
Stadt Rees

Integriertes Energetisches Quartierskonzept Stadtkern

Abschlussbericht im Rahmen des KfW-Programm 432



Fördermittelgeber



Auftraggeber



Stadtwerke Rees GmbH
Melatenweg 171
46459 Rees
www.stadtwerke-rees.de



Stadt Rees
Markt 1
46459 Rees
www.stadt-rees.de

Auftragnehmer



DSK Deutsche Stadt- und
Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH
Wiesenstraße 21
40549 Düsseldorf
www.dsk-gmbh.de

Ansprechpartner

Kevin Schneider
B. Sc. Energie- und Umwelttechnik
Telefon +49 211/56002-17
Mobil +49 160/99236309
kevin.schneider@dsk-gmbh.de

Bearbeitungsstand: 18. November 2024

Hinweis zur Quartiersbezeichnung:

Im Folgenden werden die Begriffe Quartier und Untersuchungsgebiet, sowie Quartier Stadtkern synonym verwendet.

Hinweis zur Gender Formulierung:

Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung alle Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichten Lesbarkeit die männliche oder weibliche Form steht.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	11
1.1. Übersicht zum Förderprogramm KfW 432	12
1.1.1. Methodik und Aufbau des Konzeptes	13
2. Allgemeine Ausgangsanalyse	15
2.1. Methodisches Vorgehen	15
2.2. Lage und Bedeutung der Kommune	17
2.3. Stadtaufteilung und Abgrenzung des Quartiers	19
2.4. Planungsrechtliche und konzeptionelle Grundlagen	22
2.4.1. Gesamtstädtische Ebene	22
2.4.2. Quartiersebene	25
2.5. Flächennutzung im Quartier	25
2.5.1. Öffentliche Räume im Quartier	25
2.5.2. Kommunale Flächen	27
2.5.3. Naturschutz- und Infrastruktur	28
2.6. Soziodemografische Entwicklung	33
3. Gebäudebestand und energetische Situation im Quartier	36
3.1. Baudenkmale und erhaltenswerte Bausubstanz im Quartier	37
3.2. Energetische Infrastruktur im Quartier	38
4. Mobilität	49
4.1. Regionale Verflechtungen	49
4.2. Motorisierter Individualverkehr	50
4.3. ÖPNV und SPNV	51
4.4. Fußgänger- und Radverkehr	52
4.5. Ladeinfrastruktur und Leihsysteme	52
5. Informations- und Öffentlichkeitsarbeit	53
5.1. Konzeptbegleitende Informations- und Öffentlichkeitsarbeit	53
5.1.1. Öffentliche Veranstaltungen	53
5.1.2. Information der Politik	53
5.1.3. Interne Besprechungen	53
6. Bilanzierung	54
6.1.1. Methodisches Vorgehen	56
6.1.2. Ergebnisse der Bilanzierung	60

6.1.3.	Monatlicher Wärmebedarf des Quartiers	70
7.	Potenziale.....	71
7.1.	Potenziale durch Veränderung des Verbrauchsverhaltens	71
7.2.	Energieeinsparpotenziale durch Gebäudesanierung	74
7.3.	Potenziale durch Austausch der Heizungsanlagen	76
7.3.1.	Wärmepumpe.....	77
7.3.2.	Hybridheizung.....	78
7.3.3.	Stromdirektheizung	78
7.3.4.	Biomasseheizung	78
7.3.5.	Gasheizung mit Nutzung Grüner Gase.....	79
7.3.6.	Exemplarischer Kostenvergleich	79
7.4.	Potenziale der Energieerzeugung und Versorgung	81
7.4.1.	Windkraft.....	81
7.4.2.	Solarenergie: Photovoltaik und Solarthermie	82
7.4.3.	Geothermie.....	96
7.4.4.	Abwasserpotential	106
7.4.5.	Flusswasserpotential	116
7.5.	Potenziale einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung	123
7.6.	Potentiale Mobilität	129
7.6.1.	Leihangebote	129
7.6.2.	Adaptive Beleuchtung.....	130
7.6.3.	Einsparpotenziale im motorisierten Individualverkehr	130
8.	Szenarien.....	133
8.1.	Szenario Beharrung	133
8.2.	Klimaszenario	134
8.3.	Szenario Wärmenetz	136
8.4.	Vergleich der THG-Emissionen	139
8.5.	Vergleich der Primärenergie	140
9.	Klimaschutz- und Klimafolgenanpassung durch Grün-Blau-Infrastruktur	141
10.	Handlungsempfehlungen, Vorgehen & Zielsetzung	144
11.	Maßnahmenkatalog	145
11.1.1.	Maßnahmenübersicht nach Kategorie	147
11.1.2.	Maßnahmenkatalog mit Einzelmaßnahmen	147

11.2. Maßnahmenzeitplan	162
12. Umsetzungshemmnisse	164
12.1.1. Kommunale Ebene und Lösungsansätze	164
12.1.2. Private Eigentümer	166
12.1.3. Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten	167
13. Controlling	168
13.1.1. Monitoring und Berichtswesen	168
13.1.2. Maßnahmencontrolling	169

Abbildung 1 Verknüpfungsbereiche der energetischen Quartiersentwicklung (Quelle: KfW)	12
Abbildung 2 Bausteine der energetischen Stadtsanierung nach KfW-432 (Quelle: DSK)	13
Abbildung 3 Schematisches Vorgehen integriertes energetisches Quartierskonzept (Quelle: DSK)	14
Abbildung 4 Lage der Stadt Rees im Kreis Kleve mit benachbarten Kreisen (Quelle: Wikipedia)	17
Abbildung 5 Aufnahme der Rheinpromenade mit Blick auf die historische Stadtmauer und Pegelmessstelle (Quelle: DSK, Quartiersbegehung vom 08.01.2024)	18
Abbildung 6 Gesamtstadt Rees mit den zugehörigen Ortschaften Rees, Haffen, Mehr, Haldern, Empel, Millingen, Bienen, Esserden (Quelle: Wikipedia)	19
Abbildung 7 Lage des Quartiers innerhalb des Einzugsgebietes Rees (Quelle: DSK)	20
Abbildung 8 Grenzen des Quartiers „Stadtkern“ (Quelle: DSK)	21
Abbildung 9 Übersicht der Flächennutzung in Rees (Quelle: DSK)	25
Abbildung 10: Bilder des öffentlichen Raums im Quartier (o.l. Marktplatz, o.r. Rheinpromenade, u.l. Bewegungspark Rees, u.r. Froschteich)	26
Abbildung 11 Darstellung der Flächen in kommunalen Besitz (gelb markiert) (Quelle: Stadt Rees)	27
Abbildung 12 Flächen am Abwasserpumpwerk im kommunalen Eigentum (gelb markiert) (Quelle: Stadt Rees)	28
Abbildung 13 Festgelegte Überschwemmungsflächen um das Quartier (Quelle: LANUV NRW, eigene Darstellung)	29
Abbildung 14 Darstellung der künftigen Deichschutzzonen (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Darstellung)	30
Abbildung 15 Landschaftsräume unter Schutzfunktion um das Quartier herum (Quelle: LANUV NRW, eigene Darstellung)	31
Abbildung 16 Einwohnerentwicklung der Stadt Rees im Zeitraum 2013 - 2023 (Quelle: [it.nrw, 2024], eigene Darstellung)	33
Abbildung 17 Prozentuale Veränderung der Bevölkerung in Rees im Zeitraum 2013-2023 (Quelle: [it.nrw, 2024]), eigene Darstellung)	34
Abbildung 18 Geburten und Sterbefälle der Stadt Rees im Zeitraum 2013 – 2023 (Quelle: [it.nrw, 2024], eigene Darstellung)	34
Abbildung 19 Zu- und Fortzüge der Stadt Rees im Zeitraum 2013 – 2023 (Quelle: [it.nrw, 2024], eigene Darstellung)	35
Abbildung 20 Entwicklung der Altersstruktur der Stadt Rees im Zeitraum von 1987 - 2023 (Quelle: [it.nrw, 2024, Kommunalprofil Rees, Stadt)	35
Abbildung 21 Prognose der Altersstruktur der Stadt Rees im Zeitraum bis 2050 (Quelle: [it.nrw, 2024, Kommunalprofil Rees, Stadt)	36
Abbildung 22 Darstellung der denkmalgeschützten Objekte und Bodenbereiche am Quartier (Quelle: Geoportal Niederrhein)	37
Abbildung 23 Verlauf des Erdgas-Verteilnetz im Quartier (Quelle: DSK eigene Darstellung auf Grundlage der Daten der Stadtwerke Rees)	39
Abbildung 24 Anzahl der verbauten Erdgassysteme in Rees (Quelle: DSK eigene Darstellung auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten)	40
Abbildung 25 Prozentuale Verteilung der Durchschnittsalter der Erdgas-Systeme in Rees (Quelle: DSK eigene Darstellung auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten)	41
Abbildung 26 Gebäudetypen und Nutzung im Quartier Nordost (Quelle: DSK)	42
Abbildung 27 Baualtersklassen der Bestandsgebäude im Quartier Nordost (Quelle: DSK)	43
Abbildung 28 Gebäude im Quartier nach klassifizierten Baualter (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	44

Abbildung 29 Zugewiesene Sanierungsstufen der Gebäude im Quartier (Quelle: DSK)	45
Abbildung 30 Beispiel für ein Gebäude der Sanierungsstufe „Vollsaniert“. Das äußere Erscheinungsbild der Fassade deutet auf die nachträgliche Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems hin. Zusätzlich dazu weisen die neueren Fenster, der Dachzustand und der sanierte Schornstein damit insgesamt auf eine voll umfängliche Sanierung des Gebäudes hin (Quelle: DSK, Ortsbegehung vom 08.01.2024, nachträglich geschwärzt)	46
Abbildung 31 Beispiel für ein Gebäude der Sanierungsstufe „sanierungsbedürftig“. Die Einteilung erfolgte aufgrund des vermuteten Baualters aus den 1950er und dem Fehlen signifikanter Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung (Quelle: DSK, Ortsbegehung vom 08.01.2024, nachträglich geschwärzt).....	47
Abbildung 32 Beispiel für ein Gebäude der Sanierungsstufe „Teilsaniert“. Das Gebäude wurde des Hinweises auf eine Sanierung des Daches in diese Kategorie eingeteilt (Quelle: DSK, Ortsbegehung vom 08.01.2024, nachträglich geschwärzt)	48
Abbildung 33 Grafische Erläuterung einiger Energiewirtschaftlicher Fachbegriffe am Beispiel der Gebäudebeheizung mittels des (leitungsgebundenen) Energieträgers Erdgas	54
Abbildung 34 Gesamtendenergiebilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	61
Abbildung 35 Gesamtendenergiebilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand und Verkehrssektor (Quelle: DSK, eigene Erhebung).....	62
Abbildung 36 Verteilung der erfassten Endenergieverbräuche nach Sektoren (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	63
Abbildung 37 Gesamtprimärenergiebilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand (Quelle: DSK, eigene Erhebung).....	64
Abbildung 38 Gesamtprimärenergiebilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand und Verkehrssektor (Quelle: DSK, eigene Erhebung).....	65
Abbildung 39 Verteilung der erfassten Primärenergieverbräuche nach Sektoren (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	66
Abbildung 40 Treibhausgasbilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand (Quelle: DSK, eigene Erhebung).....	67
Abbildung 41 Treibhausgasbilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand und Verkehrssektor (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	68
Abbildung 42 Verteilung der erfassten THG-Emissionen nach Sektoren (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	69
Abbildung 43 Verteilung der ermittelten Wärmebedarfe für Raumwärme- und Trinkwarmwasser im Quartier	70
Abbildung 44 Vergleichswerte für den Stromverbrauch nach Haushaltskategorien (Quelle: CO2-online (2023): Stromspiegel für Deutschland 2022/2023)	71
Abbildung 45 Stromverbrauch im Privathaushalt (Quelle: Energieagentur NRW; Erhebung „Wo im Haushalt bleibt der Strom?“)	72
Abbildung 46 Effizienzsteigerung und verbrauchsgebundene Kosten von Heizungsumwälzpumpen (Quelle: Stiftung Warentest).....	73
Abbildung 47 Vollumfängliche konventionelle Sanierung aller Wohngebäude. Einsparung des Wärmebedarfes und verbleibender Wärmebedarf gemessen am heutigen Wärmebedarf des Wohngebäudebestandes (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	75
Abbildung 48 Vollumfängliche zukunftsweisende Sanierung aller Wohngebäude. Einsparung des Wärmebedarfes und verbleibender Wärmebedarf gemessen am heutigen Wärmebedarf des Wohngebäudebestandes (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	76

Abbildung 49 Darstellung der Energieleistungsdichte um das Quartiersgebiet bei einer Anlagennabenhöhe bei 150m (Quelle: DSK auf Grundlage des LANUV)	82
Abbildung 50 Jahresdurchschnittliche Globalstrahlung in NRW (Quelle: Energieagentur NRW)	84
Abbildung 51 Grafik zur Ermittlung des Flächenfaktors (Quelle: Energieagentur NRW)	85
Abbildung 52 Ausschnitt Solarkataster NRW, Darstellung der geeigneten Dachflächen für Photovoltaik-Anlagen nach Dachausrichtung im Quartier Nordost (Quelle: LANUV)	87
Abbildung 53 Solares Stromertragskataster für das Quartier Rees (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	88
Abbildung 54 Vergleich des anfallenden Strombedarfes im Quartier gegenüber dem maximal ausschöpfbaren PV-Stromproduktionspotenzials auf den Dachflächen (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	89
Abbildung 55: Ausschnitt Solarkataster NRW, Darstellung der geeigneten Dachflächen für solarthermische Anlagen im Quartier Nordost (Quelle: LANUV).....	93
Abbildung 56 Solares Wärmeertragskataster für das Quartier Rees (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	94
Abbildung 57 Vergleich des anfallenden Wärmebedarfes im Quartier gegenüber dem maximal ausschöpfbaren Solarthermiekonzil auf den Dachflächen (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	95
Abbildung 58 Übersicht geothermischer Verfahren (Quelle: Geologischer Dienst NRW, 2024, eigene Darstellung).....	96
Abbildung 59 Wärmeleitfähigkeit erdoberflächennaher Schichten (1 bis 1,5m) zur Potenzialabschätzung und Eignung von Erdwärmekollektoren (Quelle: Geologischer Dienst NRW, 2024).....	99
Abbildung 60 Wärmeleitfähigkeiten oberflächennaher Schichten zur Abschätzung des geothermischen Potenzials für Erdsonden, 40 bis 100m (Quelle: Geologischer Dienst NRW, 2024)	100
Abbildung 61 Mögliche Potenzialfläche (in kommunaler Hand) außerhalb des Quartiers (Quelle: DSK, eigene Erhebung).....	102
Abbildung 62 Wärmeleitfähigkeit des Bodens bei Rees in einer Tiefe ab 100m bis 1000m (Quelle: DSK, eigene Erhebung).....	104
Abbildung 63 Rechtliche Anforderungen an Geothermie-Vorhaben (Quelle: BRA; 2023)	105
Abbildung 64 Abwasserleitungen in Rees (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Darstellung)	108
Abbildung 65 Verlauf der zum Pumpwerk laufenden Abwasserleitungen (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Darstellung).....	109
Abbildung 66 Gemittelte Abwassertemperatur des ankommenden Wassers bei der Kläranlage (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Berechnung und Darstellung).....	110
Abbildung 67 Gemittelter Durchfluss des ankommenden Wassers bei der Kläranlage (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Berechnung und Darstellung)	111
Abbildung 68 Täglich gemittelte Abwassertemperatur (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Berechnung und Darstellung).....	112
Abbildung 69 Berechnete Abwasserwärmepotenziale (Quelle: DSK)	113
Abbildung 70 Vergleich des berechneten Abwasserpotenzials mit dem Wärmebedarf im Quartier (Quelle: DSK GmbH).....	114
Abbildung 71 Durchschnittliche, minimal und maximal auftretende Gewässertemperaturen des Rheins bei Rees auf Grundlage der ausgewerteten Messstationsdaten für die Jahre 2014-2023 (Quelle: DSK)	117
Abbildung 72 Durchschnittliche Anzahl der Stunden im Monat, an denen die Wassertemperatur bei 4°C unter darunter liegt (Quelle: DSK GmbH)	118
Abbildung 73 Darstellung der Rheindurchflüsse (durchschnittlich, Minimal- und Maximalwerte) (Quelle: DSK GmbH).....	119

Abbildung 74 Monatliches Rheinwärmepotenzial unter Annahme einer Gewässerabkühlung um 0,1K und verschiedenen Durchflusswerten (Quelle: DSK GmbH)	120
Abbildung 75 Vergleich des berechneten Wärmepotenzials aus dem Rhein, unter Annahme eines historischen Niedrigwassers, mit dem Wärmebedarf im Quartier (Quelle: DSK GmbH)	121
Abbildung 76 Nach VDI 4646 berechnete COP-Werte für eine Flusswasser-Wärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen eines Wärmenetzes (Quelle: DSK)	122
Tabelle 22 Berechnete JAZ aus den COP-Werten aus Abbildung 76 (Quelle: DSK)	122
Abbildung 79 Berechnete Wärmeliniendichten im Quartier für ein Szenario „Großwärmepumpe-Rheinwasser“ (Quelle: DSK, eigene Darstellung)	127
Abbildung 79 Entwicklung des Endenergiebedarfes bis 2045 unter Annahmen des Beharrungsszenarios (Quelle: DSK GmbH)	134
Abbildung 82 Entwicklung des Endenergiebedarfes bis 2045 unter Annahmen des Klimaszenarios (Quelle: DSK)	135
Abbildung 83 Entwicklung des Endenergiebedarfes bis 2045 unter Annahmen der Wärmenetzzenarien (Quelle: DSK)	137
Abbildung 84 Entwicklung der Energieträgeranteile zur Deckung des Wärmebedarfes eines Wärmenetzes – Szenario Wärmepumpe	138
Abbildung 85 Vergleich der THG-Emissionswerte in den Szenarien gegenüber dem Ist-Zustand (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	139
Abbildung 86 Vergleich der Primärenergiebedarfe in den Szenarien gegenüber dem Ist-Zustand (Quelle: DSK, eigene Erhebung)	140
Abbildung 87 Globale, regionale und lokale Auswirkungen von Grün im Gemeinderaum (Quelle: DSK)	141
Abbildung 88 Belagstypen und deren Abflussbeiwert (Quelle: StMUV 2020)	142
Abbildung 89 Darstellung der Handlungsfelder (Quelle: DSK, eigene Darstellung DSK)	146
Abbildung 90 Potentieller Maßnahmenzeitplan für das Quartier „Stadtkern“ der Stadt Rees	163

Tabelle 1 Benachbarte und nächste Orte zur Stadt Rees und deren Funktion	49
Tabelle 2 Anzahl einpendelnder Menschen (Quelle: [Pendleratlas, 2023], Eigene Darstellung).....	50
Tabelle 3 Anzahl pendelnder Menschen (Quelle: Pendleratlas, 2023], DSK eigene Darstellung).....	50
Tabelle 4 Anschluss an zentrale Orte mittels MIV (DSK eigene Darstellung)	50
Tabelle 5 Erreichbarkeit und Reisezeit nächstgelegener Orte im ÖPNV / SPNV	51
Tabelle 6 Angesetzte THG-Emissionsfaktoren zur Berechnung der Treibhausgasemissionen.....	57
Tabelle 7 Angesetzte Primärenergiefaktoren zur Berechnung der Primärenergie	58
Tabelle 8 Berechnete Wärmegestehungskosten für verschiedene Heizsysteme (Quelle: DSK, eigene Berechnung auf Datengrundlage der Ariadne-Analyse 2024)	80
Tabelle 9 PV-Potenzialabschätzung des Quartiers bei maximaler Belegung aller geeigneten Dachflächen.....	88
Tabelle 10 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von PV-Anlagen in Abhängigkeit der Dachausrichtung	90
Tabelle 11 Amortisationsdauer für PV-Anlagen unterschiedlicher Ausrichtung; statische Betrachtung.....	91
Tabelle 12 Solarthermie-Potenzialabschätzung des Quartiers bei maximaler Belegung aller geeigneten Dachflächen	93
Tabelle 13 Richtwerte zur Leistungsfähigkeit von Erdwärmesonden für Wärmeleitfähigkeiten des Bodens < 1,5 W / (m*K) (Quelle: VDI 4640)	100
Tabelle 14 Richtwerte zur Leistungsfähigkeit von Erdwärmesonden für Wärmeleitfähigkeiten des Bodens 1,5 - 3 W / (m*K) (Quelle: VDI 4640)	101
Tabelle 15 Ertragsabschätzung der Potenzialflächen bei flächiger Installation oberflächennaher Erdsonden gemäß VDI 4640 für einen 10m Abstand	102
Tabelle 16 Ertragsabschätzung der Potenzialflächen bei flächiger Installation oberflächennaher Erdsonden gemäß VDI 4640 für einen 7m Abstand	102
Tabelle 17 Prognose des Wärmepumpenpotenzials für die berechneten Umweltwärmerträge für einen 10m Sondenabstand	103
Tabelle 18 Prognose des Wärmepumpenpotenzials für die berechneten Umweltwärmerträge für einen 6m Sondenabstand	103
Tabelle 19 Investivkosten für geothermische Sonden im Vergleich	106
Tabelle 20 Hinterlegte Daten zu Abbildung 70	114
Tabelle 21 Wärmepotenzialdaten zu Abbildung 74	120
Tabelle 22 Berechnete JAZ aus den COP-Werten aus Abbildung 76 (Quelle: DSK).....	122
Tabelle 23 Empirische Wirtschaftlichkeitsabschätzung eines Wärmenetzes. Bewertungskriterium Wärmeliniendichte [Aver S.14]	dung, 2021, 126
Tabelle 24 Ermittelte Eckdaten des Wärmenetzes für das Quartier Stadtkern	127
Tabelle 25 Geschätzte Investivkosten für ein hypothetisches Wärmenetz nach Abbildung 68	128

1. Einführung

Der Klimawandel wird als eine der größten, wenn nicht die größte Herausforderung, des 21. Jhd. gesehen, dessen Auswirkungen mittlerweile durch anhaltende Dürreperioden und zunehmende lokale Starkregenereignisse auch in Deutschland bemerkbar sind. Die zunehmenden „Extremwetterereignisse“ werden letztlich auf den Anstieg der durchschnittlichen globalen Temperatur zurückgeführt; dieser wird wiederum auf die seit Beginn der Industrialisierung gestiegenen Treibhausgasemissionen und damit einhergehende Folgeeffekte zurückgeführt. Treibhausgase werden insbesondere durch die Verbrennung fossiler Energieträger (Erdgas, Öl, Benzin, Diesel, etc.) verursacht und können auf verschiedene Sektoren, wie etwa die Stromerzeugung in Kohlekraftwerken, die Sektoren Verkehr und Gewerbe, oder auch den Wohngebäudesektor, aufgrund der Gebäudebeheizung zurückgeführt werden. Mit zunehmender Temperatur werden die Auswirkungen auf Mensch und Natur – Anstieg der Meeresspiegel und damit einhergehend große Flüchtlingsbewegungen, Artensterben, Hungers- und Wassernot – steigen.

Zur Reduzierung und Begrenzung der steigenden mittleren globalen Temperatur sind eine Vielzahl von Instrumenten und Vereinbarungen auf verschiedenen politischen Ebenen – global, staatenübergreifend sowie auf nationalen Ebenen – entwickelt worden. In Deutschland sind dies auf Bundes- sowie Landesebene Nordrhein-Westfalens die Novellen der Klimaschutzgesetze. Demnach sollen bis zum Jahr 2040 die jährlichen Treibhausgasemissionen um 88 Prozent gesenkt werden. Bereits im Jahr 2045 soll Klimaneutralität und ab 2050 negative Emissionen erreicht werden. Dies bedeutet eine erhebliche Erhöhung der notwendigen Maßnahmen auf allen Ebenen der Regierungen und Selbstverwaltungskörperschaften. In Nordrhein-Westfalen sind zahlreiche Städte und Gemeinden aktiv und erstellen energetische Konzepte zur Verbesserung der örtlichen Klimabilanz.

Im Zuge dieser Konzepterstellung ist es zu entscheidenden gesetzlichen Änderungen gekommen, die erheblichen Einfluss auf die zukünftige Planung kommunaler, energetischer Versorgungsstrukturen haben. Hierzu sind insbesondere die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes, sowie das WPG (Wärmeplanungsgesetz bzw. *Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze*) zu nennen, die beide jeweils zum 01.01.2024 in Kraft getreten sind. Zusätzlich kam es zu einer temporären Antrags- und Bewilligungspause für Förderprogramme des Klima- und Transformationsfonds des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Antrags- und Bewilligungspause ist seit dem 22. Januar 2024 wieder aufgehoben. Allerdings wurden diverse Förderprogramme nicht weitergeführt. Hierzu zählt auch das Förderprogramm 432 – Energetische Stadtsanierung der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau), in dessen Rahmen das hier vorliegende Quartierskonzept erstellt wurde. Während die Beendigung des Förderprogramms keine Auswirkung auf bereits bewilligte Projekte hat, so bedingt der Förderstopp jedoch, dass das ebenfalls im Rahmen des Förderprogramms 432 geförderte Sanierungsmanagement, das ursprünglich die im Quartierskonzept entwickelten Maßnahmen initiieren und deren Umsetzung nach Konzepterstellung begleiten sollte, nun nicht mehr beantragt werden kann.

Ungeachtet dessen stellen die Ergebnisse der Quartierskonzepte Handlungsempfehlungen für die Stadt Rees bereit, die den Weg zur Energieautarkie und einer zukünftig klimafreundlichen Energieversorgung bereiten und deren Erkenntnisse nicht zuletzt für die nun gesetzlich verpflichtend zu erstellende Kommunale Wärmeplanung nach dem *Wärmeplanungsgesetz* genutzt werden können. Die Stadt Rees setzt sich daher ambitioniert für den Klimaschutz

ein. Die Zielsetzung sieht vor, dass die Stadtverwaltung und deren Gebäude bis zum Jahr 2045 klimaneutral sein sollen.

1.1. Übersicht zum Förderprogramm KfW 432

Die Stadt Rees hat die Erstellung eines Energetischen Quartierskonzeptes für das Quartier „Stadtkern“ projektiert. Hierzu hat die Stadt Rees einen Förderantrag bei der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Rahmen des Förderprogramms 432 - Energetische Stadtsanierung - eingereicht. Nach Erhalt des Förderbescheids wurde die DSK GmbH (Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungs mbH) mit der Erstellung des Quartierskonzeptes Stadtkern im Oktober 2023 beauftragt.

Die KfW unterstützt mit ihrer Förderung Kommunen bei der Erstellung von integrierten Quartierskonzepten für energetische Sanierungsmaßnahmen, sowie für nachhaltige Mobilität und grüne Infrastruktur. Das Ziel besteht darin, die Energieeffizienz im Quartier zu erhöhen und die CO₂-Emissionen vor Ort zu reduzieren.

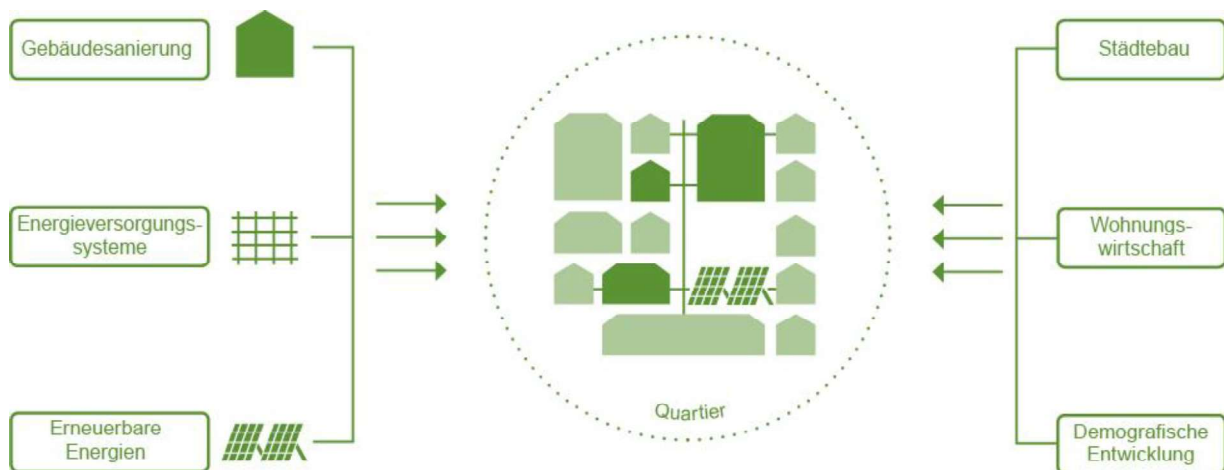


Abbildung 1 | Verknüpfungsbereiche der energetischen Quartiersentwicklung (Quelle: KfW)

Zunächst müssen Ziele und Umsetzungsstrategien entwickelt werden, um die Energiesparpotenziale in den Quartieren zu ermitteln und auszuschöpfen. Integrierte energetische Quartierskonzepte involvieren sämtliche relevante Akteure, darunter Bürgerinnen und Bürger, die Wohnungswirtschaft, private Eigentümerinnen und Eigentümer sowie die Energieversorger. Auf diese Weise entstehen gemeinsam getragene Lösungsansätze.

In den Quartierskonzepten werden beinhaltet:

- **Bestands- und Potenzialanalyse:** Wer braucht wie viel Energie im Quartier? Wie leistungsfähig sind energetische Infrastrukturen und Leitungsnetze? Wie kann Energie eingespart und die Effizienz gesteigert werden
- **Handlungskonzept:** Welche Ziele werden bis wann erreicht? Welche konkreten Maßnahmen sind geplant?
- **Kosten und Finanzen:** Welche Kosten sind zu erwarten? Wie sieht das Finanzierungs-konzept aus?

- **Erfolgskontrolle:** Wie wird überprüft, ob die angestrebten Ziele erreicht werden? Wie werden Qualitätsziele in der Umsetzung abgesichert?
- **Umsetzungsstrategie:** Mit welchen Strategien soll die Umsetzung kurz-mittel-und langfristig vorangetrieben werden? Wie werden die Akteure mobilisiert und in die Strategie eingebunden?
- **Information, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit:** Wie können die relevanten Partner aktiviert werden? Welche Maßnahmen für Informationen, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit sind erforderlich?

Um diese Fragen zu beantworten, erfolgt die Erarbeitung der in Abbildung 2 gezeigten, aufeinander aufbauenden Konzeptbausteine des KfW-Förderprogramms 432.

BAUSTEINE DES QUARTIERSKONZEPTES KfW-432

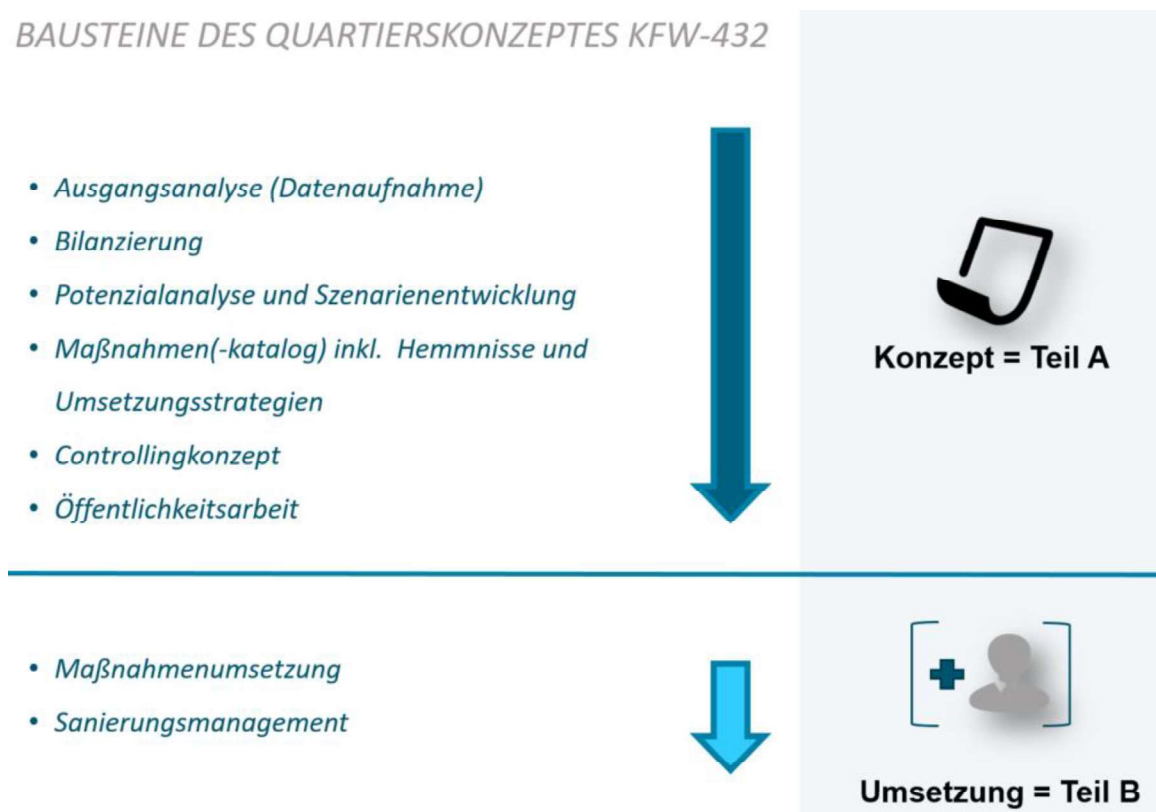


Abbildung 2 | Bausteine der energetischen Stadtsanierung nach KfW-432 (Quelle: DSK)

1.1.1. Methodik und Aufbau des Konzeptes

Das vorliegende Quartierskonzept stützt sich auf Daten, die von unterschiedlichen Akteuren zusammengetragen wurden. Energetische Verbrauchsdaten lieferten die Energieversorger *Westenergie* und *Stadtwerke Rees*. Daten zu den jeweiligen Feuerungsstätten konnten beim zuständigen Bezirksschornsteinfeger eingeholt werden. Weiterhin wurden aufgenommene Daten aus Vor-Ort-Begehungen, individuellen Gesprächen sowie der auf Landkreis-

und Kommunalebene vorhandenen konzeptionellen Dokumente und statistischen Unterlagen, inklusive der Daten des Statistischen Amtes berücksichtigt. Schematisch lässt sich die Vorgehensweise bei der Erarbeitung des Konzeptes, wie in Abbildung 3 gezeigt, darstellen.



Abbildung 3 | Schematisches Vorgehen integriertes energetisches Quartierskonzept (Quelle: DSK)

Die Ausgangsanalyse bildet die Basis für die Einordnung des Quartiers und die anschließende energetische Bilanzierung und Ableitung der Minderungspotenziale im Bereich des Energieverbrauchs und Treibhausgas (THG)-Ausstoßes. Diese münden in einem Maßnahmenkatalog, der durch ein Controlling-Konzept ergänzt wird. Letzteres soll die Überprüfbarkeit der Auswirkungen einzelner Handlungsempfehlungen gewährleisten und zur erfolgreichen Umsetzung des Gesamtkonzeptes beitragen. Die Beteiligung und Abstimmung mit den relevanten Akteuren fließen ebenfalls ein. Die Ergebnisse des integrierten energetischen Quartierskonzeptes sollen eine Arbeitsgrundlage für die Umsetzung konkreter Maßnahmen schaffen.

2. Allgemeine Ausgangsanalyse

Die energetische Ausgangssituation für das Quartier wurde detailliert untersucht und in Bezug zu vorliegenden Klimaschutzuntersuchungen und -aktivitäten sowie den klimapolitischen Zielen der Stadt gestellt. Technische Inputs hinsichtlich der Energieerzeugung wurden von den Versorgern, Schornsteinfegern und Netzbetreibern erfragt, Energieverbräuche ermittelt oder anhand Baualter und Sanierungsstand, aufbauend auf bereits erfolgten Untersuchungen, kalkuliert. Folgende Unterpunkte bilden das Grundgerüst für die energetisch-städtebaulichen Analyse:

- Lage im Raum und Siedlungsstruktur
- Soziodemographische- und Wirtschaftsstrukturen
- Bestehende Flächennutzungskonzepte und Planungen
- Technische Infrastruktur
- Städtische Siedlungsstruktur
- Energie- und Treibhausgasbilanz

2.1. Methodisches Vorgehen

Im Rahmen der Ausgangsanalyse und anschließenden Konzeptionierung wurde auf folgende Informationsquellen zurückgegriffen:

- Angaben der Energieversorger
 - Energieverbrauchsdaten
- Angaben der Stadtverwaltung: Unterlagen zu vorliegenden Konzepten und Planungen
 - Flächennutzungsplan
 - Bebauungspläne
 - vorhandene Konzepte (Klimaschutzkonzept u.a.)
 - demografische Daten, Statistiken zu den Strukturdaten der Stadt
 - Baualter der Gebäude
- Datenauszug des Bezirksschornsteinfegers der Feuerstätten
- Eigene Erhebungen
 - Datenaufbereitungen
 - Erfahrungswerte und Recherchen
(Ortsbegehung, Kartenmaterial, Geoinformationssysteme, Verbände, Statistiken, etc.)

Die Daten wurden auf deren Vollständigkeit sowie Plausibilität hin überprüft. Eventuelle Datenlücken beziehungsweise nicht plausible Daten wurden durch Daten nächstbesten Güte ergänzt oder korrigiert. Zuletzt wurde das Datenmaterial mit fachtechnischen Annahmen und Erfahrungswerten aufbereitet. Von zentraler Bedeutung sowohl bei der gesamten Analyse des energetischen Ausgangszustands im Quartier als auch der anschließenden Konzeptionierung sind die tatsächlichen Energieverbräuche (Wärme und Strom) sowie der aktuelle Zustand der

jeweiligen Gebäude unter Berücksichtigung ihres Alters. Die Verbrauchsdaten wurden den zuständigen Energieversorgern zur Verfügung gestellt. Die Baualtersklassen sowie der allgemeine Sanierungszustand der Gebäude (Fensterverglasung, Fassadenzustand, etc.) wurde, soweit verfügbar, von der Stadt bereitgestellt und im Rahmen von Ortsbegehungen geprüft und ergänzt.

An dieser Stelle sei den genannten Beteiligten nochmals unser Dank für die Bereitstellung der sehr detaillierten Datenbasis und die hilfreiche Mitarbeit ausgesprochen.

2.2. Lage und Bedeutung der Kommune

Rees ist eine historische Stadt am unteren Niederrhein in Nordrhein-Westfalen und gehört zum Kreis Kleve im Regierungsbezirk Düsseldorf. Mit einer durchschnittlichen Entfernung von 20 Kilometern liegt sie relativ zentral zwischen den Städten Kleve, Bocholt und Wesel und ist über die nahegelegene A3 erreichbar, wo von ihr abgehend die B67 mittig durch das Stadtgebiet verläuft.



Abbildung 4 | Lage der Stadt Rees im Kreis Kleve mit benachbarten Kreisen (Quelle: Wikipedia)

Die Stadt zeichnet sich durch ihre strategisch günstige Lage und reiche kulturelle Geschichte aus. Gegründet im 11. Jahrhundert, hat sich Rees zu einer charmanten Stadt mit etwa 22.000 Einwohnern entwickelt. Die Stadt liegt direkt am Rhein und profitiert von ihrer Nähe zu den Ballungszentren des Ruhrgebiets sowie zu den niederländischen Städten Arnhem und Nijmegen. Diese Lage macht Rees zu einem bedeutenden Knotenpunkt für den Handel und den grenzüberschreitenden Verkehr.

Die Bedeutung von Rees zeigt sich nicht nur in ihrer wirtschaftlichen Funktion, sondern auch in ihrer kulturellen Vielfalt und historischen Bedeutung. Die gut erhaltene Stadtbefestigung, zahlreiche denkmalgeschützte Gebäude und die malerische Rheinpromenade ziehen jährlich viele Touristen an.



Abbildung 5 | Aufnahme der Rheinpromenade mit Blick auf die historische Stadtmauer und Pegelmessstelle (Quelle: DSK, Quartiersbegehung vom 08.01.2024)

Rees ist ebenso bekannt für seine lebendige Kunst- und Kulturszene sowie für verschiedene Veranstaltungen und Märkte, die das soziale und kulturelle Leben der Stadt bereichern. Durch ihre harmonische Verbindung von Geschichte, Kultur und Wirtschaft ist die Stadt Rees ein attraktiver Wohn- und Arbeitsort, der sowohl für Einheimische als auch für Besucher eine hohe Lebensqualität bietet.

2.3. Stadtaufteilung und Abgrenzung des Quartieres

Die Stadt umfasst die Hauptortschaften Rees sowie die umliegenden Ortsteile Empel, Millingen, Haldern, Bienen, Esserden, Haffen und Mehr. Die Aufteilung der Stadt Rees spiegelt ihre historische Entwicklung wider. Von einer fränkischen Siedlung auf einer erhöhten Stelle am Rheinufer entwickelte sich Rees zu einem bedeutenden Handelszentrum. Die Gründung eines Kanonikerstifts im 11. Jahrhundert durch Irmgard von Aspel legte den Grundstein für die städtische Entwicklung.

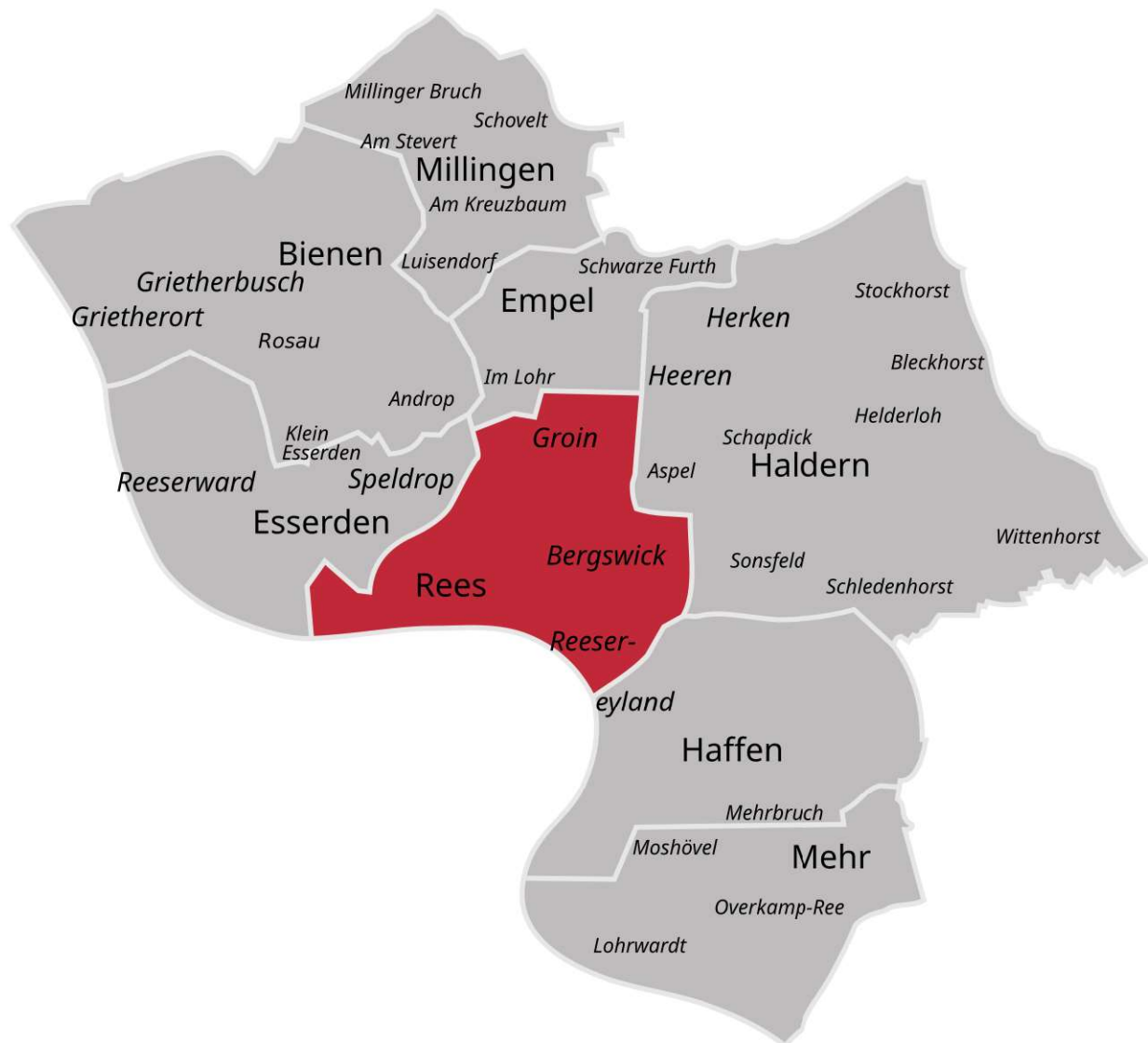


Abbildung 6 | Gesamtstadt Rees mit den zugehörigen Ortschaften Rees, Haffen, Mehr, Haldern, Empel, Millingen, Bienen, Esserden (Quelle: Wikipedia)

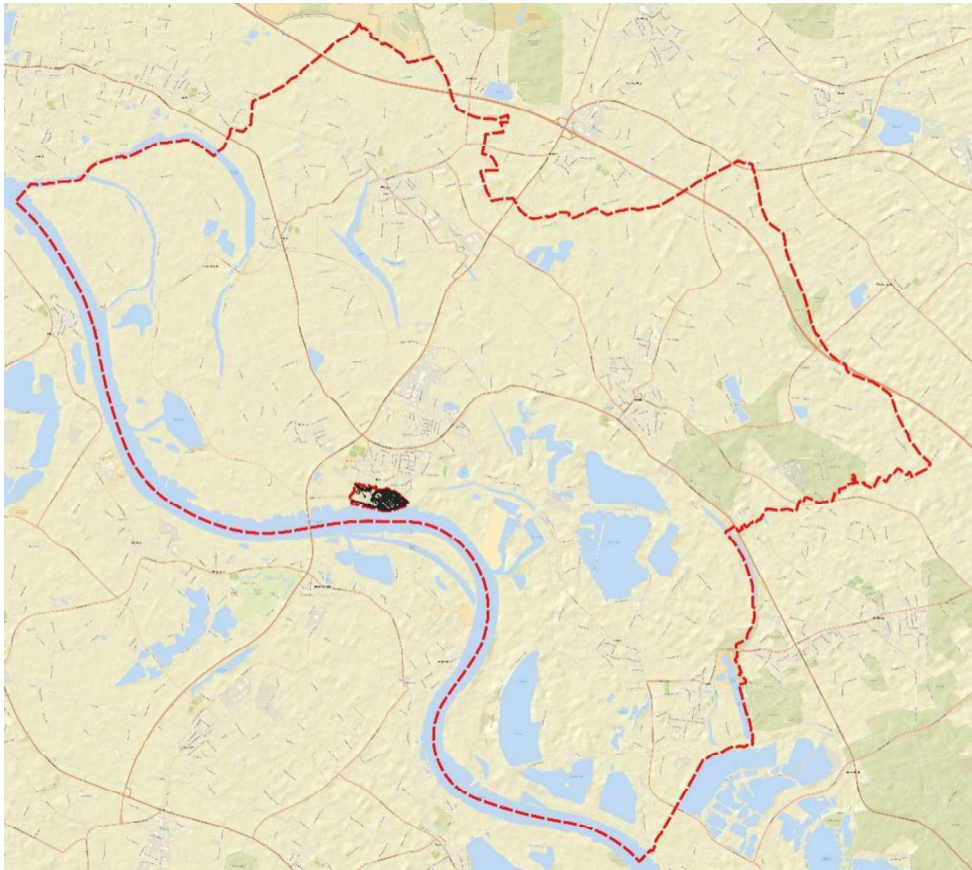


Abbildung 7 | Lage des Quartiers innerhalb des Einzugsgebietes Rees (Quelle: DSK)

Der am Rhein anliegende Hauptort Rees mit dem historischen Stadtkern bildet das Zentrum der Stadt und blickt auf eine reiche Geschichte zurück. Als älteste Stadt am unteren Niederrhein erhielt Rees bereits 1228 die Stadtrechte. Der Stadtkern ist geprägt von engen Gassen und charakteristischen Gebäuden, die von der langen Siedlungsgeschichte zeugen. Rees Vergangenheit als Festungsstadt ist noch heute im Stadtbild erkennbar. Überreste der ehemaligen Befestigungsanlagen, wie der Ravelin am Westring und die Kasematten unter dem Museum und ebenfalls am Westring, zeugen von der strategischen Bedeutung der Stadt.



Abbildung 8 | Grenzen des Quartiers „Stadtkern“ (Quelle: DSK)

Das Quartier *Stadtkern* umfasst den historischen Stadtkern von Rees und liegt damit direkt am Rhein an. Das Quartier lässt sich in zwei grundlegende Bereiche einteilen. Der östliche, weitestgehend größte Teil des Quartiers umfasst den historischen Ortskern. Um den zentralen Marktplatz herum, befinden sich die städtischen Liegenschaften (Rat- und Bürgerhaus, Polizei, Stadtbibliothek). Hier finden sich zudem mehrere Gastronomiebetriebe. Die am Marktplatz angrenzende *Dellstraße* dient als Flaniermeile im Quartier, hier finden sich größere Konzentrationen von Einkaufsmöglichkeiten und Dienstleistungsgeschäften. Charakteristisch für Bebauung ist die dichte Aneinanderreihung von höhergeschossigen Wohngebäuden, in denen sich vereinzelt kleinere Läden und Geschäfte im Erdgeschoss befinden. Weitere markante Gebäude im Ortskern sind die *St. Mariä Himmelfahrt Kirche*, die *evangelische Kirche*, der *katholische Kindergarten St. Irmgardis* und das *Agnes-Pflegeheim*.

Der Quartiersteil westlich von der Innenstadt umfasst das Schul- und Sportzentrum entlang der *Weststraße*. Kleinere Grünflächen innerhalb des Quartiers befinden sich einzig am Schulzentrum sowie direkt am Ufer des Rheins. Der Großteil der Gebäude ist vor 1990 errichtet worden. Gebäude jüngerer Bauart finden sich vereinzelt im Quartier und am Rheinufer entlang der Straße *Vor dem Rheintor*, welches überwiegend mehrgeschossige Mehrfamilienhäuser und das *Rheinpark Hotel* jüngeren Baualters umfasst.

