pfalz) vor Ort, errechnen.

Um den Gackebacher Bürger:innen eine umfangreiche Unterstützung bei der Umsetzung der kostenintensiven Maßnahmen, weg von fossilen Wärmeherzeugern und Verbrennern, hin zu elektrischen Betriebsweisen, anzubieten, sind weitere Maßnahmen geplant und in die Wege geleitet worden.

Durch die Durchführung des 2. Workshops am 08.05.2025 im neuen Dorfgemeindehaus wurden die Teilnehmenden mit Informationen versorgt:

- zu Fördermöglichkeiten (Fördermittelkompass: <https://www.energieagentur.rlp.de/angebote/foerdermittelservice/foerdermittelkompass/>)
- zur Eignung des eigenen Dachs für PV- und Solarthermieanlagen (Solarkataster Rheinland-Pfalz: <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/solarkataster>)
- zur Handwerkersuche, Effizienz-Rechner,... usw. für Wärmepumpen (Bundesverband Wärmepumpe e. V.: <https://www.waermepumpe.de/>)
- zum Wärmepumpencheck durch die Verbraucherzentrale (<https://www.verbraucherzentrale-rlp.de/energie/beratung-zu-waermepumpenangeboten-98555>)

- zur individuellen und z. T. kostenlosen Energieberatung durch die Verbraucherzentrale (<https://www.verbraucherzentrale-rlp.de/energie/energieberatung-der-verbraucherzentrale-rheinlandpfalz-ev-14741>)
- zur individuellen Energieberatung durch niedergelassene und zertifizierte Energieberaterinnen und -berater (Energie-Effizienz-Experten: <https://www.energie-effizienz-experten.de/>)

Der Ortsbürgermeister Hans Ulrich Weidenfeller ist im Besitz von all diesen notwendigen Links und stellt sie bei Bedarf anfragenden Bürger:innen zur Verfügung. Im Zusammenhang mit der Abschlussveranstaltung bestand eine erneute Möglichkeit, dass Fragen den Projektverantwortlichen gestellt werden können. Diese Veranstaltung wurde zudem als „Marktplatz“ organisiert. Im Detail heißt dies, dass regionale Handwerksbetriebe und Fachanbieter, durch eine Einladung der Ortsgemeinde, vor Ort waren und rund um Themen wie Photovoltaik, Wärmepumpen und Energieberatung, ihre Produkte und Dienstleistungen vorstellten (vgl. Kapitel 9). Dadurch sollte auch die Synergie zwischen Elektromobilität, Heimspeicher und bidirektionalem Laden, welche zukünftig immer mehr an Bedeutung gewinnen wird, verständlicher gemacht werden.

Das Ziel ist, erste potentielle Projekte in der Gemeinde in die Wege zu leiten, und damit einen Übergang von der Planungsphase des integrierten Quartierskonzeptes, in die Umsetzungsphase einzuläuten. Erfahrungsgemäß erhöht sich die Vielzahl an umgesetzten, energetischen Maßnahmen wie diese, sobald die ersten Hauseigentümer:innen mit Maßnahmen begonnen haben. Die dörfliche Struktur der Ortsgemeinde ist hierfür ein entscheidender Vorteil.

Im integrierten energetischen Quartierskonzept der Ortsgemeinde Gackebach konnte aufgezeigt werden, welche technischen und wirtschaftlichen Energiepotenziale bestehen und darauf aufbauend wurden konkrete Maßnahmen für eine Umsetzung entwickelt. Im Ergebnis hat die Ortsgemeinde Gackebach für das Quartier ein praxisnahes Umsetzungskonzept mit Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu konkreten Vorhaben erhalten.