2.4. Planungsrechtliche und konzeptionelle Grundlagen

2.4.1. Gesamtstädtische Ebene

Der Landesentwicklungsplan (LEP) NRW legt die räumlichen, mittel- und langfristigen strategischen Ziele und Grundsätze der Landesentwicklung zusammenfassend, überörtlich und fachübergreifend fest. Er „ist das wichtigste Planungsinstrument auf der Ebene des Landes Nordrhein-Westfalen“. Die im LEP festgehaltenen „Festlegungen sind in den nachgeordneten Regional-, Bauleit- und Fachplanungen zu berücksichtigen.“ [MWIDE, 2019]. Zentrale Aspekte und neue Herausforderungen der zukünftigen Raumplanung sind nach dem LEP NRW:

- Demographischen Wandel gestalten
 - Regionale Vielfalt und Identität entwickeln
 - Zentrale Orte und Innenstädte stärken
 - Mobilität und Erreichbarkeit gewährleisten

- Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung ermöglichen
 - Wachstum und Innovation fördern
 - Handel nachhaltig steuern
 - Weiche Standortfaktoren entwickeln
 - Steigerung der Raumqualität durch Konfliktminimierung und räumlichen Immissionsschutz, Trennungsgrundsatz
 - Regionale Kooperation stärken, Metropolfunktionen ausbauen
 - Rohstoffversorgung langfristig sichern

- Natur, erneuerbare Ressourcen und Klima schützen
 - Natürliche Lebensgrundlagen nachhaltig sichern
 - Ressourcen langfristig sichern
 - Freirauminanspruchnahme verringern
 - Klimaschutzziele umsetzen
 - Natur, Landschaft und biologische Vielfalt sichern

Der LEP NRW gibt keine konkreten Vorgaben auf kommunaler Ebene hinsichtlich der Energieversorgung. Ziele und Grundsätze sind, dass geeignete Standorte für Erzeugung und Speicherung von Energie in den Regional- und Bauleitplänen festgelegt werden sollen. Die Energieversorgung soll nachhaltig gestaltet werden. Hierbei sind vorrangig Erneuerbare Energieträger einzusetzen. Unter Vereinbarkeit der Klimaschutzziele können Erneuerbare Energien (EE) um die hocheffiziente Nutzung fossiler Energieträger flexibel ergänzt werden. Insbesondere nennt der LEP den „Ausbau der dezentralen, effizienten und klimafreundlichen Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)“ einen wichtigen Baustein zur Erreichung einer klimafreundlichen Energieversorgung. Weiterhin wird dem Bau und dem Ausbau von Wärmenetzen eine besondere Bedeutung beigemessen, da sie eine „wertvolle und umweltfreundliche Infrastruktur“ für die Versorgung von „Stadtquartieren, sowie von Industrie- und Gewerbestandorten“ mit Wärme und Kälte bieten.

Außerdem sollen die Emissionen von Treibhausgasen zum Schutz des Klimas durch eine auf Siedlungsschwerpunkte ausgerichtete Siedlungsstruktur und durch technische und infrastrukturelle Maßnahmen, vor allem im Energie-, Bau- und Verkehrsbereich reduziert werden. Neben dem Ausbau regenerativer Energieträger wie z.B. der Verpflichtung zur Nutzung von Photovoltaik auf Gebäudedächern sollen natürliche Voraussetzungen zur Erhaltung und Verbesserung der lokalen Klimaverhältnisse sowie der Lufthygiene bei allen Planungen und Maßnahmen berücksichtigt werden. Bei der Inanspruchnahme von Flächen für Bauvorhaben ist darauf zu achten, Beeinträchtigungen klimatischer Ausgleichsleistungen, insbesondere der Luftaustauschbedingungen zu vermeiden. Dadurch wird die Belastung der Luft mit Schadstoffen vermindert oder möglichst gering gehalten. Moore und Wälder als besonders ausgewiesene CO₂-Senken sollen, geschützt und weiterentwickelt werden.

Der Landesentwicklungsplan von Nordrhein-Westfalen bestimmt, dass die Stadt Rees die Funktion eines Grundzentrums im Rahmen des zentralörtlichen Systems übernimmt. Der im Jahr 2017 neu aufgestellte Landesentwicklungsplan zielt darauf ab, die Ziele und Grundsätze an die veränderten Rahmenbedingungen für die räumliche Entwicklung anzupassen, insbesondere hinsichtlich Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung sowie Klimawandel. Die Ziele und Grundsätze des neuen LEP NRW sind nach Schwerpunktthemen wie Siedlungsraum, Freiraum, Klimaschutz, erneuerbare Energien und Boden geordnet und enthalten verschiedene Vorgaben, die zu beachten sind. Ein wesentliches Ziel des aktualisierten Landesentwicklungsplans ist die landesweite Reduzierung der Flächeninanspruchnahme. Besonderer Fokus wird dabei auf die flächensparende und bedarfsgerechte Siedlungsentwicklung gelegt, welche durch passende baugestalterische Maßnahmen und effiziente Energienutzung realisiert werden kann. Die Stadt Rees hat sich hierbei jedoch maßgeblich am Regionalplan Düsseldorf orientiert. Der Regionalplan Düsseldorf ist ebenfalls ein strategisches Planungsinstrument der Bezirksregierung, das die räumliche Entwicklung der Region steuert. Er legt fest, wie Flächen für Siedlung, Gewerbe, Verkehrsinfrastruktur und Naturschutz genutzt werden sollen, um eine nachhaltige und ausgewogene Entwicklung zu gewährleisten. Der Plan wird regelmäßig aktualisiert, um auf Veränderungen und neue Herausforderungen zu reagieren.

Außerdem sollen die Emissionen von Treibhausgasen zum Schutz des Klimas durch eine auf Siedlungsschwerpunkte ausgerichtete Siedlungsstruktur und geeignete technische und infrastrukturelle Maßnahmen, vor allem im Energie-, Bau- und Verkehrsbereich, reduziert werden. Neben dem Ausbau regenerativer Energieträger sollen natürliche Voraussetzungen zur Erhaltung und Verbesserung der lokalen Klimaverhältnisse sowie der Lufthygiene bei allen Planungen und Maßnahmen berücksichtigt werden. Bei der Inanspruchnahme von Flächen für Bauvorhaben sollen Beeinträchtigungen klimatischer Ausgleichsleistungen, insbesondere der Luftaustauschbedingungen, vermieden werden. Die Belastung der Luft mit Schadstoffen soll vermindert oder möglichst geringgehalten werden. Moore und Wälder als besonders ausgewiesene CO₂-Senken sollen geschützt und weiterentwickelt werden.

Hinsichtlich der THG-Emissionseinsparung im Bereich des motorisierten Individualverkehrs (MIV) wurde im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität von 2009 das Ziel festgehalten, „dass bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren“ sollten. Dieser Wert wurde erst Mitte des Jahres 2021 erreicht. Im Juli 2024 betrug die Anzahl der Elektroautos in Deutschland ca. 1,52 Mio. Fahrzeuge. Insgesamt nimmt die Anzahl der Pkw weiter zu. Bis zum Jahr 2030 soll die Anzahl der Elektroautos in Deutschland auf 6 Millionen steigen.

Entscheidend für die zukünftige energetische Versorgung von Städten und einzelnen Gebäuden werden weiterhin das *Gebäudeenergiegesetz 2024* (bzw. die Gesetzesänderung des Gebäudeenergiegesetzes 2020) und das *Gesetz für die Wärmeplanung [und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze]*. Beide Gesetze wurden während der Erstellung dieses Quartierskonzeptes verabschiedet. Eine der wohl wichtigsten Vorgaben des Entwurfes zur Änderung des *Gebäudeenergiegesetzes 2024* wird die Vorgabe, dass zur Gebäudebeheizung zukünftig mindestens 65 % Erneuerbare Energien eingesetzt werden müssen. Aus dem *Gesetz für die Wärmeplanung [...]* wird hervorgehen welche Städte und Kommunen zukünftig gesetzlich zur Erstellung einer Kommunalen Wärmeplanung gesetzlich verpflichtet werden. Die Kommunale Wärmeplanung stellt die Energetische Ausgangssituation für den Großteil des Stadtgebietes dar und ermittelt die Potenziale für eine zukünftige (klimafreundliche) Wärmeversorgung. Hierbei wird für Teilbereiche (Quartiere) festgelegt, wie diese zukünftig mit Wärme versorgt werden sollen, also ob ein Gebiet bspw. über eine leitungsgebundene Wärmeversorgung (Wärmenetz) versorgt werden soll, oder für die Gebäudeindividuelle Versorgungslösungen (dezentrale Versorgungslösungen) vorgesehen werden sollen.

2.4.2. Quartiersebene

Das übergeordnete Ziel des Quartierskonzeptes *Stadtkern* ist, eine Versorgungsstrategie zu konzipieren mit der eine möglichst große Einsparung an Treibhausgasemissionen erreicht wird. Hierzu werden die quartiersnahen energetischen Potenziale identifiziert und analysiert. Unter Berücksichtigung der oben erwähnten Gesetzesnovelle des *Gebäudeenergiegesetzes* wird hierbei die zukünftig angestrebte 65% Erneuerbare Energien-Vorgabe berücksichtigt und es wird versucht diese Vorgabe zu übertreffen.

2.5. Flächennutzung im Quartier

2.5.1. Öffentliche Räume im Quartier

Öffentliche Räume und die vielseitige Nutzung dieser sind eine Voraussetzung städtischen Lebens und Miteinanders der dort lebenden Bevölkerung. Sie dienen in erster Linie der Multifunktionalität und sollen in ihrer Funktion und durch ihre Nutzung dazu beitragen, attraktive Treffpunkte zu schaffen, die allen Generationen und Interessengruppen innerhalb der Nachbarschaft (oder des Quartiers) zur Verfügung stehen und Gemeinschaft wie auch Austausch untereinander fördern. Ob öffentliche Räume als Konsumraum, als Kommunikationsraum oder als Erholungsraum gestaltet, verstanden und genutzt werden, hängt von den Bedarfen, den Möglichkeiten und der Situation im städtebaulichen und soziostrukturellen Umfeld ab.

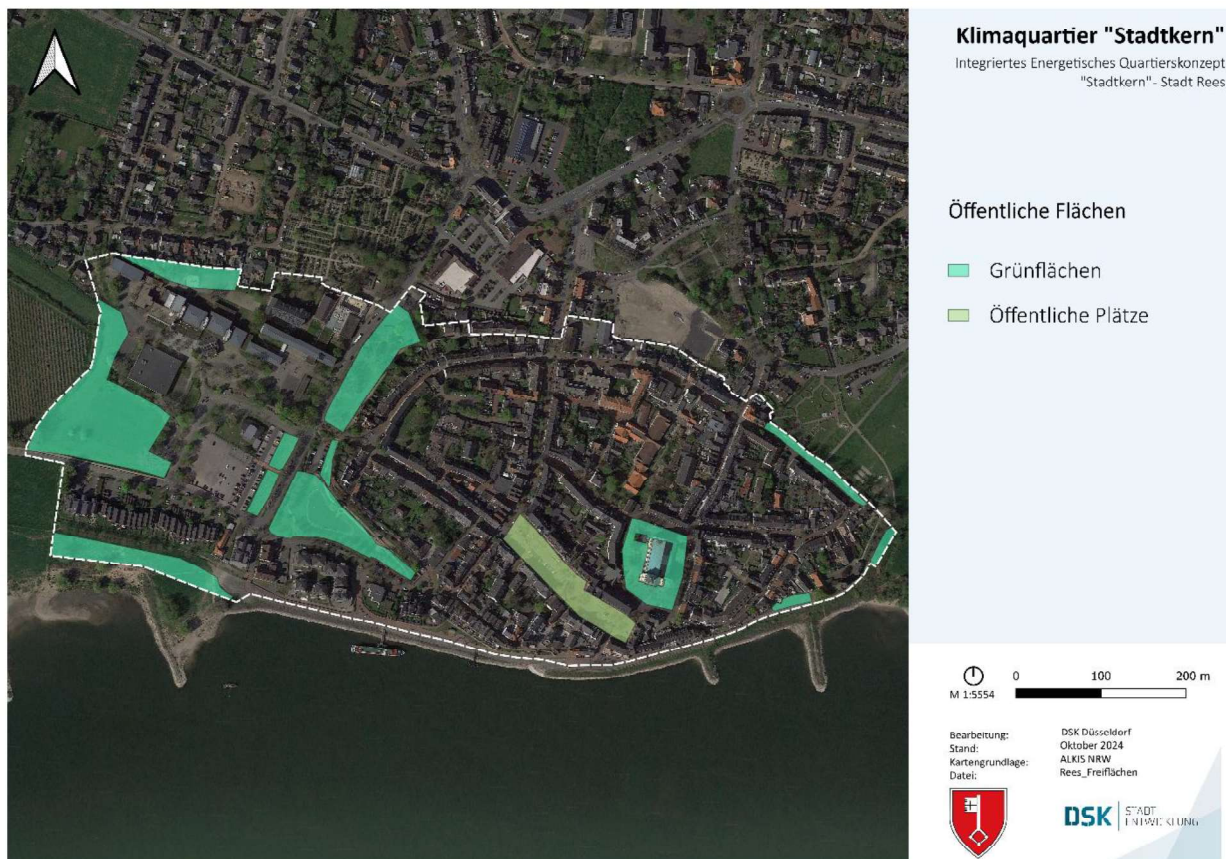


Abbildung 9 | Übersicht der Flächennutzung in Rees (Quelle: DSK)

Im Stadtkern von Rees sind öffentliche Räume von zentraler Bedeutung der Stadt. Der Marktplatz bildet das Herzstück, wo regelmäßig Veranstaltungen und Märkte stattfinden. Hier schließt sich das Bürgerhaus an, ein multifunktionales Gebäude, das als Veranstaltungsort für Konzerte, Tagungen und Feiern dient und somit ein wichtiger Treffpunkt für die Bürger ist. Die Rheinpromenade lädt zu Spaziergängen ein und bietet einen malerischen Blick auf den Rhein, während Skulpturen wie der „Rhinkieker“ von Dieter von Levetzow das Stadtbild bereichern und zum Verweilen einladen. Zudem gibt es im Stadtkern zahlreiche restaurierte Pumpen und Brunnen, die an die Tradition der Waschfrauen erinnern und im Rahmen der jährlichen Pumpenkirmes gefeiert werden. In Abbildung 9 sind jeweils die Frei- und Grünflächen sowie der zentrale Marktplatz als öffentlicher Begegnungsraum dargestellt.

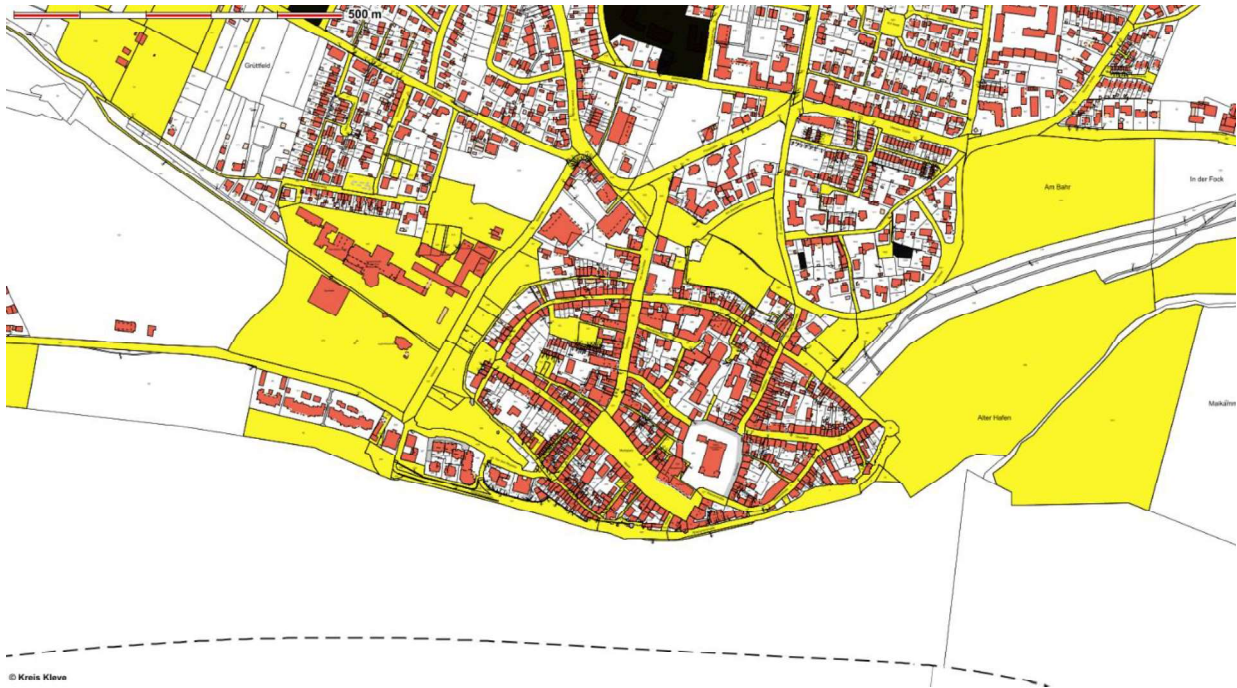


Abbildung 10: Bilder des öffentlichen Raums im Quartier (o.l. Marktplatz, o.r. Rheinpromenade, u.l. Bewegungspark Rees, u.r. Froschteich)

Weitere Begegnungsräume befinden sich zwischen dem Stadtkern und des Schulzentrums. Dort befinden sich der *Froschteich*, historische Überreste der ehemaligen Stadtbefestigung wie dem *Weißer Turm* und die *Bastei am Westring*, die entlang der dort verlaufenden Spazierwege und des *Bewegungsparks* am Westring besucht werden können. Diese Elemente tragen zur lebendigen Atmosphäre in Rees bei und fördern die Interaktion zwischen den Bewohnern sowie den Besuchern der Stadt.

2.5.2. Kommunale Flächen

Die Erfassung von Flächen im kommunalen Besitz ist entscheidend, um Entwicklungsprojekte im Rahmen eines Quartierskonzepts effizient und gezielt umzusetzen. Dies ermöglicht eine zügige und zielgerichtete Umsetzung von Projekten, die den langfristigen städtebaulichen und sozialen Zielen entsprechen. Zudem bieten kommunale Flächen eine höhere Planungssicherheit, da keine Marktschwankungen oder Kaufverhandlungen berücksichtigt werden müssen. Die integrierte und koordinierte Umsetzung erarbeiteter Maßnahmen aus Quartierskonzepten gelingt auf kommunalen Flächen einfacher als auf Flächen im privaten Besitz. Durch die Vermeidung von Spekulation und Preisanstiegen sowie eine verstärkte Bürgerbeteiligung wird die Akzeptanz erhöht und die Planung effizienter gestaltet. Die Flächen in kommunaler Hand sind in Abbildung 11 dargestellt.



© Kreis Kleve
Abbildung 11 | Darstellung der Flächen in kommunalen Besitz (gelb markiert) (Quelle: Stadt Rees)

Größere, unbebaute Freiflächen innerhalb des Quartiers nach Abbildung 11 befinden sich etwas unterhalb des Schulzentrums. Außerhalb des Quartiers befinden sich nördlich und östlich des Quartiers. Neben den in Abbildung 11 gezeigten Flächen befinden sich nordwestlich des Quartiers, entlang des Grüttwegs, weitere Flächen in kommunalen Besitz. Östlich des Quartiers befinden sich größere Grünflächen (Am Bär, Alter Hafen) in kommunaler Hand, jedoch nur eingeschränkt zur Entwicklung zur Verfügung stehen, dies wird in den nachfolgenden Kapiteln näher beschrieben. Hierzu gehören die Flächen, auf denen das Abwasserpumpwerk der Stadt Rees die Kläranlage Kalkar-Hönnepel steht sowie davon in direkter Nähe angrenzende Flächen, wie in Abbildung 12 dargestellt.



Abbildung 12 | Flächen am Abwasserpumpwerk im kommunalen Eigentum (gelb markiert) (Quelle: Stadt Rees)

Inwiefern diese Flächen jedoch genutzt werden können und nicht bereits durch anderweitige Nutzungen oder Einschränkungen gesperrt sind, wird in den nachfolgenden Abschnitten näher untersucht.

2.5.3. Naturschutz- und Infrastruktur

Überschwemmungsflächen und Deichschutz

Aufgrund der Flussufernähe des Quartiers sind größere Flächen am Quartier als Überschwemmungsgebiete ausgewiesen, wie in Abbildung 13 dargestellt. Diese Areale, die primär dem Hochwasserschutz dienen, können unter bestimmten Voraussetzungen multifunktional genutzt werden. Durch ihre Ausweisung als Überschwemmungsflächen unterliegen sie oft strengen Bebauungsrestriktionen, was sie für konventionelle Bauvorhaben ungeeignet macht. Jedoch eröffnet dies Möglichkeiten für innovative energetische Nutzungen. Es ist anzumerken, dass solche Vorhaben in Deutschland einen experimentellen Charakter aufweisen und zudem erst einer Änderung des WHG voraussetzen¹.

In Überschwemmungsgebieten könnten insbesondere Erdwärmesonden oder Grundwasserwärmepumpen zum Einsatz kommen, da diese relativ wenig Fläche benötigen und bei fachgerechtem Bau und Betrieb als unbedenklich für Boden und Grundwasser gelten. Allerdings müssen bei der Planung und Umsetzung geothermischer Anlagen in Überschwemmungsgebieten besondere wasserwirtschaftliche Anforderungen beachtet werden. Der

¹ <https://www.bundestag.de/presse/hib/kurzmeldungen-941120>

Schutz des Grundwassers hat oberste Priorität, und es gelten strenge Vorschriften für den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Die Anlagen müssen so konzipiert sein, dass sie auch bei Hochwasserereignissen sicher funktionieren und keine Gefahr für die Umwelt darstellen.

Die DSK hat bezüglich der Nutzung der um das Quartier herum vorhandenen Überschwemmungsflächen als geothermische Potenzialflächen im Mai 2024 den Kontakt mit der Bezirksregierung Düsseldorf aufgenommen. Nach Aussage von Fr. Wehrmeister (Sachgebiet Hochwasserschutz und Gewässerausbau am Rhein) ist grundsätzlich der Bau geothermischer Wärmegewinnungsanlagen in diesen Gebieten möglich, unterliegt jedoch einer intensiven Prüfung durch die Bezirksregierung für das jeweilige Vorhaben. Insbesondere ist, wie bereits erwähnt, eine Beeinträchtigung der Umwelt durch Bauvorhaben und gefährdender Stoffe auszuschließen.



Abbildung 13 | Festgelegte Überschwemmungsflächen um das Quartier (Quelle: LANUV NRW, eigene Darstellung)

Weiterhin ist bei jeglichen Bauvorhaben die Gewährleistung des vorhandenen Deichschutzes zu gewährleisten. Deichanlagen fungieren als Schutzbarriere zwischen bebauten Gebieten und potenziellen Hochwasserereignissen. Der Deichschutz stellt eine technische Maßnahme dar, die die Widerstandsfähigkeit eines Gebietes gegen Naturereignisse erhöht. Diese Infrastruktur ermöglicht eine sichere Nutzung der Vorteile der Flussnähe bei gleichzeitiger Minimierung der damit verbundenen Risiken. In Nordrhein-Westfalen sind Bauvorhaben in Deichschutzzonen strengen Regulierungen unterworfen, die je nach Zone variieren. Gemäß der Deichschutzverordnung, wie sie beispielsweise von der Bezirksregierung Düsseldorf erlassen wurde, werden typischerweise drei Deichschutzzonen ausgewiesen. Hierzu sind in Abbildung 14 der Verlauf des Deiches beziehungsweise der jeweiligen Deichschutzzonen dargestellt.



Abbildung 14 | Darstellung der künftigen Deichschutzzonen (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Darstellung)

In Zone I, die die Hochwasserschutzanlage selbst sowie einen beidseitigen Bereich von 4 m ab Deichfuß oder Mitte der Mauerkrone umfasst, sind Bauvorhaben in der Regel nicht erlaubt. In Zone II, die sich auf einen Bereich von 10 m ab Deichfuß oder Mitte der Mauerkrone erstreckt, sind Bauvorhaben stark eingeschränkt und bedürfen einer speziellen Genehmigung. Zone III umfasst einen Bereich von 100 m ab Deichfuß oder Mitte der Mauerkrone, in dem Bauvorhaben unter bestimmten Auflagen und nach Genehmigung durch die zuständige Behörde erlaubt sein können.

In allen Zonen gilt, dass Bauvorhaben einer deichaufsichtlichen Genehmigung bedürfen. Diese wird nur erteilt, wenn sichergestellt ist, dass das Bauvorhaben die Funktionsfähigkeit und Stabilität des Deiches nicht beeinträchtigt. Dabei werden die spezifischen Gegebenheiten des jeweiligen Standorts sowie die Art des geplanten Bauvorhabens berücksichtigt.

Naturschutzgebiete und Landschaftsräume

Die Erfassung von Landschaftsräumen und Schutzgebieten in Quartierskonzepten ist von strategischer Bedeutung für eine ganzheitliche und nachhaltige Stadtentwicklung. Diese Flächen spielen eine zentrale Rolle für die ökologische Vielfalt, den Klimaschutz und die Lebensqualität der Bewohner. Ein besonders wichtiger Aspekt ist dabei die potenzielle Einschränkung energetischer, baulicher Vorhaben durch Schutzgebiete. Windkraftanlagen oder Solarparks können in solchen Bereichen oft nicht oder nur eingeschränkt realisiert werden. Die frühzeitige Kenntnis dieser Flächen ermöglicht es Planern, alternative Standorte oder angepasste Konzepte zu entwickeln und somit Konflikte zwischen Naturschutz und erneuerbaren Energien zu minimieren. Zudem haben Landschaftsräume und Schutzgebiete einen hohen ökologischen Wert, indem sie Lebensräume für zahlreiche Arten bieten und wichtige

Ökosystemleistungen wie Luftreinigung und Wasserregulierung erbringen. Sie dienen oft als Naherholungsgebiete und tragen zur Verbesserung des Mikroklimas bei, was angesichts des Klimawandels zunehmend an Bedeutung gewinnt. Durch die sorgfältige Berücksichtigung dieser Aspekte in Quartierskonzepten können Kommunen eine ausgewogene Entwicklung sicherstellen, die ökologische, soziale und energetische Anforderungen in Einklang bringt und somit die Grundlage für lebenswerte und zukunftsfähige Quartiere schafft.

Um das Quartier herum stehen die meisten Flächen und Gewässer in ökologischer Schutzfunktion. Hierzu sind die in Abbildung 15 dargestellten Landschaftsschutzgebiete und Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Gebiete dargestellt.

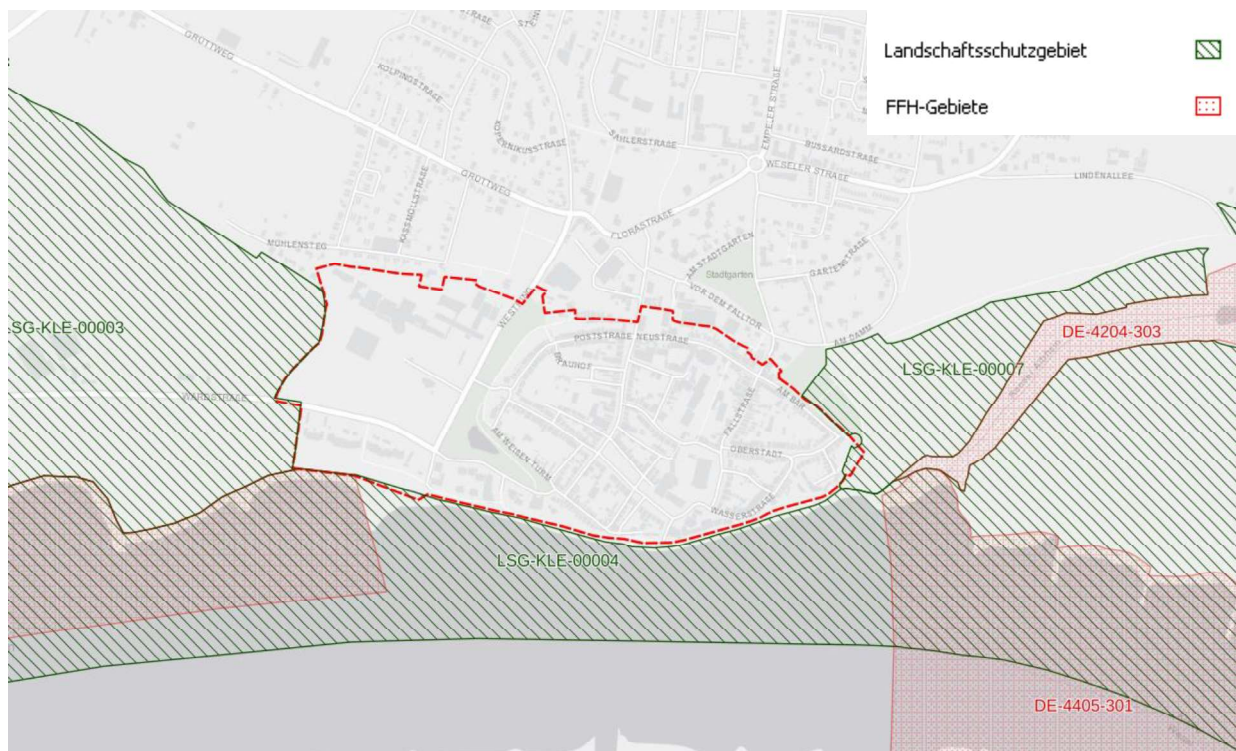


Abbildung 15 | Landschaftsräume unter Schutzfunktion um das Quartier herum (Quelle: LANUV NRW, eigene Darstellung)

Die rechtliche Definition eines Landschaftsschutzgebiets in Deutschland basiert auf § 26 Abs. 1 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG). Demnach sind Landschaftsschutzgebiete rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, in denen ein besonderer Schutz von Natur und Landschaft erforderlich ist. Dieser Schutz dient verschiedenen Zwecken, wie der Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts, der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, sowie dem Schutz von Lebensstätten und Lebensräumen bestimmter wildlebender Tier- und Pflanzenarten. Neben Landschaftsschutzgebieten gibt es auch gesondert ausgewiesene FFH-Gebiete (Fauna-Flora-Habitat-Gebiete), welche Teil des europäischen Schutzgebietsnetzwerks Natura 2000 sind. FFH-Gebiete dienen dem Schutz von Lebensraumtypen und Arten, die in den Anhängen der FFH-Richtlinie aufgeführt sind.

Die Möglichkeiten für energetische Entwicklungen in Landschaftsschutzgebieten und FFH-Gebieten sind begrenzt und variieren je nach spezifischen Bestimmungen. Obwohl es kein generelles Bauverbot gibt, sind alle Vorhaben untersagt, die dem Schutzzweck entgegenstehen oder den Charakter des Gebiets verändern. Das Bundesamt für Naturschutz regelt für FFH-Gebiete hierzu, dass, wenn erhebliche Beeinträchtigungen der Schutzgüter nicht mit

Sicherheit ausgeschlossen werden können, eine FFH-Verträglichkeitsprüfung nach §34 ff. des BNatSchG durchgeführt werden muss, um den Sachverhalt weiter zu klären.

Dies kann die Errichtung von energetischen Anlagen wie beispielsweise Solarparks oder geothermischen Sondenfeldern erschweren. Jedes Projekt sollte daher auf Zulassungsfähigkeit mit den zuständigen Behörden vorab und während der Laufzeit geprüft werden, um sicherzustellen, dass es die ökologischen und landschaftlichen Werte nicht beeinträchtigt. Für die Planung energetischer Projekte ist es daher entscheidend, Schutzgebiete frühzeitig zu erfassen und zu berücksichtigen. Im Rahmen der innerhalb des Quartierkonzeptes durchgeführten Untersuchungen hat die DSK bereits den Kontakt mit den folgenden Behördenstellen aufgenommen:

- Untere Naturschutzbehörde Kreis Kleve
- Bezirksregierung Düsseldorf
- Deichverband Bislich-Landesgrenze
- Obere Fischereibehörde
- Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Duisburg-Rhein

Als übergeordnete Instanz ist es ratsam, frühzeitig den Kontakt mit der Bezirksregierung aufzunehmen, um über spezifische Anforderungen und notwendige Genehmigungsverfahren informiert zu werden. Eine frühzeitige Abstimmung mit den zuständigen Behörden ist wichtig, um die Erfolgsaussichten Ihres Vorhabens einschätzen zu können und mögliche Konflikte frühzeitig zu erkennen und zu adressieren. Inwiefern die hier aufgelisteten Behörden künftig eine Rolle spielen werden, ist für die jeweiligen Maßnahmen in den nachfolgenden Kapiteln und Maßnahmen spezifisch beschrieben.

2.6. Soziodemografische Entwicklung

Die soziodemographische Analyse ist ein wesentlicher Bestandteil eines Quartierskonzepts, da sie hilft, die Bewohnerstruktur und deren Bedürfnisse genau zu verstehen. Dies ermöglicht eine zielgerichtete Planung und Anpassung von Maßnahmen, um spezifische Zielgruppen anzusprechen. Die Analyse liefert wichtige Erkenntnisse zur Ermittlung von Potenzialen im Quartier, wie etwa energetische Sanierungsmöglichkeiten oder generationengerechten Umbau. Durch die Verknüpfung sozialer Faktoren mit technischen und wirtschaftlichen Potenzialen wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, der über rein energetische Aspekte hinausgeht und die Attraktivität des Wohnumfelds steigert. Zudem erhöht das Verständnis der soziodemographischen Struktur die Chancen für eine erfolgreiche Umsetzung des Konzepts, indem es Hemmnisse identifiziert und passende Beteiligungsformate entwickelt. Insgesamt trägt die Analyse dazu bei, technische Maßnahmen mit sozialen Aspekten zu verknüpfen und so die Akzeptanz und Umsetzungswahrscheinlichkeit zu erhöhen.

Zum Stichtag des 31.12.2023 lebten in der Stadt Rees 21.452 Einwohner. Gemessen vom Bevölkerungsstand 2013 in Höhe von 21.303 Personen entspricht dies einem Zuwachs von 149 Personen, was einem relativen Bevölkerungszuwachs bis 2023 von ca. 0,7% entspricht. Die absolute Einwohnerzahl ist hierzu in Abbildung 16 dargestellt, der relative Zuwachs in Abbildung 17. Im Quartier selbst leben ca. 1700 Menschen.

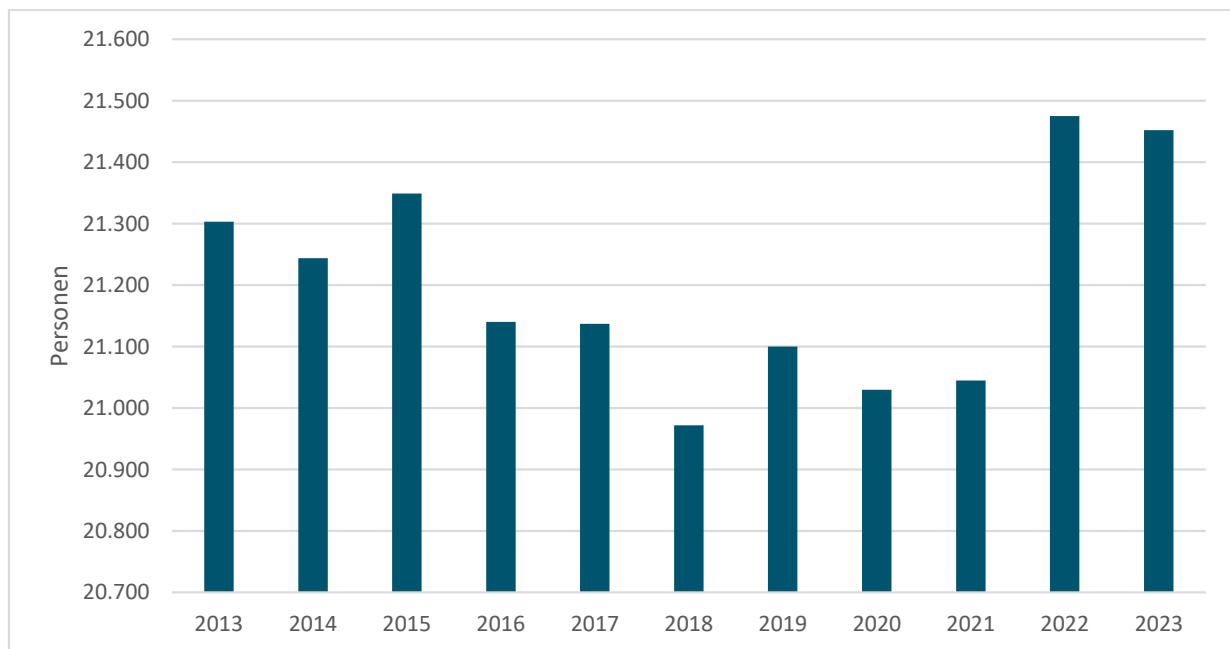


Abbildung 16 | Einwohnerentwicklung der Stadt Rees im Zeitraum 2013 - 2023 (Quelle: [it.nrw, 2024], eigene Darstellung)

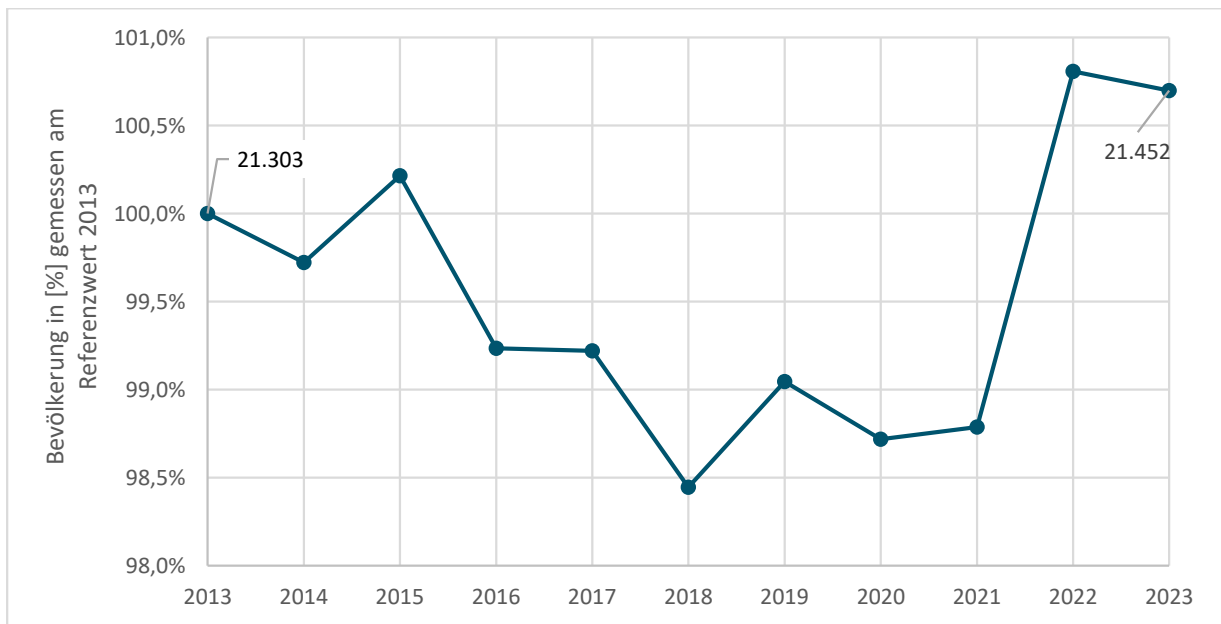


Abbildung 17 | Prozentuale Veränderung der Bevölkerung in Rees im Zeitraum 2013-2023 (Quelle: [it.nrw, 2024]), eigene Darstellung

In Abbildung 18 sind die Geburten- und Sterbefälle in Rees im Zeitraum 2013 bis 2023 nebeneinandergestellt. In den Jahren von 2013 bis 2023 sind mehr Menschen verstorben als geboren. Insgesamt sind über den dargestellten Betrachtungszeitraum 3.059 Menschen verstorben, während 2.014 Menschen geboren wurden.

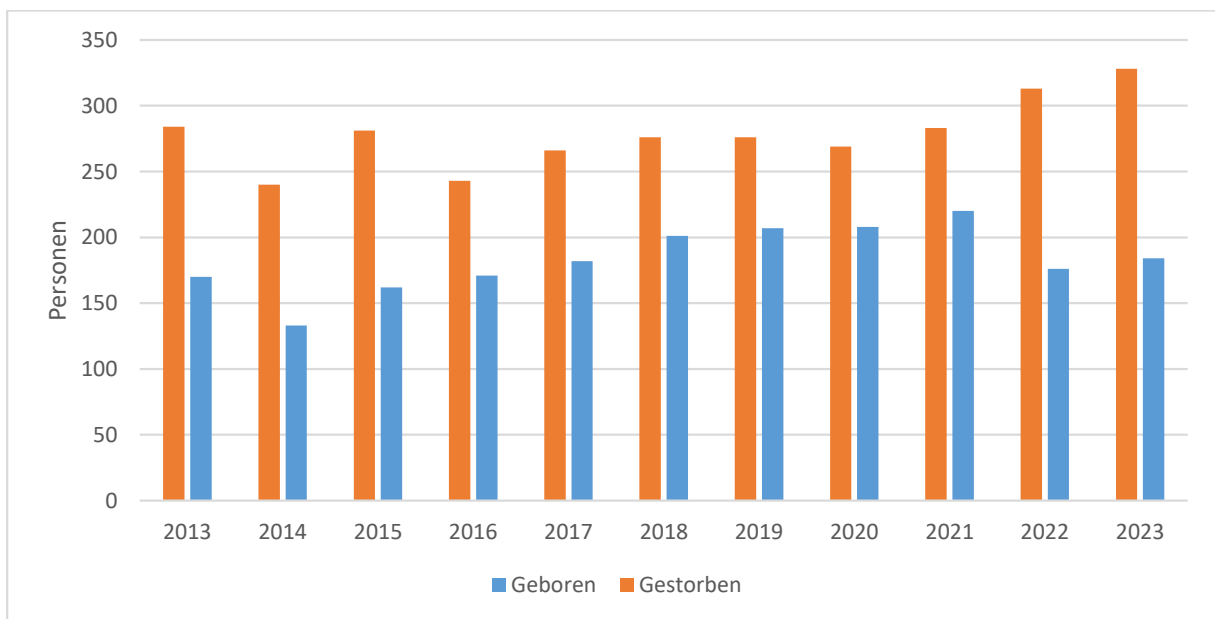


Abbildung 18 | Geburten und Sterbefälle der Stadt Rees im Zeitraum 2013 – 2023 (Quelle: [it.nrw, 2024]), eigene Darstellung

In Abbildung 19 sind die Zu- und Fortzüge im Einzugsbereich der Stadt Rees dargestellt. Innerhalb des Betrachtungszeitraumes von 2013 bis 2023 gab es, mit Ausnahme der Jahre 2016, 2018 und 2020, jährlich einen positiven Zuzugssaldo. In Summe kam es über den Betrachtungszeitraum so zu einem Zuzug von 17.353 Personen, während insgesamt 16.009 Personen fortzogen.

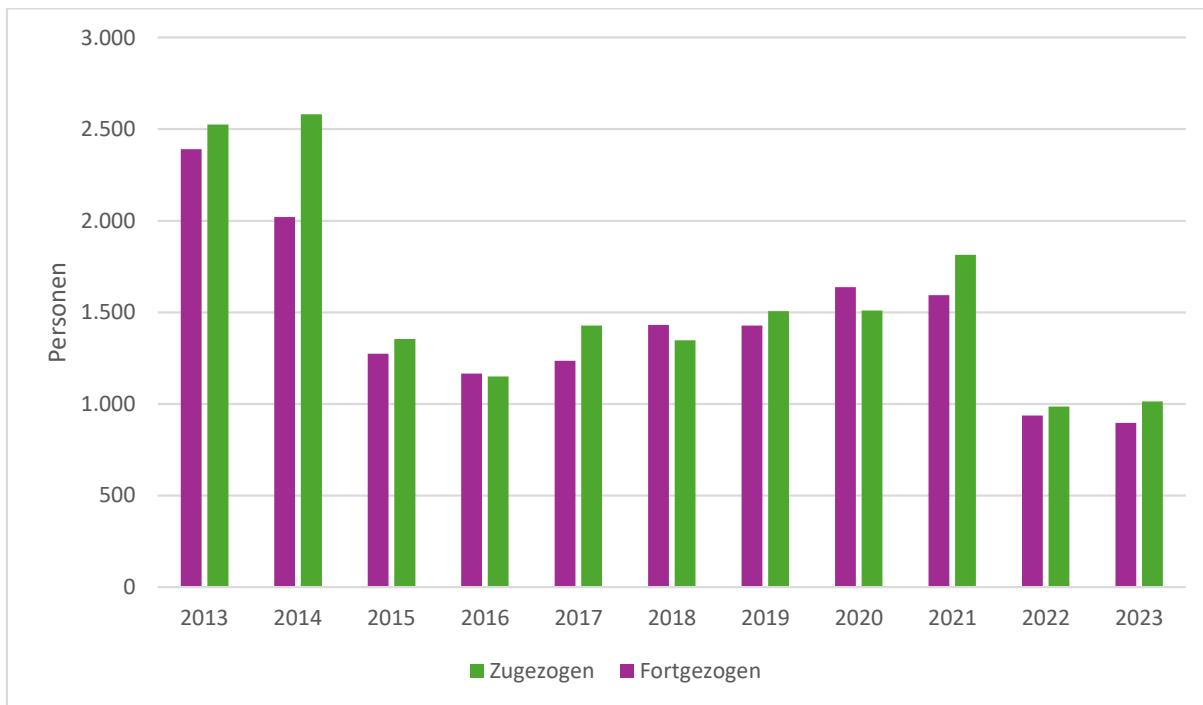


Abbildung 19 | Zu- und Fortzüge der Stadt Rees im Zeitraum 2013 – 2023 (Quelle: [it.nrw, 2024], eigene Darstellung)

In Abbildung 20 ist die Entwicklung der Altersstruktur der gesamtstädtischen Bevölkerung der Stadt Rees vom Stichtag 31.12.1986 bis zum 31.12.2022 dargestellt. Es ist erkennbar, dass sich das Durchschnittsalter der Bevölkerung in die höheren Lebensjahre verschoben hat. Damit unterliegt auch Rees dem typischen demographischen Wandel in Deutschland.

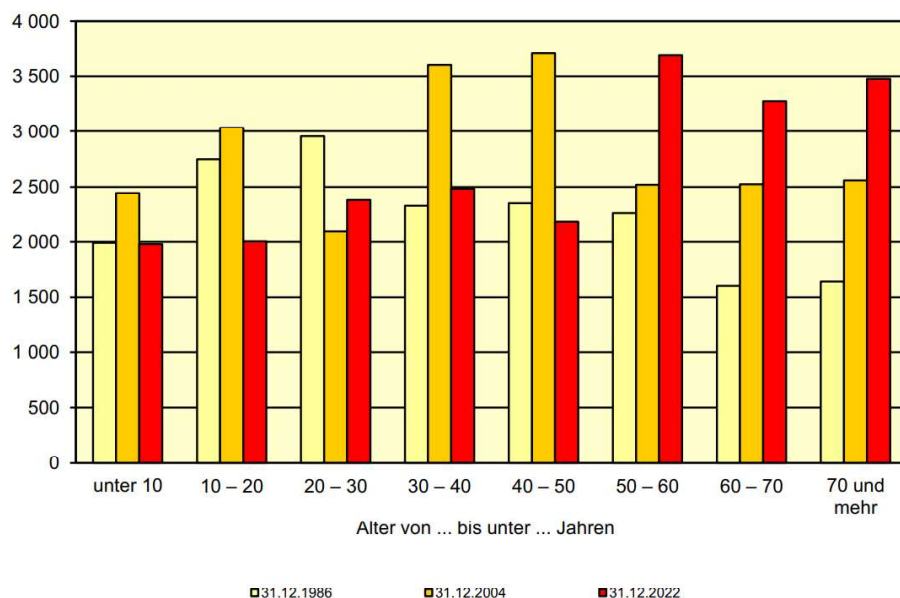


Abbildung 20 | Entwicklung der Altersstruktur der Stadt Rees im Zeitraum von 1987 - 2023 (Quelle: [it.nrw, 2024, Kommunalprofil Rees, Stadt])

In Abbildung 21 ist die Prognose der Altersstruktur der gesamtstädtischen Bevölkerung der Stadt Rees im Zeitraum von 2023 bis 2050 dargestellt. Ausgehend davon wird mit einer weiteren Erhöhung des Durchschnittsalters in der Bevölkerung gerechnet.

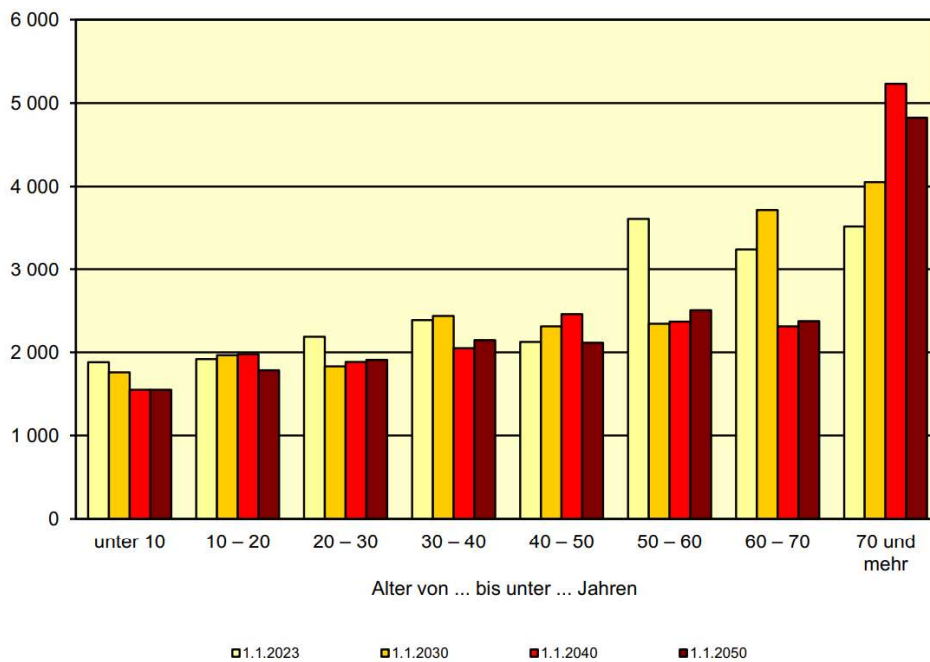


Abbildung 21 | Prognose der Altersstruktur der Stadt Rees im Zeitraum bis 2050 (Quelle: [it.nrw, 2024, Kommunalprofil Rees, Stadt])

Aus den soziodemographischen Daten ist kein eindeutiger Trend zur Zunahme der Bevölkerung ableitbar. Während im Zeitraum seit 2013 ein leichter Zuwachs stattgefunden hat, so kann aufgrund der demographischen Altersentwicklung ebenfalls mit einer mittel bis langfristigen Abnahme der Bevölkerung gerechnet werden.

3. Gebäudebestand und energetische Situation im Quartier

Im Rahmen des vorliegenden Quartierskonzeptes bildet die Analyse des Gebäudebestands und der energetischen Situation im Quartier eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung nachhaltiger Lösungsansätze. Die Betrachtung des Gebäudebestands umfasst dabei nicht nur die baulichen Eigenschaften und die Errichtungsalter der Gebäude, sondern auch deren Nutzungsarten und energetische Qualität. Diese Faktoren haben einen maßgeblichen Einfluss auf den Energiebedarf und die CO₂-Emissionen des Quartiers. Die energetische Situation im Quartier wird durch verschiedene Aspekte geprägt, darunter die vorhandenen Energieversorgungsstrukturen, der Zustand der Gebäudehüllen sowie die eingesetzten Heizungssysteme. Eine detaillierte Analyse dieser Komponenten ermöglicht es, Potenziale für Energieeinsparungen und den Einsatz erneuerbarer Energien zu identifizieren. Die nachfolgenden Kapitel geben einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand des Gebäudebestands und der energetischen Situation im Quartier. Sie bilden die Basis für die Entwicklung zielgerichteter Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Rahmen einer nachhaltigen Quartiersentwicklung.

3.1. Baudenkmale und erhaltenswerte Bausubstanz im Quartier

In Rees spielt der Denkmalschutz, sowohl für Gebäude als auch für Bodendenkmäler, eine besonders wichtige Rolle aufgrund der reichen historischen Substanz der Stadt. Der gesamte historische Ortskern von Rees ist aufgrund archäologischer Befunde als eingetragenes Bodendenkmal geschützt. Dies erfordert besondere Vorsichtsmaßnahmen bei jeglichen Bodeneingriffen, da archäologische Funde bereits direkt unter der Oberfläche beginnen können. Abbildung 22 zeigt neben dem quartiersweiten Bodendenkmalschutz weitere 15 Objekte beziehungsweise Gebäude unter Denkmalschutz.

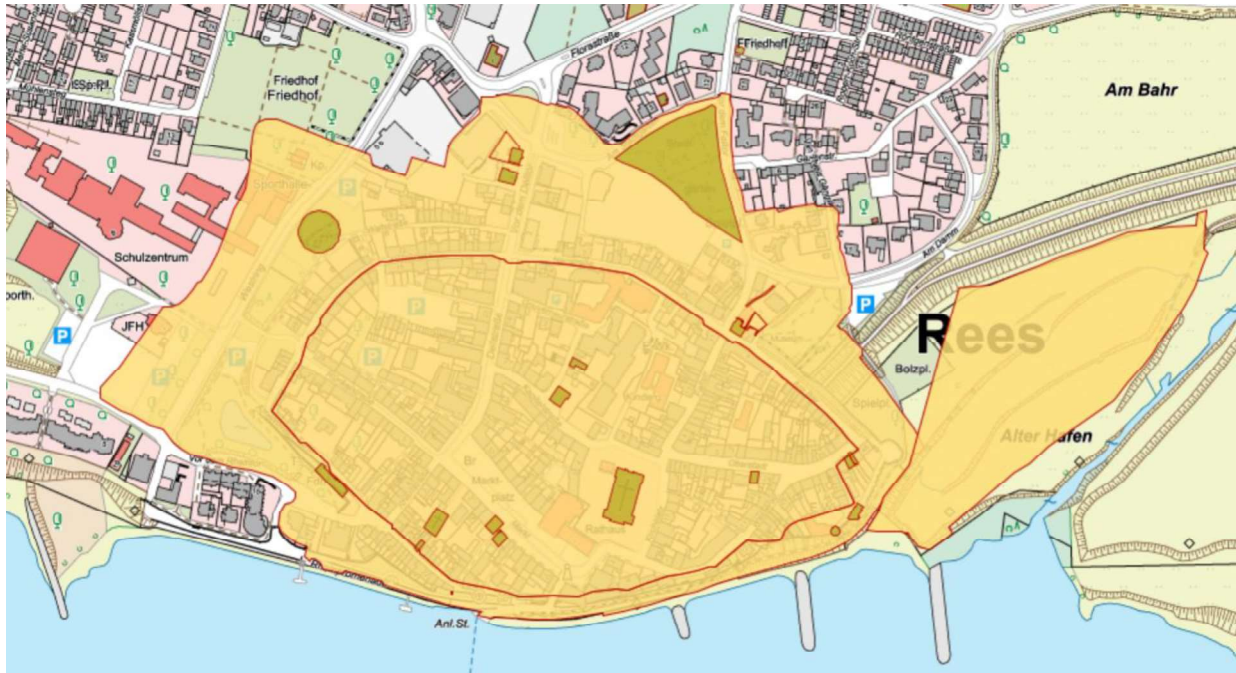


Abbildung 22 | Darstellung der denkmalgeschützten Objekte und Bodenbereiche am Quartier (Quelle: Geoportal Niederrhein)

Zu den erfassten Objekten im Quartier gehören:

- Wohnhaus an der Adresse „Oberstadt 40“
- Wohnhaus an der Adresse „Oberstadt 42“
- Wohnhaus an der Adresse „Oberstadt 22“
- Wohnhaus an der Adresse „Bleichstraße 4“
- Wohnhaus an der Adresse „Hohe Rheinstraße 9“
- Das Piushaus an der Adresse „Kapitelstraße 11“
- Das Haus Schaeling an der Adresse „Am Mühlenturm 5“
- Gebäude der Stadtbücherei an der Adresse „Markt 18“
- Gebäude der Polizei an der Adresse „Markt 17“
- Gebäude des Koenraas Bosman-Museum und dazugehöriger Kasematten und Stadtmauer
- Evangelische Kirche
- Kirche St. Mariä Himmelfahrt
- Der Mühlenturm
- Jüdischer Friedhof
- Ravelin am Westring

3.2. Energetische Infrastruktur im Quartier

Das Kapitel analysiert den Gebäudebestand hinsichtlich der energetischen Gebäudequalität und der energiebezogenen Infrastruktur des Quartiers. Die Berechnung der Energieverbräuche bzw. Bilanzen erfolgt nachgehend im Kapitel 6. Auf Grundlage der nachfolgenden Analyse werden nachgehend in Kapitel 7.2 die berechneten Energieeinsparpotenziale dargelegt.

Datengrundlage

Zur Erfassung der energetischen Infrastruktur wurden verschiedene Datenquellen ausgewertet. Hierzu sind von den Stadtwerken der Verlauf der Gasnetze und die jährlichen Endenergieverbräuche der Jahre 2021 bis 2023 bereitgestellt worden. Weiterhin sind vom zuständigen Schornsteinfeger Angaben über die in Rees vorhandenen Heizungssysteme erhalten worden. Zusätzlich wurden durch die erfolgte Quartiersbegehung am 8. Januar 2024 Daten zur energetischen Gebäudequalität durch Erfassung erhoben.

Vom Stromnetzbetreiber *Westnetz* wurden die jährlichen Stromverbrauchsdaten mit gesonderter Aufteilung des Strombedarfes für Wärmepumpen der Jahre 2021 bis 2023 bereitgestellt. Für die Schulgebäude und die städtischen Liegenschaften sind die jährlichen Endenergieverbräuche, Angaben zu den installierten Wärmeerzeugern und den erzeugten Strommengen durch PV-Anlagen von der Stadtverwaltung zur Verfügung gestellt worden.

Aktuelle Versorgungssituation

Aus den übermittelten Schornsteinfegerdaten und Daten der Energieversorger wurde ersichtlich, dass die Wärmeversorgung zum Großteil über Erdgas und einem kleineren Anteil über Heizöl erfolgt. In Abbildung 24 ist die Verteilung der auf gesamtstädtischer Ebene installierten Heizungssysteme dargestellt.

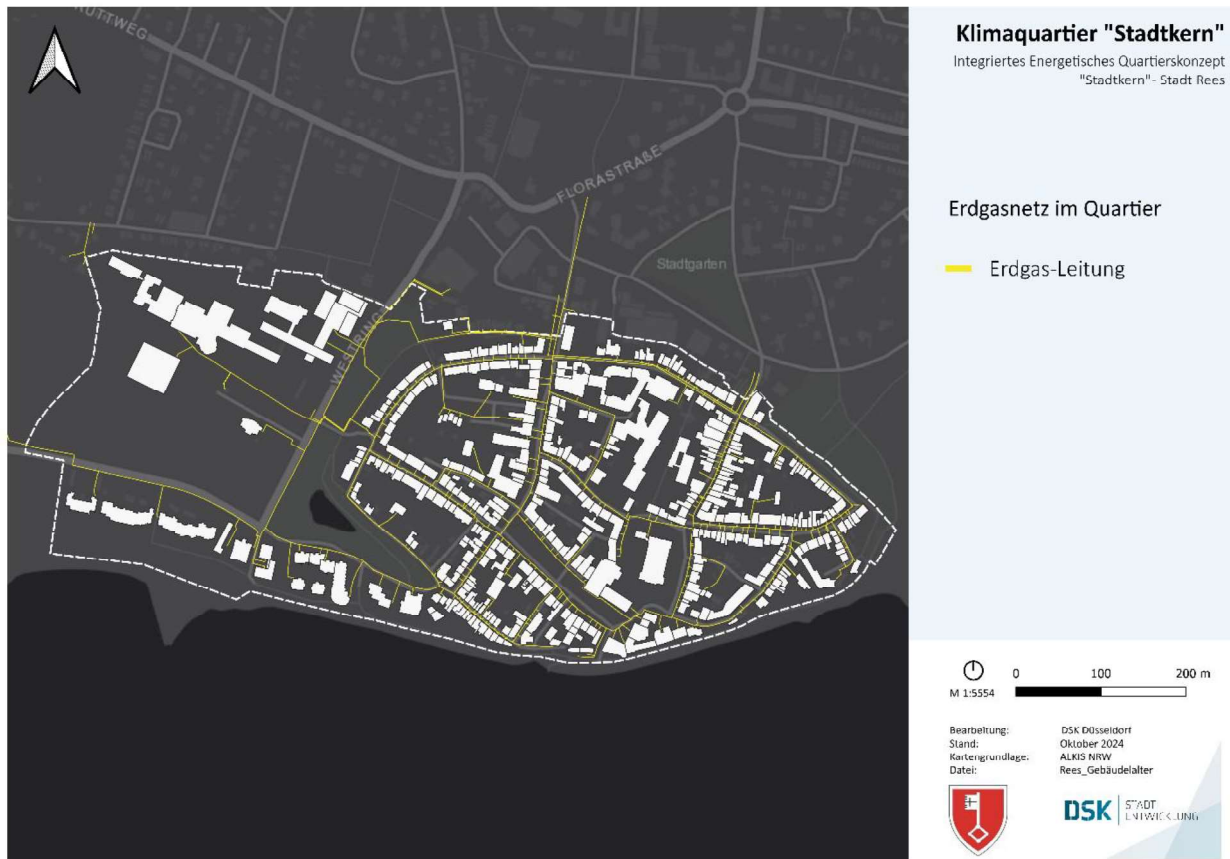


Abbildung 23 | Verlauf des Erdgas-Verteilnetz im Quartier (Quelle: DSK eigene Darstellung auf Grundlage der Daten der Stadtwerke Rees)

Der überwiegend größte Anteil der Gebäude im Quartier wird über das Erdgasnetz versorgt, was durch den Gasnetzplan der Stadtwerke bestätigt wird und somit plausibel erscheint. Ausnahmen bilden der Kindergarten im Quartier sowie einige wenige Gebäude, bei denen die Netzbetreiberdaten auf die Nutzung von Wärmepumpen oder anderen, nicht näher bekannten Wärmeerzeugern hinweisen.

Die vom Schornsteinfegerdaten bereitgestellten Daten zu Anzahl und Alter der Systeme auf gesamtstädtischer Ebene wurde analysiert, um Rückschlüsse zur verbauten Heiztechnik im Quartier ziehen zu können. Dies wird für die nachgehende Berechnung der Wärmebedarfe und für die Entwicklung von Maßnahmen wichtig. Abbildung 24 zeigt hierzu die im Juli 2022 erfassten Daten zu den verbauten Erdgaskessel-Systemen auf.

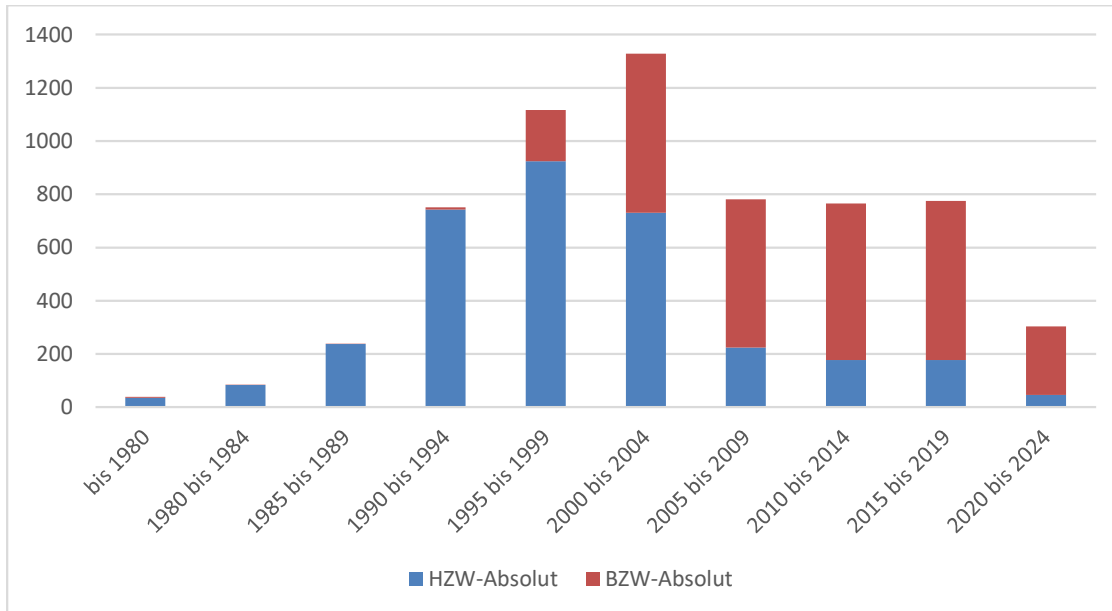


Abbildung 24 | Anzahl der verbauten Erdgassysteme in Rees (Quelle: DSK eigene Darstellung auf Grundlage der Schornsteinfederdaten)

Deutlich zu erkennen in Abbildung 24 ist, dass moderne Brennwertsysteme ab dem Jahr 1995 vermehrt installiert worden sind und Systeme, die in den nachfolgenden Jahren installiert worden sind, ebenfalls überwiegend brennwert-basiert sind. Ab dem Jahr 1995 ist ein Anstieg brennwertbasierter Systeme abzulesen. Ausgehend davon ist ersichtlich, dass prozentual gesehen spätestens ab Jahresbeginn 2005 mehr Brennwert-Systeme als Heizwert-Erdgassysteme in Rees verbaut worden sind. Zum Juli 2022 sind demnach 3.337 Erdgaskessel heizwertbasiert und 2.808 Erdgassysteme auf brennwertbasiert in Rees, womit zum Juli 2022 der überwiegende Teil der Erdgassysteme in Rees noch zu ca. 54,6% heizwertbasiert sind.

In Abbildung 25 sind die Durchschnittsalter der verbauten Erdgassysteme in Rees dargestellt.

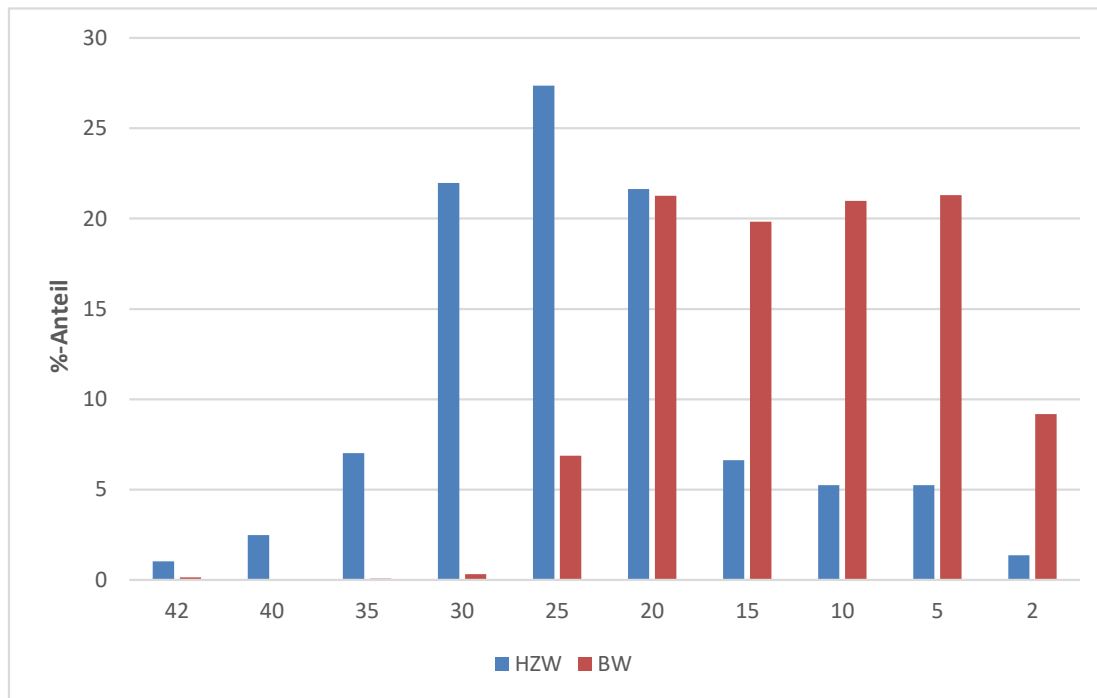


Abbildung 25 | Prozentuale Verteilung der Durchschnittsalter der Erdgas-Systeme in Rees (Quelle: DSK eigene Darstellung auf Grundlage der Schornsteinfegerdaten)

Ausgehend vom Erfassungszeitraum Juli 2022 ergibt sich, dass der überwiegende Anteil der Heizwert-Erdgaskessel ein durchschnittliches Alter von mindestens 25 Jahren mit ca. 27,36% aufweist. Anhand der Schornsteinfegerdaten ist jedoch auch erkennbar, dass Heizwert-Systemen Objekte mit einem Alter von mindestens 30 Jahren mit einem Anteil von ca. 21,97% den zweitgrößten Anteil ausmachen. Rechnet man den prozentualen Anteil der Heizwert-Erdgasheizungen zusammen, die das Durchschnittsalter von 25 Jahren für Heizwerte-System überschreiten, so sind zum Juli 2022 60% aller Heizwert-Heizungen bereits mindestens 25 Jahre alt oder noch älter. Der größte Anteil mit ca. 21,3% der brennwertbezogenen Erdgaskessel-Systeme sind mindestens 5 Jahre alt. Die zweitgrößte Altersgruppe mit ca. 21,26% innerhalb der brennwertbezogenen-Erdgassysteme machen Systeme mit einem durchschnittlichen Alter von 20 Jahren aus. Das durchschnittliche Alter moderner Brennwertsysteme liegt bei 15 Jahren. Nach diesen Ergebnissen könnte aufgrund der Überschreitung der Durchschnittsalter in vielen Haushalten ein baldiger Wechsel des Heizsystems bevorstehen.

Ausgangssituation der energetischen, baulichen Qualität der Bestandsgebäude

Für das Quartier liegen 394 Gebäudeadressen vor. Der Großteil der Gebäude im Quartier wird in in überwiegender Anzahl zu Wohnzwecken genutzt werden. Das Quartier lässt sich geografisch in zwei grundlegende Bereiche aufteilen.

Im westlichen Quartiersbereich befindet sich nördlich das Schulzentrum, welches das Gymnasium Aspel, die Realschule Rhees und die Rheinschule Rees umfasst. Südlich davon lassen sich größere Mehrfamilienhäuser und das Rheinpark-Hotel vorfinden, die sich deutlich von der Bebauungsart des Ortskernes unterscheiden. Die Quartiersstruktur mit den erfassten Gebäudetypen ist in Abbildung 26 zu sehen.

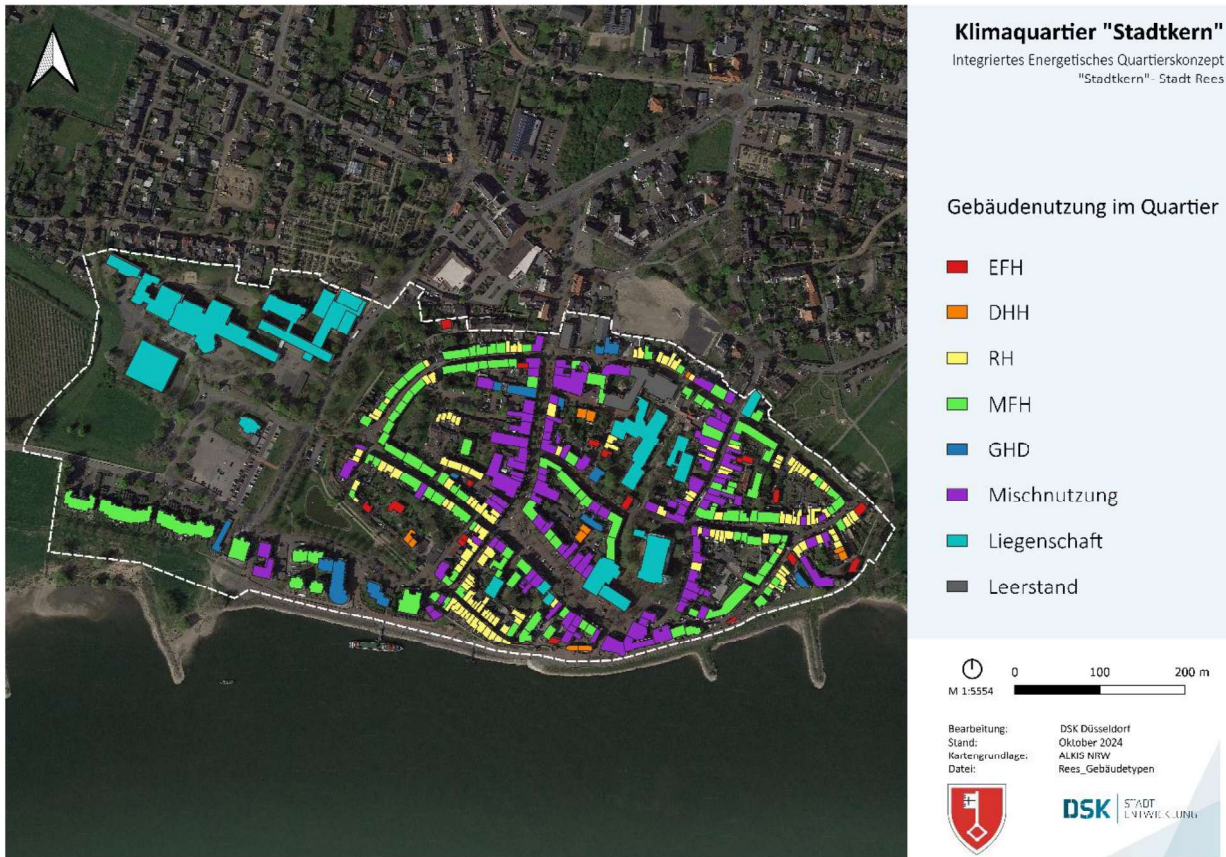


Abbildung 26 | Gebäudetypen und Nutzung im Quartier Nordost (Quelle: DSK)

Zur ersten Einschätzung der energetischen Ausgangssituation können die Errichtungsalter der Gebäude herangezogen werden. Die Baualtersklassen konnten durch die Auswertung der von der Stadt bereitgestellten Daten, historischer Luftbildaufnahmen und der Quartiersbegehung der DSK am 8. Januar 2024 weiter konkretisiert und ermittelt werden. Abbildung 27 zeigt hierzu die für den Bestand erfassten Baualtersklassen im Quartier auf.

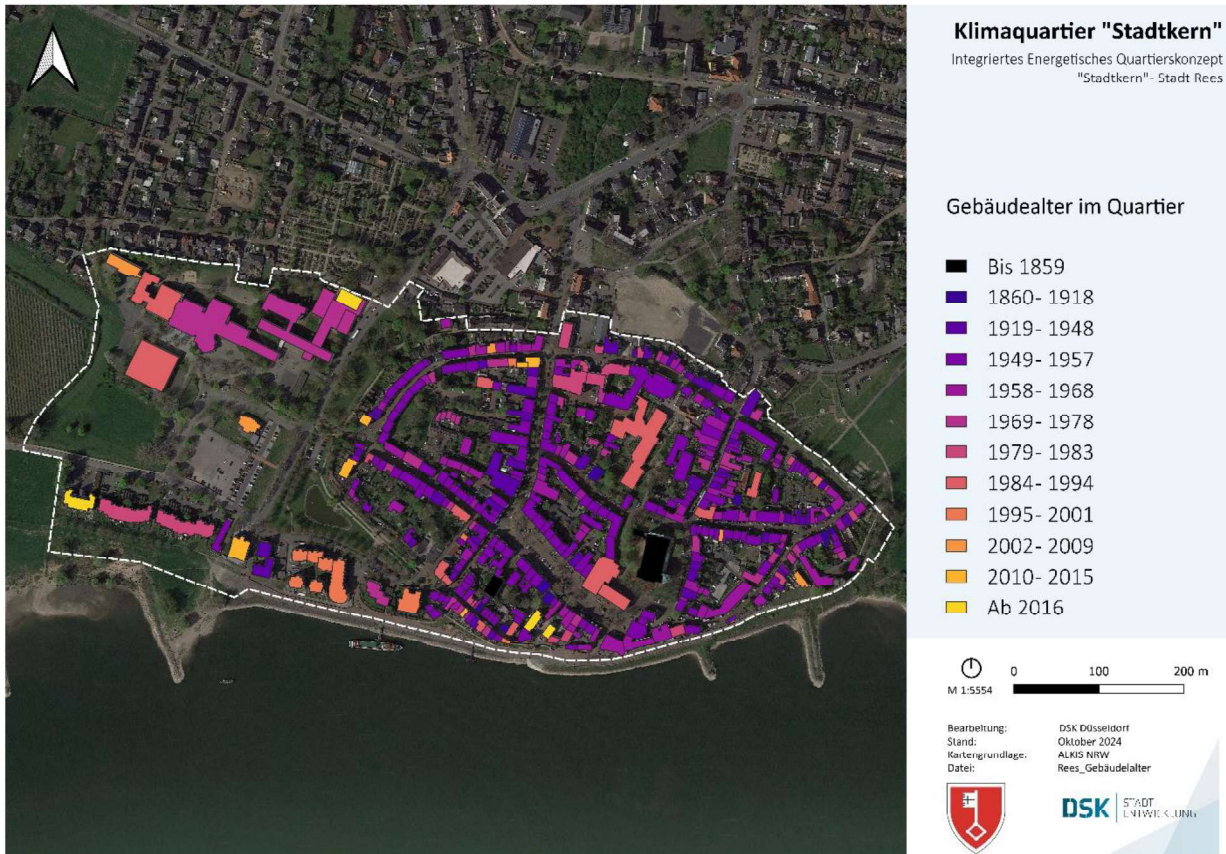


Abbildung 27 | Baualterklassen der Bestandsgebäude im Quartier Nordost (Quelle: DSK)

Nach Abbildung 28 wurden die meisten Gebäude zwischen 1949 und 1957 erbaut. Dies lässt einen erhöhten Sanierungsbedarf und einem signifikanten Energieeinsparungspotenzial im Quartier vermuten, was näher in Kapitel 7.2 näher untersucht wird.

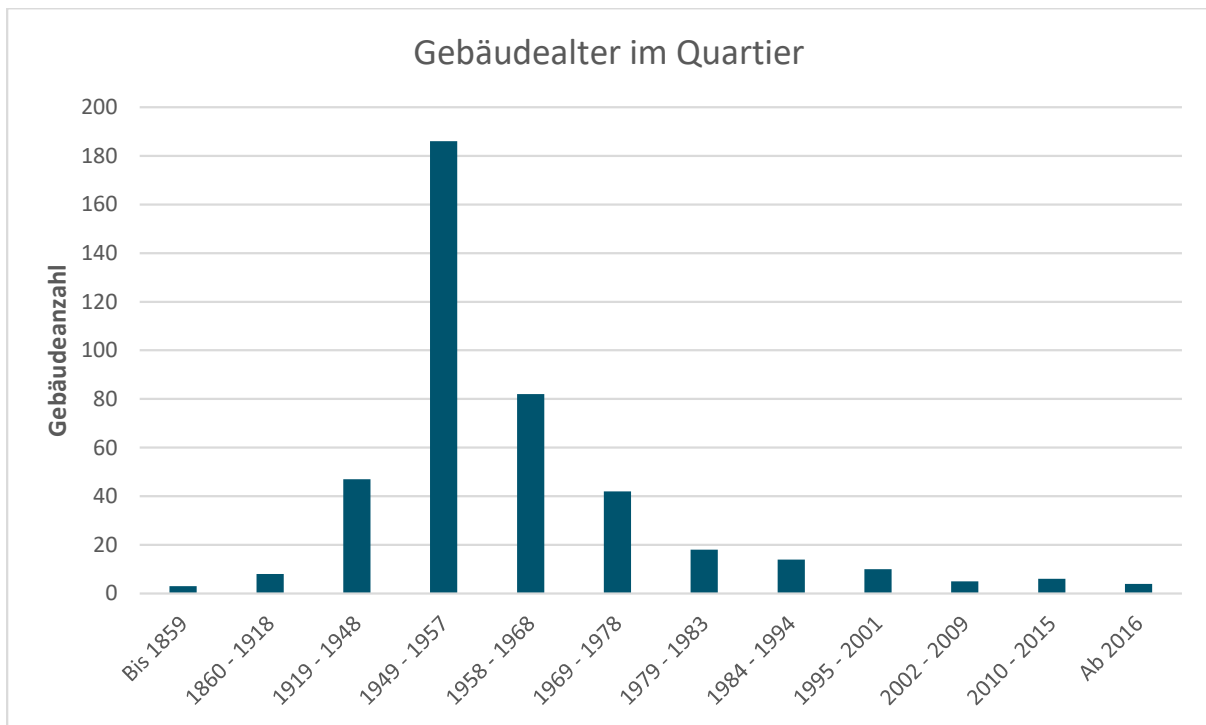


Abbildung 28 | Gebäude im Quartier nach klassifizierten Baualter (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Auf Grundlage der Erfassung der baulichen Qualität in Kapitel 3.2, welche durch Auswertung der erfassten Daten zu Baualter und Gebäudezustand innerhalb der Quartiersbegehung geschah, konnte jedem Bestandsgebäude eine der Sanierungsklassen *Sanierungsbedürftig*, *Teilsaniert* und *Umfassend saniert* zugewiesen werden. Die Einteilung erfolgt anhand äußerlicher Sanierungsmerkmale, die im Bericht *Deutsche Wohngebäudetypologie*² des IWU für Bestandsgebäude beschrieben sind. Demnach gelten Gebäude als *sanierungsbedürftig*, die äußerlich über keine Hinweise auf jüngere Sanierungsmaßnahmen hindeuten und noch vor der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977 erbaut worden sind.

Als *Teilsaniert* gelten Gebäude, die augenscheinlich über mindestens eine Sanierungsmaßnahme (beispielsweise das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems, Fensteraustausch, Erneuerung des Schornsteins oder des Dachstuhls) verfügen. Gebäude, die augenscheinlich über mindestens zwei Sanierungsmaßnahmen verfügen oder jüngerer Bauart sind, sind der Kategorie *Umfassend saniert* zugewiesen.

² <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/gebaeudetypologie/>

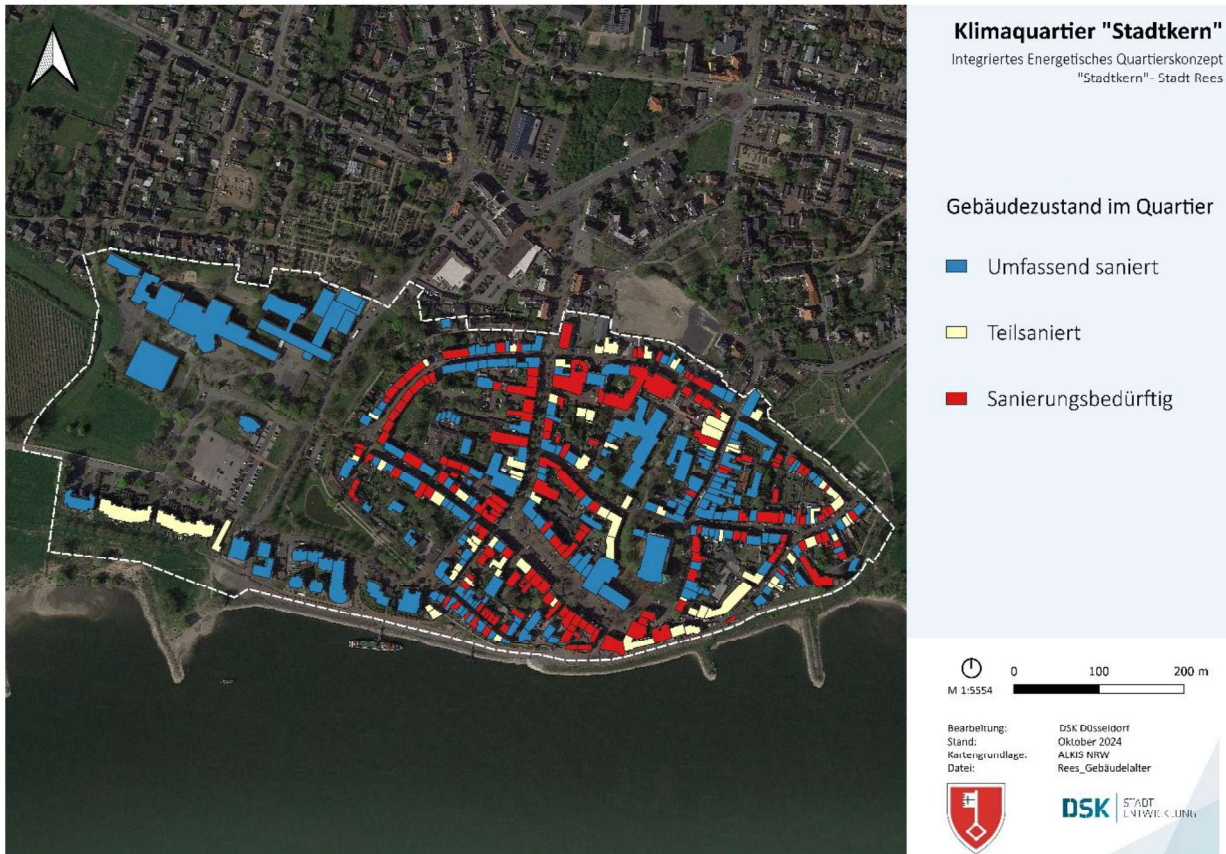


Abbildung 29 | Zugewiesene Sanierungsstufen der Gebäude im Quartier (Quelle: DSK)

Nach Auswertung durch die DSK verfügen zahlreiche Gebäude bereits über umfassende Sanierungsmaßnahmen oder gelten noch als *sanierungsbedürftig*. Die wenigsten Gebäude sind der Kategorie *Teilsaniert* zugewiesen. Zur Nachvollziehbarkeit der Einteilung sind nachfolgend Beispiele dargestellt.



Abbildung 30 | Beispiel für ein Gebäude der Sanierungsstufe „Vollsaniert“. Das äußere Erscheinungsbild der Fassade deutet auf die nachträgliche Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems hin. Zusätzlich dazu weisen die neueren Fenster, der Dachzustand und der sanierte Schornstein damit insgesamt auf eine voll umfängliche Sanierung des Gebäudes hin (Quelle: DSK, Ortsbegehung vom 08.01.2024, nachträglich geschwärzt)



Abbildung 31 | Beispiel für ein Gebäude der Sanierungsstufe „sanierungsbedürftig“. Die Einteilung erfolgte aufgrund des vermuteten Baualters aus den 1950er und dem Fehlen signifikanter Sanierungsmaßnahmen zur Energieeinsparung (Quelle: DSK, Ortsbegehung vom 08.01.2024, nachträglich geschwärzt).



Abbildung 32 | Beispiel für ein Gebäude der Sanierungsstufe „Teilsaniert“. Das Gebäude wurde des Hinweises auf eine Sanierung des Daches in diese Kategorie eingeteilt (Quelle: DSK, Ortsbegehung vom 08.01.2024, nachträglich geschwärzt)

4. Mobilität

Mobilität ist ein grundlegendes menschliches Bedürfnis, das unsere Lebensqualität maßgeblich beeinflusst. Seit jeher streben Menschen danach, sich frei zu bewegen, um ihre Bedürfnisse zu erfüllen, soziale Kontakte zu pflegen und wirtschaftliche Aktivitäten zu verfolgen. In modernen Gesellschaften ist die Erreichbarkeit zentraler Orte und verkehrsrelevanter Einrichtungen wie Arbeitsstätten, Bildungszentren, Gesundheitsdienste und Freizeitangebote von entscheidender Bedeutung. Ohne eine gut ausgebaute und zugängliche Verkehrsinfrastruktur wäre die Teilhabe am gesellschaftlichen Leben stark eingeschränkt.

Dabei spielt die Frage der Gestaltung des Verkehrs eine zentrale Rolle. Die Trennung der Verkehre, wie etwa die Unterscheidung zwischen motorisiertem Individualverkehr, öffentlichem Nahverkehr, Rad- und Fußgängerverkehr, kann helfen, die Sicherheit zu erhöhen und den Verkehrsfluss zu optimieren. Gleichzeitig gewinnt die Mischung der Verkehre zunehmend an Bedeutung, vor allem in urbanen Räumen, wo eine integrierte Verkehrsführung Flexibilität schafft und den Raum effizienter nutzt.

Ein gut durchdachtes Verkehrsnetz erfordert eine klare Gliederung zwischen Erschließungs- und Verbindungsstraßen. Während Erschließungsstraßen den Zugang zu Wohn- und Arbeitsbereichen ermöglichen, sorgen Verbindungsstraßen für eine schnelle und direkte Anbindung an übergeordnete Netze. Diese Balance zwischen Erschließung und Verbindung ist essenziell, um eine reibungslose Mobilität zu gewährleisten und gleichzeitig die Lebensqualität in Wohngebieten zu schützen. Ein ausgewogenes Verkehrssystem ermöglicht es, individuelle Mobilitätsbedürfnisse zu erfüllen und dabei den gesellschaftlichen und ökologischen Herausforderungen gerecht zu werden.

4.1. Regionale Verflechtungen

Die Stadt Rees gehört dem Kreis Kleve an. Innerhalb des Systems zentraler Orte hat sie die Stellung eines Grundzentrums. Nächst gelegene Orte sind nachfolgend in Tabelle 1 gelistet.

Tabelle 1 | Benachbarte und nächste Orte zur Stadt Rees und deren Funktion

Ort	Zentralörtliche Funktion	Entfernung [Straßen-km], ca.-Werte
Duisburg	Oberzentrum	55
Emmerich am Rhein	Mittelzentrum	30
Geldern	Mittelzentrum	25
Goch	Mittelzentrum	10
Kevelaer	Mittelzentrum	12
Kleve	Mittelzentrum	20
Krefeld	Oberzentrum	55
Wesel	Mittelzentrum	35
Xanten	Mittelzentrum	16

Demnach sind Duisburg und Krefeld die nächstgelegenen Oberzentren. Nächstgelegene Mittelzentren sind Goch, Kevelaer und Kleve.

Nachfolgende Tabellen dokumentieren die Anzahl pendelnder Menschen. Die stärksten Verflechtungen bestehen hierin in Richtung Goch und Kleve.

Tabelle 2 | Anzahl einpendelnder Menschen (Quelle: [Pendleratlas, 2023], Eigene Darstellung)

Kreis	Anzahl der pendelnder Menschen
Einpendler	
Goch	794
Kleve	424
Kalkar	302
Kevelaer	289
Bedburg	201
Auspendler	
Kleve	457
Goch	381
Kevelaer	208
Weeze	166
Bedburg	160

Tabelle 3 | Anzahl pendelnder Menschen (Quelle: Pendleratlas, 2023], DSK eigene Darstellung)

Ebenfalls dient die Stadt Bocholt als wichtiges Mittelzentrum für die Stadt Rees hinsichtlich der Anbindung an Arztpraxen, Krankenhäuser sowie für Einkaufsmöglichkeiten.

4.2. Motorisierter Individualverkehr

Tabelle 4 dokumentiert die Erreichbarkeit der nächstgelegenen zentralen Orte mit dem Pkw. Sie sind innerhalb der empfohlenen Fahrzeiten erreichbar.

Tabelle 4 | Anschluss an zentrale Orte mittels MIV (DSK eigene Darstellung)

Zentraler Ort	Funktion	Fahrtzeit in Minuten	Richtwert
Duisburg	Oberzentrum	35	60
Emmerich am Rhein	Mittelzentrum	30	30
Geldern	Mittelzentrum	25	30
Goch	Mittelzentrum	15	30
Kevelaer	Mittelzentrum	20	30
Kleve	Mittelzentrum	25	30
Krefeld	Oberzentrum	45	60
Wesel	Mittelzentrum	40	30
Xanten	Mittelzentrum	25	30
Bocholt	Mittelzentrum	30	30

Über die A57 und A3 ist Rees an das Fernstraßennetz angebunden. Abgehend von den beiden Autobahnen ist Rees beziehungsweise das Quartier über die B67 erreichbar. Die B67 verläuft über die Rheinbrücke, über die Rees und folglich das Quartier erreicht werden kann. Die nächstgelegene Anschlussstelle 4 ist innerhalb von fünf Minuten Fahrzeit erreichbar.

Behördliche Zähl­daten von 2021 von den Landstraßen bei Rees liegen vor. Alle Straßen sind zweistreifig. Im Rahmen stichprobenartiger Inaugenschein­nahme der Verkehrssituation konnte keine Überlastung der Straßen festgestellt werden. Die Verkehrsstärken zur Spitzenstunde liegen im Bereich von 400 bis 500 Kraftfahrzeugen pro Stunde. Das entspricht einer Qualitätsstufe A bis B.

Aufgrund eines zeitlichen Zonenhalteverbotes kann innerhalb des Ortskern mit Ausnahme der ansässigen Einwohner maximal zwei Stunden geparkt werden. So kann auf entsprechenden Flächen direkt neben der Fahrbahn, auf ausgewiesenen Parkplätzen am Markt­platz und auf dem Parkplatz *Am Brauhof* innerhalb des Ortskern geparkt werden. Die Parkplätze werden nicht bewir­tet. Zeitlich unbeschränkte und kostenlose Parkplätze außerhalb des Ortskern sind entlang der Straßen *Westring*, *Fallstraße* und *am Damm* vorzufinden. Dort sind Stellplätze entweder am Fahrbahnrand oder auf dem großen Parkplatz direkt am Schulzentrum vorhanden. Behindertenparkplätze in Rees sind zudem innerhalb des Ortskern verteilt vorzufinden. Auf der Website der Stadt Rees unter der Rubrik *Tourismus & Freizeit* können Informationen über Anfahrt und Parksituation leicht erhalten werden. Insgesamt kann die Erreichbarkeit und das Informationsangebot zur Parksituation für den MIV als sehr gut bewertet werden.

4.3. ÖPNV und SPNV

Die Erreichbarkeit nächst gelegener Orte ist nur für die benachbarten Mittelzentren Kleve, Goch und Wesel gegeben. Die Stadt Kleve kann über die Schnellbuslinie X erreicht werden. Maßgabe hierbei ist, dass eine 1,5-fache Reisezeit gegenüber der Fahrt mit dem Pkw als akzeptabel gilt. Tabelle 5 verdeutlicht, dass die übrigen Reisezeiten weit mehr als dem Doppelten entsprechen.

Tabelle 5 | Erreichbarkeit und Reisezeit nächstgelegener Orte im ÖPNV / SPNV

Zentraler Ort	Reisezeit	Faktor	Anzahl Umstiege
Duisburg	104 (SPNV)	2,97	2 – 3
Emmerich am Rhein	83 – 105 (ÖPNV)	2,77 – 3,5	Umsteigefrei
Geldern	58 – 65 (SPNV)	2,32 – 2,6	3 - 4
Goch	13 – 32 (ÖPNV)	0,87 – 2,13	Umsteigefrei
Kevelaer	32 – 54 (SPNV)	1,6 – 2,7	3 - 4
Kleve	39 – 66 (ÖPNV)	1,95 – 2,64	Umsteigefrei
Krefeld	86 – 112 (SPNV)	1,91 – 2,49	3 - 4
Wesel	57 (ÖPNV)	1,4	Umsteigefrei

Der Stadtteil Mehr wird vom Bürgerbus Mehrhoog / Stadt Hamminkeln bedient. Der Bus fährt pro Relation montags bis freitags ein bis zweimal und gewährleistet eine rudimentäre Grundversorgung mit einem öffentlichen Verkehrsangebot.

Barrierefreiheit und Ausstattung der Haltestellen

Das Personenbeförderungsgesetz gibt vor, dass ab 2022 der gesamte ÖPNV barrierefrei sein muss. Dies ist nicht nur eine Frage der Attraktivität. Für einen größer werdenden Anteil unserer Mitmenschen ist dies eine Grundbedingung, um öffentliche Verkehrsmittel benutzen zu können. Die Anlagen sind insgesamt sauber, baulich in gutem Zustand und weitestgehend Angstraum-frei und wurden 2024 umgebaut. Stark frequentierte Haltestellen nach Kategorien A+B wurden barrierefrei ausgebaut und umgebaute Haltestellen haben einen Unterstand

Ticketing und Elektronische Dienste

Tickets und Fahrpläne in Rees werden durch Verkehrsbund Rhein-Ruhr (VRR) bereitgestellt. Die elektronische Fahrplanauskunft ist sowohl über das VRR-Internetportal als auch über die mobile VRR-App schnell und einfach abrufbar. Nutzer haben die Möglichkeit, Fahrpläne für spezifische Haltestellen und Linien als PDF zu generieren. Ein benutzerfreundlicher Routenplaner, unterstützt von einem schnell ladenden Kartentool, erleichtert die Reiseplanung. Liniennetzpläne und Linienfahrpläne sind mit nur zwei Klicks auf der VRR-Website erreichbar. Zudem ermöglicht der VRR den elektronischen Ticketkauf, was den Erwerb von Fahrkarten bequem und zeitsparend gestaltet.

Darüber hinaus verweist die Stadt Rees auf ihrer Mobilitäts-Unterseite für das örtliche ÖPNV-Angebot direkt auf die Website des NIAG. Diese nahtlose Integration der lokalen und regionalen Verkehrsinformationen trägt zur Übersichtlichkeit und Nutzerfreundlichkeit bei. Insgesamt kann das Angebot sehr gut bewertet werden.

4.4. Fußgänger- und Radverkehr

Abseits der Landstraßen hat der Radverkehr seinen Platz auf der Fahrbahn. Wegen der geringen Verkehrsstärken ist das dort unproblematisch. Entlang der Hauptverkehrsstraßen gibt es teilweise gesonderte Radverkehrsanlagen, die aber nicht benutzungspflichtig sind. Gehwege sind nur abschnittsweise für Fahrräder freigegeben. Das dortige Verkehrsaufkommen würde Radverkehrsanlagen oder eine grundsätzliche Freigabe der Gehwege rechtfertigen.

Im Quartier selbst gibt es einen Zweirichtungsweg und Fußweg zum Schulzentrum am Westring, welche benutzungspflichtig sind. Im Innenstadtbereich wird der Radverkehr mit auf der Straße geführt. Gehwege sind mehrheitlich in gutem Zustand. Vereinzelt fehlen abgesenkte Borde und taktile Leitelemente im Bereich der Einmündungen und Knotenpunkte.

Innerhalb des Internetauftrittes der Stadt Rees gibt es eine Unterseite zur Mobilität. Dort hinterlegt sind Informationen zum Radverkehrsnetz und zu Leihangeboten sowie zum abgeschlossenen Radverkehrskonzept aus dem Jahr 2022. Radwege gibt es entlang der überörtlichen Straßen.

4.5. Ladeinfrastruktur und Leihsysteme

Innerhalb des Quartiers gibt es am Froschteich und am Rathaus insgesamt zwei öffentliche Ladestationen für batterie-elektrische Autos. Beide sind außerhalb des Untersuchungsgebietes. Jede Ladestation hat zwei Ladepunkte mit Typ-2-Anschluss für 22-kW-Normalladen. Für elektrische Fahrräder gibt es ein durch die Stadt kostenlos bereitgestelltes Angebot an Ladesäulen an mehreren Stellen innerhalb der Kernstadt, aber auch außerhalb des Quartiers an Gastronomiebetrieben und weiteren Einrichtungen. Fahrräder können in der Touristeninformation am Marktplatz gegen eine Gebühr ausgeliehen werden.

5. Informations- und Öffentlichkeitsarbeit

Während der gesamten Projektbearbeitung wurden die Ergebnisse des Konzeptes unter den beteiligten Akteuren intensiv diskutiert. Das Quartier erweist sich als besonders geeignet für die Implementierung einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Aufgrund der vermuteten Errichtungsalter der Gebäude und der dichten und historisch erhaltenen Baustruktur im Quartier wird der komplette Austausch der vorhandenen fossilen Anlagen durch erneuerbare dezentrale Heizsysteme, beispielsweise Wärmepumpen oder Biomassekessel, aus Gründen der Platzverfügbarkeit, der Sanierungszustände und zuletzt der Optik, für den Großteil des Quartieres als technisch sowie finanziell als aufwändig eingeschätzt, sodass eine mögliche Alternative gesucht wird. Deshalb wurde zu Beginn der Konzepterstellung zwischen allen Beteiligten vereinbart, fokussiert mögliche Potenziale für eine leitungsgebundene Wärmeversorgung auf eine Realisierbarkeit zu prüfen.

Diese Umstände bildeten die Grundlage für die intensiven Diskussionen und Planungen, die das Projekt von Anfang an begleiteten. Ziel war es, die sich bietenden Chancen optimal zu nutzen und die nächsten Handlungsschritte zu einer nachhaltigen und wirtschaftlichen Wärmeversorgungslösung zu entwickeln. Zu den Hauptakteuren zählen die Stadtverwaltung, die Stadtwerke Rees, die politischen Entscheidungsträger und die betroffene Öffentlichkeit.

5.1. Konzeptbegleitende Informations- und Öffentlichkeitsarbeit

5.1.1. Öffentliche Veranstaltungen

Zu Beginn der Konzeptentwicklung informierte die DSK am 18. Januar 2024 im Rahmen einer Öffentlichkeitsveranstaltung über die Vorgehensweise zur Zielsetzung. Am 8. Januar hatte die DSK den Gebäudebestand vor Ort erfasst. Zudem wurde in Abstimmung mit der Stadt eine Online-Umfrage für die Quartiersbewohner initiiert, um konkrete Informationen zum Zustand der Gebäude und Verbesserungsvorschläge zu sammeln. Die Vorstellung der Endergebnisse im Rahmen einer Öffentlichkeitsveranstaltung wurde am 9. Dezember 2024 durchgeführt.

5.1.2. Information der Politik

In Abhängigkeit der Projektergebnisse hat die DSK zur Information der lokalen Politik mehrmals vor Ort über den Stand des Projektverlaufs informiert. Hierzu war die DSK am 30. November 2023, am 27. August 2024 und am 5. Dezember 2024 in Ausschüssen vor Ort.

5.1.3. Interne Besprechungen

In Abhängigkeit der Projektergebnisse stand die DSK zur Information der Auftraggeber in digitalen Termin und vor-Ort Terminen zur Verfügung. Hierzu fanden interne Lenkungsrounds am 20. November 2023, 5. März 2024, am 15. Mai 2024, am 23. Juli 2024 und am 20. November 2024 in Rees statt. Fragen und Abstimmungen wurden zudem telefonisch oder per Mail zwischen der DSK und der Stadt besprochen.