Der Gemeinderat aber auch die Bürger:innen können sich nun darüber informieren, wie hoch der eigene Energieverbrauch des Quartiers ist, welche Auswirkungen dieser auf das Klima hat und – am Wichtigsten – wie er gesenkt werden kann. Das Konzept oder die wichtigsten Inhalte daraus sollten hierfür allgemein zugänglich gemacht werden. Dann gilt es für die Gemeinde, durch öffentliche Maßnahmen voranzugehen und die Gemeinschaft zum Mitmachen zu motivieren. Über die einzelnen Schritte sollte fortlaufend informiert werden, sodass die eigenen Erfolge sichtbar und weitere Bürger:innen aktiviert werden. Die starke Bürgerbeteiligung und der breite politische Rückhalt bilden eine stabile Grundlage, um die ambitionierten Ziele zu erreichen. Mit kontinuierlicher Kommunikation, aktiver Einbindung der Akteure und einer klaren Verantwortungsverteilung kann das Quartierskonzept in konkrete Maßnahmen umgesetzt und dauerhaft verankert werden.

12 Literaturverzeichnis

- BEG-EM. (21. Dezember 2023). Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM). Bundesanzeiger. Von vom 21. Dezember 2023: <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/TeVdpcR9NeEp7m7Rhbj/content/TeVdpcR9NeEp7m7Rhbj/BAanz%20AT%2029.12.2023%20B1.pdf?inline> abgerufen
- BfEE. (8. Mai 2025). *Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) (Hrsg.), „Grundsatzstudie Energieeffizienz - Grundsatzfragen“*. Von https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/grundsatzstudie_energieeffizienz.pdf?__blob=publicationFile&v=2 abgerufen
- BMWi und BMI. (8. Oktober 2020). *Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand*. Von <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/qzQUGd8A3unSCCbVMcf/content/qzQUGd8A3unSCCbVMcf/BAanz%20AT%2004.12.2020%20B1.pdf?inline> abgerufen
- BMWK. (21. Dezember 2023). Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. *Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM)*. Bundesanzeiger. Von Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen (BEG EM): <https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/TeVdpcR9NeEp7m7Rhbj/content/TeVdpcR9NeEp7m7Rhbj/BAanz%20AT%2029.12.2023%20B1.pdf?inline> abgerufen
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). (Juni 2018). *Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen*. Von https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2019/bbsr-online-04-2019-dl.pdf;jsessionid=A4AA33AD2E0C2DC574BBD23E1E9905DE.live21324?__blob=publicationFile&v=1 abgerufen
- Bundesnetzagentur. (19. Dezember 2024). *Marktstammdatenregister*. Von Öffentliche Daten: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/OeffentlicheEinheitenuebersicht> abgerufen
- Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE) (Hrsg.). (2018). *Grundsatzstudie Energieeffizienz - Grundsatzfragen der Energieeffizienz und wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung des NAPE unter besonderer Berücksichtigung von Stromverbrauchsentwicklung und -maßnahmen*.
- BWP (a). (10. September 2024). *Praxisratgeber Modernisieren mit Wärmepumpe*. Von Auflage Februar 2024: https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/waermepumpe/07_Publikationen/Publikationen/Praxisratgeber_Modernisieren.pdf abgerufen
- BWP (b). (10. September 2024). *Leitfaden Trinkwassererwärmung*. Von https://www.waermepumpe.de/uploads/tx_bcpagflip/BWP_LF_TWW_2019_02.pdf abgerufen