6. Bilanzierung

Die Bilanzierung der Energieverbräuche und der Treibhausgasemissionen stellt die quantitative Ausgangsanalyse des Quartiers dar. Darüber hinaus soll die Energie- und Treibhausgasbilanz als Monitoring- und Controlling-Werkzeug bei der späteren Umsetzung energetischer Maßnahmen dienen. Es werden drei wesentliche Größen bilanziert:

- Endenergie
- Primärenergie
- Treibhausgasemissionen

Energiewirtschaftliche Fachbegriffe

Aufgrund der Menge an Fachbegriffen werden im Folgenden zunächst einige der energiewirtschaftlichen Fachbegriffe erklärt:

Endenergie beschreibt die Energiemenge eines Energieträgers (z.B. Erdgas, Heizöl, Strom), den die Kunden bzw. Abnehmer:innen beziehen. Die Endenergie ist vereinfacht gesagt das, was beim Kunden „ankommt“. Das eigentliche Interesse des Kunden ist nicht die Endenergie, sondern das, was durch weitere Energieumwandlung daraus gewonnen wird (Nutzenergie in Form von bspw. Licht oder Wärme). Die Begriffe sollen am Beispiel der Gebäudebeheizung durch den Energieträger Erdgas beispielhaft genauer erklärt werden. Zur Veranschaulichung dient die Grafik in Abbildung 33.

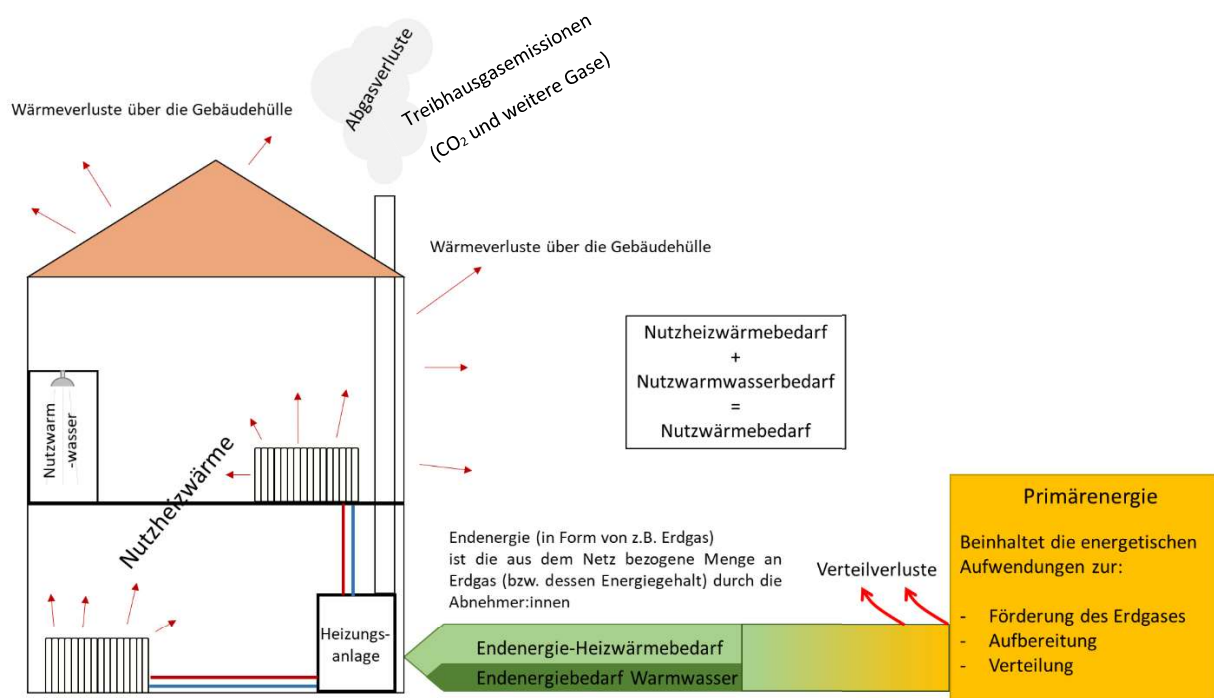


Abbildung 33 | Grafische Erläuterung einiger Energiewirtschaftlicher Fachbegriffe am Beispiel der Gebäudebeheizung mittels des (leitungsgebundenen) Energieträgers Erdgas

Die Endenergie, die in dem leitungsbezogenen Erdgas steckt, wird bspw. durch einen Kessel in Wärme umgewandelt. Diese Wärme steckt dann im Heizungswasser und im heißen Duschwasser. Bei der Umwandlung der Endenergie in Wärme kommt es aber zu Verlusten, denn nicht die gesamte Verbrennungswärme des Erdgases wird auf das Heizungs- bzw. Warmwasser übertragen. Ein Teil der Energie entweicht über die Verbrennungsgase als Abgasverluste. Das Verhältnis der Wärmemenge, die tatsächlich genutzt werden kann, und der aus dem Netz bezogenen Endenergie ist der Wirkungsgrad der Heizungsanlage. Der Wirkungsgrad beschreibt also das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand. Die auf das Heizungs- bzw. Warmwasser übertragene Wärme ist nun weiteren Verlusten unterworfen, denn über die Gebäudehülle entweicht ein Teil der Wärme.

Das, was am Ende dieser Verluste übrigbleibt, ist die Nutzenergie in Form von Nutzheizwärme und Nutzwarmwasser. Der **Nutzwärmebedarf** ist folglich der Energiebedarf, der nötig ist, um die Innenräume eines Gebäudes auf die gewünschte Raumtemperatur aufzuheizen und für die Erhitzung von Warmwasser benötigt wird. Der Nutzwärmebedarf ist folglich die Summe aus Nutzheizwärmebedarf und Nutzwarmwasserbedarf. Zusammengefasst lässt sich demgemäß sagen: Der Nutzwärmebedarf ist der Endenergiebedarf nach Abzug aller Energieverluste. Mit zunehmender Dämmung der Gebäudehülle sinkt der Nutzheizwärmebedarf, da die Verluste über die Gebäudehülle verringert werden. Dadurch sinkt somit auch der Endenergiebedarf.

Die **Primärenergie** berücksichtigt neben dem eigentlichen Energiegehalt, der in dem Energieträger (hier Erdgas) steckt, auch alle Energie, die zur Förderung, Aufbereitung und Verteilung der Endenergie nötig ist. Aus der Erde gefördert Gas wird bspw. in Raffinerien aufbereitet. Hierzu wird Energie aufgewendet. Pumpen verteilen das aufbereitete Erdgas über Pipelines und Verteilnetze an die Kunden. Für den Betrieb der Pumpstationen wird wiederum Energie benötigt. Die Summe aller aufgebrauchten Energie zzgl. des Energiegehaltes der verbleibenden Endenergie ist die Primärenergie.

In diesem Zusammenhang soll noch darauf hingewiesen werden, dass die real eingesetzte Primärenergie zur Gewinnung von Endenergie immer größer als die Endenergie selbst ist. Der Grund dafür, weshalb die „Primärenergie“ in Energieausweisen kleiner als die Endenergie sein kann (je nach eingesetzten Energieträgern) liegt daran, dass bei der Berechnung der angegebenen „Primärenergie“ in Energieausweisen tatsächlich nur der Anteil der Primärenergie berücksichtigt wird, der durch nicht-erneuerbare Energien zur Bereitstellung der Endenergie beigetragen hat. Die berechnete Primärenergie ist somit immer nur der Anteil der Primärenergie aus nicht-erneuerbaren Energieträgern. Dies kann gut am Beispiel „Holz“ als Erneuerbarer Brennstoff veranschaulicht werden: Der Primärenergiefaktor Holz beträgt nur 0,2. Demnach beträgt die Primärenergie lediglich 20 Prozent der Endenergie des Brennstoffes Holz. Hierbei handelt es sich aber lediglich um die Primärenergie, die nicht erneuerbar ist. Diese Primärenergie wurde bspw. durch das Fällen der Bäume mit Benzin betriebenen Sägen, den Transport des Holzes mit Lkw etc., erbracht. Würde das Holz mittels rein erneuerbarer Energieträger gefällt und transportiert, wäre der zur Berechnung der Primärenergie herangezogene Faktor 0 und damit die berechnete Primärenergie 0. Wie oben dargelegt, kann die tatsächlich eingesetzte Primärenergie (obgleich aus Fossilen oder erneuerbaren Energien) aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten niemals kleiner als die Endenergie sein.

6.1.1. Methodisches Vorgehen

Für das Quartier wurden auf Grundlage der Verbrauchsdaten wurde die jeweilige End-, Primär- und Treibhausgasbilanz erstellt sowie der daraus resultierende, monatliche Wärmebedarf und der Wärmelastgang beziehungsweise eine Jahresdauerlinie erstellt.

Zur Erstellung der Bilanzen wurden verschiedene Datenquellen genutzt. Reale Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger (*Stadtwerke Rees*: Erdgas und *Westnetz*: Strom) wurden angefragt. Realverbräuche lagen zur Zeit der Konzepterstellung für die kommunalen Liegenschaften und für die restlichen Bestandsgebäude vor. In Abstimmung mit der Stadtverwaltung wurde auf Basis der anonymisiert erhaltenen Schornstiefegerdaten die Verteilung der verschiedenen Energieträger (Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Holz, Biogas) im Quartier mittels der Informationen zu Anzahl, Art und Leistung der Feuerungsanlagen in Rees statistisch ermittelt und mit den Realverbrauchsdaten zusammengeführt. Für Strom wurden die Daten in aggregierter Form – je Straßenzug – bereitgestellt und erlauben somit im Sinne einer datenschutz-konformen Verarbeitung keine Rückschlüsse auf einzelne Adressen.

Mit dem Ziel, die Endenergiebedarfe den verschiedenen Sektoren (Kommunale Liegenschaften, Wohnen, GHD) zuzuteilen, konnten durch den Erhalt der Gasverbräuche den jeweiligen Bestandsobjekten die Endenergiebedarfe zugewiesen werden. Für Objekte ohne Anschluss an das Erdgasnetz (unbekannter Energieträger) konnte unter Zuhilfenahme der Kriterien Sanierungszustand, Grundflächen³, Geschossen, Baualter⁴ und Gebäudetyp⁵ einem IWU-Gebäudetyp⁶ (Institut für Wohnen und Umwelt) zugeordnet und über flächenspezifische Kennwerte ein Wärmebedarf abgeschätzt werden. Zur Abschätzung der Bedarfe der Gebäude, die dem Sektor GHD zugeordnet sind, wurden gebäudetypische und flächenbezogene Verbrauchswerte für Nicht-Wohngebäude angesetzt. Für die bedarfsabgeschätzten Objekte wurden dann die aus den Schornstiefegerdaten statistische Verteilung der eingesetzten Energieträger genutzt, um die Energiebedarfe und Energieträger den Sektoren jeweils zuzuordnen.

Aufgrund fehlender Information zu der sektoralen Verteilung der Stromverbräuche (Realdaten) wurde eine Abschätzung für den Sektor Wohnen durchgeführt. Hierbei wurden die mitgeteilten, realen Stromverbräuche der Liegenschaften vom Gesamtstromverbrauch abgezogen und der restliche Verbrauch dem Wohnsektor zugeteilt. Eine genauere Aufteilung (Strom für Wärmepumpen, Strom für Elektromobilität, GHD) lässt die Datenlage nicht zu.

Für die Berechnung der Anteile verkehrsbedingter Energieverbräuche wurden Meldedaten beim Kraftfahrzeugbundesamt auf gesamtkommunaler Ebene erhalten und Daten zu Art, Anzahl und Antriebsarten der gemeldeten Fahrzeuge auf die Quartiersebene über die Einwohnerzahl heruntergerechnet. Eine **territoriale Bilanz** des Verkehrssektors ist aufgrund der Datenlage und der Gegebenheiten eines Quartiers auf dieser Ebene komplex und führt nicht zu sehr zuverlässigen Ergebnissen. Für den Verkehrssektor ergibt sich der Energieverbrauch aus den gefahrenen Kilometern. Daten über die Fahrleistung bzw. die gefahrenen Kilometer innerhalb des untersuchten

³ Die Grundflächen wurden auf Basis der Gebäudeschapes, die durch die Bezirksregierung Köln bereitgestellt werden, in der GIS Software *QGIS* ermittelt.

⁴ Baualter der Gebäude und die Anzahl der Bewohnenden wurden in Teilen von der Stadtverwaltung bereitgestellt

⁵ Der Gebäudetyp und die Anzahl der Geschosse wurden bei einer Quartiersbegehung ermittelt

⁶ Siehe hierzu: <https://webtool.building-typology.eu/#bm>

Quartiers liegen nicht vor. Eine entsprechende Datenerhebung im Rahmen des Quartierskonzepts war nicht vorgesehen und wäre äußerst aufwändig, da sie über verschiedene repräsentative Zeiträume verteilte Verkehrszählungen und ggf. Erhebungen zum Fahrverhalten von Bewohnern und Touristen erfordern würde. Aus diesem Grund wurde eine Bilanz auf Grundlage des **Verursacherprinzips** angestrebt. Damit werden auch Treibhausgasemissionen erfasst, die über die Quartiergrenzen hinaus verursacht werden. Für die Berechnung des Energiebedarfes im Verkehrssektor wurden anschließend Durchschnittswerte für Verbrauch und Fahrleistung für die jeweiligen Fahrzeugtypen vom Kraftfahrtbundesamt herangezogen. Mit den entsprechenden Umrechnungsfaktoren werden dann die Menge an Treibhausgasen und der Primärenergie bestimmt. Für Hybridfahrzeuge wurden Anteile der Fahrleistung nach elektrischer und kraftstoff-betriebener Antriebsart aufgeteilt⁷.

Verwendete THG- und Primärenergiefaktoren

Aufbauend auf den Endenergieverbräuchen wurden die Treibhausgasemissionen anhand energieträgerspezifischer Treibhausgasemissionsfaktoren (größtenteils aus dem GEG 2023) ermittelt. Die Primärenergieeinsätze errechnen sich ebenfalls durch Multiplikation der Endenergieeinsätze mit energieträgerspezifischen Primärenergiefaktoren. Die Treibhausgasemissionsfaktoren (THG-Emissionsfaktoren) werden in Massen-CO₂-Äquivalente je Kilowattstunde angegeben (bspw. g CO₂-äq/kWh oder t CO₂-äq/kWh). Es werden CO₂-Äquivalente angegeben, da bei der Nutzung (Verbrennung) fossiler Energieträger nicht nur klimaschädigendes Kohlendioxid (CO₂), sondern auch weitere klimaschädigende Gase freigesetzt werden, die teilweise weitaus größere klimaschädigende Wirkung haben als Kohlenstoffdioxid. Um Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Gasen herzustellen, werden diese in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Die CO₂-Äquivalente geben somit an, wie viel klimaschädigendes Kohlenstoffdioxid theoretisch bei der Verbrennung freigesetzt wird, obwohl nicht der gesamte Teil der entstehenden Verbrennungsprodukte tatsächlich Kohlenstoffdioxid ist.

Tabelle 6 | Angesetzte THG-Emissionsfaktoren zur Berechnung der Treibhausgasemissionen

Energieträger	Treibhausgasemissionsfaktor [g CO ₂ -Äquivalent / kWh]
Heizöl	310
Erdgas	240
Flüssiggas	270
Biomasse (Pellets, Holz)	20
Biomasse (Biogas)	140
Strom (netzbezogen)	560
Benzin	277
Diesel	267

⁷ Fraunhofer ISI, 2022, Plug-in-Hybride: Kraftstoffverbrauch neuer Modelle weicht noch stärker von Testzyklen ab

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen erfolgt durch Multiplikation der Endenergieverbräuche mit den jeweiligen Treibhausgasemissionsfaktoren, die in Tabelle 6 dargestellt sind. Mit Ausnahme des Treibhausgasemissionsfaktors für den deutschen Strommix wurden die Emissionsfaktoren des GEG 2023 genutzt. Aufgrund der besseren Aktualität wurde der Emissionsfaktor für Strom vom Umweltbundesamt herangezogen. Der Treibhausgasemissionsfaktor für Strom aus dem deutschen Strommix ist der zeitlichen Entwicklung des Anteils unterschiedlicher Stromerzeugungsanlagen am deutschen Stromnetz unterworfen, weshalb dieser Wert im Vergleich zu den THG-Faktoren der anderen Energieträger relativ starken Änderungen unterliegt. Mit dem (bundesweiten) Ausbau Erneuerbarer Energien nimmt der Treibhausgasemissionsfaktor des deutschen Strommix ab.

Die Primärenergiebilanz berücksichtigt neben der Endenergie der eingesetzten Energieträger auch die Energieaufwände für Förderung des Energieträgers, Aufbereitung, Transport und Umwandlung, sowie Verluste, die nötig sind um die jeweiligen Energieträger den Verbraucher:innen bereitzustellen. Zur Berechnung der Primärenergie wird die Endenergie mit energieträger-spezifischen Primärenergiefaktoren multipliziert. Wie bereits oben dargelegt, berücksichtigen die Primärenergiefaktoren nur den nicht-erneuerbaren Anteil der Energieaufwendungen. Die Primärenergiefaktoren sind keinesfalls fest für jeden Energieträger. Wird beispielsweise die gesamte Produktionskette zur Bereitstellung von Erdgas (Förderung, Aufbereitung und Verteilung) durch Erneuerbare Energien realisiert, so würde der Primärenergiefaktor von Erdgas zu 1 werden. Primärenergie und Endenergie wären gleich groß. Die relevanten Primärenergiefaktoren sind in Tabelle 7 dargelegt.

Tabelle 7 | Angesezte Primärenergiefaktoren zur Berechnung der Primärenergie

Energieträger	Primärenergiefaktor [kWh _{PE} / kWh _{Endenergie}]
Heizöl	1,1
Erdgas	1,1
Biomasse (Pellets, Holz)	0,2
Biomasse (Biogas)	1,1
Strom (netzbezogen)	1,6 ⁸
PV-Strom	0
Benzin	1,29
Diesel	1,22

Zur Berechnung der Primärenergie wurden für die Energieträger Heizöl, Erdgas und Photovoltaik die Primärenergiefaktoren des GEG 2023 genutzt. Die Primärenergiefaktoren der im eingesetzten Energieträger sind mit Ausnahme des im Quartier erzeugten Stroms durch Photovoltaikanlagen größer als 1. Somit ergeben sich wesentlich größere Primärenergie- als Endenergieverbräuche für das Quartier. Die Darstellung der Bilanzen erfolgt im nachgehenden Abschnitt für die Endenergie, Primärenergie und für die Treibhausgasemissionen.

⁸ Anpassung zwischen Werten des IINAS 2020 und GEG 2023

Berechnung des Wärmebedarfes aus Endenergieverbrauch

Aufgrund der guten Datenlage wurden auf Grundlage der Endenergieverbräuche die jeweiligen Nutzheizwärme- und Nutzwarmwasserbedarf aus den realen Endenergieverbräuchen berechnet werden. Die Ermittlung des Wärmebedarfs von Gebäuden, der durch technische Anlagen gedeckt wird, kann bei ausreichender Datenverfügbarkeit auf Basis der DIN/TS 12831-1 erfolgen, das Verfahren wird nachträglich beschrieben.

Der Wärmebedarf lässt sich aus realen Verbrauchsdaten bei Kenntnis des eingesetzten Energieträgers und dem jährlichen Nutzungsgrad eines Wärmeerzeugers annähernd ermitteln. Dazu lassen sich beispielsweise Verbrauchsabrechnungen oder die Ablesewerte von Zählern (Endenergie) nutzen, die Auskunft über die gelieferten Energiemengen oder den Verbrauch von Energieträgern in einem bestimmten Zeitraum geben.

Die Nutzwärme berechnet sich durch die Multiplikation des jährlichen Endenergieverbrauches mit einem gegebenen Nutzungs- beziehungsweise Wirkungsgrad eines Wärmeerzeugers:

$$Q_{Nutz} = Q_{EE} * \eta_{Wärmeerzeuger}$$

Q_{Nutz}	Nutzwärmebedarf	[kWh/a]
$Q_{h,f,i}$	Gemessener Endenergieverbrauch	[kWh]
$\eta_{h,gen,i}$	Wirkungsgrad Wärmeerzeugeranlage	[-]

Aus der vorangegangenen Analyse der Schornsteinfegerdaten zur Verteilung der Heizsysteme, der erhaltenen Daten der Liegenschaften und der Erfassung des energetischen Sanierungszustandes der Bestandsgebäude konnte für jedes Gebäude ein Wärmeerzeuger beziehungsweise ein entsprechender Wirkungsgrad zugewiesen werden, sodass aus den jährlichen Verbrauchsdaten der durchschnittliche Gesamtnutzwärmebedarf für jedes Gebäude berechnet werden konnte. Von dem berechneten Gesamtnutzwärmebedarf wurde entsprechend der klassifizierten Gebäudefunktion (Wohnen, gewerbliche Nutzung, Liegenschaft) unter Anwendung spezifischer Kennwerte die Anteile der Nutzwärme nach Raumwärme und Trinkwarmwasser bestimmt. Die Nutzwärme für Raumwärme wurden unter Anwendung von Gradtagszahlen witterungsbereinigt. Für Gebäude, die nicht über leitungsgebundene Energieträger (Erdgas) bzw. über keine Abrechnungsdaten verfügen, wurde der Raumwärme und TWW-Bedarf mittels der Bedarfsabschätzung über IWU-Gebäudeklassifizierung bestimmt werden.

6.1.2. Ergebnisse der Bilanzierung

Nach der Auswertung der Daten wurde der jährliche endenergiebezogene Gesamtwärmebedarf im Quartier auf ca. 14,06 Mio. kWh und der jährliche Endenergiebedarf für Strom auf ca. 5,16 Mio. kWh ermittelt, womit sich der Endenergiebedarf (ohne Verkehrssektor) auf ca. 19,22 Mio. kWh jährlich beläuft. Nimmt man den Verkehrssektor hinzu, erhöht sich der jährliche Endenergiebedarf auf ca. 26 Mio. kWh.

Aus der Abschätzung ergibt sich für den Sektor Wohnen, bzw. die Wohngebäude ein Gesamtwärmebedarf von ca. 10,54 Mio. kWh p.a. sowie ein Strombedarf in Höhe von 2,47 Mio. kWh p.a. Die Abschätzung des Sektors GHD liefert einen Wärmebedarf von 0,99 Mio. kWh p.a sowie einen jährlichen Strombedarf in Höhe von ca. 2,22 Mio. kWh. Für die Liegenschaften ergibt sich ein jährlicher Wärmebedarf in Höhe von ca. 2,52 Mio. kWh und ein jährlicher Strombedarf in Höhe von 0,46 Mio. kWh. Die Ergebnisse sind nachgehend dargestellt.

Bilanz Endenergie

Die Gesamtendenergiebilanzen in Abbildung 34 und Abbildung 35 stellen die wesentlichen Energieverbräuche und erzeugten Energiemengen (Strom durch Photovoltaikanlagen) im Quartier gegenüber. Hierbei stellen die positiv dargestellten Werte die Verbräuche und die negativ dargestellten Werte die Erzeugung dar. Wie bereits erwähnt, wurde die Bilanzierung des Verkehrs als Verursacherbilanz erstellt. Die dargestellten Verbräuche an Endenergie durch Benzin und Diesel erfolgen somit nicht allein in dem Untersuchungsgebiet, sondern zum Großteil außerhalb des Quartiers, weshalb diese gesondert dargestellt wurden.

ENDENERGIE NACH ENERGIETRÄGERN

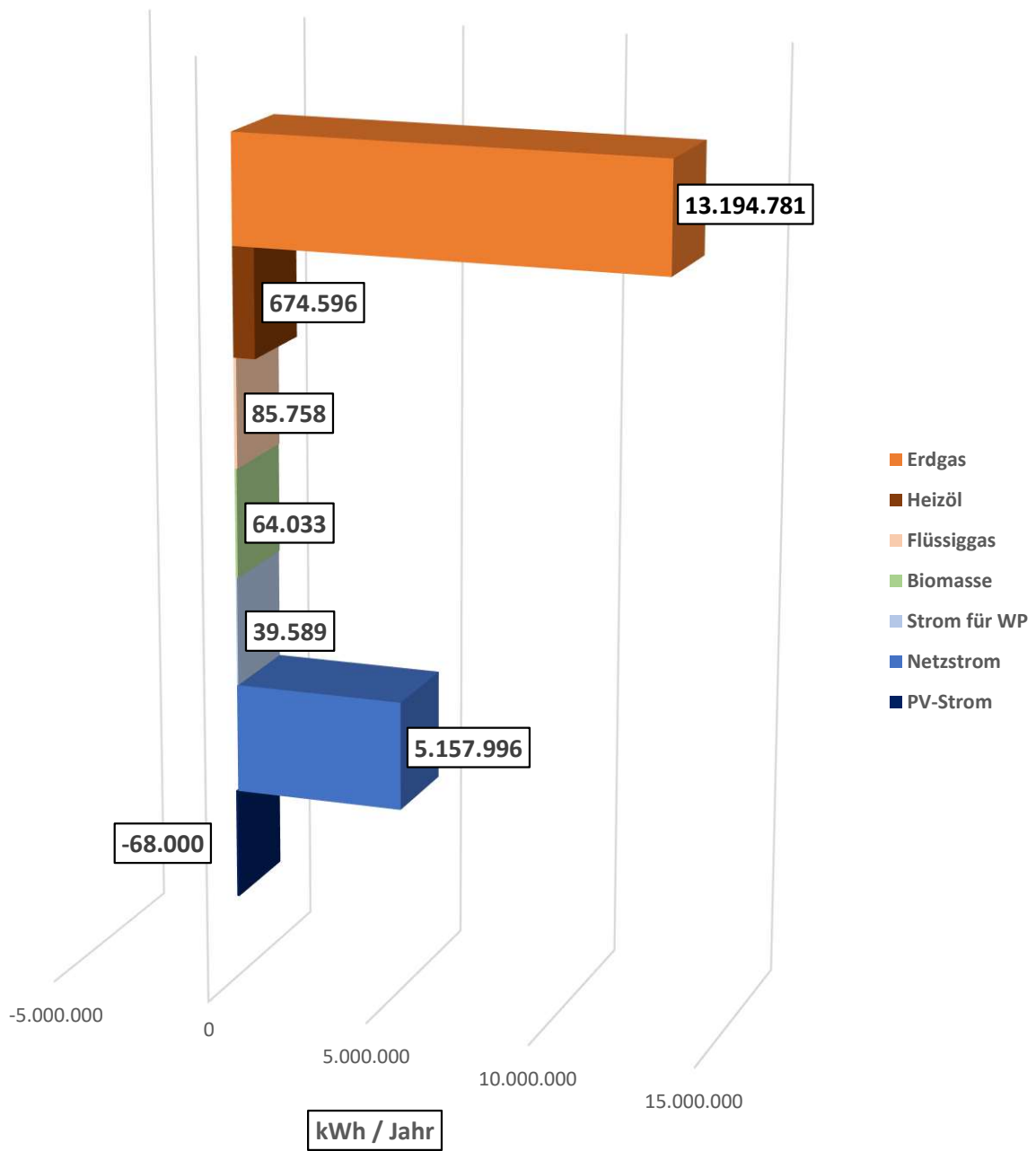


Abbildung 34 | Gesamtendenergiebilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

ENDENERGIE NACH ENERGIETRÄGERN

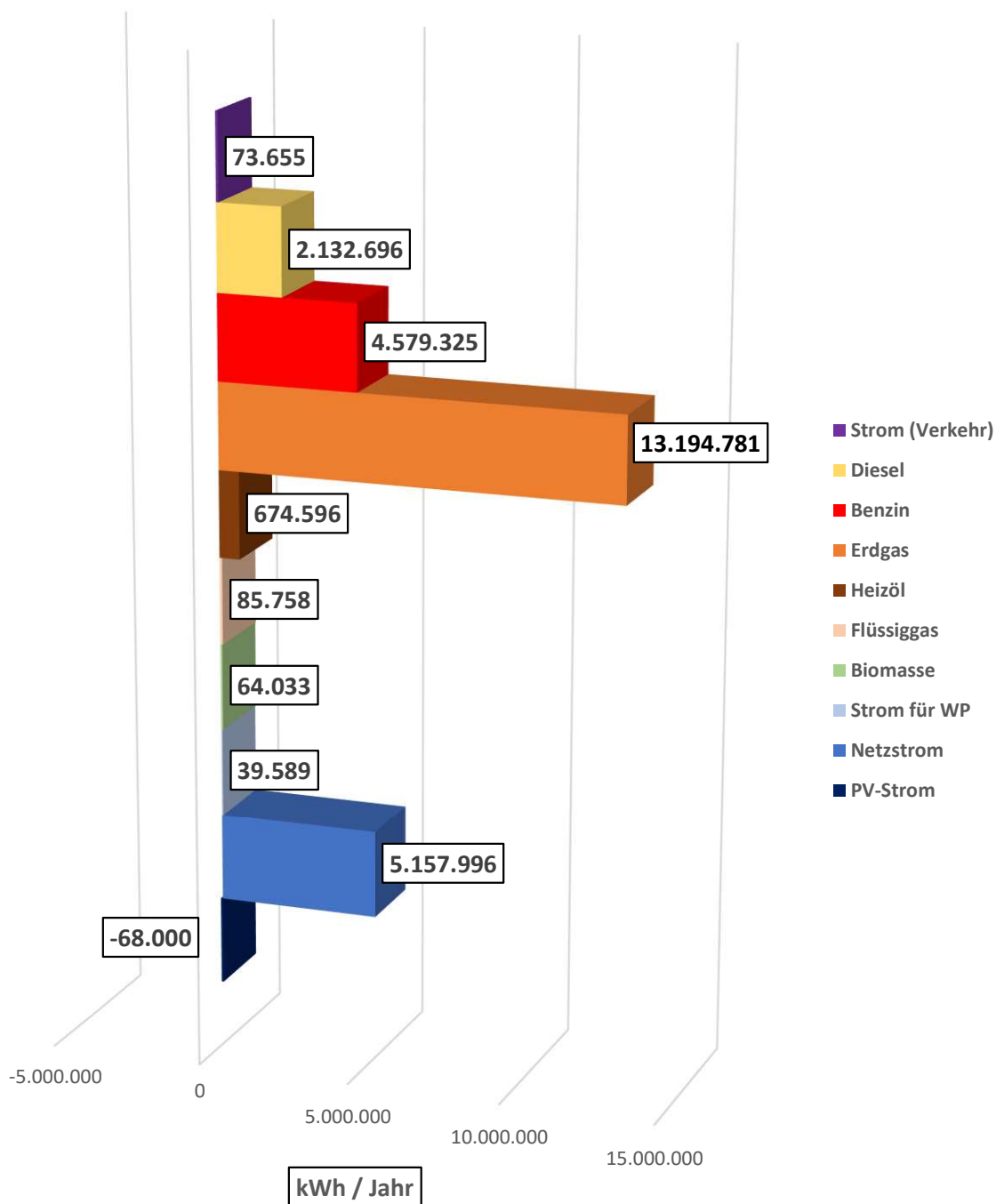


Abbildung 35 | Gesamtendenergiebilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand und Verkehrssektor (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Es ergibt sich damit für den jährlichen Endenergieverbrauch (d.h., den in Abbildung 34 positiven Bereich der Gesamtendenergiebilanzen) für die gebäudebezogenen Energieverbräuche im Quartier ein Wert in Höhe von 19.216.753 kWh bzw. unter Hinzuziehung des Verkehrssektors ein Wert in Höhe von 26.002.429 kWh.

Auf Basis des zuvor beschriebenen Vorgehens ergibt sich in Abbildung 36 die Verteilung der Endenergieeinsätze für Wärme und Strom im Gebäudesektor (Wohnen, GHD, kommunale Liegenschaften, Verkehr).

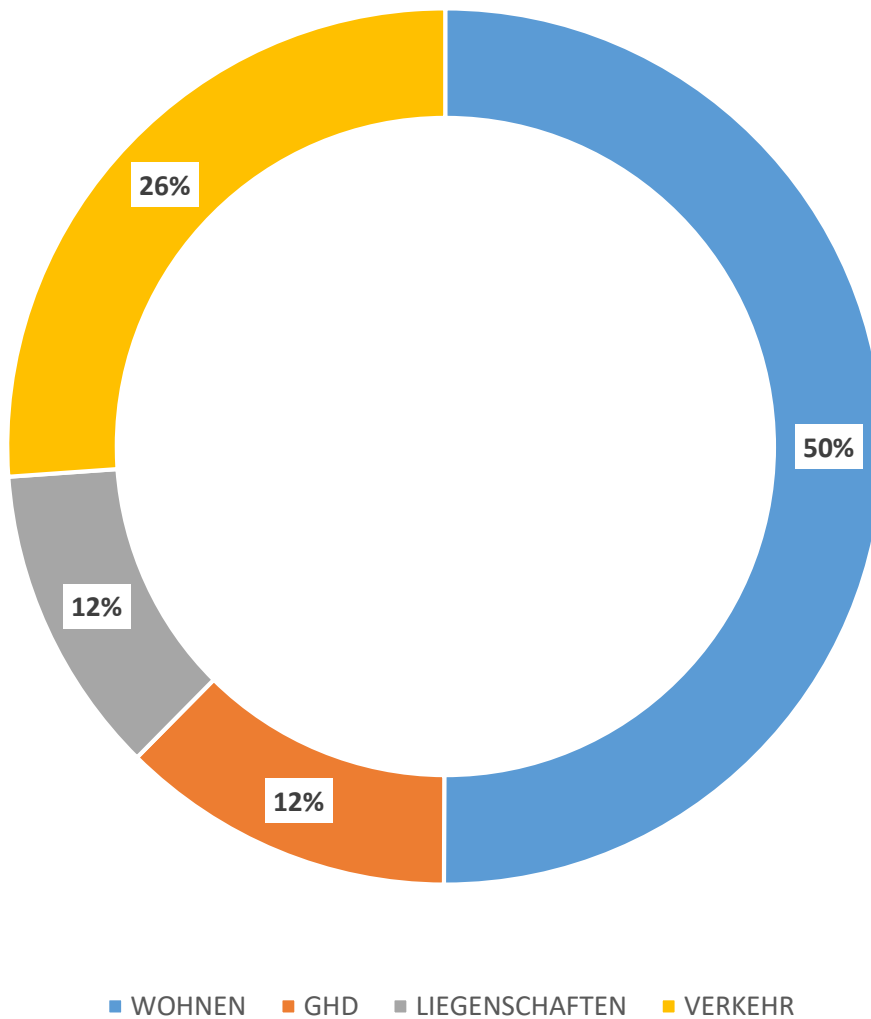


Abbildung 36 | Verteilung der erfassten Endenergieverbräuche nach Sektoren (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Deutlich zu erkennen ist, dass der Wohngebäudebestand mit ca. 50% den Großteil der im Quartier anfallenden Endenergieverbräuche (13.013.959 kWh) ausmacht, der Sektor GHD folgt mit ca. 12% (3.221.183 kWh). Die kommunalen Liegenschaften machen ebenfalls ca. 12% aus (2.981.612 kWh). Der Verkehrssektor macht einen Anteil in Höhe von 26% aus (6.785.676 kWh).

PE NACH ENERGIETRÄGERN

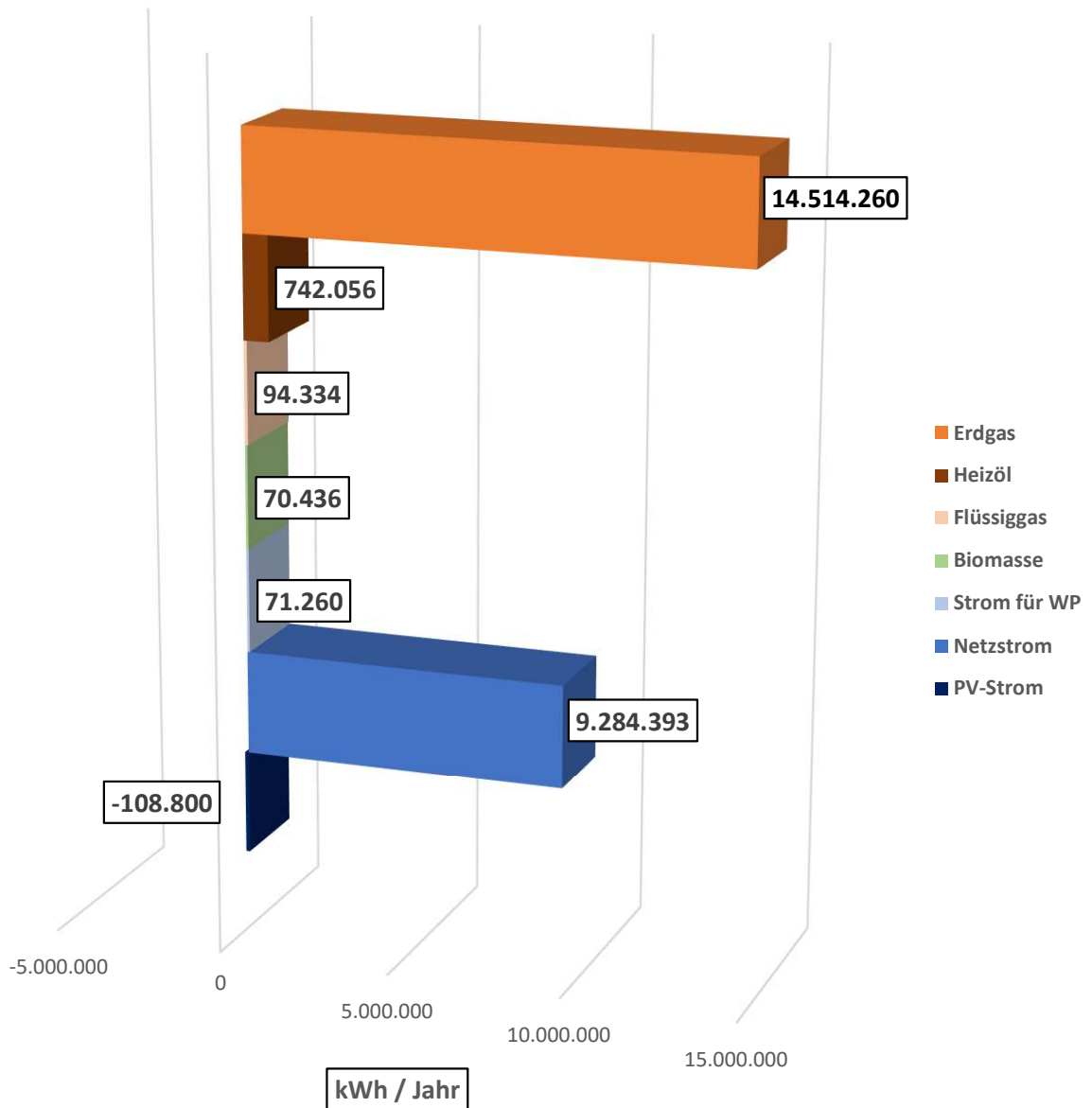


Abbildung 37 | Gesamtprimärenergiebilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

PE NACH ENERGIETRÄGERN

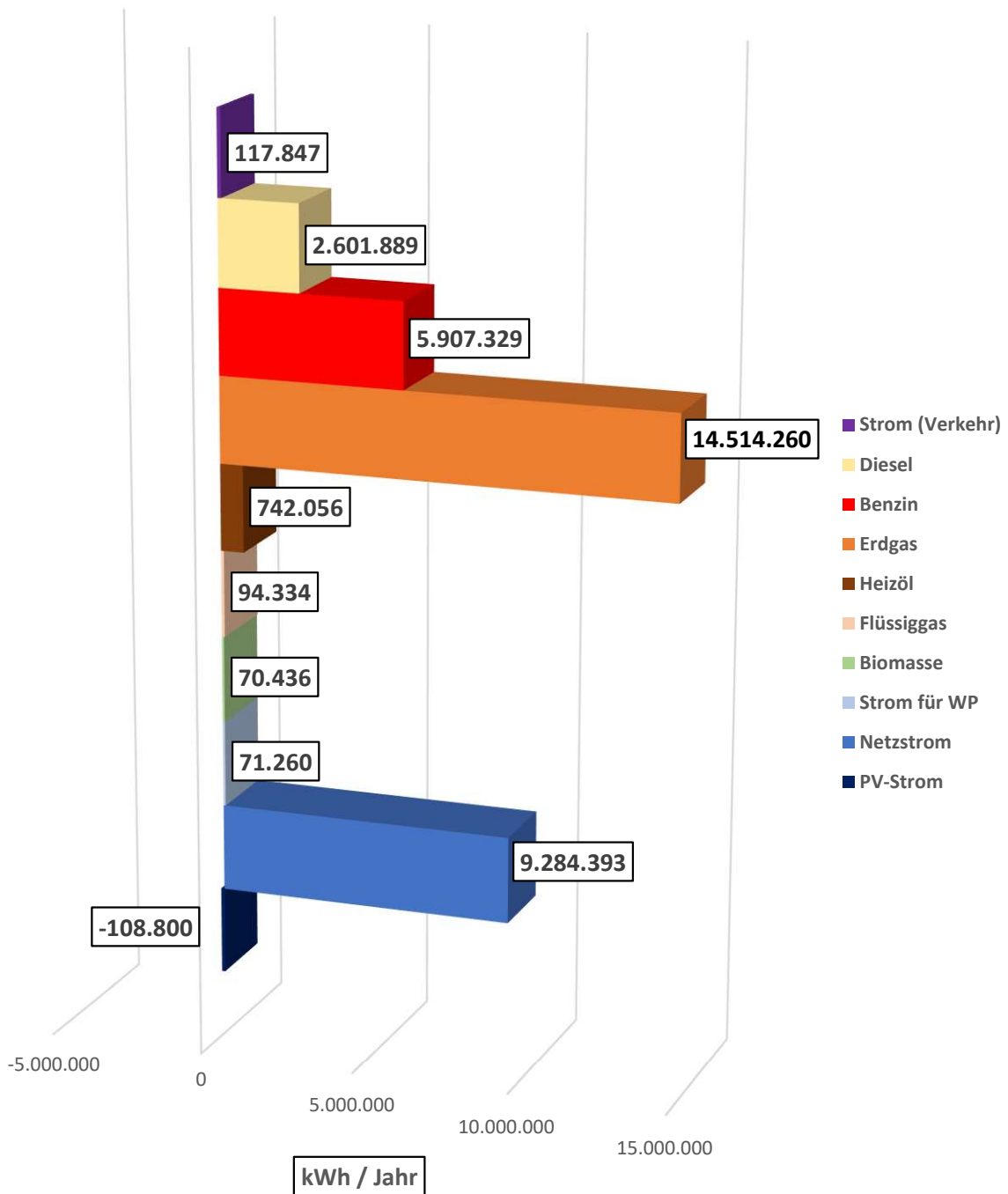


Abbildung 38 | Gesamtprimärenergiebilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand und Verkehrssektor
(Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Es ergibt sich für den jährlichen Primärenergieverbrauch der gebäudebezogenen Energieverbräuche im Quartier ein Wert in Höhe von 24.776.738 kWh_{PE} bzw. unter Hinzuziehung des Verkehrssektors ein Wert in Höhe von 33.295.004 kWh_{PE} im Jahr. Auf Basis des zuvor beschriebenen Vorgehens ergibt sich in Abbildung 39 die Verteilung

der Primärenergieeinsätze für Wärme und Strom der Sektoren (Wohnen, GHD, kommunale Liegenschaften, und Verkehr).

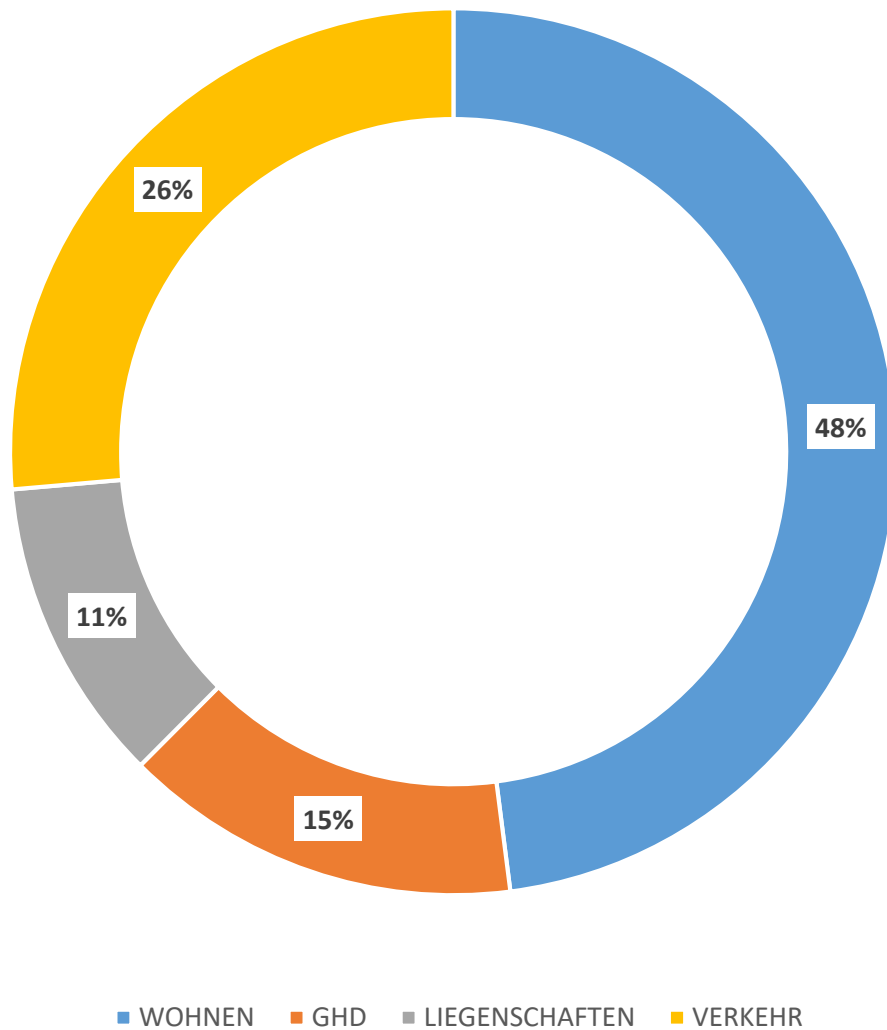


Abbildung 39 | Verteilung der erfassten Primärenergieverbräuche nach Sektoren (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Bei der sektoralen Verteilung der Primärenergie zeigt sich ähnlich wie bei den Endenergieverbräuchen, dass der Großteil in den Haushalten anfällt (ca. 48% bei 16.113.383 kWh), der Sektor GHD folgt mit ca. 15% (4.891.297 kWh). Die kommunalen Liegenschaften machen ca. 11% (3.752.058) aus. Der Verkehrssektor hat einen Anteil in Höhe von 26% aus (8.867.705 kWh).

THG-EMISSIONEN NACH ENERGIETRÄGERN

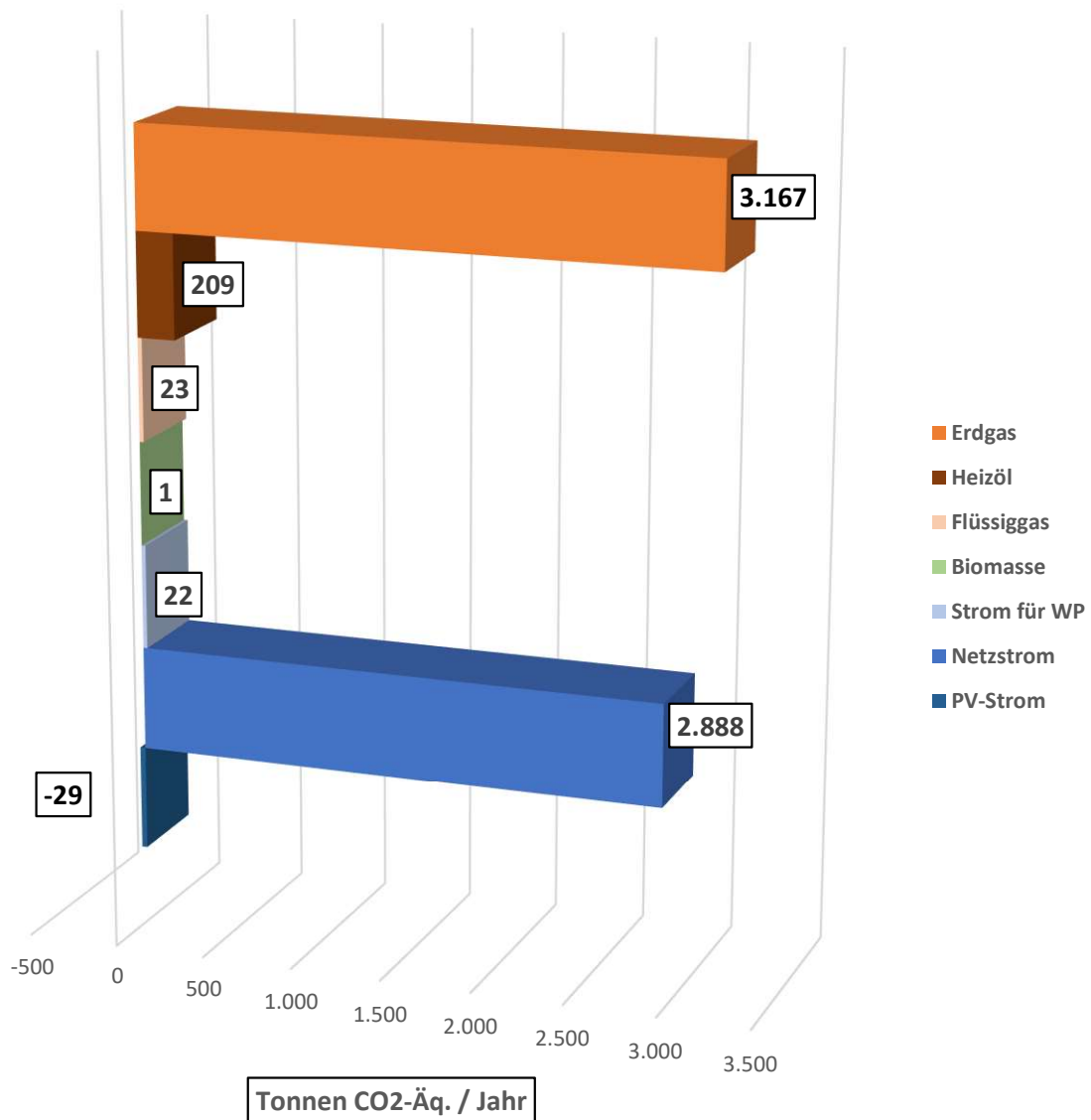


Abbildung 40 | Treibhausgasbilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

THG-EMISSIONEN NACH ENERGIETRÄGERN

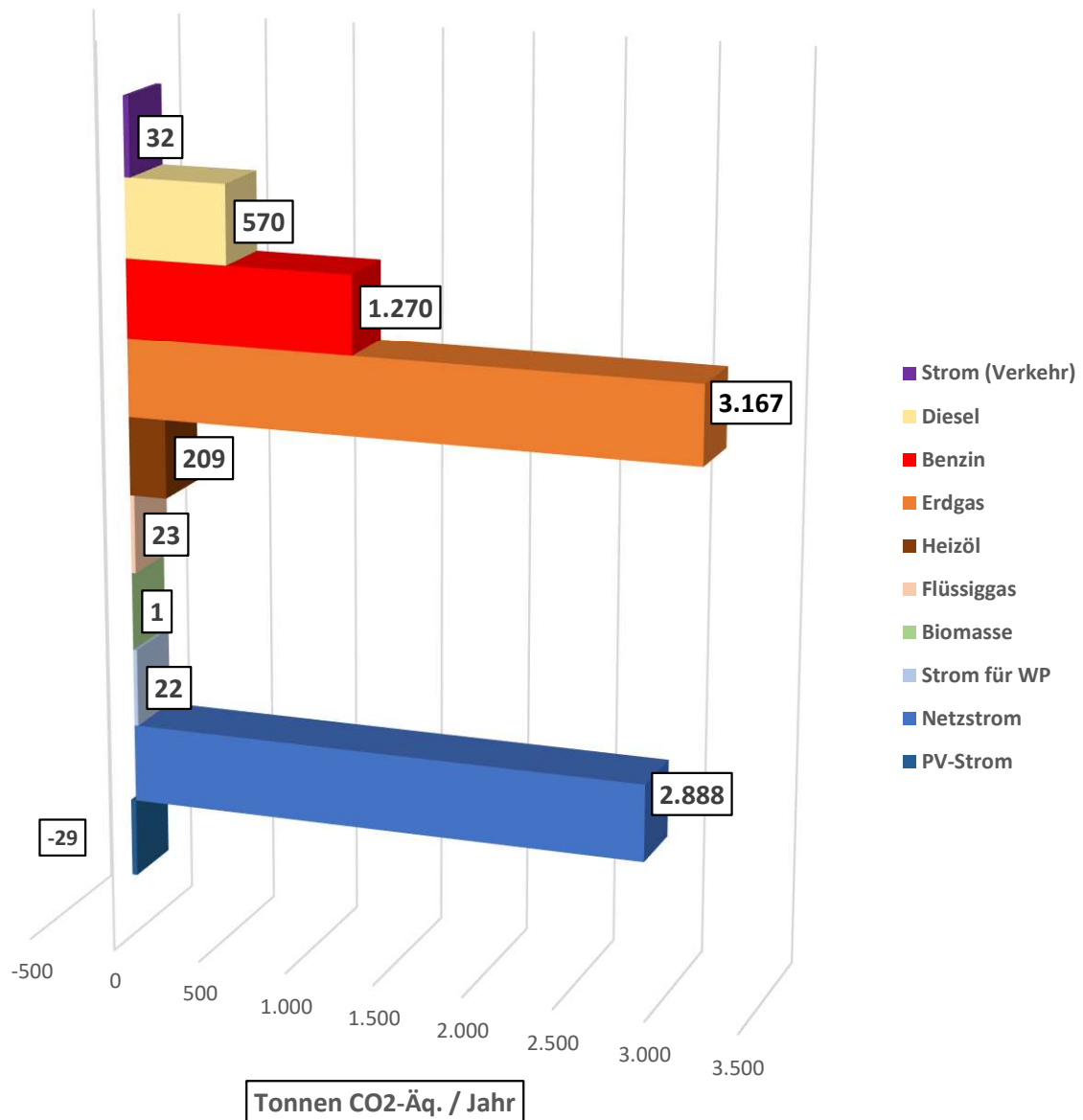


Abbildung 41 | Treibhausgasbilanz aufgeteilt nach Energieträgern für den Gebäudebestand und Verkehrssektor (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Aus den ermittelten Endenergien ergeben sich die in Abbildung 40 und Abbildung 41 dargestellten, nach den Energieträgern aufgeteilt jährlichen Treibhausgasemissionen. Den Großteil der Emissionen werden demnach durch fossile Energieträger zu Heizzwecken (Erdgas, Heizöl), fossiler Kraftstoffe (Benzin, Diesel) sowie durch den Bezug von Netzstrom verursacht. Es ergibt sich für die gebäudebezogenen Treibhausgasemissionen ein jährlicher Treibhausgasausstoß in Höhe von 6.311 t_{CO₂-Äq.} und unter Hinzuziehung des Verkehrssektors ein Wert in Höhe von insgesamt 8.154 t_{CO₂-Äq.}

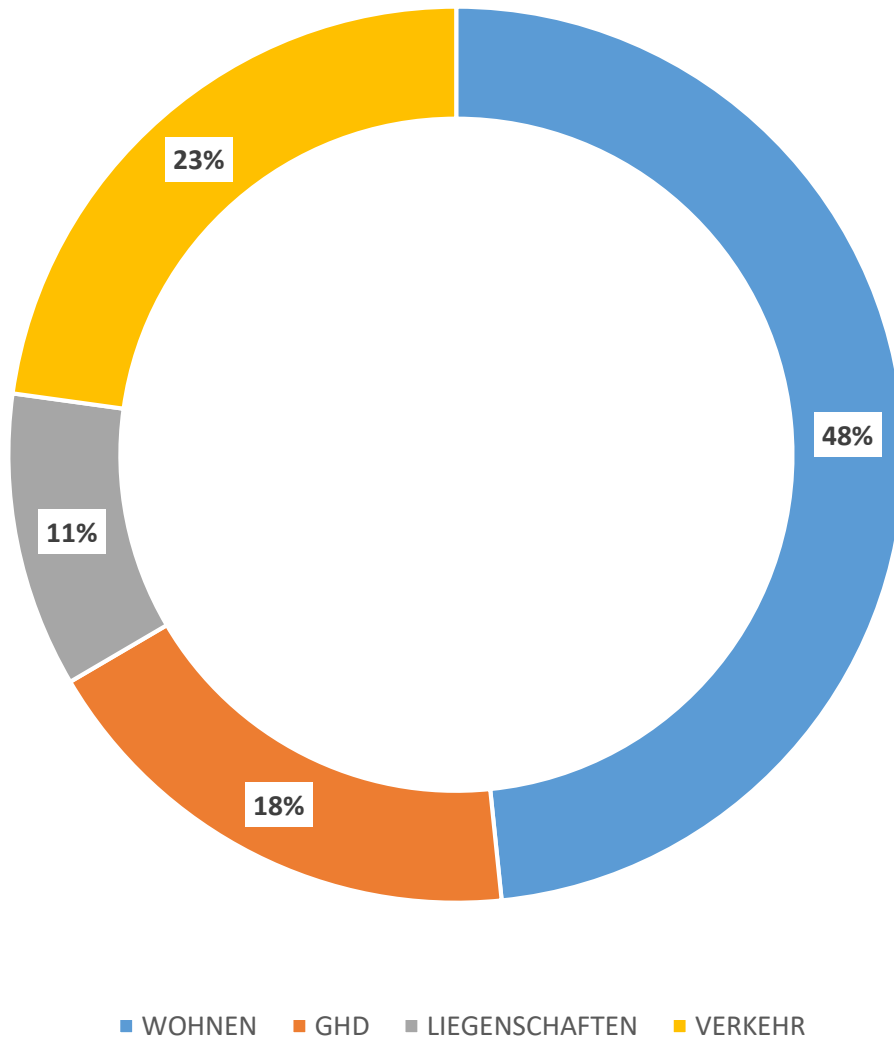


Abbildung 42 | Verteilung der erfassten THG-Emissionen nach Sektoren (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Damit ergibt sich die in Abbildung 42 gezeigte Verteilung der anfallenden THG-Emissionen auf die einzelnen Sektoren. Der Sektor Haushalte verursacht ca. 48% der Emissionen (3.972 t_{CO2-Äq} p.a.) und wird vom Sektor GHD (ca. 18% bei 1.465 t_{CO2-Äq} p.a.) gefolgt. Die Liegenschaften machen ca. 11% der Emissionen aus (874 t_{CO2-Äq} p.a.). Der Verkehrssektor hat einen Anteil in Höhe von 23% aus (1.872 t_{CO2-Äq} p.a.).

6.1.3. Monatlicher Wärmebedarf des Quartiers

Wie bereits beschrieben, konnte aufgrund der guten Datenlage aus den Endenergieverbräuchen der Nutzwärmebedarf für die Raumwärme- und Trinkwarmwassererwärmung berechnet werden. Die Verteilung der Wärmebedarfe über das Jahr ist in der nachfolgenden Abbildung 43 dargestellt.

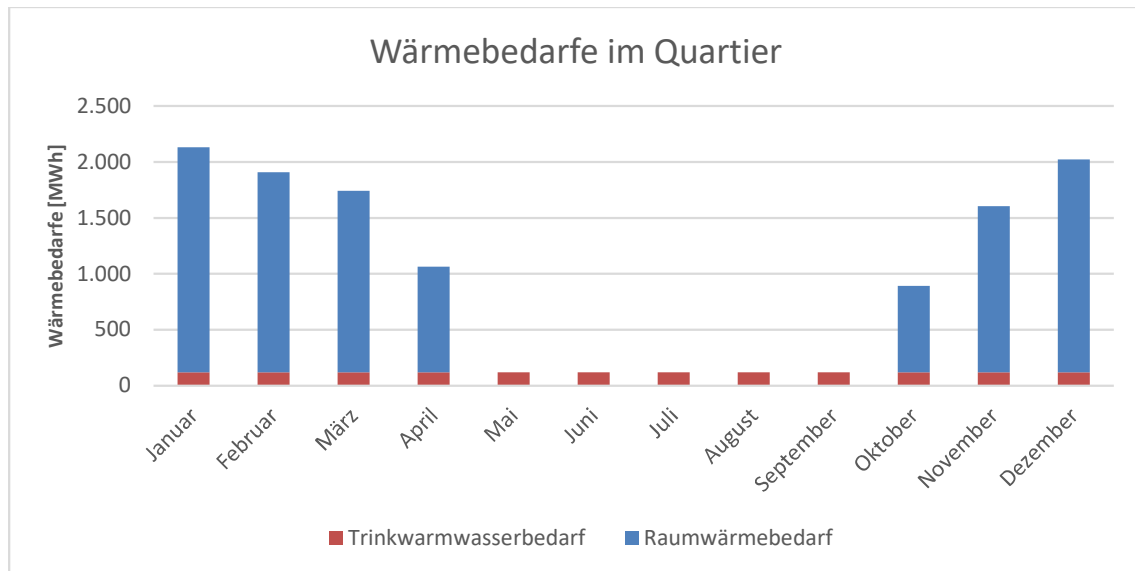


Abbildung 43 | Verteilung der ermittelten Wärmebedarfe für Raumwärme- und Trinkwarmwasser im Quartier (Quelle: DSK)

Während der Heizperiode zeigt sich ein variabler Raumwärmebedarf, im Gegensatz zum gleichbleibenden monatlichen Bedarf an Trinkwarmwasser (TWW). Der höchste Raumwärmebedarf tritt im Januar mit etwa 2.131 MWh auf und nimmt bis zum Ende der Heizsaison kontinuierlich ab. Von Mai bis September besteht ausschließlich ein Bedarf an TWW, der konstant bei etwa 119 MWh pro Monat liegt. Insgesamt beläuft sich der Nutzwärmebedarf für die Raumheizung auf ca. 10.620.173 kWh_{Wärme} p.a., der Nutzwärmebedarf für Trinkwarmwasser auf ca. 1.456.034 kWh_{Wärme} p.a., womit sich insgesamt ein Wärmebedarf in Höhe von ca. 12.076.207 kWh_{Wärme} p.a. ergibt. Die Verteilung der gezeigten Wärmebedarfe dient als Vergleichs- und Bewertungsgrundlage für die nachgehende Untersuchung der nutzbaren Wärmepotenziale.

7. Potenziale

7.1. Potenziale durch Veränderung des Verbraucherverhaltens

Beträchtliche Einsparpotenziale können allein durch Veränderungen des alltäglichen Verbraucherverhaltens in Haushalten erzielt werden, ohne dass sich daraus überhaupt spürbare Auswirkungen auf den Lebenskomfort ergeben. Weitere Einsparungen können durch geringinvestive Maßnahmen oder das Vorziehen von ohnehin anstehenden Kaufentscheidungen erreicht werden. Dies hat nicht nur positive Effekte auf den Treibhausgasausstoß, sondern auch auf die von einem Haushalt aufzubringenden Energiekosten. Die in Abbildung 44 gezeigten Verbrauchskennwerte geben hierbei Richtwerte für die Bewertung des Stromverbrauches in privaten Haushalten.

Gebäudetyp	Warmwasser	Personen im Haushalt	Verbrauch in Kilowattstunden (kWh) pro Jahr						
			A	B	C	D	E	F	G
Haus	ohne Strom	1 Person	bis 1.400	bis 1.800	bis 2.200	bis 2.600	bis 3.400	bis 4.500	über 4.500
		2 Personen	bis 2.000	bis 2.500	bis 2.800	bis 3.100	bis 3.500	bis 4.300	über 4.300
		3 Personen	bis 2.500	bis 3.000	bis 3.500	bis 3.900	bis 4.400	bis 5.200	über 5.200
		4 Personen	bis 2.800	bis 3.500	bis 3.900	bis 4.300	bis 5.000	bis 6.000	über 6.000
	mit Strom	1 Person	bis 3.200	bis 4.000	bis 4.500	bis 5.200	bis 6.000	bis 7.600	über 7.600
		2 Personen	bis 1.500	bis 2.000	bis 2.500	bis 3.000	bis 4.000	bis 5.500	über 5.500
		3 Personen	bis 2.400	bis 2.900	bis 3.300	bis 3.800	bis 4.500	bis 6.000	über 6.000
		4 Personen	bis 3.000	bis 3.600	bis 4.100	bis 5.000	bis 6.000	bis 7.500	über 7.500
Wohnung	ohne Strom	1 Person	bis 800	bis 1.000	bis 1.300	bis 1.500	bis 1.700	bis 2.100	über 2.100
		2 Personen	bis 1.400	bis 1.700	bis 2.000	bis 2.300	bis 2.500	bis 3.000	über 3.000
		3 Personen	bis 1.700	bis 2.100	bis 2.500	bis 2.900	bis 3.300	bis 3.800	über 3.800
		4 Personen	bis 1.800	bis 2.300	bis 2.600	bis 3.000	bis 3.600	bis 4.400	über 4.400
	mit Strom	1 Person	bis 1.500	bis 2.100	bis 2.700	bis 3.400	bis 4.100	bis 5.500	über 5.500
		2 Personen	bis 1.100	bis 1.400	bis 1.600	bis 1.900	bis 2.200	bis 2.800	über 2.800
		3 Personen	bis 1.900	bis 2.300	bis 2.600	bis 3.000	bis 3.500	bis 4.000	über 4.000
		4 Personen	bis 2.500	bis 3.000	bis 3.500	bis 4.000	bis 4.500	bis 5.500	über 5.500
		5 Personen	bis 2.500	bis 3.400	bis 4.000	bis 4.500	bis 5.000	bis 6.400	über 6.400
		6 Personen	bis 2.000	bis 3.000	bis 4.000	bis 5.000	bis 6.000	bis 7.500	über 7.500

Abbildung 44 | Vergleichswerte für den Stromverbrauch nach Haushaltskategorien (Quelle: CO2-online (2023): Stromspiegel für Deutschland 2022/2023)

Abbildung 45 zeigt die Aufteilung des Stromverbrauchs nach einzelnen Nutzungskategorien für einen Haushalt ohne elektrische Warmwassererzeugung. Es lässt sich schlussfolgern, dass der Verbrauch in den einzelnen Kategorien im unterschiedlichen Ausmaß von der energetischen Qualität der Geräte und dem Nutzerverhalten bzw. den nutzerbedingten Einstellungen abhängt. Das Einsparpotenzial kann durch den Ersatz älterer ineffizienter Stromverbraucher, den Austausch von Leuchtmitteln, die Veränderung von Werkseinstellungen bei einzelnen Geräten (z. B. Helligkeitseinstellung beim Fernseher, Kältestufe beim Kühlschrank/Gefriertruhe), die Minimierung von Stand-by-Zeiten etwa durch die Nutzung von schaltbaren Steckerleisten oder durch das Befolgen von einfachen

Verhaltensregeln beim Kochen, Waschen (Verwendung von optimierten Waschprogrammen und niedrigeren Waschttemperaturen) usw. ausgeschöpft werden.

Verbrauchsbereich	Anteil (Ø)	Verbrauchsanteile verschiedener Haushaltsgrößen ohne elektrische WWB [%]				
		1-Pers.	2-Pers.	3-Pers.	4-Pers.	5-Pers.
Büro	14,02	17,95	13,93	13,17	12,66	12,36
TV/Audio	12,77	14,68	12,86	13,23	11,63	11,43
Kühlen	12,14	17,78	13,14	11,08	10,11	8,60
Kochen	10,90	11,07	12,21	10,78	10,73	9,73
Licht	10,62	10,74	10,19	10,00	10,39	11,77
Umwälzpumpe	7,01	5,80	6,74	7,04	7,76	7,69
Trocknen	6,67	2,34	5,22	7,44	8,93	9,44
Spülen	5,65	2,81	5,14	6,33	6,94	7,02
Waschen	5,22	4,19	4,75	5,40	5,67	6,09
Gefrieren	5,16	3,06	5,39	5,51	5,86	5,99
Andere*	9,85	9,58	10,43	10,02	9,33	9,89

Abbildung 45 | Stromverbrauch im Privathaushalt (Quelle: Energieagentur NRW; Erhebung „Wo im Haushalt bleibt der Strom?“)

Erhebliches Einsparpotenzial lässt sich durch das Vorziehen von Kaufentscheidungen bei noch funktionierenden älteren ineffizienten Haushaltsgeräten ausschöpfen. Hierzu zählen neben Kühl- und Gefrierschränken Waschmaschinen und Trockner. Auswertungen für mittlere Verbrauchswerte von Kühl- und Gefrierkombinationen zeigen, dass der durchschnittliche Verbrauch der Neugeräte im Jahr 2001 bei 373 kWh/a lag, bei Geräten im Jahr 2012 auf 216 kWh/a und bei Geräten im Jahr 2016 auf 192 kWh/a sank. Ein durchschnittliches Gerät aus dem Jahr 2016 verbrauchte somit 49 Prozent weniger Energie als ein 15 Jahre alter Kühlschrank. Dies entspricht einer Kosteneinsparung von ca. 53 Euro pro Jahr (co2online.de)⁹. Noch größer ist laut Daten der Stiftung Warentest das Einsparpotenzial bei Umwälzpumpen (s. Abbildung 46). Wobei das Umweltbundesamt bei alten unregulierten Pumpen von einem noch weitaus höherem Einsparpotenzial ausgeht (Verbrauch der Altanlagen wird hier mit 400 bis 600 kWh/Jahr angegeben¹⁰).

Präzise Aussagen über das Einsparpotenzial im Bereich des Stromverbrauchs privater Haushalte können für das Quartier nicht gemacht werden. Einsparpotenziale in den Haushalten sind sehr stark von individuellen Faktoren abhängig, zu denen u. a. das Alter der in einem Haushalt lebenden Personen, die Berufstätigkeit, das Einkommen, die Ausstattung mit elektrischen Geräten usw. zählen. Darüber hinaus müssen Rebound-Effekte berücksichtigt werden. Also Mehrverbräuche, die durch die zunehmende Ausstattung von Haushalten mit Elektro- und insbesondere Multimediageräten, Informationstechnologien und deren parallele Nutzung verursacht wird (z. B. statt aus-

⁹ Co2online (2017): Wie senke ich den Stromverbrauch beim Kühlschrank; <https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/stromverbrauch-kuehlschrank/>.

¹⁰ UBA (2015): Heizungsumwälzpumpe; <https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/elektrogeraete/heizungsumwaelzpumpe#textpart-2>.

schließlich fernzusehen, wird heutzutage gleichzeitig am Tablet und Handy gesurft). Unter der Annahme statistischer Durchschnittswerte kann für die Haushalte in dem Quartier dennoch von einem realistischen Einsparpotenzial in einer Größenordnung von 5 Prozent ausgegangen werden.

Im Wärmebereich können Einsparpotenziale neben der Sanierung der Gebäudehülle auch durch das Verändern oder Anpassen des Verbrauchsverhaltens realisiert werden. So steigen die Heizkosten bei einer Erhöhung der Temperatur in beheizten Räumen um ein Grad Celsius um durchschnittlich etwa sechs Prozent. Einsparungen müssen dabei nicht unbedingt durch das generelle Verringern der Wohnungstemperatur erreicht werden. Vielmehr geht es darum, sich mit dem individuellen Heizverhalten auseinanderzusetzen und mögliche Ineffizienzen zu erkennen. So eignen sich bspw. für unterschiedliche Räume unterschiedliche Temperaturen. Durch den Einbau von Heizungsreglern/Thermostaten mit Zeitschaltfunktion kann eine bedarfsgenaue Steuerung der Wärmezufuhr erreicht werden, was insbesondere bei Haushalten, in denen die Bewohner:innen tagsüber abwesend sind, vorteilhaft ist.

Erfahrungen der Münchener *Gewofag* zeigen, dass Einsparungen insbesondere durch einfache technische Maßnahmen zu erreichen sind, die den Verbraucher:innen bei der Optimierung ihrer Nutzerverhalten unterstützen (intelligente Thermostatventile mit Fensterkontakt). So können durch das Befolgen von einfachen Regeln beim Lüften (kurzes Stoßlüften ist besser als langfristig angekippte Fenster) relevante Effizienzgewinne erzielt werden. Ebenso empfiehlt es sich, die Heizung regelmäßig zu entlüften, die Heizkörper möglichst unverdeckt zu halten (vermeiden von Wärmestaus am Heizkörper) oder, wo dies relevant ist, Heizkörpernischen zu dämmen.

Stromverbrauch und Stromkosten pro Jahr*



*Stromverbrauch in Kilowattstunden (kWh). Stromkosten: 28 Cent pro Kilowattstunde. Berechnet für ein Einfamilienhaus und 4000 Betriebsstunden pro Jahr. Quelle: Stiftung Warentest

Abbildung 46 | Effizienzsteigerung und verbrauchsgebundene Kosten von Heizungsumwälzpumpen (Quelle: Stiftung Warentest)

Erhebliche Einsparpotenziale lassen sich auch durch die regelmäßige Durchführung eines hydraulischen Abgleichs erzielen. Im Internet oder bei Verbraucherzentralen bestehen bereits zahlreiche Informations- und Beratungsangebote für die Steigerung der Energieeffizienz und Senkung der Energiekosten in Haushalten. Genannt werden kann an dieser Stelle beispielhaft die von der Deutschen-Energieagentur (dena) durchgeführte und vom BMWi unterstützte Initiative EnergieEffizienz-Private Haushalte oder das Energie-Sparschwein des Umweltbundesamtes.

Problematisch ist, dass einzelne Haushaltsgruppen durch dieses Informations- und Beratungsangebot nicht erreicht werden (z. B. ältere Menschen), sodass sie für diese Problematik nicht ausreichend sensibilisiert sind (d.h.

sie suchen schlichtweg nicht nach entsprechenden Informationen und sind sich des Einsparpotenzials nicht bewusst) oder durch die Informationsflut sowie die Art der Informationsdarstellung überfordert werden. Vor diesem Hintergrund muss eine zielgruppengerechte Informationsvermittlung stattfinden, die insbesondere bei älteren Menschen auch den persönlichen Kontakt umfassende Formen verlangt. Vorstellbar ist beispielweise die Durchführung von thematischen Veranstaltungen in Gemeindegebäuden oder eine aufsuchende Beratung, die zuvor durch eine öffentliche Veranstaltung, einen Artikel in der lokalen Presse oder eine Briefkastenaktion angekündigt wird.

Auch das Involvieren der kommunalen Verwaltungsstrukturen in die Sensibilisierungskampagne ist zu empfehlen. Die Koordinierung, Organisation und Durchführung der Informations- und Beratungsangebote sowie die notwendige Einbindung relevanter Akteure sollten von einem beziehungsweise einer Sanierungsmanager:in übernommen werden.

7.2. Energieeinsparpotenziale durch Gebäudesanierung

In diesem Kapitel werden die Energieeinsparpotenziale betrachtet, die sich durch dämmende Maßnahmen an den Gebäudehüllen bzw. dem Austausch schlecht isolierender Fenster der Bestands-Wohngebäude ergeben. Die Gebäudehülle kann vereinfacht in vier Flächen bzw. Bauteile aufgeteilt werden:

- Kellerdecke bzw. Bodenplatte
- Fassaden bzw. Außenwände
- Dach
- Fenster

Die dämmende Wirkung wird durch Materialien erreicht, die eine geringe Wärmeleitfähigkeit (U-Wert) besitzen. Der U-Wert gibt an, wie viel Wärme pro Zeit und je Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außentemperatur durch eine Fläche von einem Quadratmeter tritt. Seine Einheit ist $[W/m^2K]$. Je geringer die Wärmeleitfähigkeit der Gebäudehülle ist, desto geringer sind die Wärmeverluste und dementsprechend geringer ist der benötigte Heizwärmebedarf. Generell gilt, dass je älter ein Gebäude (vorausgesetzt es wurden keine energetischen Sanierungsmaßnahmen vorgenommen) ist, die U-Werte der Bauteile umso kleiner sind, und somit die Wärmeverluste umso höher, der Heizwärmebedarf umso größer und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen und Heizkosten höher sind. Die Dämmung der Gebäudehülle kann demnach zur Einsparung von Energie, Emissionen und Energiekosten beitragen. Je dicker die (nachträglich) angebrachten Dämmschichten sind, desto stärker ist ihre Dämmwirkung. Die damit verbundenen, sinkenden Heizkosten stehen allerdings die Investitionskosten der Dämmmaterialien gegenüber.

Zur Abschätzung der Einsparpotenziale für den Wohngebäudebestand wurden zwei durch das IWU (Institut für Wohnen und Umwelt) definierte Sanierungsvarianten – konventionell und zukunftsweisend – betrachtet. Die beiden Sanierungsvarianten definieren jeweils in der Sanierungstiefe unterschiedliche Maßnahmen an den Gebäudeflächen bzw. hinsichtlich der Fensterflächen. Die Konventionelle Sanierung führt zum Einhalten der Mindestanfor-

derungen an die Gebäudehülle nach EnEV 2014, die weitestgehend auch im GEG gelten. Durch die zukunftsweisende Sanierung werden Dämmstandards erreicht, die üblich für Passivhäuser sind. Es wurde weiterhin angenommen, dass Gebäude jüngeren Baualters (Baujahr 1990-Gegenwart) in einem soweit energetisch guten Zustand vorliegen, dass weitere Einsparpotenziale bei diesen Gebäuden nur noch über die „zukunftsweisende“ Sanierungsvariante erreicht werden können.

Auf Grundlage der Bestandsanalyse und der darin ermittelten Sanierungszustände (s. Kapitel 3.2) resultieren die in Abbildung 47 und Abbildung 48 dargestellten, möglichen Einsparpotenziale am Heizwärmebedarf im Wohngebäudebestand inklusive der mischgenutzten Gebäude. Dargestellt ist die prozentuale Einsparung bei vollumfänglichen Sanierungsmaßnahmen an sämtlichen Gebäudehüllen der Gebäude sowie der verbleibende Wärmebedarf gemessen am Wärmebedarf im Ausgangszustand (100 Prozent). Konventionelle Sanierungsmaßnahmen würden zu einer Gesamteinsparung von ca. 32% führen. Ausgehend vom heutigen Heizwärmebedarf im Gebäudebestand in Höhe von (12.076.207 kWh_{Wärme} p.a.) kann somit bei einer vollumfänglichen, konventionellen Sanierung aller Wohngebäude der Wärmebedarf um 3.815.049 kWh_{Wärme} gesenkt werden. Im Fall einer vollumfänglichen und zukunftsweisenden Sanierung aller Wohngebäude, die einen hohen Bau- und Investitionsbedarf voraussetzen, könnten theoretisch Wärmebedarfseinsparungen in Höhe von bis zu ca. 64% erreicht werden. In diesem Fall könnte der jährliche Nutzheizwärmebedarf um 7.723.810 kWh auf 4.352.397 kWh_{Wärme} gesenkt werden.

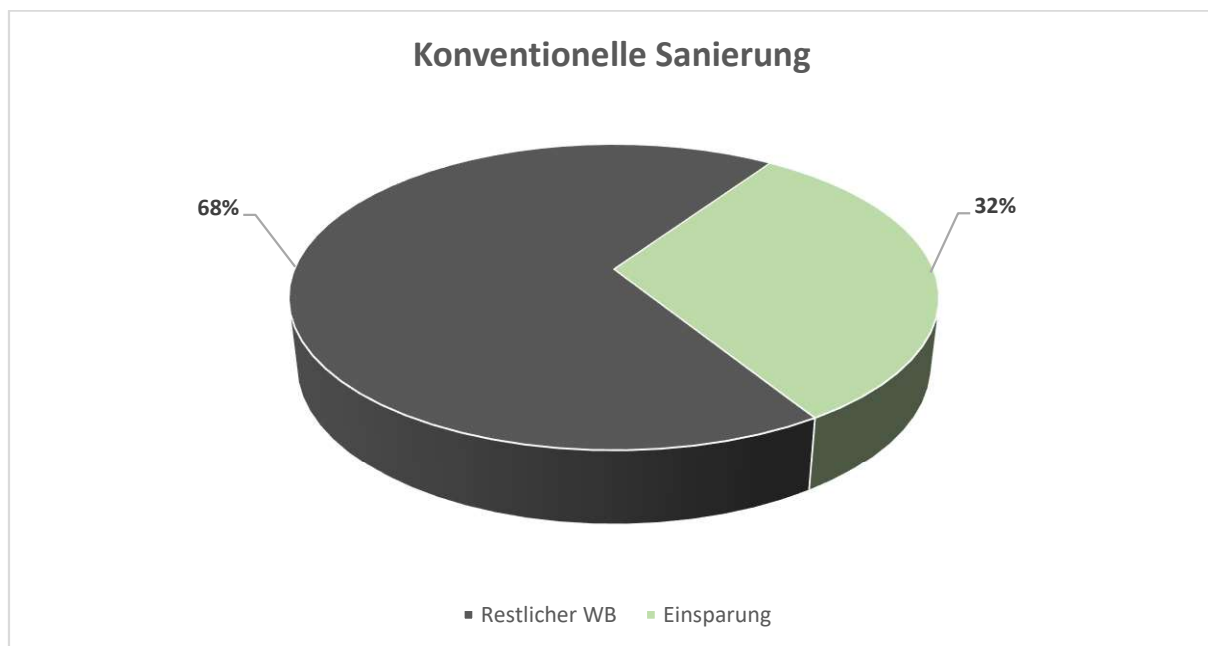


Abbildung 47 | Vollumfängliche konventionelle Sanierung aller Wohngebäude. Einsparung des Wärmebedarfes und verbleibender Wärmebedarf gemessen am heutigen Wärmebedarf des Wohngebäudebestandes (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

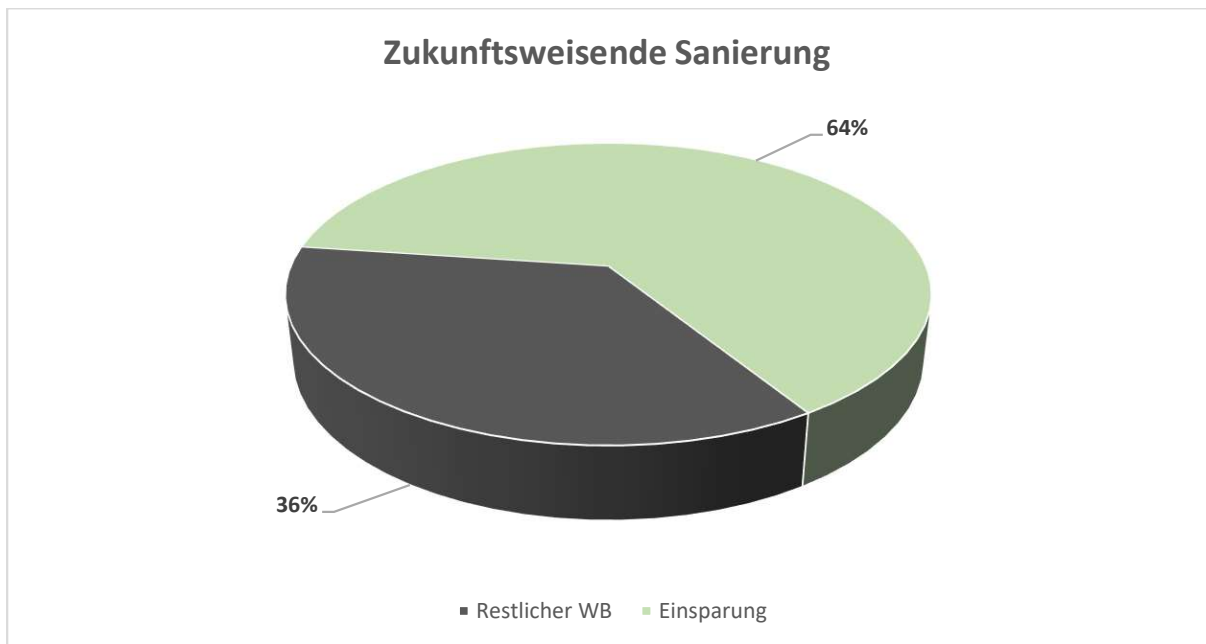


Abbildung 48 | Vollumfängliche zukunftsweisende Sanierung aller Wohngebäude. Einsparung des Wärmebedarfes und verbleibender Wärmebedarf gemessen am heutigen Wärmebedarf des Wohngebäudebestandes (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Die berechneten Einsparungen stellen jeweils die maximalen und theoretisch erreichbaren Einsparungen in den Szenarien *Konventionell* und *Zukunftsweisend* dar. In der Realität ist nicht davon auszugehen, dass diese Potenziale voll ausgeschöpft werden. Dies ist auf hohe Investitionskosten bei vollumfänglichen Sanierungsmaßnahmen und den zusätzlich noch höheren Investitionskosten bei zukunftsweisenden Sanierungsmaßnahmen (mehr Dämmmaterial), aber auch auf die technisch/wirtschaftliche Umsetzbarkeit der Sanierungsmaßnahmen zurückzuführen. Aufgrund der guten Fördermöglichkeiten (KfW, BAFA, ggf. kommunale Förderungen) sollten dämmende Sanierungsmaßnahmen aber in jedem Fall und mit dem Ziel der Maximierung von Energieeinsparungen durchgeführt werden.

7.3. Potenziale durch Austausch der Heizungsanlagen

Mit der Novelle des Gebäudeenergiegesetz 2024 wird der alleinige Austausch eines Erdgas- oder Öl-basierten Wärmeerzeugers für den Großteil der Gebäudebesitzer:innen nicht mehr möglich sein. Der Gesetzesentwurf des GEG 2024 fordert 65 Prozent Erneuerbare Energien zur Deckung des Wärmebedarfes. Demnach können noch 35 Prozent der Wärme durch Erdgas oder Öl bereitgestellt werden. Für die praktische Realisierung der 65 Prozent-Regelung kommen verschiedene Technologien in Frage. Im Folgenden werden diverse Technologien in Form von dezentralen Wärmeversorgungsanlagen – d. h. ein Gebäude erhält ein individuelles Wärmeerzeugungssystem – dargelegt. Neben der dezentralen Versorgung von Gebäuden kommt auch die zentrale Versorgung über ein Wärmenetz in Frage. Die Möglichkeiten einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung werden in Kapitel 7.5 näher dargelegt.

Generell kommen die folgenden Wärmeerzeuger/Heizungsanlagen zur Erfüllung der 65 Prozent-Regelung in Frage:

1. Wärmepumpe
2. Hybridheizung
3. Stromdirektheizung
4. Biomasseheizung
5. Gasheizung mit Nutzung *Grüner Gase*
6. *Anschluss an ein Wärmenetz* (s. Kapitel 7.5)

7.3.1. Wärmepumpe

Die Wärmepumpe wird als die Schlüsseltechnologie zum Gelingen der Energiewende betrachtet. Das Funktionsprinzip der Wärmepumpe basiert darauf, einer natürlichen Wärmequelle (Luft, Erdwärme, solar gewonnener Wärme, etc.) Wärme zu entziehen und diese Wärme auf ein höheres Temperaturniveau zu „pumpen“. Hierzu wird Strom eingesetzt. Durch die Nutzung der Umweltwärme ist der Anteil an benötigtem Strom aber wesentlich geringer als beim Betrieb eines rein elektrisch betriebenen Wärmeerzeugers. Ziel des Betriebs einer Wärmepumpe sollte es sein, den Stromeinsatz möglichst gering zu halten, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu gewährleisten. Dies bedeutet, dass die Anhebung der Temperatur durch die Wärmepumpe nur relativ klein sein sollte. Die durch die Umwelt bereitgestellte Wärme hat jedoch für gewöhnlich vergleichsweise niedrige Temperaturen (bspw. liegen die Temperaturen beim Einsatz von Luft als Wärmequelle im Winter oft unter 0° C). Die benötigte Vorlauftemperatur von alten Bestandsgebäuden beträgt oft mehr als 60° C. Diese vermeintliche Problematik wird oft bei der Behauptung, dass sich Wärmepumpen nicht für Bestandsgebäude eignen, angeführt.

Bei derart hohen Temperaturdifferenzen müsste so viel Strom eingesetzt werden, um die nötigen Vorlauftemperaturen zu erreichen, sodass es zu horrenden Stromkosten kommen würde. Damit ein effizienter Betrieb einer Wärmepumpe gewährleistet werden kann, muss entweder der Temperaturunterschied der Wärmequelle zur benötigten Vorlauftemperatur möglichst gering sein oder Maßnahmen am Heizungssystem oder an der Gebäudehülle vorgenommen werden, die die Vorlauftemperaturen senken. Hier sollten dämmende Maßnahmen der Gebäudehülle, oder auch der Austausch der Heizkörper zu flächenbasierten Heizungen vorgenommen werden. Durch die großen Oberflächen von beispielsweise Fußbodenheizungen können die Vorlauftemperaturen gesenkt werden, sodass der Betrieb einer Wärmepumpe effizienter und kostengünstiger wird.

Verschiedene Studien, unter anderem des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme [Fraunhofer ISE; 2020], [Agora; 2022] haben die technische Machbarkeit von Wärmepumpen in Bestandsgebäuden untersucht. Eine Zusammenfassung der Studien liefert etwa das Umweltbundesamt [UBA; 2023]. Die Studien kommen insbesondere zu dem Ergebnis, dass die technische Machbarkeit bzw. der Einsatz einer Wärmepumpe zur Bereitstellung des Heizwärmebedarfes in wesentlich mehr Bestandsgebäuden realisiert werden kann, als aktuell allgemein angenommen.

7.3.2. Hybridheizung

Eine Hybridheizung ist eine Kombination aus zwei (oder mehr) Wärmeerzeugungsanlagen. Hierbei müssen wiederum nach den gesetzlichen Vorgaben 65 Prozent der Energie aus Erneuerbaren Energien stammen. Eine Kombinationsmöglichkeit wäre etwa eine Wärmepumpe und eine Gasbrennwerttherme. Der Erdgaseinsatz darf dann maximal 35 Prozent des Wärmebedarfes abdecken. Als weitere Erneuerbare Energieträger zur Abdeckung der 65 Prozent lassen sich sämtliche regenerative Technologien einsetzen. Zum Beispiel:

- Wärmepumpe
- Grüne Gase
- Biomasse
- Solarthermie
- Heizstab (betrieben mit Strom aus einer PV-Anlage)

Zur allgemeinen Deckung des Haushaltsstrombedarfes und für den Bedarf der Wärmepumpe ist die zusätzliche Installation von PV-Modulen zu empfehlen. Solarthermische Module in Kombination mit PV-Anlagen und Wärmepumpen können ebenfalls unterstützend installiert werden. Eine ganzjährige, alleinige Wärmeversorgung durch solarthermische Anlagen gestaltet sich aufgrund der geringen Sonneneinstrahlung in den Wintermonaten nur in seltensten Fällen als ausreichend, weshalb die Nutzung von Wärmespeichern bzw. unterstützender Heizsysteme empfohlen wird. Grundsätzlich sind verschiedenste Kombinationen von Heizungsanlagen möglich, sollten jedoch an die baulichen Gegebenheiten des Gebäudes und an die eigenen Bedürfnisse zugeschnitten sein und in Abstimmung mit einem externen Fachunternehmen besprochen werden.

7.3.3. Stromdirektheizung

Eine Stromdirektheizung wandelt den Strom aus dem öffentlichen Netz und einer ggf. vorhandenen Photovoltaikanlage in Wärme. Eine Stromdirektheizung erfüllt die Anforderungen an einen Erneuerbaren Energienanteil von 65 Prozent, da der Strom aus dem öffentlichen Netz mit zunehmendem Ausbau der regenerativen Energien langfristig zu (nahezu) 100 Prozent aus Erneuerbaren Energien stammen wird. Darüber hinaus kann in Kombination mit einer Photovoltaikanlage ein Teil des gebäudenah produzierten Stroms zum Betrieb der Stromdirektheizung eingesetzt werden.

7.3.4. Biomasseheizung

Eine Biomasseheizung erzeugt Wärme durch die Verbrennung von fester oder flüssiger Biomasse. Hierzu zählen insbesondere feste Brennstoffe wie Holzheizungen und Pelletheizungen. Holz als Erneuerbare Brennstoff hat bilanziell betrachtet nur geringe Treibhausgasemissionen. Darüber hinaus sind Holzbrennstoffe von der CO₂-Steuer ausgenommen, sodass es diesbezüglich zu keiner Preiserhöhung kommt (Stand August 2024). Allerdings wird aufgrund der in Zukunft steigenden Nachfrage nach Brennstoffen aus Biomasse erwartet, dass der Einkaufspreis zunehmen wird. Holzbrennstoffe stehen zudem auch in der Kritik. Der Grund hierfür ist, dass Holz Jahre braucht, um nachzuwachsen. Zwar bindet Holz bzw. ein Baum beim Wachsen wieder Kohlenstoffdioxid, jedoch sind die bei der Verbrennung entstehenden Treibhausgase vor Ort sehr hoch, zumal Holz einen geringeren Energiegehalt hat als

bspw. Erdgas. Daher muss vergleichsweise wesentlich mehr Holz (Masse) verbrannt werden, um die gleiche Wärmemenge bereitzustellen. Des Weiteren sind die Brennholzkapazitäten in Deutschland beschränkt. Wird der Ausbau an Holzfeuerungsanlagen stark vorangetrieben, muss Holz früher oder später importiert werden. Ein weiterer zu berücksichtigender Faktor beim Einsatz von Holz als Wärmelieferant sind städtebauliche Aspekte und Geruchsemissionen. Üblicherweise erhalten mit einer Holzfeuerungsanlage nachgerüstete Gebäude einen an der Außenwand des Gebäudes montierten Edelstahlschornstein. Diese Schornsteine können mit einigen Gebäudetypen als unästhetisch empfunden werden. Weiterhin kommt es mit zunehmendem Anteil an Holzfeuerungsanlagen in einem Gebiet zu einem flächendeckenden Geruch nach verbranntem Holz. Dies kann ebenfalls als unangenehm empfunden werden. Daher sollte der Anteil an dezentralen Holzfeuerungsanlagen möglichst geringgehalten werden und sich in innerstädtischen Bereichen auf möglichst wenige Standorte konzentrieren.

7.3.5. Gasheizung mit Nutzung Grüner Gase

Eine reine Gasheizung kann weiterhin eingesetzt werden, sofern die 65 Prozent-Regelung erfüllt ist. Hierzu muss die Heizung in der Lage sein, auch mit regenerativen (grünen) Gasen wie Biomethan, grünem Wasserstoff oder Bio-Flüssiggas befeuert zu werden. Für die Bereitstellung der grünen Gase kommt zum einen eine gebäudeindividuelle Versorgungslösung, also bspw. Speicherung in Tanks, oder die Versorgung über das heute bestehende Gasnetz in Frage. Im zweiten Fall müssen die notwendigen Infrastrukturen geschaffen werden, um grüne/s Gas/e zu produzieren und in das Netz einzuspeichern. Hierzu bestünde zum aktuellen Zeitpunkt die Option weitere Biogasanlagen (mit biologischer Methanisierung) zu errichten und das zu Biomethan aufbereitete Gas einzuspeisen. Als weitere Option bietet sich die Power-to-Gas-Technologie an. Hierbei wird durch Elektrolyse von Wasser durch erneuerbar gewonnenen Strom (bspw. aus PV-Anlagen oder Windkraft) Wasserstoffgas zu erzeugen. Dieser kann direkt verwendet werden, oder in einem zweiten Schritt durch katalytische Methanisierung mit Kohlenstoffdioxid zu Methan aufbereitet werden, das dann wiederum ins Erdgasnetz eingespeist werden kann. Zum Zeitpunkt der Konzepterstellung wird eine flächendeckende Versorgung über grüne Gase aufgrund hoher Investitionskosten in die nötige Anlagentechnik und den Ausbau der Infrastruktur als nicht umsetzbar eingestuft. Wenige, gebäudeindividuelle Versorgungslösungen können für Gebäudebesitzer:innen, insbesondere im ländlichen Raum, eine Option darstellen

7.3.6. Exemplarischer Kostenvergleich

Auf Grundlage der Ariadne-Analyse „Heizkosten und Treibhausgasemissionen in Bestandswohngebäuden (Aktualisierung auf Basis der GEG-Novelle 2024)“, welche vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mitgefördert wurde, gibt die Tabelle 8 einen Vergleich der Wärmegestehungskosten¹¹ verschiedener Heizsysteme am Referenzbeispiel eines Altbau-Einfamilienhauses mit 150m² Wohnfläche.

¹¹ Die Wärmegestehungs(voll)kosten (bspw. in [ct/kWh]) sind die Kosten die Bewohnende bzw. Endverbraucher je Einheit Wärme bezahlen. Hierbei werden alle Kosten berücksichtigt die für die Investition in die Anlage und zugehörige Komponenten, die verbrauchsgebundenen Kosten (also bspw. Strom zum Betrieb) und betriebsbedingte Kosten (bspw. Wartung der Anlage) nötig sind.

Tabelle 8 | Berechnete Wärmegestehungskosten für verschiedene Heizsysteme (Quelle: DSK, eigene Berechnung auf Datengrundlage der Ariadne-Analyse 2024)

Heizkostenvergleich 2024 für einen EFH Altbau 150m ² Wohnfläche					
Betrachtungszeitraum	20	Jahre			
Wärmebedarf	25000	kWh			
	Gas-Brennwerttherme	Luft-WP	Luft-WP + PV	Erdwärme-WP	Pelletkessel
Verbrauchsgebundene Kosten [€/a]	3.383	2.928	1.777	2.314	2.351
Kapitalgebundene Kosten inkl. Förderung [€/a]	784	1.113	2.050	2.349	2.028
Betriebsgebundene Kosten [€/a]	585	613	785	850	1.554
Zusätzliche CO ₂ -Kosten [€/a]	694	-	-	-	-
Jahresgesamtkosten [€/a]	5.446	4.654	4.612	5.513	5.933
Jahresgesamtkosten über Zeitraum 20 Jahre [€]	108.920	93.080	92.240	110.260	118.660
Wärmegestehungskosten [ct / kWh]	21,8	18,6	18,4	22,1	23,7

Vorausgesetzt, dass ein Gebäude für die Nutzung von Wärmepumpen entsprechend saniert und die Wärmepumpe damit eine durchschnittliche Leistungsaufnahme aufweist, zeigt sich die Option einer Luft-Wärmepumpe, auch in Kombination mit einer PV-Anlage, als das derzeit günstigste Heizsystem bzgl. der Wärmegestehungskosten. Die Gas-Brennwerttherme liegt als die nächst günstigere Variante vor, jedoch ist zu beachten, dass durch die künftig steigende CO₂-Bepreisung und Netzentgelte, bedingt durch den erwartenden sukzessiven Rückgang der leitungsgebundenen Erdgasversorgung in Deutschland, ein langfristiger Anstieg der Kosten für fossile Energieträger und Heizsysteme zu erwarten ist. Das Heizsystem auf Basis von Pellets zeigt sich in dieser Kalkulation als die derzeit kostenaufwändigste Option, hat jedoch den Vorteil, in Gebäuden in energetisch schlechten Zuständen verwendet werden zu können, ohne dass eine energetische Sanierung der Gebäudehülle vorgenommen muss, wie es für Wärmepumpen i.d.R. empfohlen wird bzw. mit einem höheren baulichen Umfang meist einhergeht. Unabhängig davon empfiehlt es sich in jedem Fall aus Gründen der Nachhaltigkeit und der mittel- bis langfristigen Wirtschaftlichkeit, den Heizwärmebedarf durch Sanierungen langfristig zu senken.

Anzumerken ist auch, dass sich die Wärmegestehungskosten nicht generell auf jedes Gebäude gleich übertragen lassen, da dies immer von der individuellen baulichen Ausgangslage und Gebäudenutzung abhängig ist. Weiterhin ist es möglich, dass externe Faktoren bzw. Entwicklungen (bspw. Knappheit von Erdgas bzw. Verteuerung von

Energieträgern, gesetzliche Änderungen) ebenfalls einen nicht einschätzbaren Einfluss auf die künftige Preisentwicklung die hier gezeigten Energieträger und Heizsystemen haben können. Einen ausführlicheren Einblick für weitere Heizsysteme und Gebäudetypen kann das BDEW-Heizkostenvergleichstool geben.

7.4. Potenziale der Energieerzeugung und Versorgung

In diesem Kapitel werden die Potenziale Erneuerbarer Energien untersucht, die für die energetische Versorgung bzw. deren Unterstützung in dem Untersuchungsgebiet in Frage kommen. Hierbei wird zunächst abgeschätzt, welche Erneuerbaren Energien innerhalb des Gebietes generell zur Erschließung durch eine Präqualifizierung in Frage kommen. Für die als geeignet eingestuften Erneuerbaren Energien wird eine quantitative Abschätzung vorgenommen.

7.4.1. Windkraft

Für Windkraft in NRW entfiel ab 2024 die pauschale Abstandsregelung zu Wohngebieten (Bisher: 1.000m), jedoch muss aufgrund von Lärmemissionsschutzgründen weiterhin ein gewisser Abstand von Großwindanlagen zu Siedlungen vorhanden sein. Potenzialdaten können für eine erste Standortbewertung vom LANUV erhalten werden. Hierzu sind die spezifischen Energieleistungsdichten [W/m^2] heranzuziehen, um verschiedene Standorte hinsichtlich der zu erwartenden Leistung unter der Annahme einer definierten Anlagenhöhe miteinander vergleichen zu können. Die Flächenangabe der Leistungsdichte bezieht sich auf die Rotorkreisfläche einer Anlage. Als potenziell wirtschaftliche Kennzahl wird eine spezifische Energieleistungsdichte von $250W/m^2$ in einer Höhe bei 150m vorausgesetzt¹². Abbildung 49 zeigt die Energieleistungsdichten um das Quartier unter diesen Annahmen.

¹² LANUV, Flächenanalyse Windenergie Nordrhein-Westfalen (Fachbericht 142)



Abbildung 49 | Darstellung der Energieleistungsdichte um das Quartiersgebiet bei einer Anlagennabenhöhe bei 150m (Quelle: DSK auf Grundlage des LANUV)

Bei der in Abbildung 49 dargestellten Höhe von 150m bewegt sich die spezifische Energieleistungsdichte meist in einem Bereich zwischen 300 und 450 W/m². Damit weisen die Gebiete um das Quartier herum wirtschaftliche Voraussetzungen für die Installation von Windkraftanlagen auf. Höhere Leistungsdichten und Erträge sind mit höheren Anlagen zu erwarten.

Aufgrund der platztechnischen Beschaffenheit des Quartiers kann Windkraft als erneuerbare Energiequelle innerhalb der Quartiersgrenzen grundsätzlich ausgeschlossen werden. Zwar wären Kleinwindenergieanlagen aufgrund der Platzverfügbarkeit theoretisch denkbar, jedoch sind sie in dichten und historischen Stadtzentren oft ungeeignet. Dies liegt an der durch Windturbulenzen beeinträchtigten Effizienz sowie an möglichen Beeinträchtigungen des Stadtbilds und des Denkmalschutzes. Zwar bieten Kleinwindenergieanlagen bei hohen Windgeschwindigkeiten in der Regel eine höhere spezifische Leistung im Vergleich zu PV-Anlagen und ermöglichen auch eine nächtliche Stromproduktion, ihre tatsächliche Stromausbeute und Wirtschaftlichkeit sind jedoch stark wetter- und standortabhängig. Darüber hinaus sind solche Anlagen meist teurer in der Anschaffung und erfordern gegebenenfalls eine behördliche Genehmigung, was sie im Vergleich zu PV-Anlagen weniger attraktiv macht. Aus diesen Gründen ist daher die solare Stromerzeugung gegenüber Windkraft für das Quartier zu bevorzugen.