- co2online. (7. Februar 2025 a). *Wohnen und Sanieren*. Von Wohngebäude-Statistiken 2002 bis heute: <https://www.wohngebaeude.info/> abgerufen
- co2online. (221. Februar 2025 b). *Stromspiegel für Deutschland 2022/23*. Von <https://www.stromspiegel.de/fileadmin/ssi/stromspiegel/Downloads/stromspiegel-tabelle-2023-print.jpg> abgerufen
- co2online. (21. Februar 2025). *Stromspiegel für Deutschland 2022/23*. Von <https://www.stromspiegel.de/stromverbrauch-verstehen/stromspiegel-stromverbrauch-vergleichen/> abgerufen
- dena. (29. November 2023). *dena-Gebäudereport 2024: Klimaschutz im Gebäudebestand*. Von <https://www.dena.de/infocenter/dena-gebaudereport-2024-klimaschutz-im-gebaeudebestand/> abgerufen
- Difu. (2011). Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden .
- EEG 2023. (10. Oktober 2022). *Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien*. Von EEG 2023: <https://www.juris.de/jportal/portal/page/homerl.psm1/screen/FcJWPDFScreen?doc.id=BJNR106610014> abgerufen
- Energieagentur Rheinland-Pfalz. (7. Januar 2025). *Energieatlas Rheinland-Pfalz*. Von Landesweites Solarkataster Rheinland-Pfalz: <https://www.energieatlas.rlp.de/earp/daten/solarkataster/> abgerufen
- Energieagentur RLP. (2020). *Solarkataster RLP*. Von <https://solarkataster.rlp.de/start> abgerufen
- EnEV. (2014). *Energieeinsparverordnung 2014 - Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung für Wohngebäude. Anlage 1 Nr. 3*.
- Fraunhofer ISE. (11. Oktober 2022). *WPsmart im Bestand: Wärmepumpenfeldtest - Fokus Bestandsgebäude und smarterer Betrieb*. Von <https://www.ise.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte/wpsmart-im-bestand.html> abgerufen
- Fraunhofer ISE. (April 2025). *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem: Bundesländer im Transformationsprozess*. Von <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wege-zu-einem-klimaneutralen-energiesystem.html> abgerufen
- Fraunhofer ISI. (2003). *Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch*. Karlsruhe, München: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V.
- Fraunhofer ISI. (September 2021). *Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland - Treibhausgasneutrale Hauptszenarien Modul GHD und Geräte*.
- Günther, D., & Gniffke, P. (2022). *Berechnung der Treibhausgasemissionsdaten für das Jahr 2021 gemäß Bundesklimaschutzgesetz - Begleitender Bericht Kurzfassung vom 10. März 2022*. Von

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/220310_vjs_2021_-_begleitender_bericht_-_sauber_vbs_korr_kurzfassung.pdf abgerufen

- IWU. (10. Februar 2015). *Deutsche Wohngebäudetypologie*. Von Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcopes/2015_IWU_LogaEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf abgerufen
- IWU. (2025). *"TABULA" - Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern*. Von <https://www.iwu.de/forschung/gebaeudebestand/tabula/> abgerufen
- Kaltschmitt, M., Wiese, A., & Streicher, W. (2003). *Kaltschmitt, M.; Wiese, A.; Streicher, W.: Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. Berlin 2003.
- KfW. (18. Februar 2025). *CO2-Einsparberechnung - Energetische Stadtsanierung - Zuschuss (432)*. Von Ausfüllhilfe g) Emissionsfaktoren und Primärenergiefaktoren: [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000004832_F_432_CO2-Einsparberechnung.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000004832_F_432_CO2-Einsparberechnung.pdf) abgerufen
- LGB und LUWG. (11. Oktober 2022). *Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz und Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht (LUWG): Standardauflagen zum Bau von Erdwärmesonden in unkritischen Gebieten*. Von https://www.lgb-rlp.de/fileadmin/service/lgb_downloads/erdwaerme/standardauflagen_ews.pdf abgerufen
- Meißner, R. (2022). Solarthermie für Fernwärme. *Umwelt Magazin*, 30-33.
- MUEE. (11. Oktober 2022). *Leitfaden zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden*. Von Grundwasserschutz und Erlaubnisverfahren: https://www.lgb-rlp.de/fileadmin/service/lgb_downloads/erdwaerme/erdwaerme_allgemein/leitfaden_erdwaerme_10112020.pdf abgerufen
- PK TG. (2007). Personenkreis Tiefe Geothermie: Nutzung der geothermischen Energie aus dem tiefen Untergrund-Arbeitshilfe für die geologischen Dienste.
- Prof. Giel. (4. April 2017). Kalte Nahwärme ist kein Widerspruch sondern eine Chance. *Vortrag am 12. Gebäudeenergietag Rheinland-Pfalz an der TH Bingen*. Bingen.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut. (Juni 2021). *Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann*. Von Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf abgerufen
- VDI 4640-1 . (2010). *Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4660 Blatt 1 Thermische Nutzung des Untergrundes* .

Verein Deutscher Ingenieure (VDI). (2012). *VDI 2067, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen*. Düsseldorf: VDI.

WHG. (2009). *Wasserhaushaltsgesetz* .

Anhang

Anhang 1 – Protokolle

Anhang 2 – Karten

Anhang 3 – Maßnahmensteckbriefe

Anhang 4 - Gebäudesteckbriefe