7.4.2. Solarenergie: Photovoltaik und Solarthermie

Dachflächen bieten erhebliches Potenzial für die zukünftige Energieversorgung. Obwohl die Technologien Solarthermie- und Photovoltaik seit Jahren wirtschaftlich sind und die Dächer von Bestandsgebäuden im Allgemeinen die Installierbarkeit solarenergetischer Anlagen erlauben, sind viele potenziell geeignete Dachflächen nicht mit solarenergetischen Anlagen bestückt. Dies zeigt sich auch im Untersuchungsgebiet.

Ob sich einzelne Objekte für die Installation mit Solarmodulen eignen, hängt von mehreren Faktoren ab. Vor der Installation einer solarenergetischen Anlage sollte insbesondere für Gebäude mit großen (Flach-) Dächern eine Prüfung der Dachstatik erfolgen. Es muss gewährleistet sein, dass die Tragfähigkeit eines Daches unter Berücksichtigung sämtlicher auftretender Lasten (bspw. Schnee- und Windlast) und der Zusatzbelastung durch die solarenergetische Anlage sichergestellt ist. Weiterhin ist die wirtschaftliche Eignung abhängig vom Ertrag der Anlage, der durch mehrere Faktoren beeinflusst wird. Die horizontale Ausrichtung der Dachfläche ist dabei der Faktor, der den erzielbaren Ertrag der Anlage am meisten beeinflusst. Bei einer südlichen, südöstlichen oder südwestlichen Ausrichtung sind die höchsten Erträge zu erwarten. Aber auch bei einer östlichen oder westlichen Ausrichtung können gute Erträge erzielt werden, sodass eine solche Ausrichtung prinzipiell ebenfalls für die Nutzung von Sonnenenergie geeignet ist. Ein weiterer Faktor, der den Ertrag der Anlage beeinflusst, ist die Dachneigung. Die Sonnenenergie kann optimal genutzt werden, wenn das Sonnenlicht im rechten Winkel auf die Anlage trifft.

Zur Abschätzung der solaren Potenziale in Abhängigkeit der horizontalen Ausrichtung und des Neigungswinkels werden zwei Werte benötigt, die aus Abbildung 50 und Abbildung 51 ablesbar sind. Abbildung 50 zeigt die durchschnittliche gemessene jährliche Solarenergie für NRW. Diese beträgt für den Standort Rees 990 bis 1000 kWh pro Quadratmeter und Jahr. Gemessen wird die solare Strahlung auf eine horizontal ausgerichtete Fläche. Für die Abschätzung des Potenzials einer geneigten und in eine bestimmte Himmelsrichtung ausgerichtete Fläche muss zusätzlich aus Abbildung 51 der sogenannte Flächenfaktor f bestimmt werden.

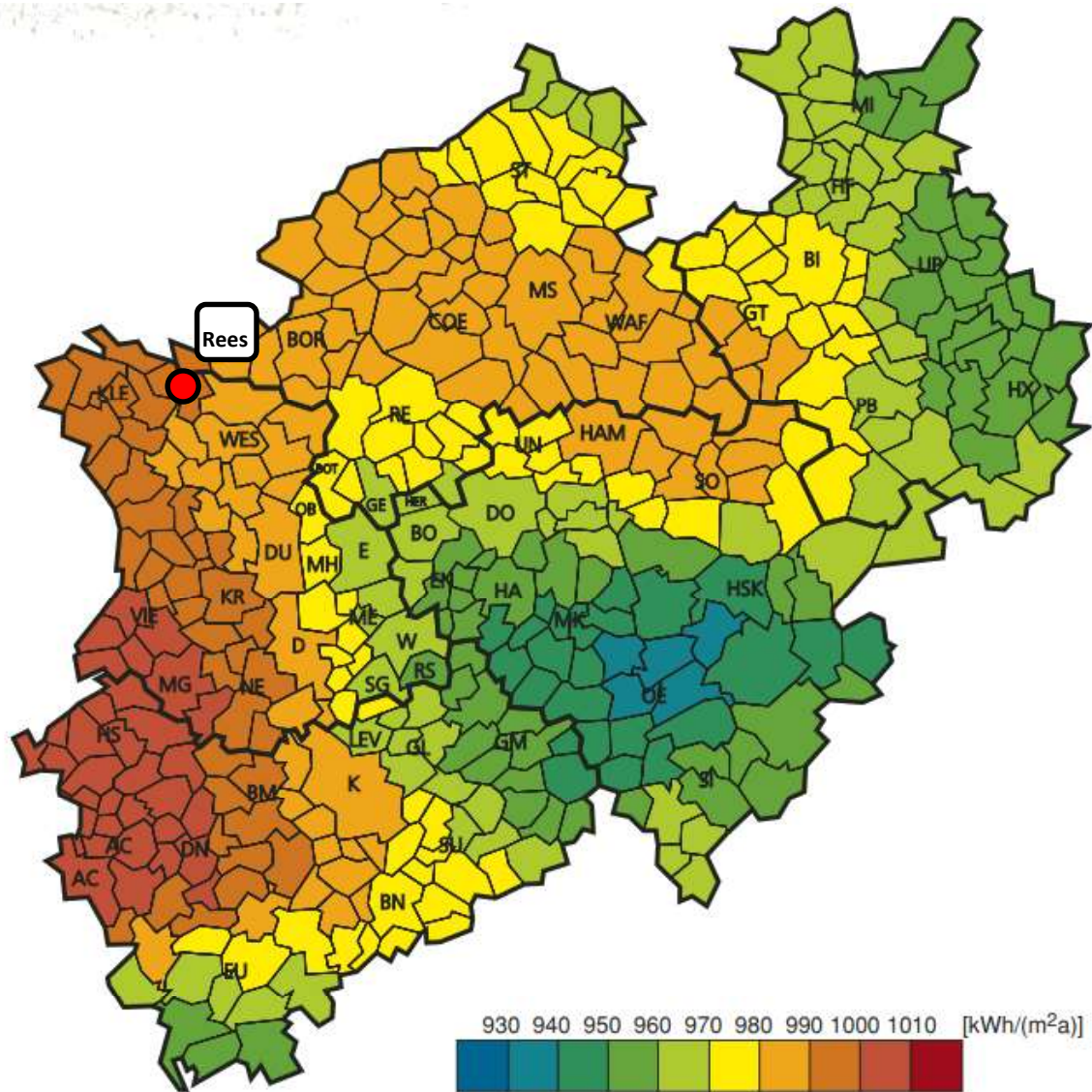


Abbildung 50 | Jahresdurchschnittliche Globalstrahlung in NRW (Quelle: Energieagentur NRW)

Der Flächenfaktor f ist das Verhältnis aus der tatsächlich verfügbaren Strahlung (abhängig von Himmelsrichtung und Neigung) und der gemessenen Strahlung auf eine horizontale Fläche. Ein Beispiel zur Ermittlung der Potenzi-ale: Ist die Ausrichtung eines Schrägdaches bspw. Westen und der Neigungswinkel der Anlage beträgt 45 Grad, liegt der Flächenfaktor f zwischen 80 und 90 Prozent.

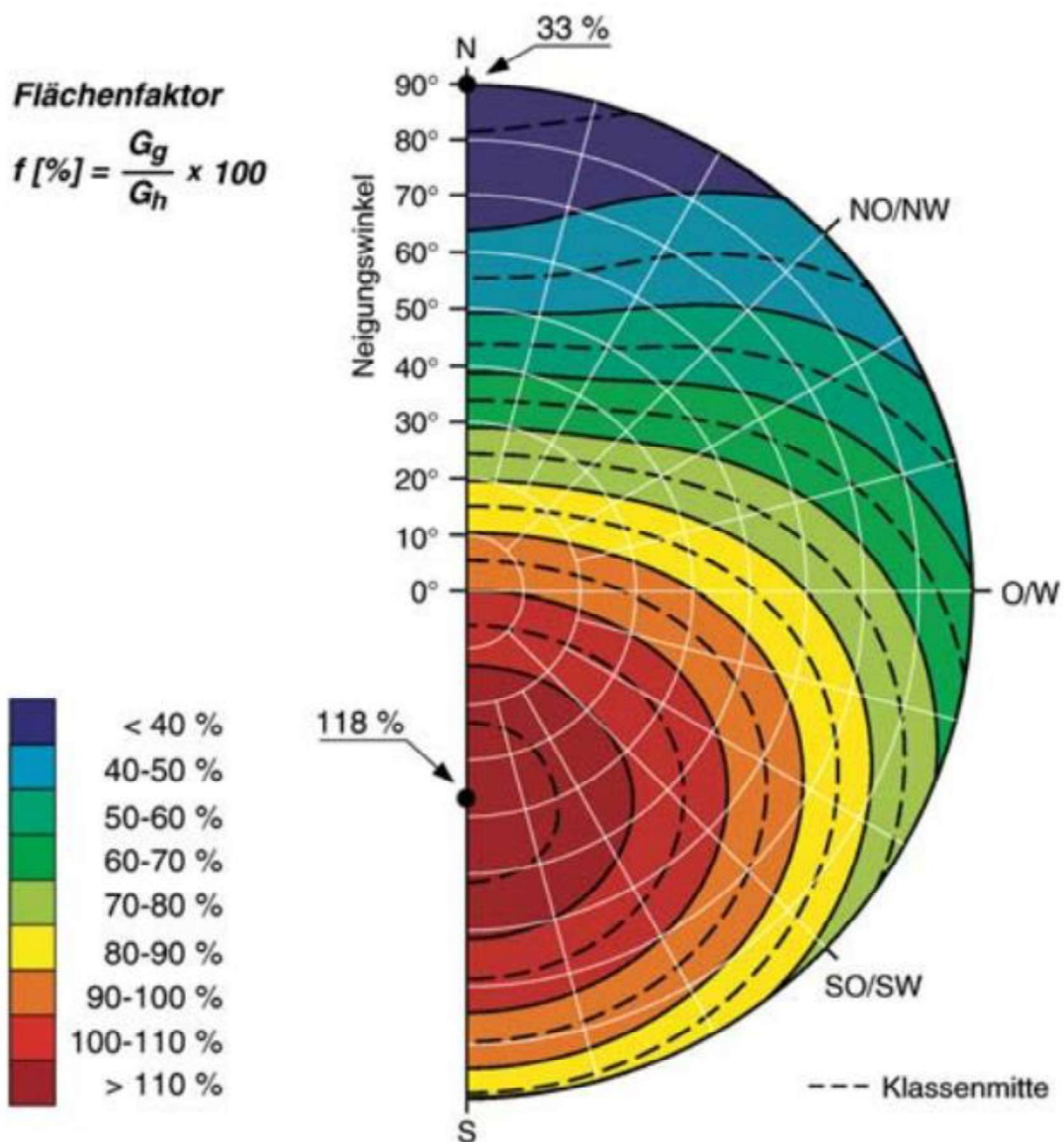


Abbildung 51 | Grafik zur Ermittlung des Flächenfaktors (Quelle: Energieagentur NRW)

Der Flächenfaktor liegt in diesem Fall schon oberhalb der Klassenmitte zur nächsthöheren Klasse und wird mit 87,5 Prozent abgeschätzt. Die tatsächlich erzielbare Solareinstrahlung ergibt sich nun durch Multiplikation des Flächenfaktors f mit dem zuvor ermittelten Wert der durchschnittlichen Strahlungsenergie von etwa 995 kWh pro Quadratmeter und Jahr. Der theoretisch erzielbare Solarertrag liegt bei einer westlichen Ausrichtung und einem Neigungswinkel von 45 Grad somit bei etwa 871 kWh pro Quadratmeter und Jahr. Aus Abbildung 51 geht hervor, dass sich die maximale Ausbeute (eine statisch installierte Anlage, die sich nicht dem Sonnenverlauf anpasst, vorausgesetzt) bei einer südlichen Ausrichtung und einem Neigungswinkel von etwa 37 Grad ergibt. Die geringsten Erträge fallen hingegen bei einer nördlichen Ausrichtung und einem Neigungswinkel von 90 Grad an.

Da sich der Einstrahlwinkel der Sonne im Jahresverlauf ändert, hängt die optimale Dachneigung von der Art der Nutzung ab. Solarthermieanlagen zur Trinkwassererwärmung werden etwa größtenteils im Sommer genutzt, so dass sich hier durch den hohen Sonnenstand im Sommer ein geringerer Neigungswinkel von rund 30 bis 50 Grad

eignet. Solarthermie zur Heizungsunterstützung wird oft in den Übergangsmonaten im Frühjahr und Herbst genutzt, wenn die Sonne tiefer am Himmel steht. Daher ist bei dieser Form der Nutzung eine Neigung von rund 45 bis 70 Grad ideal – ein zu hoher Ertrag im Sommer kann aufgrund mangelndem Wärmebedarfes ohnehin nur zu geringen Teilen genutzt werden und es kann zur Stagnation kommen. Für PV-Anlagen zur Stromerzeugung liegt die optimale Dachneigung in Deutschland zwischen 30 und 35 Grad, wobei sich im Norden eine eher steilere Dachneigung vorteilhaft auswirkt.

In Deutschland ist neben der direkten Sonnenstrahlung auch ein hoher Anteil an diffuser Strahlung (Strahlung, die von Objekten reflektiert wird und somit nicht mehr parallel zu der direkt von der Sonne eintreffenden Strahlung ist) vorhanden. Aufgrund dessen sind auch Dächer mit einer Abweichung von der optimalen Dachneigung für die Nutzung von Sonnenenergie geeignet. Um auch Flachdächer und Dächer mit geringem Neigungswinkel für die Strom- oder Wärmeerzeugung durch Solarenergie nutzbar zu machen, ist hier eine Aufständigung der Anlage auf dem Dach möglich. Neben den bereits genannten Einflussfaktoren wirken sich mögliche Verschattungen einer Anlage auf deren Ertrag aus und sollten bei der Planung der Anlage Berücksichtigung finden. Zu großflächigen Verschattungen kommt es häufig durch Bäume oder größere Gebäude in der Umgebung. Aber auch kleinere Verschattungen z. B. durch Satellitenschüsseln oder Schornsteine beeinflussen den Ertrag der Anlage.

Unter Berücksichtigung der novellierten Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen, ist auf den Paragraph §42a hinzuweisen. Der Paragraph 42a regelt die Installation und den Betrieb von Solaranlagen auf geeigneten Dachflächen von Gebäuden. Abhängig vom Zeitpunkt des Bauantrags müssen Solaranlagen installiert werden, und es gibt spezifische Fristen für Nichtwohngebäude und Wohngebäude. Landesliegenschaften sollen bis zum 31. Dezember 2025 ebenfalls solare Stromerzeugungsanlagen haben. Bei vollständiger Erneuerung der Dachhaut gilt die Installationspflicht ab dem 1. Januar 2026, mit einer Ausnahme für Gebäude im Eigentum der Kommunen in Nordrhein-Westfalen ab dem 1. Juli 2024. Es gibt Ausnahmen für kleine Gebäude, Behelfsbauten und fliegende Bauten. Die Pflicht entfällt unter bestimmten Bedingungen, wie z. B. technischer Unmöglichkeit oder wirtschaftlicher Unvertretbarkeit. Alternativ kann die Pflicht durch die Nutzung solarthermischer Anlagen oder die Installation von Photovoltaikanlagen an anderen Außenflächen erfüllt werden. Eine Befreiung von der Pflicht ist unter bestimmten Umständen möglich, und weitere Details werden durch eine Rechtsverordnung geregelt.

Die Stadt Rees hat eine Gestaltungssatzung zur Nutzung von Solarmodulen, die unter anderem das Quartiersgebiet betreffen, erlassen und muss bei Anbringung von Modulen beachtet werden. Die Gestaltungssatzung kann online auf der Website der Stadt eingesehen werden. Ziel ist es, die Eigenart und Qualität des Stadtbilds zu erhalten und bei Neu- oder Umbauten ein harmonisches Gesamtbild zu gewährleisten. Solarmodule dürfen parallel zur Dachfläche angebracht werden, müssen jedoch zusammenhängend, ohne Unterbrechungen durch Dachgauben oder Fenster, gestaltet sein und sich in das historische Ortsbild einfügen. Matte, rahmenlose Systeme sind verpflichtend.

Dachflächen-PV

Eine quantitative Abschätzung zu den mit Photovoltaikmodulen belegbaren Dachflächen, den zu erwartenden installierbaren Leistungen und Erträgen ermöglicht das Solarkataster NRW des LANUV. Nachfolgend sind die Potenziale für den Gebäudebestand im Quartier ermittelt worden, wobei denkmalgeschützte Objekte nicht mitbetrachtet werden. Abbildung 52 zeigt beispielhaft die mit Photovoltaik belegbaren Dachflächen der Bestandsgebäude im Untersuchungsgebiet und deren Dachausrichtung.



Abbildung 52 | Ausschnitt Solarkataster NRW, Darstellung der geeigneten Dachflächen für Photovoltaik-Anlagen nach Dachausrichtung im Quartier Nordost (Quelle: LANUV)

Nach Auswertung der vorhandenen Daten wird im Quartier der hauptsächliche Anteil des solarproduzierten Stroms in Höhe von 68.000 kWh durch die PV-Anlage auf den Dächern der Realschule erzeugt, PV-Module auf den restlichen Bestandsgebäuden wurden während der Begehung und Auswertung von Luftbilddaufnahmen in einem einzigen Fall angetroffen und nach Einschätzung als vernachlässigbar eingestuft.

Nach Berücksichtigung der Potenzialdaten des LANUV steht im Quartier ein maximales Stromproduktionspotenzial in Höhe von 4.380.467 kWh p.a. bei Bestückung der gesamten geeigneten Dachflächen im Quartier zur Verfügung. Damit könnte bilanziell betrachtet der Netzstrombedarf im Quartier (5.157.996 kWh) zu ca. 85% durch PV-Anlagen jährlich gedeckt werden.

Die nachfolgende Tabelle 9 zeigt, dass die heutigen Dachflächen im Quartier Flächen zur Installation von ca. 31.644 m² PV-Modulen bieten. Auf dieser Fläche könnte eine elektrische Peakleistung von ca. 5.692 kW_{peak} installiert werden, was einem maximalen Stromjahresertrag in Höhe von ca. 4.380.467 kWh p.a. entspricht.

Tabelle 9 | PV-Potenzialabschätzung des Quartiers bei maximaler Belegung aller geeigneten Dachflächen

Objekt	Belegbare Fläche (Modulfläche) [m ²]	Max. Installierbare Leistung [kW _{Peak_el}]	Max. Jahresertrag [kWh _{el}]
Gesamtbestand (inkl. kommunale Liegenschaften)	31.644	5.692	4.380.467

Mit den ermittelten Daten des LANUV konnte ein Stromertragskataster, wie in Abbildung 53 abgebildet, erstellt werden. Das Kataster gibt Aufschluss über das mögliche Stromproduktionspotenzial pro m² PV-Kollektorfläche auf den Dachflächen und dient als erster Richtwert über die erwarteten Erträge einzelner Untersuchungsräume. Das durchschnittliche PV-Ertragspotenzial im Quartier liegt zwischen 110 bis 130 kWh pro m² Kollektorfläche.

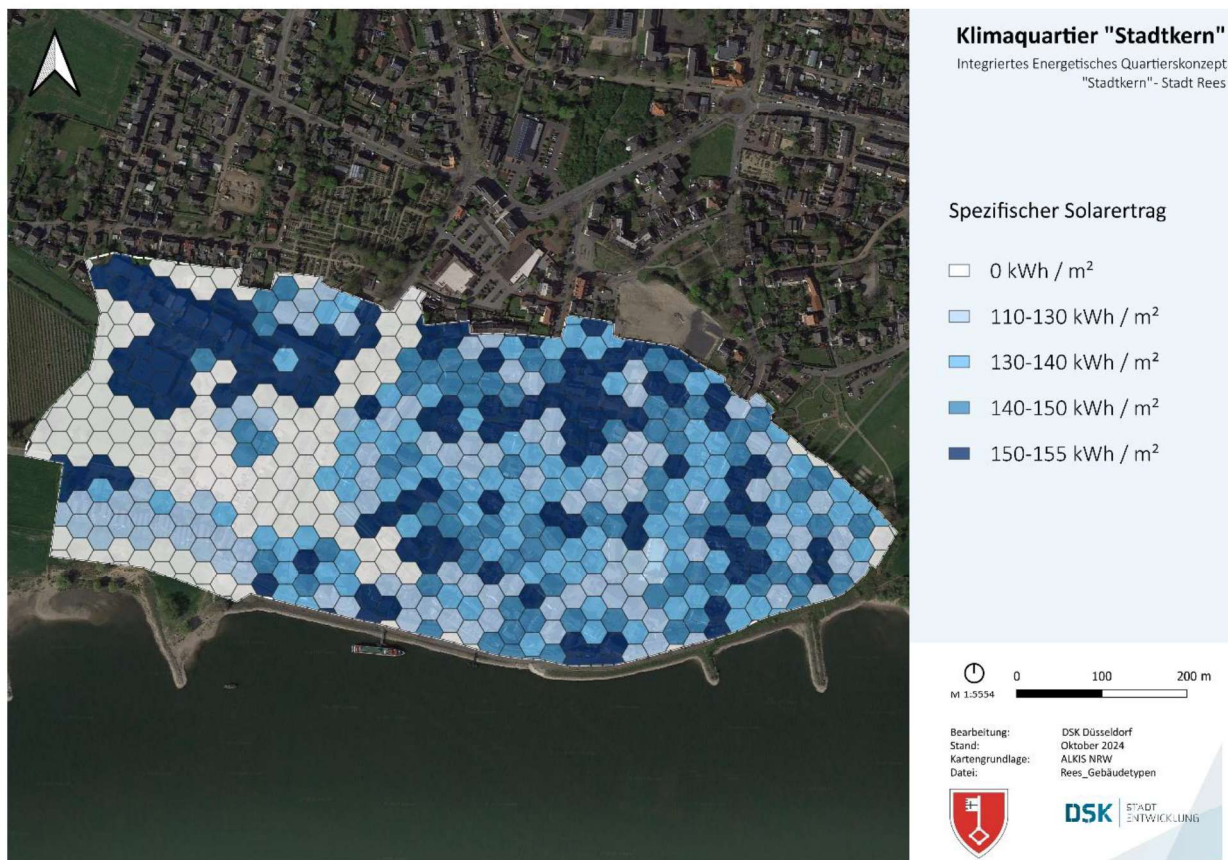


Abbildung 53 | Solares Stromertragskataster für das Quartier Rees (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Insbesondere das Schulzentrum sowie der Bereich am Agnes-Pflegeheim weisen besonders gute Bedingungen für die Stromproduktion durch PV-Anlagen auf. Gemäß Abbildung 54 würden bei vollständiger Deckung des Strombedarfes durch PV-Anlagen weitere 15% des restlichen Strombedarfes (777.529 kWh) übrig bleiben. In der Realität ist nicht davon auszugehen, dass dieses Potenzial vollständig genutzt wird.

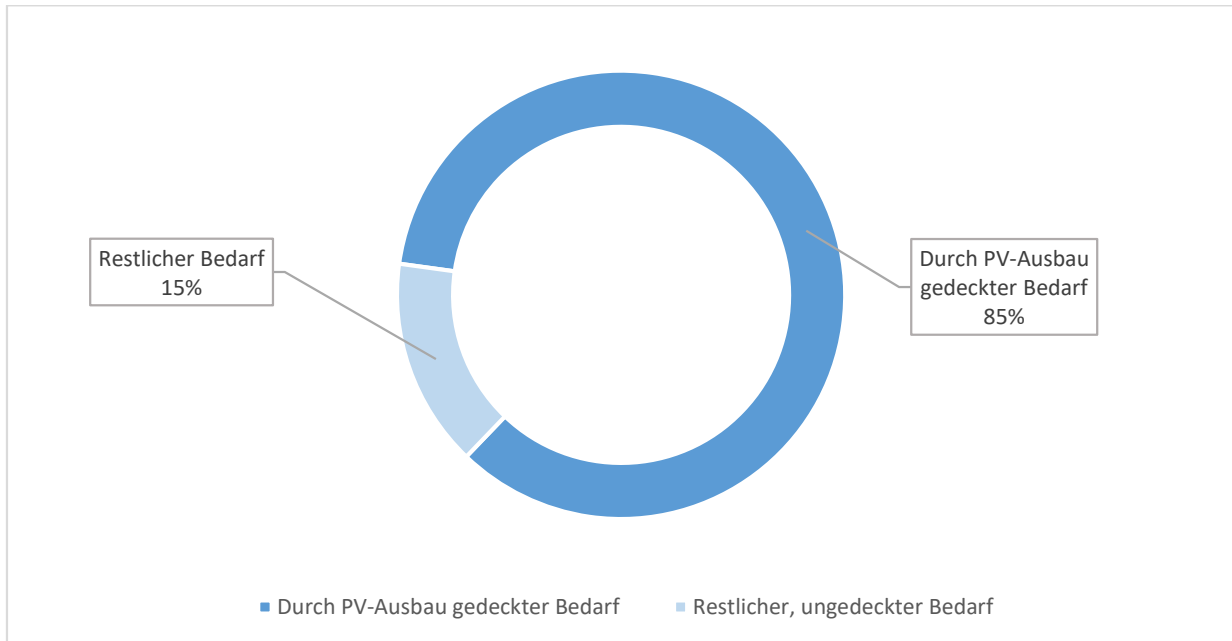


Abbildung 54 | Vergleich des anfallenden Strombedarfes im Quartier gegenüber dem maximal ausschöpfbaren PV-Stromproduktionspotenzials auf den Dachflächen (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Für Anlagen, die ab dem 1. Januar 2024 in Betrieb genommen wurden, beträgt die Vergütung für kleine Dachanlagen bis 10 kWp etwa 8,2 Cent pro Kilowattstunde. Für größere Anlagen von 10 bis 40 kWp liegt die Vergütung bei rund 7,1 Cent pro Kilowattstunde, und für noch größere Anlagen bis 750 kWp sinkt die Vergütung weiter auf etwa 5,6 Cent pro Kilowattstunde. Diese Vergütung wird über einen Zeitraum von 20 Jahren garantiert, um Planungssicherheit und Investitionsanreize zu bieten. Künftig sollen die Einspeisevergütungen weiter sinken, um den technologischen Fortschritt und die damit verbundenen Kostensenkungen bei PV-Anlagen zu reflektieren. Der Degressionsmechanismus passt die Vergütung monatlich an, wobei neue Anlagen geringere Vergütungen erhalten als ältere. Ziel dieser Anpassungen ist es, den Ausbau der Photovoltaik in einem kostenbewussten Rahmen zu fördern und gleichzeitig die Integration in den Strommarkt zu verbessern. Langfristig wird erwartet, dass sich PV-Anlagen ohne Einspeisevergütung am Markt behaupten können, indem sie durch Eigenverbrauch und Direktvermarktung wirtschaftlich attraktiv bleiben.

Je höher der spezifische Ertrag einer Anlage, desto höher ist die Wirtschaftlichkeit der Anlage, bzw. desto eher amortisiert sich eine PV-Anlage. Tabelle 10 zeigt vereinfachte Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für PV-Anlagen auf Gebäuden mit verschiedenen Dachausrichtungen. Die spezifischen Systemkosten beinhalten dabei die Kosten für die Module, Wechselrichter und weiteren Anlagenteilen, sowie die Montagekosten und weitere installationsbedingte Kosten, wie z.B. für Baugerüste. Alle drei betrachteten Ausrichtungen weisen eine Dachneigung von 40 Grad auf. Das erste Gebäude besitzt eine ideale Südausrichtung. Die anderen beiden Gebäude weichen um 25 Grad bzw. 75 Grad östlich (oder westlich) von der idealen Südausrichtung ab. Die Darstellungen berücksichtigen weder eine eventuelle Strompreissteigerung (statische Betrachtung) noch eine Kapitalverzinsung (es wird also davon ausgegangen, dass eine Anlage ohne Aufnahme eines Kredites aus den Eigenmitteln gekauft wird und diese Eigenmittel zugleich ansonsten nicht angelegt sind). Berücksichtigung finden dagegen eine Pauschale für die Wartung der Anlage sowie ein erhöhter finanzieller Aufwand für die Versicherung. Es zeigt sich, dass unter den getroffenen Annahmen und bei den derzeitigen Förderbedingungen (Einspeisevergütung bei teilweiser Eigenstromnutzung) und

ohne Einbeziehung eines inflationsbedingten Strompreisanstiegs die Anschaffung einer PV-Anlage in allen drei Fällen vorteilhaft ist. Die Systemkosten lassen sich bei idealer Südausrichtung allein durch die Einsparung des Netzstrombezugs decken. Durch die erzielte Einspeisevergütung können die laufenden Kosten bestritten werden. Aber auch im Falle einer Abweichung von der idealen Südausrichtung um 45 und 90 Grad lassen sich die System- und Wartungskosten durch die Einsparung der Strombezugskosten und der Einspeisevergütung decken. Die Stromgestehungskosten liegen je nach Ausrichtung über die gesamte Laufzeit betrachtet (inkl. Wartung und Versicherung) zwischen 10,66 und 12,58 ct/kWh (netto). Die Gesamtwirtschaftlichkeit des Systems würde sich im Falle steigender Strompreise weiter erhöhen.

Tabelle 10 | Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von PV-Anlagen in Abhängigkeit der Dachausrichtung

	0° Abweichung	45° Abweichung	90° Abweichung (entspricht Ost-, oder West- Ausrichtung)
spezifische Systemkosten	1.600 Euro/kW _{Peak}		
Systemkosten bei einer Leistung von 5,12 kW _{Peak_el}	8.194 Euro	8.194 Euro	8.194 Euro
Wartung und Versicherung (über 20 Jahre) pauschal 1,7 Prozent*a	2.312 Euro	2.312 Euro	2.312 Euro
Spezifischer Ertrag [kWh/kW _{Peak_el}]	985	918	835
Ertrag über 20 Jahre (Leistungsreduzierung 0,25 Prozent * a)	98.527,12	91.847,32	83.497,56
Vergütung (ab 02/2024)	8,11 ct/kWh	8,11 ct/kWh	8,11 ct/kWh
Eigenverbrauch	25 Prozent	25 Prozent	25 Prozent
Kumulierte Einspeisevergütung (über 20 Jahre) (75 Prozent des Stromertrags)	5.993 Euro	5.587 Euro	5.079 Euro
Einsparung durch Eigenverbrauch (25 Prozent des Stromertrags bei Stromkosten von 38 ct/kWh, über 20 Jahre)	9.360 Euro	8.725 Euro	7.932 Euro
Stromgestehungskosten (Gesamtausgaben bezogen auf Ertrag über 20 Jahre)	10,66 ct/kWh	11,44 ct/kWh	12,58 ct/kWh

Wird eine PV-Anlage als volleinspeisende Anlage betrieben, also ohne anteilige Nutzung des erzeugten Stroms, so steigt (nach dem aktuellen Stand) die Einspeisevergütung auf 12,9 ct je ins Netz eingespeiseter Kilowattstunde Strom. Die Amortisationszeit in Abhängigkeit der Ausrichtung einer Anlage kann ebenfalls vereinfacht über eine statische Amortisationsrechnung bestimmt werden. Dies wurde in Tabelle 11 durchgeführt. Es werden drei Fälle betrachtet: Eine Anlage mit idealer Süd-Ausrichtung unter einem Neigungswinkel von 40°, eine Anlage mit Ost- (oder West-) Ausrichtung und einem Neigungswinkel von 40° sowie einer Anlage, die genau zwischen diesen beiden Werten liegt. Bei den Anlagen wurde eine Anlagengröße von 20 m² (Modulfläche) und damit eine installierte Peak-Leistung von je ca. 4 kW_{Peak_el} zugrunde gelegt. Investitionskosten, sowie Wartungs- und Versicherungskosten wurden bei den Anlagen gleich hoch angesetzt. Dies ist eine vereinfachte Annahme bei einer statischen Amortisationsrechnung, denn die Wartungs- und Versicherungskosten sind abhängig von der Zeit. Ebenso wurde keine zeitabhängige Inflation, oder eine zeitabhängige Leistungsminderung berücksichtigt. Unter diesen Annahmen ergibt

sich für eine Anlage mit idealer Ausrichtung eine Amortisationszeit von ca. 16 Jahren, für die Anlage mit Ost- (oder West-) Ausrichtung ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. 19 Jahren.

Tabelle 11 | Amortisationsdauer für PV-Anlagen unterschiedlicher Ausrichtung; statische Betrachtung

Statische Amortisationsrechnung Photovoltaik-Dachanlage			
	<i>PV Anlage mit Südausrichtung, 40° Neigung</i>	<i>PV Anlage mit 45° Abweichung, 40° Neigung</i>	<i>PV Anlage mit Ost- oder West Ausrichtung, 40° Neigung</i>
Investitionskosten [€]	8.194	8.194	8.194
Wartungs- und Versicherungskosten (pauschal) [€]	2.312	2.312	2.312
Jahresertrag Strom [kWh _{el}]	5.044	4.702	4275
Vergütung [ct/kWh _{el}]	12,9	12,9	12,9
Jährliche Vergütung [€]	650,73	606,61	551,46
Amortisationsdauer [Jahre]	16	17	19

Die beiden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in Tabelle 10 und Tabelle 11 zeigen, dass die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage insbesondere durch eine Eigennutzung des Stroms gesteigert werden kann. Mit dem Ziel die Eigennutzung zu erhöhen kommt neben der PV-Anlage einer zusätzlichen Installation von Stromspeichern eine besondere Bedeutung hinzu. Gerade in Haushalten bei denen die Bewohnenden vorwiegend morgens und abends zu Hause sind sollte in jedem Fall eine Art der Energiespeicherung vorgenommen werden (denn die höchsten Stromerträge einer PV-Anlagen sind in den Mittagsstunden zu erwarten). Neben dem Einsatz von Stromspeichern kommt auch die Möglichkeit in Betracht, den gewonnenen Strom zum Betrieb von Wärmepumpen oder Stromdirektheizungen zu betreiben mit denen Wärmespeicher über den Tag geladen werden.

Weitere Potenziale ergeben sich aus der Installation von sogenannten Balkonkraftwerken. Als Balkonkraftwerk werden leicht zu installierende PV-Module bezeichnet, die auf Balkonen, Terrassen, oder Garagen installiert werden und so auch Mieter:innen die Möglichkeit geben sehr einfach Solarstrom zu produzieren und zu nutzen. Denn die vergleichsweise kleinen Module (häufige Größe: 1 m x 1,7 m mit einer Spitzenleistung von ca. 350 Watt) lassen sich einfach und schnell montieren oder sogar ohne feste Installation aufstellen. Hierbei sollte wiederum auf eine optimale Ausrichtung (südlich unter einem Neigungswinkel zwischen 30° bis etwa 60°, keine Verschattung) geachtet werden. Im Mai 2024 ist das „Solarpaket I“ in Kraft getreten, welches die Installation und das Betreiben von Balkonkraftwerken attraktiver gestalten soll. Die maximale Gesamtleistung einer Anlage wurde auf 2 kW_{peak} festgelegt, wobei Wechselrichter auf maximal 800 Watt begrenzt sein dürfen. Die Anmeldung der Module wurde vereinfacht, indem die Anmeldung beim Netzbetreiber entfällt und nur noch eine Registrierung im Marktstammdatenregister erforderlich ist. Bisher galt die Installation von Balkonkraftwerken als bauliche Veränderung, die eine Genehmigung des Vermieters, der Vermieterin oder der Wohnungseigentümergeinschaft erforderte. Durch gesetzliche Anpassungen wurde dies geändert, sodass die Installation von Mini-PV-Anlagen nur noch mit einem triftigen Grund untersagt werden kann.

Zukünftig sollen auch PV-Anlagen bis zu einer maximalen installierten Leistung von 20 kW vergütet werden, die im Garten montiert werden. Dies war zuvor nicht möglich. Allerdings werden hierbei gewisse Anforderungen gestellt,

die noch nicht genauer definiert sind. So muss voraussichtlich bspw. ein Nachweis darüber erbracht werden, dass die Dachflächen nicht für die Installation von PV-Anlagen geeignet sind. Hierbei ist noch nicht klar ob die technische oder wirtschaftliche Eignung gemeint ist. Die zukünftig in Kraft tretenden Änderungen sind im „Solarpaket I“ noch nicht festgelegt worden.

Solarthermie

Ebenso können die sich im Quartier befindlichen Dachflächen mit Solarthermie-Modulen bestückt werden, was ebenso in der Konzepterstellung erfasst wurde. Hierzu sind die Daten des Solarkatasters NRW des LANUV für das Untersuchungsgebiet ausgewertet worden. Abbildung 55 zeigt die mit Solarthermie-Modulen belegbaren Dachflächen der Bestandsgebäude im Untersuchungsgebiet und deren Ausrichtung.



Abbildung 55: Ausschnitt Solarkataster NRW, Darstellung der geeigneten Dachflächen für solarthermische Anlagen im Quartier Nordost (Quelle: LANUV)

Tabelle 12 zeigt das Potenzial für Solarthermie-Anlagen im Quartier. Insgesamt wurde die Installierbarkeit von 10.358m² Solarthermie-Modulflächen auf allen geeigneten Bestandsdächern als theoretisch möglich berechnet, vorausgesetzt, die Dachflächen sind nicht bereits für die Bestückung von PV-Anlagen vorgesehen. Hieraus ergibt sich ein Jahresgesamtertrag von ca. 5,18 Mio. kWh_{wärme}, womit der jährliche Wärmebedarf des Quartieres (12.076.207 kWh_{wärme}) theoretisch zu ca. 43% bilanziell gedeckt werden könnte.

Tabelle 12 Solarthermie-Potenzialabschätzung des Quartiers bei maximaler Belegung aller geeigneten Dachflächen

Objekt	Belegbare Fläche (Modulfläche) [m ²]	Max. Jahresertrag [kWh _{th}]
Gesamtbestand (inkl. kommunale Liegenschaften)	10.358	5.180.195

Analog zu dem zuvor gezeigten Kataster zeigt Abbildung 56 das solare Wärmepotenzialkataster, womit der Wärmeertrag pro m² Solarthermie-Kollektorfläche ermittelt werden kann. Insgesamt bewegt sich der durchschnittliche Wärmeertrag in einem Bereich zwischen 484 und 511 kWh_{Wärme} pro m² Kollektorfläche.

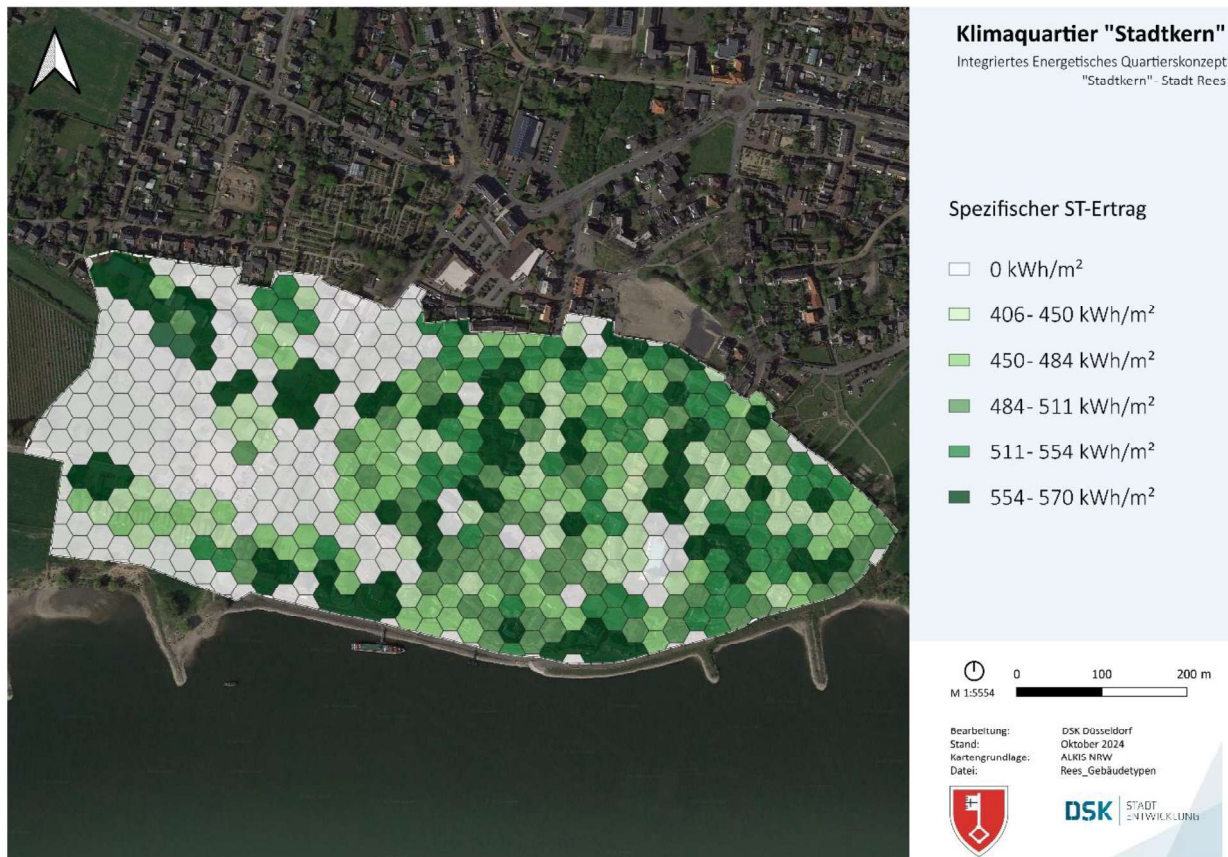


Abbildung 56 | Solares Wärmeertragskataster für das Quartier Rees (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Es ist zu beachten, dass die hier gezeigten Werte lediglich als Richtwerte zu verstehen sind. Neben dem allgemeinen Standort und der solaren Einstrahlung beeinflussen technische Faktoren wie die Qualität der Module, die Effizienz von Wärmespeichern und die regelmäßige Wartung den Ertrag von solarthermischen Modulen erheblich. Durch die Optimierung dieser Parameter kann der Ertrag maximiert und zur nachhaltigen Wärmeversorgung im Quartier beigetragen werden. Gemäß Abbildung 57 würden damit bei vollständiger Deckung des Wärmebedarfes durch ST-Anlagen weitere 57% des restlichen Wärmebedarfes (6.891.012 kWh_{Wärme}) übrig bleiben.

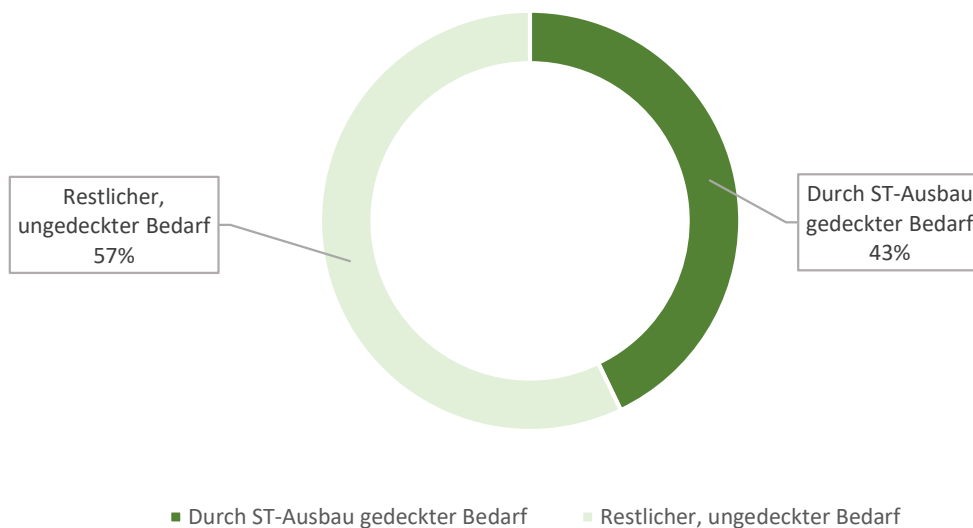


Abbildung 57 | Vergleich des anfallenden Wärmebedarfes im Quartier gegenüber dem maximal ausschöpfbaren Solarthermiepotezial auf den Dachflächen (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

In der Praxis wird dieses theoretisch maximale Potenzial nicht ausgenutzt werden. Solarthermie-Module werden primär zur Heizungsunterstützung bei dezentralen, bzw. gebäudeindividuellen Wärmeversorgungs-lösungen eingesetzt. Hierbei wird für gewöhnlich nur ein vergleichsweise geringer Anteil der Dachfläche mit Solarthermie-Modulen belegt.

Großflächige Dachflächen-Solarthermieanlagen können eine Option darstellen, regenerativ gewonnene Wärme in ein Wärmenetz einzuspeisen. Während sich viele kleine Solarthermieanlagen (auf Einfamilienhäusern) sich für diesen Zweck weniger anbieten – einerseits aufgrund der technisch anspruchsvollen Umsetzbarkeit der Einspeisung, andererseits aufgrund der technischen Erfassung der eingespeisten Wärmemenge und deren Vergütung - können großflächige Dach-Solarthermieanlagen beispielsweise auf Lagerhallen, oder auf größeren kommunalen Liegenschaften für diesen Zweck Potenzial bieten. Wiederum ist die Installierbarkeit von Solarthermie-Modulen hinsichtlich der Dachstatik im Vorfeld zu prüfen. Weiterhin muss die Vergütung der eingespeisten Wärme mit dem/der Eigentümer:in geregelt und die Frage geklärt werden, was mit nicht eingespeisten Wärmeerträgen geschieht.

Freiflächen-PV und Solarthermie

In Abstimmung mit der Stadt Rees wurde besprochen, dass sich im Quartier keine Freiflächen zum Ausbau von solaren Freiflächenanlagen befinden. Sollten jedoch künftig Freiflächen zur Verfügung stehen, können in erster Potenzialabschätzung Richtwerte zum erwarteten Ertrag herangezogen werden. Generell kann der durchschnittliche Jahresertrag einer PV-Freiflächenanlage zwischen 800 bis 1.300 Kilowattstunden pro installiertem Kilowattpeak (kWh/kWp) liegen. Für eine grobe Abschätzung des Ertrags pro Quadratmeter kann man davon ausgehen, dass eine PV-Anlage auf Freiflächen je nach Effizienz und Standort zwischen 100 bis 200 kWh pro Jahr und Quadratmeter erzeugen kann. Bei Solarthermie-Anlagen auf Freiflächen kann mit einem durchschnittlichen Wärmeertrag von etwa 400 bis 500 Kilowattstunden (kWh) pro Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr gerechnet werden. Diese Werte hängen von mehreren Faktoren ab, darunter die geographische Lage, die Neigung der Module, die Ausrichtung der Anlage, die Qualität der Module sowie mögliche Verschattungseffekte. Eine genauere Berechnung erfordert oft spezifischere Daten zur Lage, zur Ausrichtung der Module und zur spezifischen Technologie.

7.4.3. Geothermie

Bei der Geothermie handelt es sich um eine regenerative Energiequelle. Es wird zwischen der oberflächennahen, mitteltiefen und der Tiefengeothermie unterschieden. Von oberflächennaher Geothermie wird bei Tiefen bis zu 100m gesprochen. Von mitteltiefer Geothermie wird im Übergangsbereich zwischen 100m bis 1000 m gesprochen. Tiefengeothermie wird in Tiefen zwischen 1000m und 5000m betrieben. Eine Einordnung der verschiedenen geothermischen Verfahren ist in Abbildung 58 dargestellt. Im oberflächennahen Bereich, d. h. bis in eine Tiefe von etwa 15m wird die Temperatur des Bodens vor allem durch die atmosphärischen Bedingungen bestimmt (Lufttemperatur oberhalb des Bodens und Niederschlagswasser). Im Bereich zwischen 15 und 50m befindet sich eine Schicht relativ konstanter Temperatur von etwa 10 °C. Ab 50m unter der Oberfläche nimmt die Temperatur alle 100m um etwa 3 °C zu, sodass in 400m Tiefe theoretisch eine Temperatur von etwa 22 °C vorherrscht. Die technische Nutzbarkeit von Erdwärme hängt jedoch stark von der Beschaffenheit des Bodens ab. Gesteinsschichten mit geringen Wärmeleitfähigkeiten sind für die Nutzung von Geothermie ungeeignet.

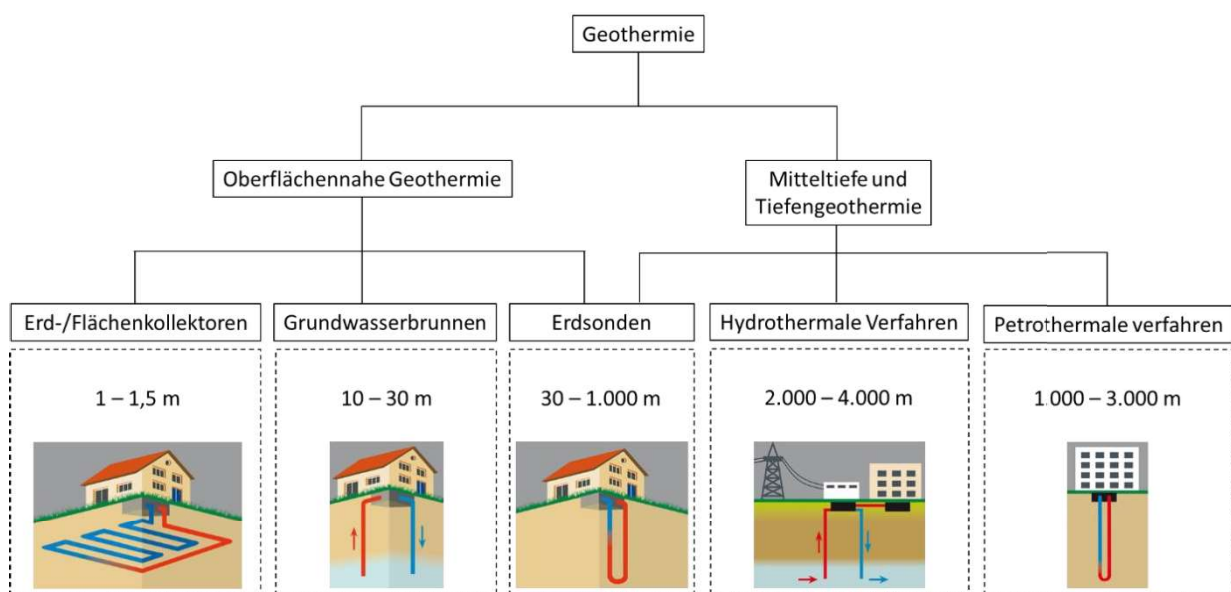


Abbildung 58 | Übersicht geothermischer Verfahren (Quelle: Geologischer Dienst NRW, 2024, eigene Darstellung)

Erdwärme bzw. Umweltwärme lässt sich mittels Wärmepumpen unter Zuwendung zusätzlicher Antriebsenergie (i.d.R. Strom) zu Heizzwecken auf ein höheres Temperaturniveau „pumpen“. Je geringer der Temperaturunterschied zwischen Umgebungswärme und erforderlicher Heizwärme ist, desto weniger Antriebsenergie ist im Verhältnis zum Gesamtwärmeertrag erforderlich. So weisen Sole- bzw. Wasserwärmepumpen eine Jahresarbeitszahl (Abk. JAZ, Verhältnis zwischen abgegebener Wärme und aufgenommener elektrischer Energie) von 4 - 6, während die Jahresarbeitszahlen bei Luftwärmepumpen bei etwa 3 - 4 liegen. Zurückzuführen ist dies darauf, dass Erdreich und Wasser als Wärmequelle ganzjährig über ein relativ gleichbleibendes Temperaturniveau von ca. 10 °C verfügen, die Luft als Wärmequelle im Winter aber oft im Frostbereich liegt und somit mehr Antriebsenergie zum Erreichen der erforderlichen Heiztemperatur benötigt wird. Eine Arbeitszahl von 4 bedeutet dabei beispielsweise, dass die Wärmepumpe durchschnittlich aus einer Kilowattstunde Antriebsenergie mit Hilfe der Umweltwärme vier Kilowattstunden Wärmenergie nutzbar machen kann.

Die JAZ betrachtet die gesamte Jahresleistung einer Wärmepumpe im Verhältnis zum gesamten Jahresstromverbrauch, während der Coefficient of Performance (COP) eine Momentaufnahme der Effizienz zu einem bestimmten

Zeitpunkt darstellt. Die JAZ gibt einen umfassenderen Überblick über die Effizienz einer Wärmepumpe über einen längeren Zeitraum, während der COP unter spezifische Betriebsbedingungen den Momentanwert der Leistung und der eingesetzten Antriebsenergie ins Verhältnis setzt. Ein höherer COP-Wert bedeutet, dass die Wärmepumpe mehr Wärmeenergie aus der Umgebung (z.B. aus dem Erdreich bei Erdsonden-Wärmepumpen) gewinnt, als an elektrischer Energie für den Betrieb benötigt wird. Damit sinkt der Stromverbrauch pro gelieferter Wärmeeinheit, wenn der COP steigt. Umgekehrt geht ein niedriger COP mit einem erhöhten Stromverbrauch und folglich höheren Betriebskosten einher, weshalb der Einsatz regenerativ erzeugten Stroms durch PV- und Windanlagen sich mit Wärmepumpen kombinieren lässt: Trotz eines niedrigen COP-Werts bietet regenerativ erzeugter Strom aus Wind- oder Solarenergie mehrere Vorteile: Er reduziert CO₂-Emissionen, senkt Betriebskosten und fördert die nachhaltige Energiewende. Dadurch ist er eine umweltfreundliche und ökonomisch sinnvolle Option, auch wenn die Wärmepumpe nicht optimal effizient arbeitet und gleichzeitig überschüssiger Strom vorhanden ist.

Voraussetzung für diese guten Arbeitszahlen ist u.a. eine im Heizsystem ausreichende niedrige Vorlauftemperatur zur Beheizung der Gebäude. Optimal ist eine Fußboden- oder ggf. auch eine Wandheizung, da hier wesentlich niedrigere Vorlauftemperaturen von 30-40 °C erforderlich sind. Darüber hinaus kommen auch besonders effiziente und meist sehr große Niedertemperaturheizkörper in Frage. Ab einer Notwendigkeit von Vorlauftemperaturen über 55 °C (typischer konventioneller Heizkörper im Altbau mit schlechtem energetischem Zustand) ist der Einsatz einer Wärmepumpe aktuell nicht mehr zu empfehlen. Hier wird das Verhältnis von Antriebsenergie zu bereitgestellter Energie so ineffizient, dass sich sowohl ein wirtschaftlicher als auch ein ökologischer Nutzen nur unter sehr günstigen Bedingungen einstellt. Hier sollte zunächst energetisch saniert werden. Als Faustregel und Orientierungspunkt kann ein spezifischer Wärmebedarf von ca. 150 kWh/m² herangezogen werden. Bei Gebäuden unterhalb dieses Wertes kann eine Wärmepumpe i.d.R. auch ohne energetische Sanierung neben den energetischen Vorteilen auch Kostenvorteile aufweisen, und darüber sollte zunächst saniert werden. Gleichwohl möchte die im September 2021 neu gewählte Bundesregierung die wirtschaftlichen Bedingungen für Wärmepumpen verbessern. Ebenso empfiehlt die DENA-Leitstudie zur Erreichung der Klimaneutralität eine weitgehende Elektrifizierung des Wärmesektors (DENA 2021). Wärmepumpen könnten also auch kurzfristig im Bestand deutlich an Bedeutung gewinnen.

Es gibt jedoch noch weitere Einschränkungen, wo eine Wärmepumpe ggf. nur mit erhöhtem Aufwand oder gar nicht eingebaut werden kann. Hierzu zählt u.a. auch die städtebauliche Dichte. Insbesondere in stark verdichteten Quartieren kann ganz einfach der Platz fehlen, die für Wärmepumpen benötigten Außengeräte aufzustellen. Denn Luft/Wasser-Wärmepumpen benötigen einen Außengerät in dem ein Ventilator eingebaut ist, von dem u.a. auch Schall-Emissionen ausgehen. Es muss deshalb i.d.R. ein ausreichender Abstand zum Nachbargrundstück eingehalten werden. Darüber hinaus benötigen Wasser/Wasser- oder Boden/Wasser-Wärmepumpen eine unbebaute Außenfläche, in der der Wärmetauscher (z.B. Erdwärmekorb, Brunnen) installiert werden kann. In manchen Fällen ist es zwar möglich, den Brunnen im Keller des Gebäudes zu installieren, jedoch ist dies i.d.R. mit hohen Kosten verbunden und meist nur im Rahmen einer umfangreicheren Sanierung möglich. Darüber hinaus kann es bei größeren Gebäuden mit höherer Heizlast der Fall sein, dass mehrere Erdwärmesonden benötigt werden. Der hier benötigte Mindestabstand von ca. 6m zueinander und mindestens 5m zum Nachbargrundstück kann auf kleinen Grundstücken mit wenig geeigneten Standorten das Potenzial ebenso deutlich einschränken. Wärmepumpen eignen sich

deshalb vor allem für weniger dicht bebaute Quartiere und für Gebäude, die entsprechende Außenflächen aufweisen. Für die dichter bebauten Quartiere eignet sich dagegen eher der Einsatz eines Wärmenetzes (dessen Energiequelle aber auch eine Wärmepumpe sein kann).

Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren bestehen aus Kunststoffrohren, die horizontal in einer Tiefe von 80cm bis 160cm im Boden verlegt werden. Bei der Kollektortechnologie wirken sich jahreszeitliche Temperaturschwankungen in den oberflächennahen Bodenschichten nachteilig auf den Wärmeertrag aus. Die Kollektoren müssen unterhalb der lokalen Frostgrenze im Erdreich verlegt werden. Außerdem wird aufgrund der horizontalen Rohrverlegung für Erdwärmekollektoren eine größere Fläche als für Erdwärmesonden benötigt. Der Bedarf an möglichst nicht überbauten Flächen beträgt bei herkömmlichen Erdwärmekollektoren etwa das 1,5- bis 2-fache der zu beheizenden Fläche. Die benötigte Kollektorfläche beträgt nach gängigen Abschätzungen etwa 15-30 m² pro kW Heizleistung. Hierbei handelt es sich jedoch nur um eine grobe Faustregel, da die genaue Leistungsfähigkeit des Erdwärmekollektors stark von der Bodenbeschaffenheit und der tatsächlichen Betriebsstundenanzahl abhängt (bei der Nutzung zur reinen Heizungsunterstützung wird von einer jährlichen Betriebszahl von 1.800 Volllaststunden ausgegangen, erfolgt auch die Warmwasserbereitung, wird mit 2.400 Volllaststunden gerechnet).

Die spezifische Entzugsleistung beträgt laut der VDI-Richtlinie 4640 bei trockenen, nicht bindigen Böden etwa 10 W/m² bei 1.800 Volllaststunden/a (bzw. 8 W/m² bei 2.400 Volllaststunden/a), bei bindigen, feuchten Böden 20-30 W/m² (bzw. 16-24 W/m²) und bei wassergesättigten Sand- oder Kiesböden 40 W/m² (bzw. 32 W/m²). Der erwartete Wärmeertrag kann unter Annahme der jährlichen Nutzungsdauer für verschiedene Kollektorflächen berechnet werden. Abbildung 59 zeigt hierzu die durchschnittliche verfügbare Wärmeleistung für Erdkollektoren im Bereich des Untersuchungsgebietes.

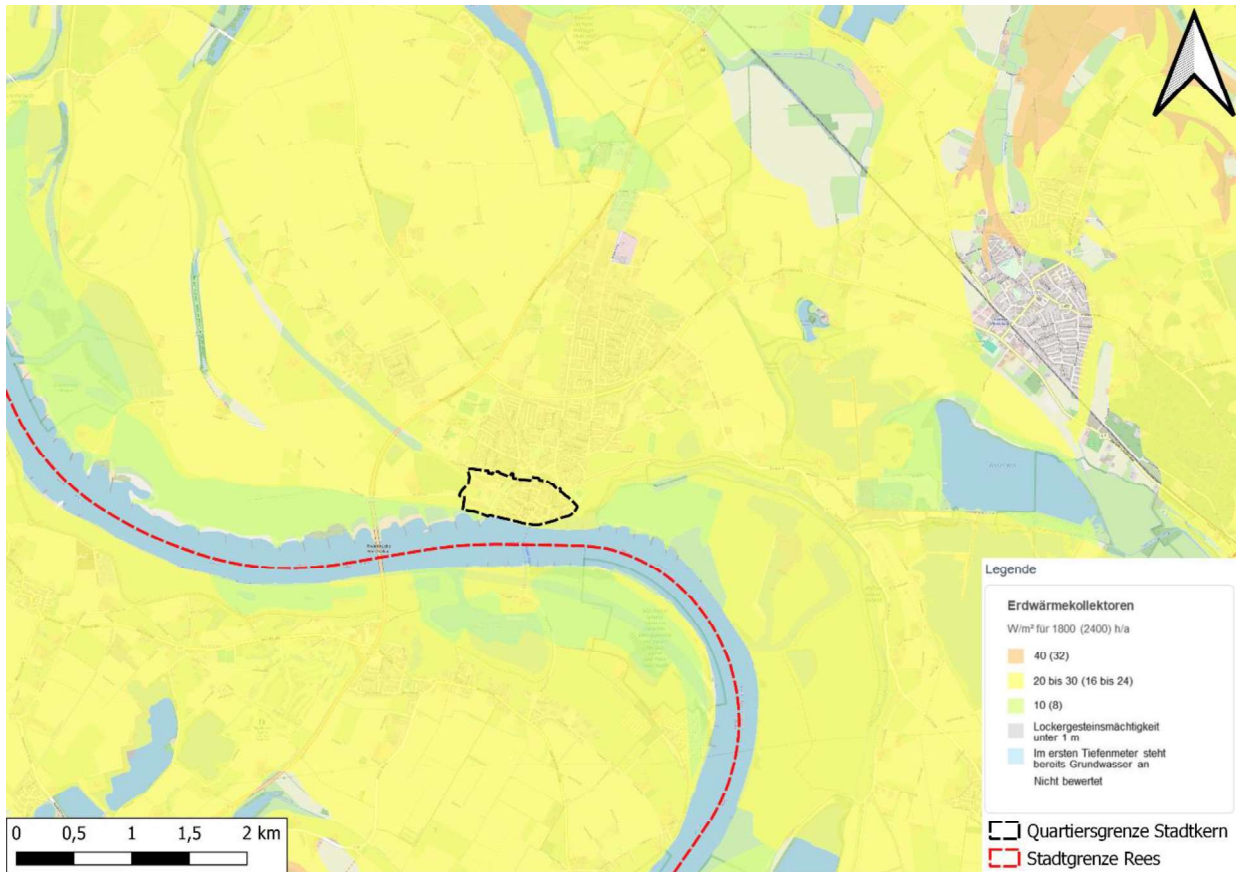


Abbildung 59 | Wärmeleitfähigkeit erdoberflächennaher Schichten (1 bis 1,5m) zur Potenzialabschätzung und Eignung von Erdwärmekollektoren (Quelle: Geologischer Dienst NRW, 2024)

Nach Abbildung 59 bewegt sich der durchschnittliche Wärmertrag im Quartier in einem Bereich zwischen 20 bis 30 W pro m² Erdkollektorfläche für 1800h Betriebsstunden im Jahr beziehungsweise zwischen 16 bis 24 W pro m² Erdkollektorfläche für 2400h Betriebsstunden. Damit ist eine grundsätzliche Eignung für Erdkollektoren gegeben, wobei aufgrund der räumlichen Struktur des Quartiers nur auf wenigen Flächen mutmaßlich in Frage kommen können. Signifikante Wärmemengen für die Einspeisung in ein mögliches Wärmenetz erfordern für Erdkollektoren einen hohen Flächenbedarf. Erdsonden eignen sich hierfür eher, die Installation ist jedoch mit relativ hohen Investivkosten verbunden.

Erdwärmesonden

Höhere Potenziale bei geringerem Flächenbedarf ergeben sich bei der Nutzung von Erdwärmesonden. In Abbildung 60 sind grafisch die erwarteten Wärmeleitfähigkeiten beim Einsatz von Erdsondenbohrungen für die Bohrtiefen von 40 bis 100m dargestellt. Höhere Wärmeleitfähigkeiten korrelieren mit einer höheren Ausbeute thermischer Energie aus dem Erdreich.

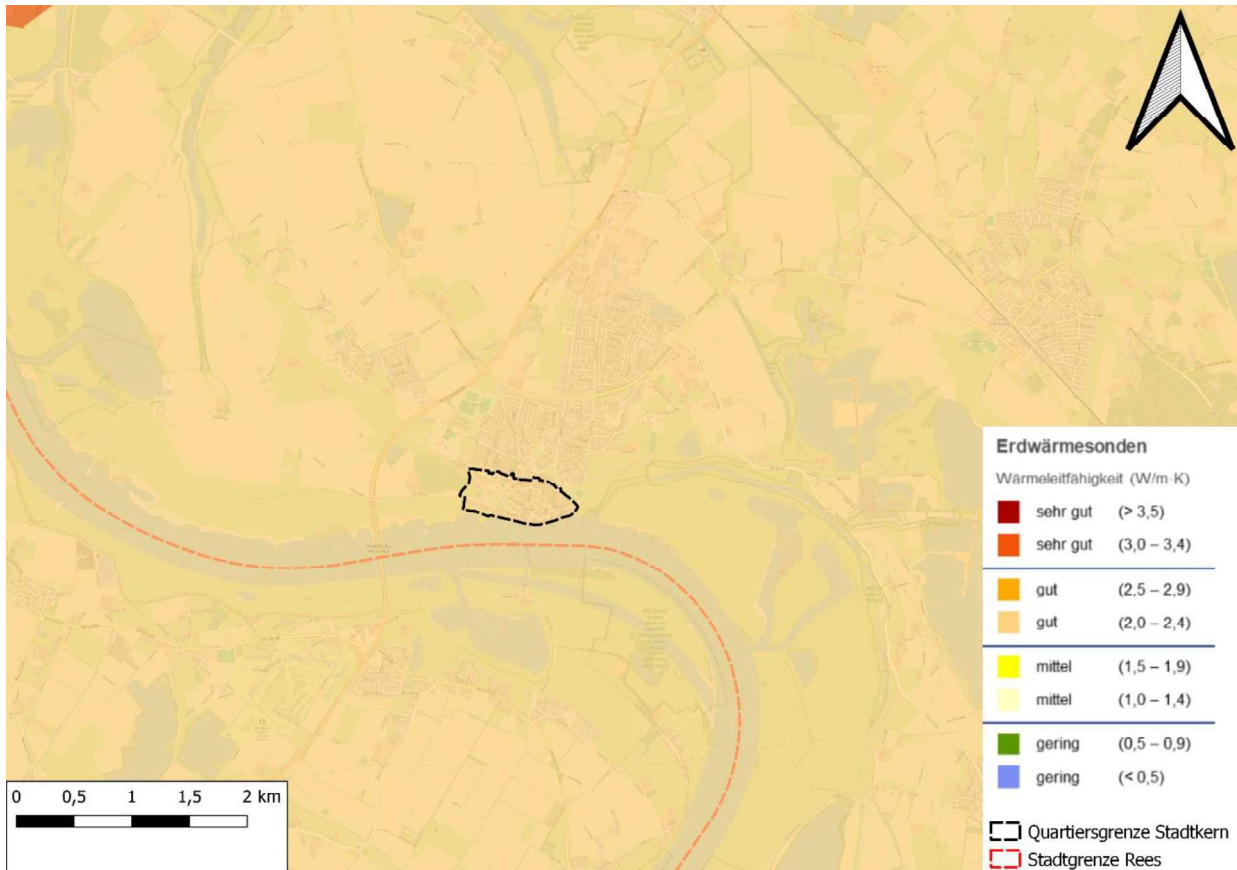


Abbildung 60 | Wärmeleitfähigkeiten oberflächennaher Schichten zur Abschätzung des geothermischen Potenzials für Erdsonden, 40 bis 100m (Quelle: Geologischer Dienst NRW, 2024)

In Tiefen von 40 bis 100m ergibt sich gemäß Abbildung 60 für den Quartiersbereich eine Wärmeleitfähigkeit des Bodens von 2,0 bis 2,4 W/m*K und wird damit gemäß der Klassifizierung als „gut“ eingestuft. Damit kann nach dieser Schätzung bis 100m die Nutzung von Erdwärmesonden im gesamten Quartiersgebiet grundsätzlich als geeignet bewertet werden. Einschränkungen aufgrund von Wasserschutzzonen liegen nach dem LANUV nicht im Quartier vor.

Mittels der Wärmeleitfähigkeit und der spezifischen Entzugsleistungen zu den in Tabelle 13 und Tabelle 14 gezeigten Richtwerte lassen sich in einer ersten Abschätzung die zu erwartenden Sondenleistungen- und Erträge verschiedener Sondentiefen abschätzen. So ergibt für eine 100m tiefe Erdsonde mit einer jährlichen Betriebsdauer von 2400h, bei einer Wärmeleitfähigkeit des Bodens von beispielsweise 2,0 W/m*K, ein jährlich durchschnittlicher Wärmertrag von 12.000 kWh. An dieser Stelle könnte beispielsweise eine Wärmepumpe die aus dem Erdreich entzogene Wärme nutzen, um diese zu Heizzwecken auf ein höheres Temperaturniveau zu heben.

Tabelle 13 | Richtwerte zur Leistungsfähigkeit von Erdwärmesonden für Wärmeleitfähigkeiten des Bodens < 1,5 W / (m*K) (Quelle: VDI 4640)

Sondentiefe	Wärmeleitfähigkeit [W/(m*K)]	Spez. Entzugsleistung [W/m]		Entzugsleistung [kW]		Jahresertrag [kWh/a]	
		1800 h	2400 h	1800 h	2400 h	1800 h	2400 h
40	< 1,5	25	20	1	0,8	1.800	1.920

60	< 1,5	25	20	1,5	1,2	2.700	2.880
80	< 1,5	25	20	2	1,6	3.600	3.840
100	< 1,5	25	20	2,5	2	4.500	4.800

Tabelle 14 | Richtwerte zur Leistungsfähigkeit von Erdwärmesonden für Wärmeleitfähigkeiten des Bodens 1,5 - 3 W / (m*K)
(Quelle: VDI 4640)

Sondenlänge	Wärmeleitfähigkeit [W/(m*K)]	Spez. Entzugsleistung		Entzugsleistung [kW]		Jahresertrag	
		1800 h	2400 h	1800 h	2400 h	1800 h	2400 h
40	1,5 – 3,0	60	50	2,4	2	4.320	4.800
60	1,5 – 3,0	60	50	3,6	3	6.480	7.200
80	1,5 – 3,0	60	50	4,8	4	8.640	9.600
100	1,5 – 3,0	60	50	6	5	10.800	12.000

Die Installation von Erdsonden zur geothermischen Nutzung beeinträchtigt die oberirdische Nutzung der Bodenflächen nur minimal. Nach der Installation können die Flächen wiederhergestellt und für verschiedene Zwecke genutzt werden. Grünflächen, Gärten oder Parks können problemlos über den Erdsonden angelegt werden, da die Bohrungen vertikal verlaufen und die oberirdische Vegetation nicht beeinträchtigen. Auch Bebauungen wie Gebäude und Straßen können errichtet werden, solange keine massiven Fundamentarbeiten erforderlich sind, die die Sonden beschädigen könnten. In landwirtschaftlichen Gebieten können die Flächen weiterhin für den Anbau von Pflanzen genutzt werden, da die Sonden tief genug im Boden liegen, um den Wurzeln aus dem Weg zu gehen. Ebenso können Spielplätze, Sportplätze und andere Freizeitanlagen auf den Flächen errichtet werden, da die Erdsonden die Nutzung dieser Bereiche nicht stören. Es ist jedoch wichtig, bestimmte baurechtliche und sicherheitstechnische Abstände einzuhalten, etwa zu Gebäuden oder unterirdischen Versorgungsleitungen. Zudem muss der Zugang zur Sondenkopfanlage für eventuelle Wartungsarbeiten gewährleistet bleiben. Insgesamt bieten Erdsonden eine flexible Nutzung der oberirdischen Bodenflächen, was sie zu einer attraktiven Option für die geothermische Energiegewinnung in allen Größenmaßstäben macht.

Im Quartier selbst können einzelne Erdsonden auf kleineren Grünflächen für die dezentrale Gebäudebeheizung einzelner Gebäude, beispielsweise in Gärten mittels nachgeschalteter Wärmepumpe, genutzt werden. Abbildung 61 zeigt eine geeignete Potenzialfläche für die Installation eines Erdsondenfeldes. Diese Fläche wurde als geeignet bewertet, da sie sich in kommunaler Hand befindet und zum Zeitpunkt der Konzepterstellung nicht als Landschaftsschutzgebiet oder Überschwemmungsfläche festgelegt wurde. Die verfügbare Flächengröße ermöglicht zudem eine potenziell signifikante Wärmeeinspeisung in ein zukünftiges Wärmenetz.



Abbildung 61 | Mögliche Potenzialfläche (in kommunaler Hand) außerhalb des Quartiers (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Unter der Annahme, dass Erdsonden in einem Abstand von jeweils 7m oder 10 Meter Abstand voneinander bei einer Tiefe von 100 Metern auf den in Abbildung 61 dargestellten Flächen installiert werden, ergeben sich unter Anwendung der Kennwerte nach VDI 4640 die folgenden erwarteten Umweltwärmeerträge in Tabelle 15 und Tabelle 16:

Tabelle 15 | Ertragsabschätzung der Potenzialflächen bei flächiger Installation oberflächennaher Erdsonden gemäß VDI 4640 für einen 10m Abstand

Flächen-ID	Wärmeleitfähigkeit Boden 100m Tiefe [W/m*K]	Flächengröße [m ²]	Installierbare Erdsonden 100m Tiefe; 10m Abstand	Ertrag nach VDI 4640; 2400h [kWh /a]
1	2,0 bis 2,4	46.777	582	6.984.000

Tabelle 16 | Ertragsabschätzung der Potenzialflächen bei flächiger Installation oberflächennaher Erdsonden gemäß VDI 4640 für einen 7m Abstand

Flächen-ID	Wärmeleitfähigkeit Boden 100m Tiefe [W/m*K]	Flächengröße [m ²]	Installierbare Erdsonden 100m Tiefe; 7m Abstand	Ertrag nach VDI 4640; 2400h [kWh /a]
1	2,0 bis 2,4	46.777	1.188	14.256.000

Das Temperaturniveau der geothermischen Umweltwärme in diesen Tiefen reicht nicht aus, um direkt zu Heizzwecken für einen älteren Gebäudebestand genutzt werden zu können. An dieser Stelle würde eine Wärmepumpe unter Zuwendung zusätzlicher Antriebsenergie die Umweltenergie nutzen, um den Heizwärmebedarf auf

dem nötigen Temperaturniveau bereitzustellen. Nimmt man eine typische JAZ von 3 für Erdwärmepumpen an, so ergibt sich das in Tabelle 17 mögliche Heizwärmepotenzial:

Tabelle 17 | Prognose des Wärmepumpenpotenzials für die berechneten Umweltwärmerträge für einen 10m Sondenabstand

Berechneter Umweltwärmeertrag; 10m Sondenabstand [kWh /a]	Annahme JAZ	Berechnetes Heizwärmepotenzial [kWh /a]
6.984.000	3	10.476.000

Bei einem Sondenabstand von 10m wäre eine alleinige Quartiersversorgung möglich. Reduziert man den Abstand der Sonden auf 7m zueinander und erhöht damit folglich die Anzahl der installierbaren Sonden, so ergibt sich das folgende Heizwärmepotenzial in Tabelle 18:

Tabelle 18 | Prognose des Wärmepumpenpotenzials für die berechneten Umweltwärmerträge für einen 7m Sondenabstand

Berechneter Umweltwärmeertrag; 7m Sondenabstand [kWh /a]	Annahme JAZ	Berechnetes Heizwärmepotenzial [kWh /a]
14.256.000	3	21.384.000

Die Berechnung soll zeigen, dass auf den gezeigten Flächen in Abhängigkeit der Sondenanzahl eine Wärmeversorgung durch Erdsonden für das Quartier theoretisch möglich wäre. Der Ertrag des Sondenfeldes wird hierbei maßgeblich durch Bodenparameter wie Wärmeleitfähigkeit, Bodentemperatur, Bodenfeuchte, Wärmekapazität und Homogenität beeinflusst. Diese Faktoren bestimmen die Effizienz der Wärmeübertragung und damit die Leistungsfähigkeit der Wärmepumpe. Bei der Nutzung von Flächen mit Erdwärmesonden ist zudem die Zeit für die Regeneration der Sonden zu beachten. Wenn Gebäude mit Erdwärmesonden beheizt werden oder ein Wärmenetz über ein Feld von Erdwärmesonden versorgt wird, entziehen die Sonden dem Boden Wärme. Dies geschieht aufgrund der begrenzten Wärmeleitfähigkeit des Bodens jedoch nur langsam. Dadurch kühlt der Boden um jede Sonde herum ab, was die Effizienz der Anlage beeinträchtigen kann. Daher sollte bei der Planung solcher Flächen die Regeneration des Bodens berücksichtigt werden. Maßnahmen wie größere Abstände zwischen den Sonden, festgelegte Ruhezeiten und die Speicherung von Wärme in Zeiten mit geringem Wärmebedarf im Sommer tragen dazu bei, dass der Boden sich regenerieren und seine Wärmeleistung aufrechterhalten kann.

Die hier berechneten Erträge stellen lediglich Richtwerte dar und ersetzen keine energetische Versorgungssimulation, die nach VDI 4640 für eine belastbare Auslegung und Dimensionierung eines solchen Wärmeversorgungssystems vorausgesetzt wird und die zuvor benannten Parameter und Gegebenheiten berücksichtigt.

Mitteltiefe und Tiefe Geothermie

Daten zur Einschätzung der Wärmeleitfähigkeit des Bodens für in Tiefen bis zu 1000m liegen für Rees beziehungsweise für das Quartier vor und sind in Abbildung 62 dargestellt.



Abbildung 62 | Wärmeleitfähigkeit des Bodens bei Rees in einer Tiefe ab 100m bis 1000m (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

In diesen Tiefen ergibt sich damit für den östlichen Quartiersbereich eine Wärmeleitfähigkeit des Bodens von 2,5 bis 2,9 W/m*K und wird damit gemäß der Klassifizierung als „gut“ eingestuft. Damit kann nach dieser Schätzung bis 1000m die Nutzung von Erdwärmesonden im gesamten Quartiersgebiet grundsätzlich ebenfalls als geeignet bewertet werden. Da das Temperaturniveau des Bodens mit steigender Tiefe zunimmt, könnten die in Tabelle 17 und Tabelle 18 berechneten Wärmerträge bei gleichbleibendem Flächenbedarf noch wesentlich höher ausfallen, wobei dies über geothermische Probebohrungen weiter verifiziert werden sollte.

Daten zu Wärmeleitfähigkeiten für Tiefen über 1000m bzw. in Tiefen von mehreren Kilometern liegen seitens des geologischen Dienstes NRW für das Quartier beziehungsweise das umliegende Gebiet nicht vor. Damit kann nach diesem Kenntnissstand keine Einschätzung zur Nutzung petrothermaler bzw. hydrothermaler Geothermie gegeben werden. Ob ein Gebiet zur Nutzung hydrothermaler Geothermie geeignet ist, muss mittels seismischer Messungen und Probebohrungen geprüft werden. Kann hydrothermale Geothermie technisch-wirtschaftlich erschlossen werden, so können sehr hohe Wärmeerträge auf hohem Temperaturniveau gewonnen werden, die für eine direkte Gebäudebeheizung, oder Einspeisung in ein Wärmenetz genutzt werden können.

Es muss berücksichtigt werden, dass Erdwärme ein Bodenschatz ist. Ab Bohrtiefen über 100m wird eine bergbaurechtliche Aufsuchungserlaubnis benötigt, die bei der jeweiligen Bezirksregierung einzuholen ist und deren Antragsstellung zum aktuellen Zeitpunkt durchaus 3 bis 5 Jahre betragen kann. Die Einbringung von Erdwärmesonden bis zu Tiefen von 100m kann Restriktionen unterliegen, wenn das Gebiet der Bohrung in einer Wasserschutzzone oder einem Heilquellenschutzgebiet liegt. Den Daten des LANUV zufolge befinden sich im und unmittelbar um das Quartiersgebiet keine wasserschutzkritischen Bereiche. Vor einer Bohrung bzw. Einbringung einer Sonde in das Erdreich sollte jedoch unabhängig davon, ob eine Wasserschutzzone vorliegt, die generelle Erlaubnis bei der unteren Wasserbehörde eingeholt werden. Für die Erschließung mittel-/tiefegeothermischer Nutzung gilt, dass gemäß Abbildung 63 in jedem Fall zuvor eine Aufsuchungserlaubnis einzuholen ist.

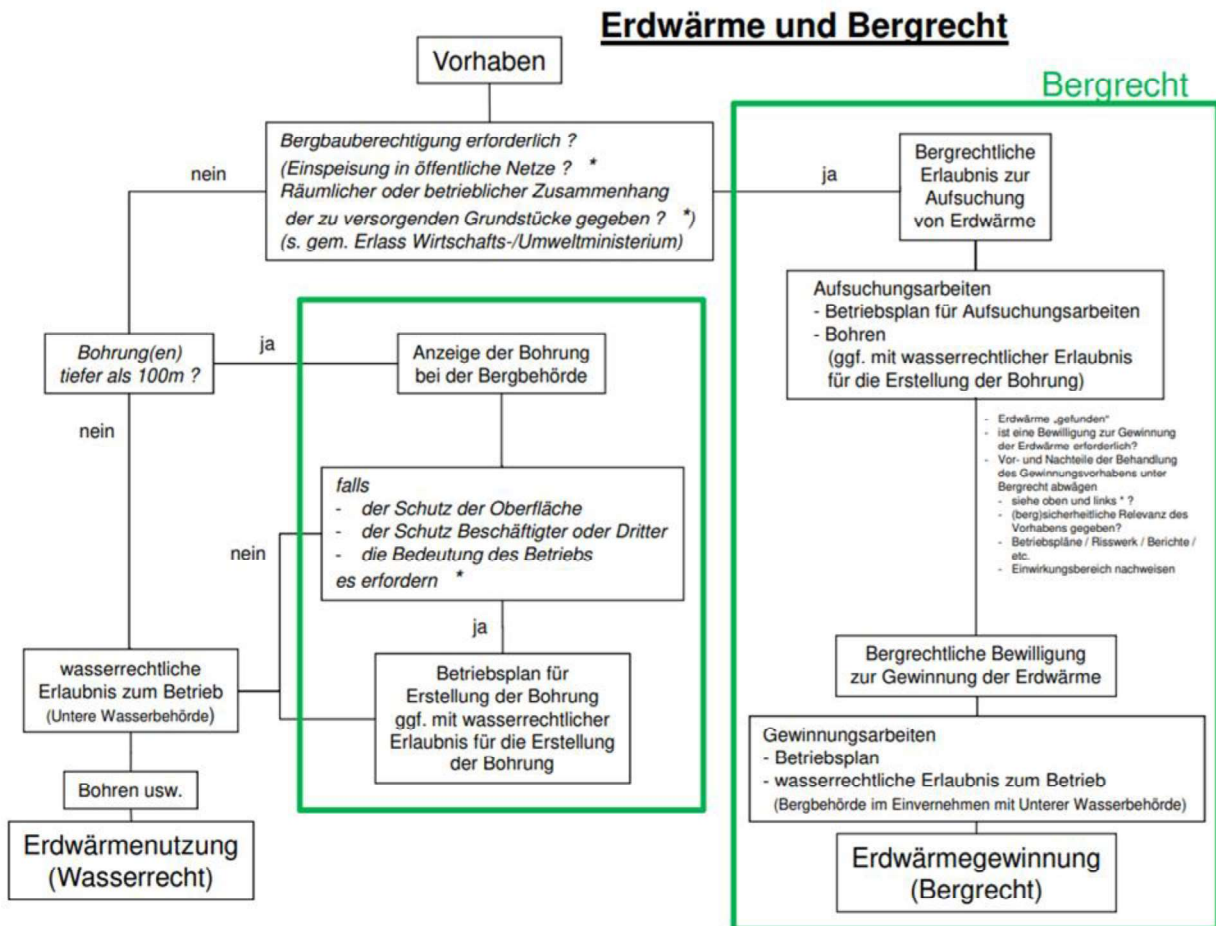


Abbildung 63 | Rechtliche Anforderungen an Geothermie-Vorhaben (Quelle: BRA; 2023)

Kostenabschätzung für Erdwärmesonden

Die Kosten für die Nutzung von Erdwärme variieren abhängig vom Hersteller, Standort und der geplanten Bohrtiefe. Trotz dieser Variabilität lassen sich grobe Kostenschätzungen vornehmen. Diese basieren auf Informationen von einem der führenden Hersteller von Erdwärmepumpen und sind in Tabelle 19 dargestellt:

Tabelle 19 | Investivkosten für geothermische Sonden im Vergleich

Kostenart	Oberflächennahe Geothermie (bis 100m)		Tiefe Geothermie (bis 1.000m)
	Erdsonde	Erdwärmekollektor	Tiefe Erdwärmesonde
Bohrung/ Grabmeter	50 – 100€ pro Bohrmeter	25 – 50€ pro Grabmeter	50 – 100€ pro Bohrmeter
Installation	In Bohrungskosten inbegriffen	In Grabungskosten inbegriffen	In Bohrungskosten inbegriffen
Anschaffung Erdwärmepumpe	12.000-14.000€ pro Heiztechnik	12.000-14.000€ pro Heiztechnik	12.000-14.000€ pro Heiztechnik
Jährliche Kosten (Betrieb und Installation der Erdwärmepumpe)	850 – 1.100€	850 – 1.100€	850 – 1.100€

Folglich ist der Anschaffungspreis einer Erdwärmepumpe höher im Vergleich zu Luft-Wärmepumpen. Hinzu kommen die Kosten für Bohrungen oder Grabungen zur Erschließung der Wärmequelle. Dennoch sind die Betriebskosten mit 850 bis 1.100€ vergleichsweise niedrig.

7.4.4. Abwasserpotential

Abhängig von den standortspezifischen Gegebenheiten kann Abwasser theoretisch an verschiedenen Stellen im Abwassersystem zur Wärmerückgewinnung entnommen werden. Dies kann im Zulauf, an einem Punkt innerhalb der Kläranlage oder im ausgehenden Abfluss der Kläranlage geschehen.

Zur Wärmeentnahme werden üblicherweise Wärmetauscher verwendet. Diese können direkt im Kanal als sogenannte Rinnenwärmetauscher installiert werden, die vom Abwasser durchströmt werden. Eine weitere Option besteht darin, Abwasserrohre mit einem Wärmetauscher zu ummanteln, wobei die Wärme sowohl vom Abwasserrohr als auch von der umgebenden Erdwärme genutzt wird. Solche Wärmetauscher können ab einem Rohrdurchmesser von 400mm eingebaut werden. Ein Trockenwetterabfluss von mindestens 12 bis 15 Litern pro Sekunde wird als Richtwert für eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Nutzung der Abwasserwärme angesehen und ist typischerweise in Gemeinden mit mindestens 3.000 Einwohnern erreichbar.

Eine weitere Option ist der Einsatz von Bypass-Systemen. Dabei wird Abwasser aus dem Rohr entnommen und direkt zu einem externen Wärmetauscher oder einer Wärmepumpe geleitet. Auf diese Weise lassen sich Einschränkungen durch den Durchmesser des Kanalrohrs umgehen. Allerdings sind diese Systeme im Vergleich zu integrierten Lösungen im Rohrkanal mit höheren Investitionskosten verbunden. Die Berechnung der Wärmeleistung erfolgt mit der folgenden Gleichung:

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T$$

\dot{Q}	Wärmeleistung	$[kW]$
c_p	spezifische Wärmekapazität mit 4,18 kJ / (kg* K)	$\left[\frac{kJ}{(kg * K)}\right]$
ΔT	Temperaturdifferenz	
\dot{V}	Volumenstrom	$[l/s]$
ρ	Stoffdichte	$[kg/l]$

Die Multiplikation der Wärmeleistung mit einer Stundenanzahl gibt die thermische Arbeit in kWh zurück:

$$Q = \dot{Q} * t$$

Q	Wärmearbeit	$[kWh]$
t	Zeit	$[h]$

Die theoretische Wärmemenge ergibt sich aus einem minimal konstanten Abwasserdurchfluss, dem sogenannten Minimalfluss, sowie der nutzbaren Temperaturdifferenz des Abwassers. Im Zulauf einer Kläranlage ist die entnehmbare Temperaturdifferenz durch den Betrieb der nachgeschalteten Anlage begrenzt. Eine dauerhafte Abkühlung des Abwassers durch Wärmeentnahme kann die Leistung der biologischen Reinigungsstufe beeinträchtigen. In der Regel ist eine Temperaturabsenkung um bis zu 0,5K im Zulauf der Kläranlage möglich, ohne eine umfassendere Untersuchung durchzuführen, solange die monatlich durchschnittliche Wassertemperatur von Dezember bis Februar nicht unter 10 °C sinkt. Im Sommer wird die Wärmeentnahme aufgrund der höheren Wassertemperaturen allgemein als unkritisch betrachtet.

In Rees hat die DSK eine Potenzialberechnung am Ablauf des Abwasserpumpwerks durchgeführt. Informationen zu Durchflüssen und Gewässertemperaturen an anderen Stellen im Abwassersystem wurden beim Abwasserbehandlungsverband Kalkar-Rees angefordert. Hierbei wurde mitgeteilt, dass die Erfassung von Durchflüssen und Temperaturdaten des Abwassers ausschließlich am Eingang der Kläranlage erfolgt. Abbildung 64 zeigt die Abwasserleitungen in Rees sowie die Leitung zur gegenüberliegenden Kläranlage Kalkar-Hönnepel.

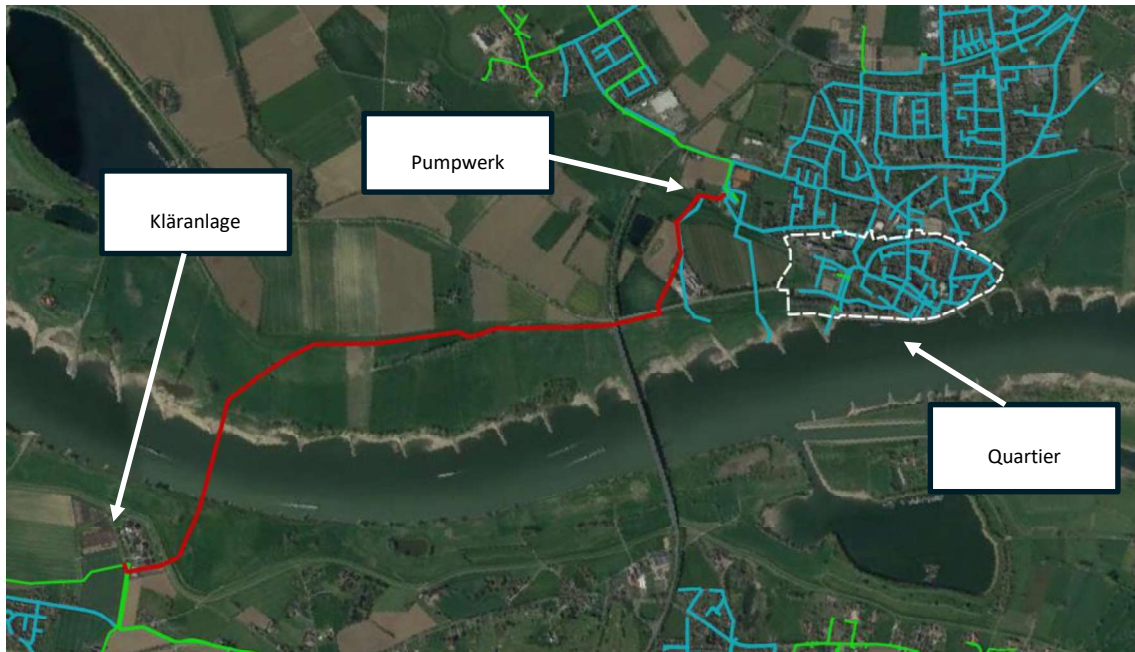


Abbildung 64 | Abwasserleitungen in Rees (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Darstellung)

Die blauen Leitungen stellen Freigefälleleitungen und die grünen Leitungen Druckleitungen dar in. Die rot markierte Linie stellt die Druckleitung zwischen dem Pumpwerk und des Klärwerks auf der westlichen Rheinseite dar.



Abbildung 65 | Verlauf der zum Pumpwerk laufenden Abwasserleitungen (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Darstellung)

Nach Abbildung 65 wird das in Rees anfallende Abwasser beim Ankommen zum Trennbauwerk zunächst im Sammelumpwerk zwischengespeichert. Sobald ein bestimmter Füllstand erreicht ist, wird das Abwasser über eine Druckrohrleitung weitergeleitet. Für die Jahre 2019 bis 2023 konnten Daten zu Wassermengen und Temperaturen in einer viertelstündlichen Auflösung erhalten und analysiert werden.

Analyse der Gewässertemperaturen

Für die thermische Nutzung des Abwassers wird eine kritische Grenztemperatur von 10 °C festgelegt. Analog zur Analyse der Flusswassertemperaturen wird der durchschnittliche Temperaturwert des Abwassers anhand der viertelstündlichen Mittelwerte berechnet.

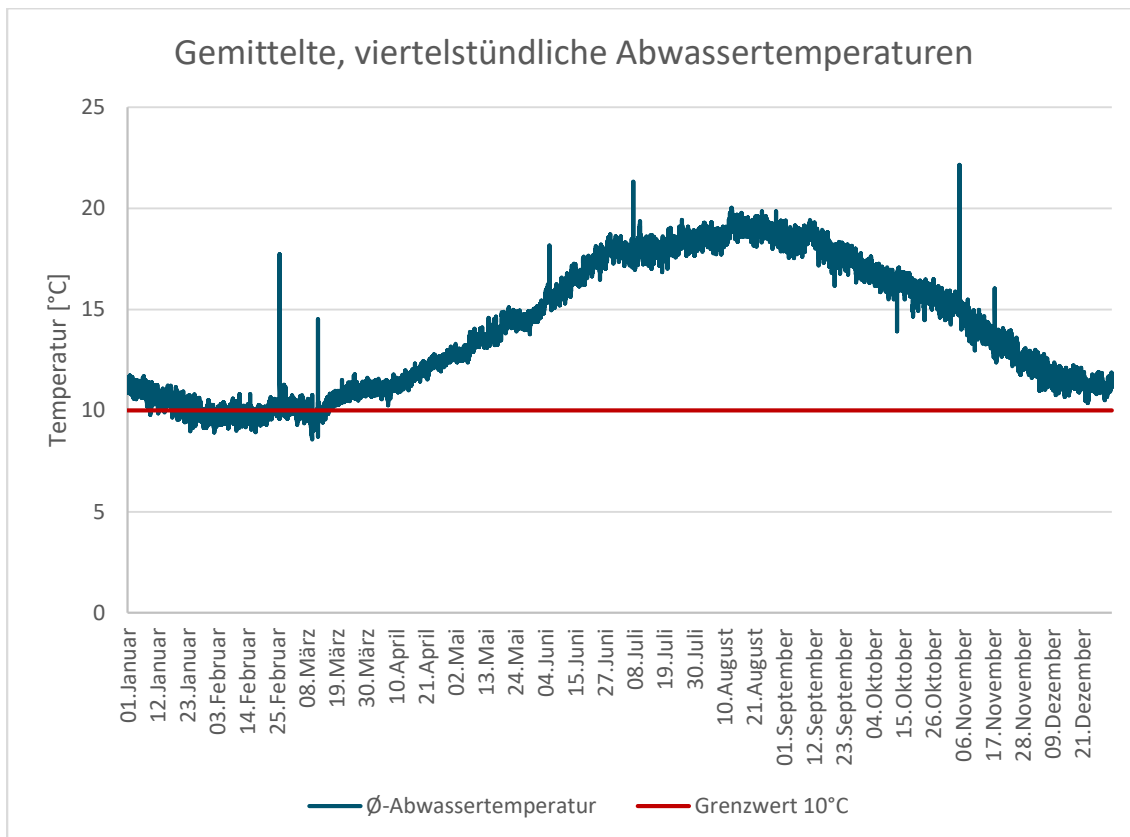


Abbildung 66 | Gemittelte Abwassertemperatur des ankommenden Wassers bei der Kläranlage (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Berechnung und Darstellung)

Aus Abbildung 66 wird ersichtlich, dass zu Beginn und Ende des Jahres mit einem Rückgang der durchschnittlichen Wassertemperatur zu rechnen ist. Ab etwa März steigt die Abwassertemperatur kontinuierlich an, bis sie ab September wieder zu sinken beginnt. Ein konstant hohes Temperaturniveau, das im Vergleich zum restlichen Jahr auffällt, wird von Juni bis etwa Ende August erreicht. Die niedrigsten Abwassertemperaturen treten im Zeitraum von Januar bis Ende Februar auf. Die eingezeichnete Grenzwertlinie zeigt außerdem, dass die Abwassertemperatur zwischen Januar und Februar häufig unter 10 °C liegt.

Analyse der Durchflussmengen

Für die Berechnung des theoretischen Abwasserwärmepotenzials werden neben den Temperaturdaten auch die minimalen Durchflussmengen benötigt, die in den Kanalrohren vorliegen. Wie bereits erwähnt, werden die Abwassermengen nur am Zulauf der Kläranlage erfasst, die vom Abwasserpumpwerk ankommen. Da lediglich Daten zu Temperaturen und Durchflüssen am Eingang der Kläranlage zur Verfügung stehen, können nur diese genutzt werden, um das theoretische Abwasserwärmepotenzial zu bestimmen.

Aus den Datensätzen der Jahre 2019 bis 2023 wurde der Mittelwert der täglich anfallenden Durchflussmengen berechnet und in Abbildung 67 dargestellt. Dies gibt einen Überblick über den saisonalen Verlauf der täglich anfallenden Durchflüsse. Über das Jahr hinweg liegt der durchschnittliche tägliche Durchfluss bei etwa 46 Litern pro Sekunde.

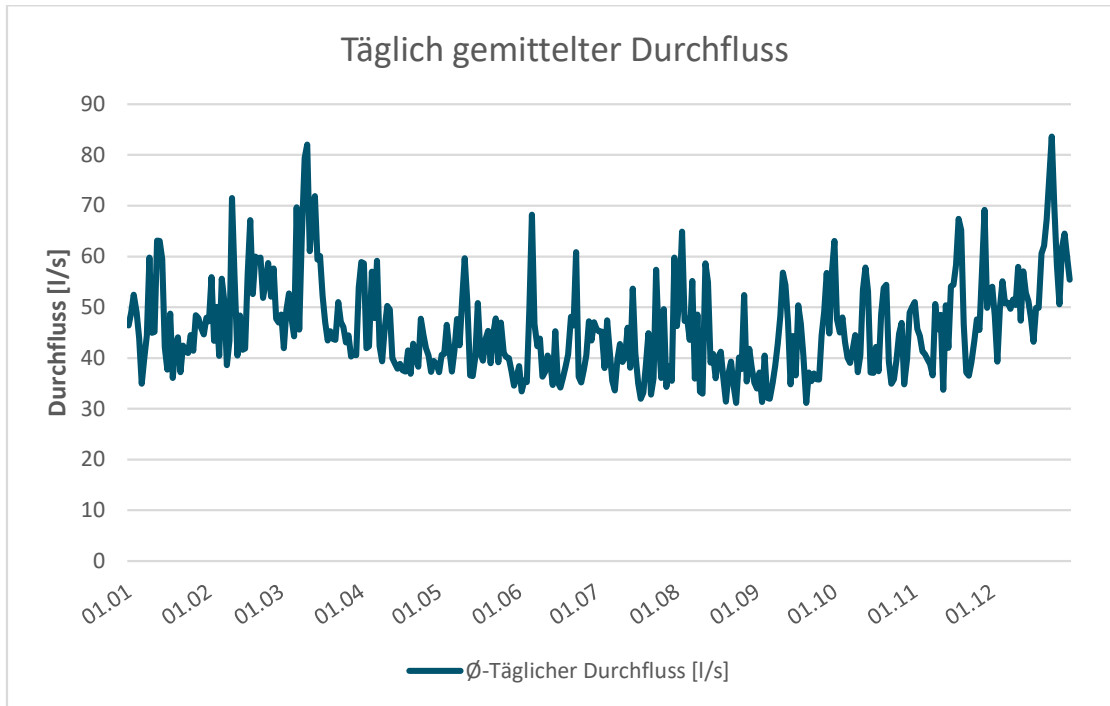


Abbildung 67 | Gemittelter Durchfluss des ankommenden Wassers bei der Kläranlage (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Berechnung und Darstellung)

Basierend auf den täglich gemittelten Durchflussmengen wäre eine konstante Wärmeentnahme durch den kontinuierlichen Abfluss an den Kanalrohren am Ausgang des Pumpwerks theoretisch möglich. Diese Annahme berücksichtigt jedoch nicht die tatsächliche Durchflusssituation. Aus den Datensätzen zu den realen Durchflussverhältnissen wurde ersichtlich, dass teilweise über mehrere Stunden kein Wasser zur Kläranlage gefördert wird. Laut Angaben des Abwasserbehandlungsverbands erfolgt die Weiterleitung des Abwassers erst, wenn ein bestimmter Füllstand im Pumpwerk erreicht ist. Inwiefern diese Umstände eine Einschränkung für eine Wärmenutzung darstellen, wird nachgehend beschrieben.

Berechnung des Abwasser-Potenzials

Wie bereits erläutert, kann das theoretische Wärmepotenzial auf Grundlage der dauerhaft verfügbaren Abflussmenge und der zulässig entnehmbaren Temperaturdifferenz berechnet werden. Diese minimale Abflussmenge wird anhand der täglich gemittelten Durchflussmengen ermittelt. Zur Einschätzung des allgemeinen Wärmepotenzials wurde eine täglich gemittelte Abwassertemperatur sowie ein täglich gemittelter Durchflusswert aus den Datensätzen der Jahre 2019 bis 2023 verwendet, um die durchschnittliche tägliche Wärmeleistung zu bestimmen. Die täglich gemittelten Abwassertemperatur ist in Abbildung 68 dargestellt.

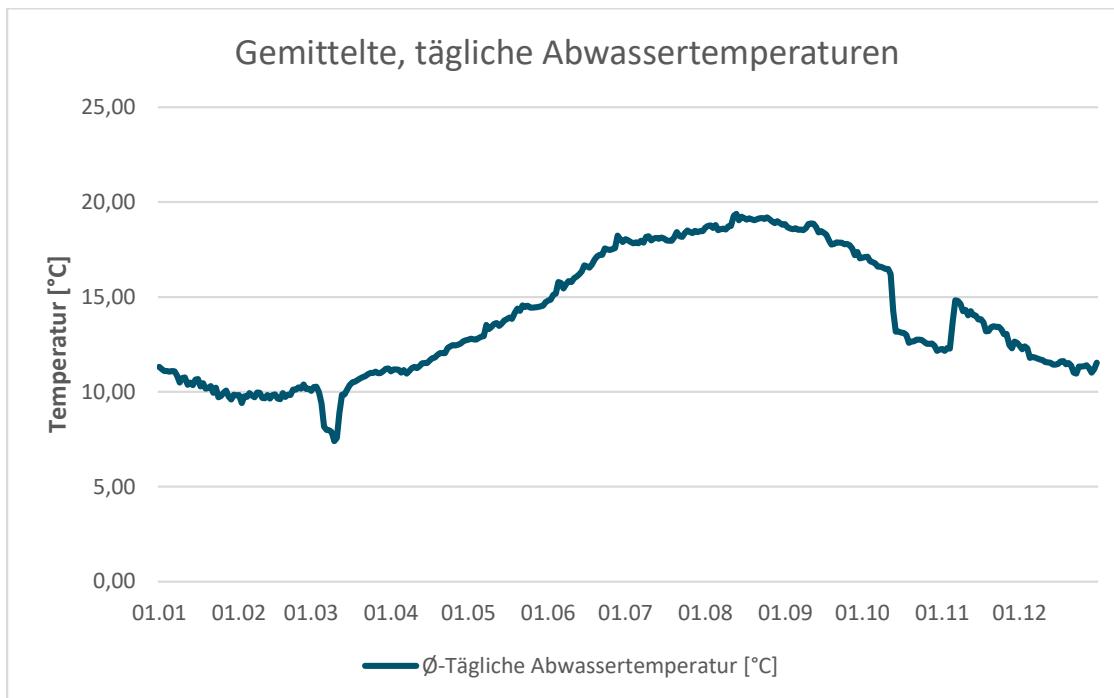


Abbildung 68 | Täglich gemittelte Abwassertemperatur (Quelle: Stadt Rees, DSK eigene Berechnung und Darstellung)

Von Januar bis März fällt die durchschnittliche Abwassertemperatur an mehreren Tagen im Jahr unter 10°C. An diesen Tagen wird im Rahmen der Potenzialberechnung davon ausgegangen, dass das Abwasser keine nutzbare Wärmeleistung zur Verfügung stellt, um die Funktionsfähigkeit der nachgeschalteten Kläranlage zu gewährleisten. Unter Verwendung der zuvor gezeigten Gleichung zur Berechnung der Wärmearbeit für Abwasser ergeben sich die folgenden Abwasserwärmepotenziale in Abbildung 69.

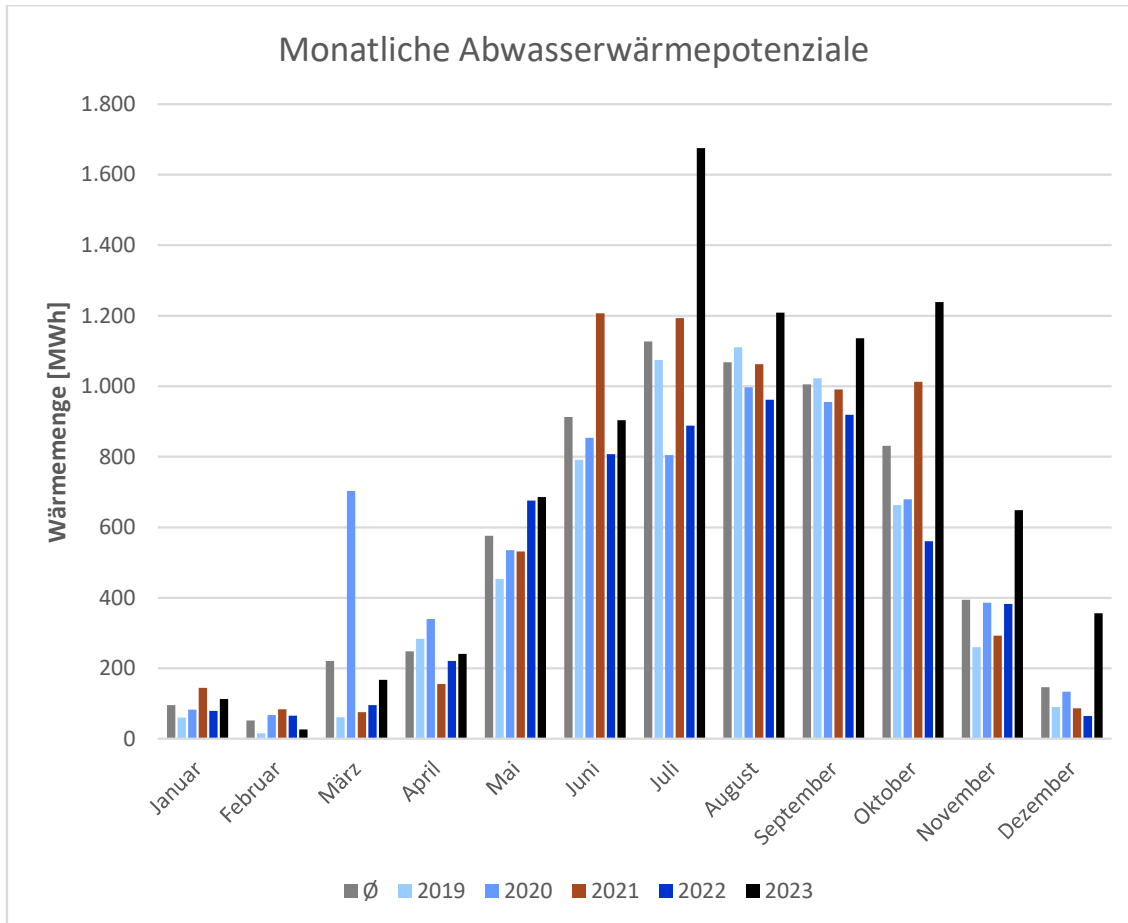


Abbildung 69 | Berechnete Abwasserwärmepotenziale (Quelle: DSK)

Abbildung 69 veranschaulicht die monatlichen Wärmemengen für die einzelnen Jahre sowie den Mittelwert, der aus den Jahresdatensätzen berechnet wurde. In allen Jahren ist erkennbar, dass die höchsten Wärmepotenziale in den Sommermonaten auftreten, während diese ab Oktober wieder abnehmen, bevor im Februar die durchschnittlich niedrigsten Abwasserwärmepotenziale erreicht werden. Besonders auffällig ist, dass das Jahr 2023 im Vergleich zu den anderen Jahren ein deutlich höheres Wärmepotenzial aufwies. Dies lässt sich dadurch erklären, dass in den Datensätzen eine höhere Abwassermenge durch das Pumpwerk gefördert wurde. Eine plausible Ursache hierfür könnte ein vermehrtes Auftreten von ergiebigen Regenereignissen sein. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit gilt 2023 in Nordrhein-Westfalen als das niederschlagreichste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen.

Vergleich mit dem monatlichen Wärmebedarf

Abbildung 70 stellt den Vergleich der monatlich berechneten Abwasserwärmepotenziale mit dem in Kapitel 4 ermittelten Quartierswärmebedarf dar. Separat wird der Warmwasserbedarf des Quartiers aufgeführt.

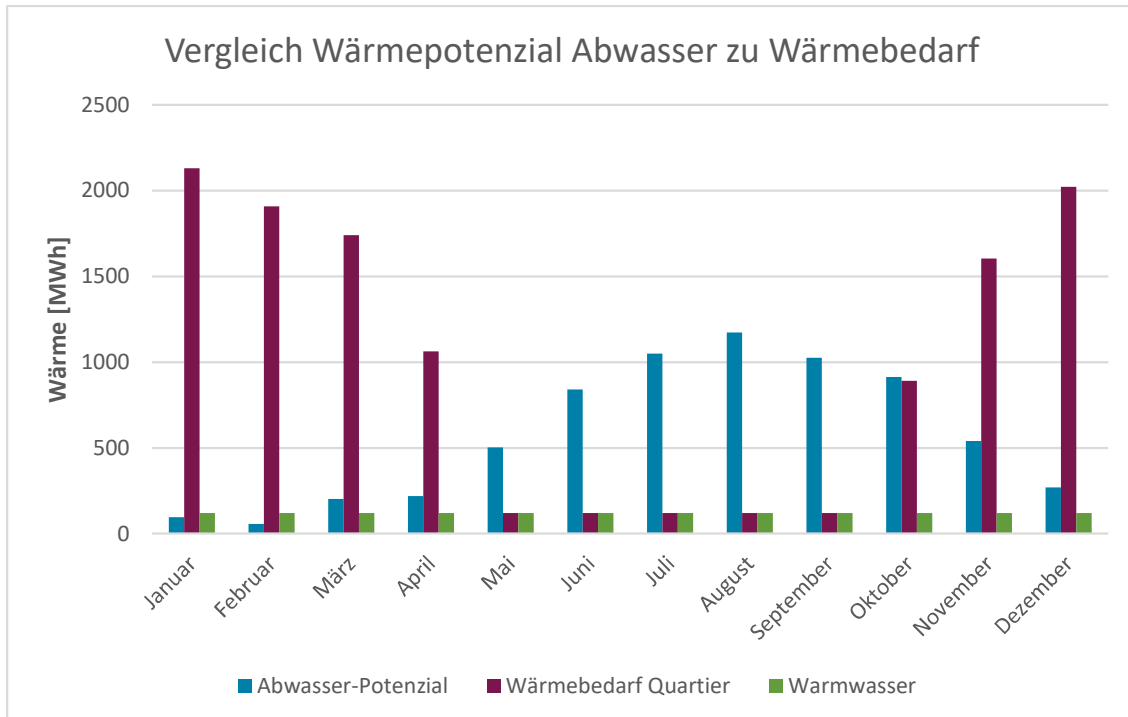


Abbildung 70 | Vergleich des berechneten Abwasserpotenzials mit dem Wärmebedarf im Quartier (Quelle: DSK GmbH)

Abbildung 70 zeigt die in Tabelle 20 dargestellte Gegenüberstellung der Abwasserwärmepotenziale und des Wärmebedarfs im Quartier, indem die monatlichen Bedarfe des Quartiers sowie die entsprechenden Wärmepotenziale aufgeführt sind.

Tabelle 20 | Hinterlegte Daten zu Abbildung 70

Monat	Wärmebedarf im Quartier [MWh]	Davon Warmwasser [MWh]	Wärmepotenzial Abwasser [MWh]
Januar	2.131	119	96
Februar	1.909	119	52
März	1.741	119	221
April	1.063	119	248
Mai	119	119	576
Juni	119	119	913
Juli	119	119	1.127
August	119	119	1.068
September	119	119	1.005
Oktober	891	119	831
November	1.605	119	394
Dezember	2.022	119	146

Es ist erkennbar, dass das verfügbare Abwasserwärmepotenzial im Jahresverlauf zum Wärmebedarf entgegengerichtet verläuft. Konkret bedeutet dies, dass bei steigendem Monatswärmebedarf im Quartier die verfügbare Wärme immer weiter abnimmt. Außerhalb der Heizperiode entspricht der Wärmebedarf dem Warmwasserbedarf (TWW-Bedarf), da keine Raumwärme benötigt wird. Eine wesentliche Ursache für den kontinuierlichen Rückgang des Wärmebedarfs während der Heizperiode ist der sinkende Durchschnitt der Abwassertemperaturen. Zwischen September und Oktober werden laut die höchsten Abwassertemperaturen im Vergleich zu den restlichen Jahreszeiträumen erreicht, während im Februar und März die kältesten Abwassertemperaturen verzeichnet werden. In diesen kalten Perioden sinken die Wassertemperaturen teils unter 10°C, wodurch an einigen Tagen keine Wärmenutzung möglich ist, um eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit der nachgeschalteten Kläranlage zu vermeiden.

Der Vergleich der Jahre zeigt zudem eine erhebliche Volatilität der Wärmepotenziale von Jahr zu Jahr. Dies bedeutet, dass das Abwasserpotenzial nicht zuverlässig vorhergesagt werden kann. Es wird zudem prognostiziert, dass durch den fortschreitenden Klimawandel die Häufigkeit von Dürreereignissen in Deutschland zunehmen wird. Dies könnte indirekt zu einer Abnahme des Abwasserwärmepotenzials führen, da aufgrund reduzierter Niederschläge in den Abwasserkanälen künftig weniger Wasser in den Kanälen anfallen könnte.

Ebenfalls ist aufgrund des unbeständigen Pumpverhaltens eine Wärmeentnahme am direkten Ablauf des Abwasserpumpwerks nicht möglich. Dies liegt daran, dass zunächst ein bestimmter Pegelstand im Sammelwerk erreicht werden muss, bevor das Abwasser zur Kläranlage gefördert wird. Diese Problematik könnte jedoch umgangen werden, wenn ein Wärmetauscher an Stellen des Abwasserkanalnetzes installiert wird, an denen ein konstanter Wasserdurchfluss vorhanden ist. Hier stellt sich jedoch die Herausforderung, dass eine präzise Berechnung oder Messung der Durchflussmengen in den einzelnen Abwasserkanälen erforderlich ist, um dies sicherzustellen. Ein weiterer Aspekt ist, dass das berechnete Wärmepotenzial noch keine potenziellen Wärmeverluste bei der Umwandlung und dem Transport der Wärme zur Nutzung berücksichtigt. Diese Verluste könnten das theoretische Potenzial weiter einschränken.

Die Analyse der Durchflussmengen und des Temperaturniveaus ermöglicht eine grobe Einschätzung des verfügbaren Wärmepotenzials aus Abwasser. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass dieses Potenzial potenziell ganzjährig zur Deckung des Trinkwarmwasserbedarfs (TWW) genutzt werden könnte, sofern es bei Bedarf verfügbar ist. Mögliche Versorgungslücken könnten durch Wärmespeicher oder alternative Erzeugungssysteme überbrückt werden. Allerdings sind die berechneten Potenzialmengen als Richtwerte zu betrachten, da verschiedene Faktoren die Zuverlässigkeit und Planbarkeit der Wärmeentnahme beeinflussen. Zu diesen Faktoren zählen das unbeständige Pumpverhalten, resultierende Durchflussschwankungen und klimabedingte Variationen. Zudem muss bei der technischen Auslegung sichergestellt werden, dass die Wärmeentnahme den Betrieb der nachgeschalteten Kläranlage nicht beeinträchtigt. Diese Aspekte unterstreichen die Notwendigkeit einer sorgfältigen Planung und präzisen technischen Umsetzung für eine effektive Nutzung des Abwasserwärmepotenzials. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für eine belastbarere Auslegung der Abwasserwärmenutzung weitere Messdaten notwendig sind.

7.4.5. Flusswasserpotential

Flusswasser stellt eine mögliche Wärmequelle dar, da es aufgrund seines kontinuierlichen Durchflusses eine rasche Regeneration ermöglicht. Diese natürliche Strömung sorgt dafür, dass stets wärmeres Wasser nachfließt. Zudem weisen die Temperaturen von Fließgewässern im Vergleich zur Außenluft geringere Schwankungen sowohl im Tages- als auch im Jahresverlauf auf. Zur Nutzung des thermischen Flusswasserpotenzials werden (Groß)-Wärmepumpen eingesetzt, da das Temperaturniveau von Fließgewässern zur Wärmeversorgung in Bestandsgebäuden in der Regel zu gering ist. Wärmepumpensysteme zur Nutzung von Oberflächengewässern können grundsätzlich in offene und geschlossene Systeme eingeteilt werden. Die Funktionsweise der offenen Systeme ähnelt der Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle.

In offenen Systemen wird das Flusswasser über Entnahmerohre entweder direkt dem Verdampfer der Wärmepumpe zugeführt oder zunächst an einen vorgeschalteten Wärmeübertrager geleitet. Ein solcher Wärmeübertrager schützt den Wärmetauscher der Wärmepumpe vor Beeinträchtigungen durch Ablagerungen im Wasser. Damit die Ansaugung des Wassers möglichst reibungslos ablaufen kann, werden Filter in den Entnahmerohren installiert und regelmäßig gereinigt. Diese Maßnahme verhindert, dass Ablagerungen den Querschnitt der Rohre verengen oder die Strömung verändern, was insbesondere bei Wassertemperaturen unter 4°C zu Vereisungen am Wärmetauscher und den Rückgaberohrleitungen führen kann und damit die Leistung der Wärmepumpe beeinträchtigt. Es ist wichtig, dass Entnahme- und Rückgaberohr in einem ausreichenden Abstand installiert werden, um eine gegenseitige thermische Beeinflussung zu vermeiden. Geschlossene Systeme hingegen nutzen einen Wärmetauscher, der im Gewässer installiert ist und über ein Wärmeträgermedium Wärme entzieht. Aus wirtschaftlichen Gründen werden i.d.R. offene Systeme für die Versorgung von Wärmenetzen eingesetzt.

Das theoretische Wärmepotenzial eines Fließgewässers kann berechnet werden, indem für eine definierte Durchflussmenge und Temperaturdifferenz der Energiegehalt über einen festgelegten Zeitraum ermittelt wird. Sie kann wie folgt berechnet werden:

$$\dot{Q} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot \Delta T$$

\dot{Q}	Wärmeleistung	[kW]
c_p	spezifische Wärmekapazität mit 4,18 kJ / (kg* K)	$\left[\frac{kJ}{(kg * K)}\right]$
ΔT	Temperaturdifferenz	
\dot{V}	Volumenstrom	[l/s]
ρ	Stoffdichte	[kg/l]

Die Multiplikation der Wärmeleistung mit einer Stundenanzahl ergibt die thermische Arbeit bzw. das Wärmepotenzial in kWh:

$$Q = \dot{Q} * t$$

Q	Wärmearbeit	[kWh]
t	Zeit	[h]

Zur Berechnung des vorhandenen Flusswasserpotenzials wurden reale erfasste Werte zur Gewässertemperatur und des Rheindurchflusses von der Pegelmesstelle Rees und den Gütemessstellen Bimmen, Lobith und Lobith Haven auf Anfrage erhalten und ausgewertet. Hierbei wurden die Werte der Jahre 2014 bis 2023 zur Auswertung herangezogen.

Analyse der Gewässertemperaturen

Die Untersuchung der Temperatur des Rheinwassers hat das Ziel, die Gewässertemperatur im Hinblick auf die kritische Gewässertemperaturgrenze von 4°C zu analysieren. Dafür wird für jede Stunde des Jahres eine durchschnittliche Wassertemperatur aus den stündlichen Datensätzen der Jahre 2014 bis 2023 berechnet und in Abbildung 71 dargestellt. Zusätzlich wurde die in den Jahressätzen auftretenden Minimal- und Maximalgewässertemperaturen dargestellt.

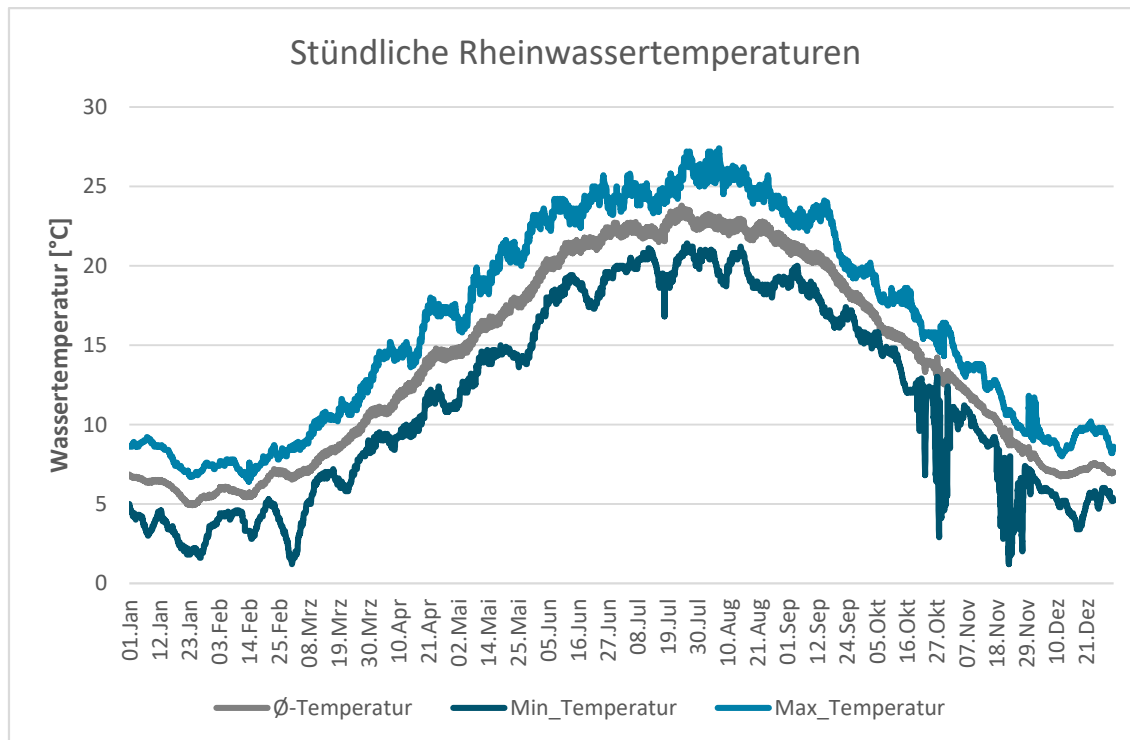


Abbildung 71 | Durchschnittliche, minimal und maximal auftretende Gewässertemperaturen des Rheins bei Rees auf Grundlage der ausgewerteten Messstationsdaten für die Jahre 2014-2023 (Quelle: DSK)

Abbildung 71 zeigt, dass am 21. Januar die durchschnittlich kälteste Gewässertemperatur mit ca. 4,92°C im Jahr auftritt. Der Höchstwert wird am 24. Juli bei einer Gewässertemperatur von ca. 23,8°C erreicht. Insgesamt ist ein saisonaler Verlauf erkennbar. So treten ausgehend vom Winter bzw. zu Jahresbeginn die kältesten Wassertemperaturen auf, die im Sommer stark ansteigen und anschließend mit Beginn des Herbstes wieder kälter werden.

Aus der Analyse zeigt sich zudem, dass in jedem neuen Jahr starke Abweichungen vom berechneten Temperaturdurchschnitt auftreten können. Dies zeigt sich beispielsweise anhand der Temperaturwerte am 4. März. Der berechnete Durchschnitt liegt an diesem Tag bei ca. 7°C, jedoch wurden an diesem Tag in der Vergangenheit bereits Temperaturwerte von ca. 1°C bis ca. 8°C gemessen. Damit zeigt sich eine ausgeprägte Volatilität der Temperaturen, die bei einer nachgehenden Auslegung eines Wärmesystems mitbeachtet werden muss.

Wie zuvor erwähnt, sollte eine Wärmepumpe bei zu kalten Wassertemperaturen aufgrund betrieblicher Risiken nicht genutzt werden, was sich folglich auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt und eine entsprechende Redundanz zur Gewährleistung der Wärmeversorgung voraussetzt. Zur ersten Einschätzung, wie viele Stunden einer Wärmepumpe aufgrund dieser Umstände nicht genutzt werden kann, wurde die durchschnittliche anfallenden Stunden berechnet, an denen die Rheintemperatur bei oder unter 4°C liegt, in Abbildung 72 dargestellt.

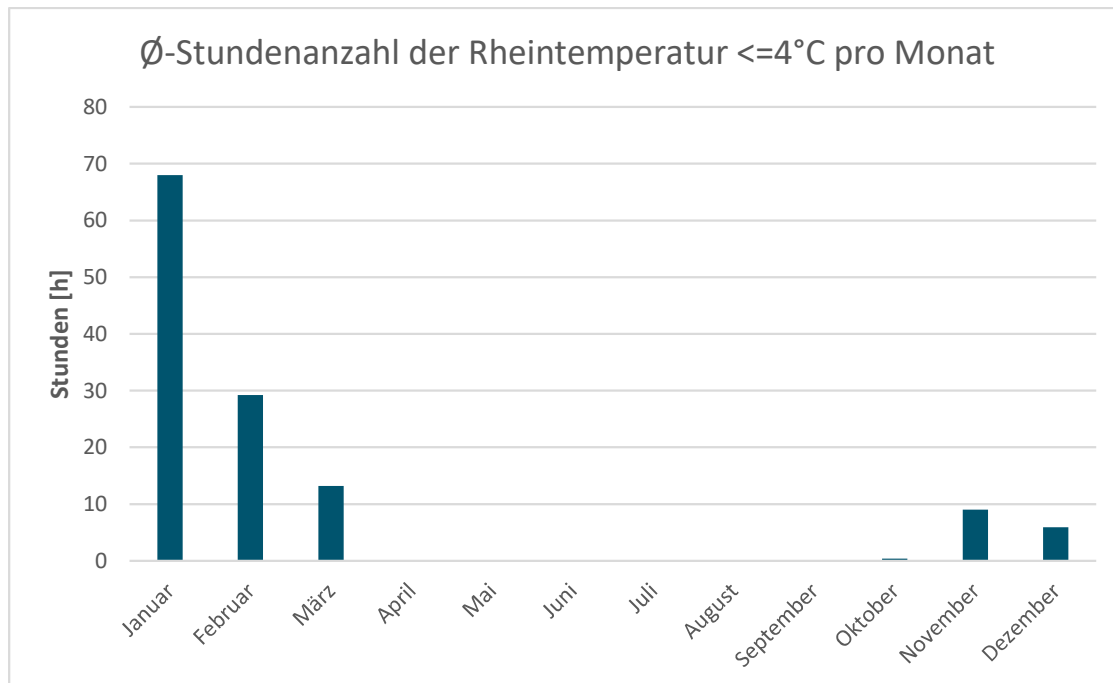


Abbildung 72 | Durchschnittliche Anzahl der Stunden im Monat, an denen die Wassertemperatur bei 4°C unter darunter liegt (Quelle: DSK GmbH)

Die Auswertung ergibt, dass durchschnittlich die meisten Unterschreitungsstunden im Januar (68h) auftreten. In Summe kann die Flusswärme nach diesen Durchschnittswerten 125,7 Stunden im Jahr energetisch durch eine Wärmepumpe nicht genutzt werden. Inwiefern diese Ergebnisse eine Rolle spielen, wird nachgehend beschrieben.

Analyse des Rheindurchflusses

Ähnlich wie bei der Untersuchung der Temperaturdaten wird basierend auf den erhaltenen Daten zu den Volumenströmen des Rheins, im Folgenden als Durchfluss bezeichnet, aus den Datensätzen der Jahre 2014 bis 2023 für jede Jahresstunde ein durchschnittlicher Durchfluss berechnet. Zudem werden die minimalen und maximalen Durchflusswerte aufgezeigt, die innerhalb einer Stunde in den Jahren 2014 bis 2023 gemessen wurden.

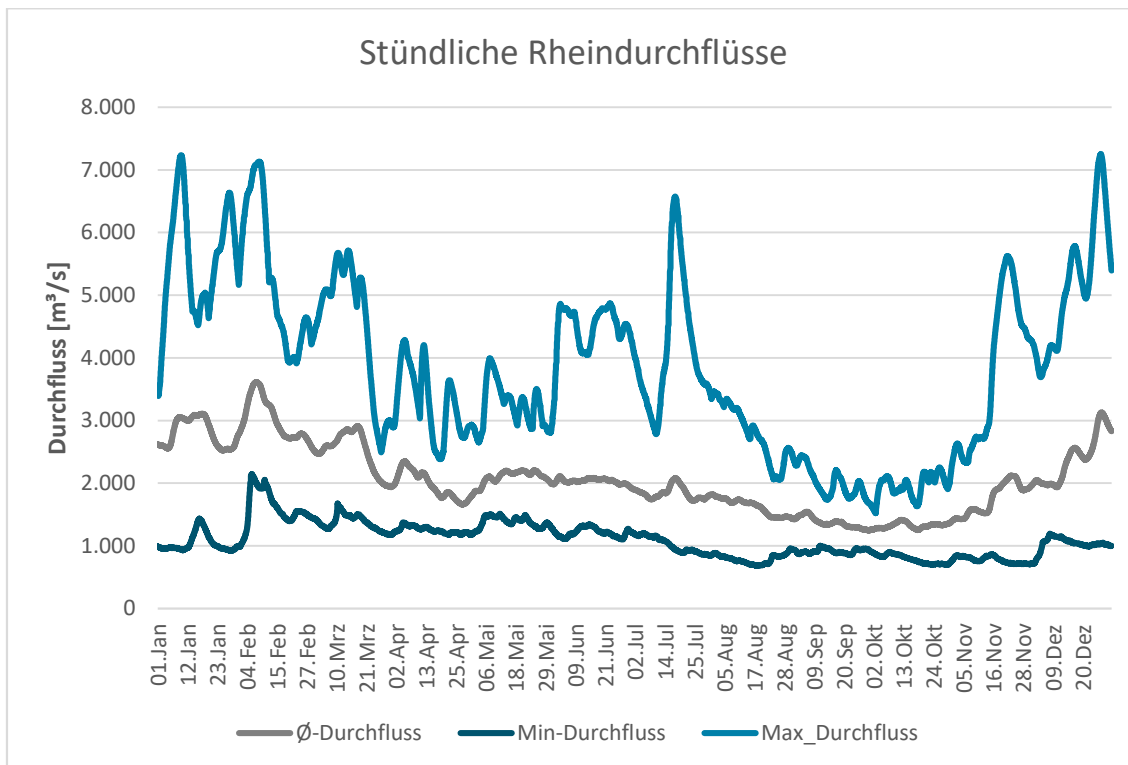


Abbildung 73 | Darstellung der Rheindurchflüsse (durchschnittlich, Minimal- und Maximalwerte) (Quelle: DSK GmbH)

Es zeigt sich, dass am 1. Oktober der durchschnittlich geringste Durchfluss mit ca. $1.243 \text{ m}^3 / \text{s}$ im Jahr auftritt. Der Höchstwert wird durchschnittlich am 7. Februar bei einem Durchfluss von ca. $3.608 \text{ m}^3 / \text{s}$ erreicht. Eine leichte Saisonalität ist erkennbar. Anhand der Durchschnittswerte zeigt sich ein leicht erhöhter Durchfluss in den Wintermonaten, während im Sommer mit geringeren Durchflüssen zu rechnen ist. Ebenfalls ist erkennbar, dass die im Rhein transportierte Wassermenge starken Abweichungen vom berechneten Durchschnitt in einzelnen Jahren unterliegen kann.

Berechnung des Flusswasser-Potenzials

Anhand der gezeigten Durchschnittswerte zu den Durchflüssen werden mithilfe der zuvor gezeigten Gleichung die stündlichen Wärmeleistungen für jede Jahresstunde berechnet, wobei eine Temperaturdifferenz von $\Delta T = 0,1\text{K}$ angenommen wird. Diese geringe Temperaturdifferenz wurde gewählt, um das Wärmepotenzial bei zunächst möglichst minimaler thermischer Belastung des Gewässers zu ermitteln. Anschließend wurden die berechneten Wärmeleistungen in Monatswerte aggregiert und in Abbildung 74 dargestellt.

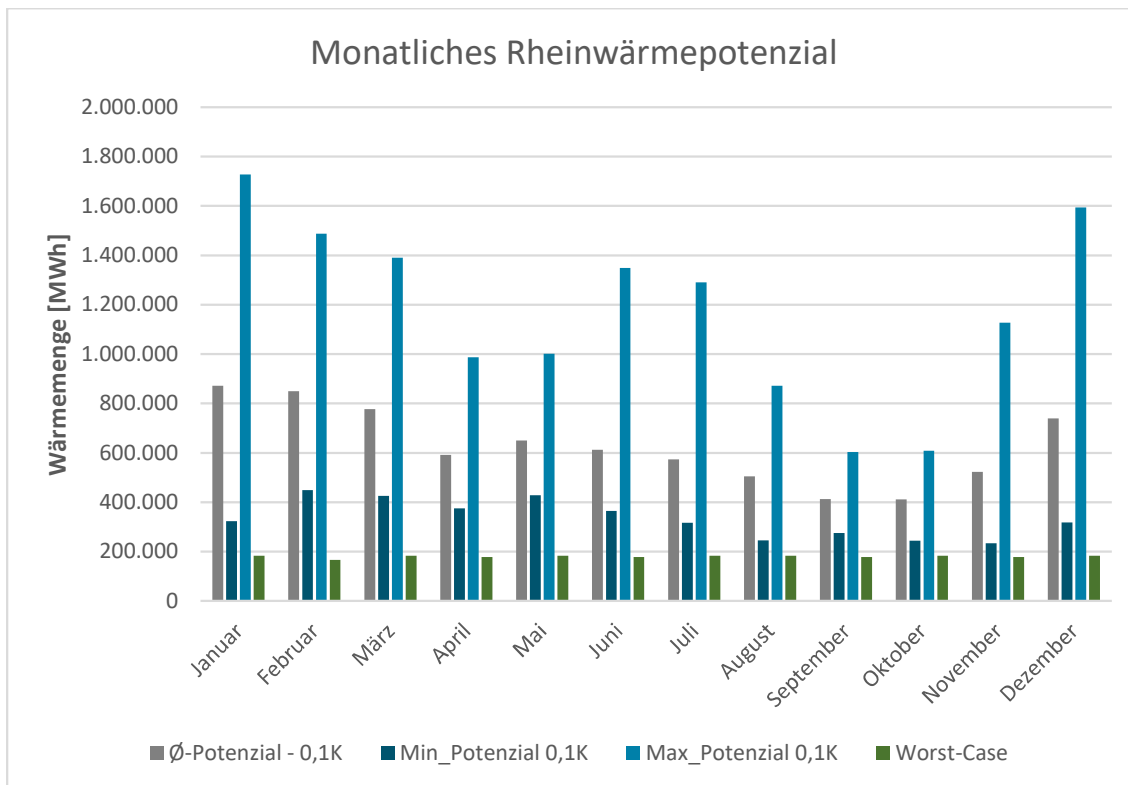


Abbildung 74 | Monatliches Rheinwärmepotenzial unter Annahme einer Gewässerabkühlung um 0,1K und verschiedenen Durchflusswerten (Quelle: DSK GmbH)

In Abbildung 74 sind die berechneten Wärmepotenziale aus dem Rhein für verschiedene Durchflusswerte dargestellt. Zusätzlich ist ein „Worst-Case“-Szenario berücksichtigt, welches das verfügbare Wärmepotenzial bei einem konstanten jährlichen Rheindurchfluss von 590 m³/s beschreibt. Dieser Wert entspricht dem niedrigsten Durchfluss, der an der Pegelstation Rees registriert wurde und am 7. November 1947 gemessen wurde. Eine Übersicht der für die Grafik verwendeten berechneten Potenziale ist in nachfolgender Tabelle dargestellt. Die monatlichen Schwankungen der Worst-Case-Potenziale entstehen durch die Berechnung auf Basis der tatsächlich im jeweiligen Monat verfügbaren Stunden.

Tabelle 21 | Wärmepotenzialdaten zu Abbildung 74

Monat	Ø-Potenzial - 0,1K [MWh]	Min_Potenzial 0,1K [MWh]	Max_Potenzial 0,1K [MWh]	Worst-Case [MWh]
Januar	871.338	322.861	1.727.613	183.573
Februar	849.621	449.319	1.487.346	165.808
März	776.990	425.865	1.390.990	183.573
April	591.641	375.370	987.148	177.651
Mai	649.477	427.760	1.000.836	183.573
Juni	612.030	364.208	1.349.273	177.651
Juli	573.025	316.746	1.290.523	183.573
August	504.374	245.061	872.244	183.573
September	412.208	274.980	603.844	177.651
Oktober	411.135	244.021	608.712	183.573

November	523.562	233.307	1.127.073	177.651
Dezember	739.067	318.122	1.593.367	183.573

Vergleich Flusswasserpotenzial mit dem monatlichen Wärmebedarf

Vergleicht man die durchschnittlich berechneten Wärmepotenziale des Flusses mit dem Wärmebedarf des Quartiers, wird deutlich, dass die verfügbaren Wärmemengen aus dem Flusswasser den monatlichen Bedarf des Quartiers um ein Vielfaches decken könnten. Zur Veranschaulichung wurde das berechnete Flusswärmepotenzial auch dem hypothetischen Worst-Case-Szenario dem Bedarf gegenübergestellt.

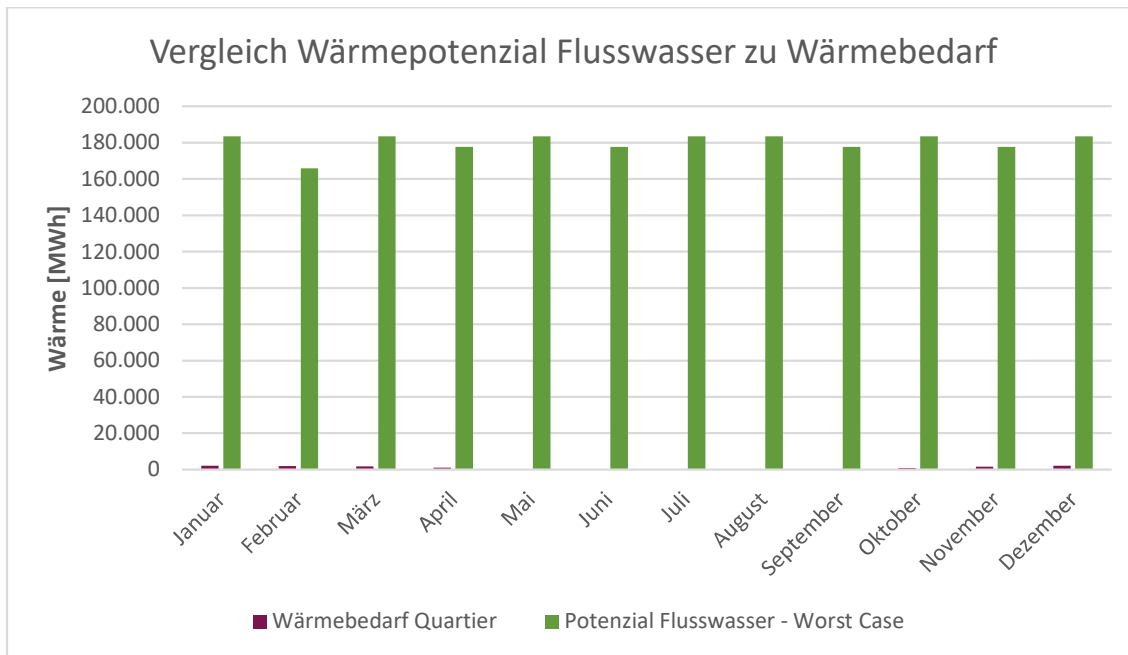


Abbildung 75 | Vergleich des berechneten Wärmepotenzials aus dem Rhein, unter Annahme eines historischen Niedrigwassers, mit dem Wärmebedarf im Quartier (Quelle: DSK GmbH)

Voraussetzung zur Nutzung der Flusswärme ist, dass dieses Potenzial bei Bedarf zeitlich verfügbar ist. Einschränkungen ergeben sich durch die in zuvor dargestellten Ausfallstunden, in denen die Wassertemperatur zu niedrig ist, um den Betrieb der Wärmepumpe ohne Risiken zu gewährleisten. Diese Herausforderung kann jedoch durch den Einsatz von Überbrückungstechnologien, wie Wärmespeichern oder alternativ-ergänzenden Heizungssystemen, bewältigt werden, die während Ausfallzeiten der Wärmepumpe die erforderliche Wärme liefern.

Förderfähigkeit einer Großwärmepumpe bei Nutzung des Rheinwassers

Die Effizienz und Förderfähigkeit einer potenziellen Wärmepumpe bei Nutzung des Rheinwassers kann nach VDI 4646 in erster Instanz beurteilt werden. Für einstufige, elektrisch betriebene Verdichter von Großwärmepumpen lässt sich die Leistungszahl anhand der folgenden Gleichung gezeigten Funktion berechnen:

$$COP_{HA} = 1,4480 * 10^{12} * [(T_{HA,aus} - T_{KA,ein}) + 177,46]^{-4,9460}$$

COP_{HA} COP-Wert Wärmepumpe []
 $T_{HA,aus}$ Vorlauftemperatur des Heizkreises [K]

Die Berechnung des COP-Wertes gemäß VDI 4646 wurde für eine Wärmepumpe unter Nutzung des Rheinwassers durchgeführt. Hierbei ist für jede Jahresstunde die stündlich gemittelte Flusswassertemperatur aus den erhaltenen Datensätzen verwendet und der COP-Wert für verschiedenen Vorlauftemperaturen bei 55°C, 60°C und 65°C eingesetzt worden.

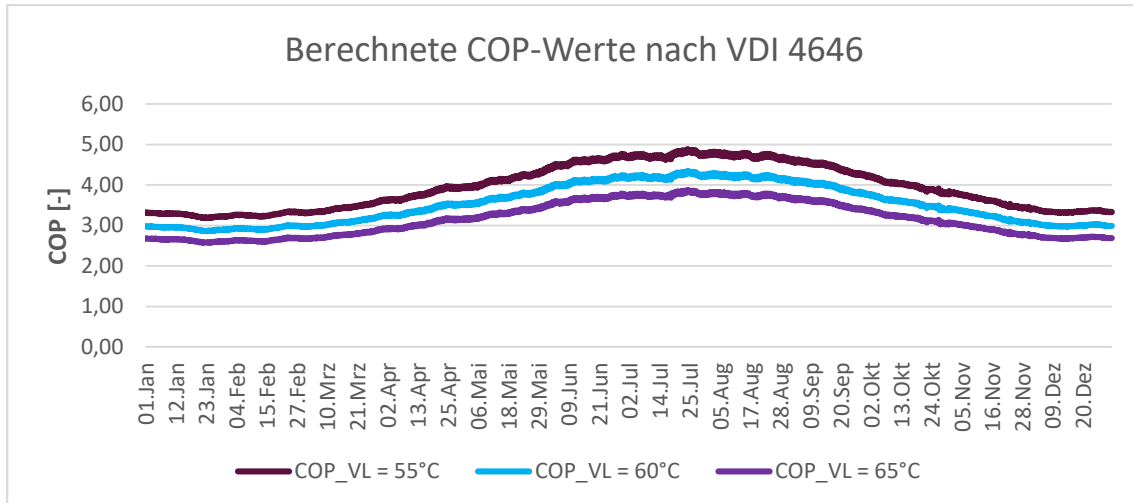


Abbildung 76 | Nach VDI 4646 berechnete COP-Werte für eine Flusswasser-Wärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen eines Wärmenetzes (Quelle: DSK)

Es lässt sich ein saisonaler Anstieg der COP-Werte bis zu den Höchstwerten im Sommer erkennen, bevor diese ab etwa September wieder sinken. Weiterhin ist eine Abhängigkeit des COP-Wertes von der angesetzten Vorlauftemperatur erkennbar.

Aus den Mittelwerten der über das Jahr verteilten COP-Werte kann die Jahresarbeitszahl (JAZ) berechnet werden. Diese Information ist insofern relevant, da eine Förderung der Betriebskosten über das BEW-Förderprogramm in Anspruch genommen werden kann. Strombetriebene Wärmepumpen sind förderfähig, wenn ihre JAZ mindestens 2,5 beträgt. In Tabelle 22 sind die aus den zuvor gezeigten COP-Werten die Jahresarbeitszahlen bestimmt worden.

Tabelle 22 | Berechnete JAZ aus den COP-Werten aus Abbildung 77 (Quelle: DSK)

Szenario-JAZ	JAZ
Ø-JAZ für VL bei 55°C	3,94
Ø-JAZ für VL bei 60°C	3,52
Ø-JAZ für VL bei 65°C	3,16

Die Berechnung der JAZ zeigt, dass für die angenommenen Vorlauftemperaturen eines möglichen Heizsystems (Wärmenetz) die JAZ über 2,5 liegen kann und damit eine Förderung von Großwärmepumpen zur Nutzung von Flusswasserwärme realisierbar wäre.

7.5. Potenziale einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Das Prinzip der zentralen Wärmeversorgung basiert in der Regel auf der Erzeugung der Wärme an einem alleinigen zentralen Standort (Heizzentrale) und deren Verteilung an die Wärmeabnehmer über ein Wärmeverteilnetz. Die über das Netz transportierte Wärme wird über einen Wärmetauscher (innerhalb der Gebäude) an das Heizungssystem des Abnehmers übergeben. Dabei können im Versorgungsgebiet durchaus auch weitere Anlagen zum Einsatz kommen, die unterstützend die Temperatur des Vorlaufs oder des Rücklaufs anheben, um etwa weitere Gebiete versorgen zu können. Möglich ist zudem die abermalige Nutzung des Rücklaufstroms, wenn das dort vorhandene Temperaturniveau ausreichend hoch ist, um etwa den geringeren Wärmebedarf von Neubauobjekten zu decken. Die zentrale Wärmeversorgung kann bei hohem Anteil Erneuerbarer Energien und einer hohen Effizienz, einen geringeren Energieeinsatz und damit verbunden geringere THG-Emissionen aufweisen als dezentrale Versorgungsvarianten. Dies kann vorwiegend darüber begründet werden, dass bei der zentralen Versorgungsvariante eine oder mehrere große Wärmeerzeugungsanlagen eingesetzt werden, die generell eine höhere Effizienz als (viele) kleine Anlagen aufweisen. Entscheidend für den ökologischen Vorteil einer zentralen Wärmeversorgung gegenüber dezentralen Wärmeversorgungslösungen sind unter anderem die Wärmeverluste durch die Verteilung über das Wärmenetz. Diese steigen mit zunehmender Vorlauftemperatur und Netzlänge.

Es kann somit festgehalten werden, dass der Umstieg auf eine zentrale Wärmeversorgung aus ökologischer Sicht sinnvoll ist, wenn:

- Die Wärmeverluste durch die Verteilung im Netz gering sind
- Die Anlagen zur Erzeugung der Wärme möglichst effizient arbeiten
- Die wärmeerzeugenden Anlagen mit regenerativer Energie betrieben werden

Die pauschale Aussage, dass ein Wärmenetz bzw. eine zentrale Wärmeversorgung in jedem Fall ökologisch sinnvoller ist als eine dezentrale Wärmeversorgung kann nach aktuellen Studien nicht getroffen werden (s. [Pfnür; 2016]). Ein Wärmenetz bietet aber auch weitere Vorteile gegenüber dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen. Bspw. kann der Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen zur dezentralen Wärmeversorgung großer Bestandsgebäude häufig technisch nicht realisiert werden. Denn neben Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle ist auch die Auslegung des Heizungssystems für eine effiziente Funktionsweise der Wärmepumpe entscheidend. Nur bei geringen Vorlauftemperaturen lassen sich mit Wärmepumpen hohe Wirkungsgrade erreichen. Die Wärmeübergabeflächen der klassischen Heizungsanlagen im Gebäudebestand sind dagegen für den Einsatz von Luft-Wasser-Wärmepumpen häufig zu klein. Eine Umrüstung auf eine Flächenheizung ist mit erheblichen Umbaumaßnahmen verbunden, sofern eine Umrüstung technisch überhaupt realisierbar ist. Hinzu kommen bei Luft/Wasser-Wärmepumpen die Platzbedarfe für die Verdampfer-Einheiten, die auch zur Qualitätsminderung des Stadtbildes beitragen können. Alternativen wie die dezentrale Beheizung mit Pelletöfen bedürfen Lagerräume bzw. Pellettanks, die in innerstädtischen Bestandsgebäuden (insbesondere ohne Keller) nicht realisiert werden können. Einen weiteren Faktor stellen die lokalen Emissionen dar, die durch die Verbrennung entstehen und insbesondere im Fall von zahlreichen Anlagen eine Beeinträchtigung der Luftqualität in urbanen Bereichen nach sich ziehen können. In solchen Fällen erweist sich die Fokussierung einer zentralen Wärmeversorgung als sinnvoll. Weitere Vorteile für die Wärmeabnehmer die sich aus dem Anschluss an ein Wärmenetz ergeben sind:

- Mehr Platz (im Keller)
- Kein Gefahrgut im Haus
- Keine Wartungs- und Reparaturkosten
- Keine Anschaffungskosten, keine Rücklagen, kein Wertverlust
- Keine Schornsteinfegerkosten
- Keine Feuerstättenbeschau, keine Abgasmessungen
- Versorgungssicherheit:
 - Einsatz modernster Anlagentechnik mit Ausfall-Sicherung
 - Langfristiger Komfort, minimaler Aufwand
 - Bequeme Abrechnung

Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen

Die mit dem Bau und Betrieb eines Wärmenetzes einhergehenden erwarteten Kosten sind eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Umsetzung eines Netzes. Neben den Vorteilen, die sich aus dem Anschluss an ein Wärmenetz ergeben, dürfen die Kosten für die bereitgestellte Wärme für den Endkunden nicht übermäßig groß werden. Eine aller erste Einschätzung der Wirtschaftlichkeit lässt sich durch zwei relativ einfach zu bestimmende Parameter bestimmen. Die Abschätzung ersetzt keine detaillierte Wirtschaftlichkeitsberechnung einer zentralen Wärmeversorgung, erlaubt aber erste Rückschlüsse hinsichtlich der Beurteilung der Eignung eines Versorgungsgebietes und der möglichen Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes auf Basis von Erfahrungswerten. Die beiden verwendeten Parameter sind:

- Wärmelinien-dichte [$\text{kWh}/(\text{m}_{\text{Trasse}} \cdot \text{a})$]
- Wärmeflächen-dichte [$\text{kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$] (alternativ [$\text{MWh}/\text{ha} \cdot \text{a}$])

Die Wärmelinien-dichte stellt den wichtigsten Parameter zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes dar. Zur Bestimmung der Wärmelinien-dichte wird der bekannte oder abgeschätzte Wärmebedarf eines oder mehrerer Abnehmer auf die zur Versorgung der Abnehmer benötigte Trassenlänge bezogen. Die Trassenlänge ist hierbei die einfache Strecke von der Heizzentrale zu den betrachteten Wärmeabnehmern inklusive der Verteilungen. Zur Bestimmung der Wärmeflächen-dichte werden die Wärmebedarfe eines oder mehrerer Abnehmer auf eine bestimmte Fläche (Zonenfläche), die die Abnehmer umschließt, bezogen. Je nach Ansatz, wie die Zonenfläche festgelegt wird, können die Wärmeflächen-dichten hierbei stark variieren.

Ein weiterer Faktor, der erheblichen Einfluss auf die beiden Parameter hat, ist die Anschlussdichte. Die Anschlussdichte gibt an, wie viele der betrachteten Abnehmer sich tatsächlich an ein Netz anschließen lassen. Bei sinkender Anschlussdichte sinkt die Wärmeabnahme am Netz, wodurch Wärmelinien- und Wärmeflächen-dichten sinken und die Wirtschaftlichkeit abnimmt.

Aufgrund der oben dargelegten Unsicherheiten sollten bei einer konkreter werdenden Planung eines Wärmenetzes Optimierungen hinsichtlich der Trassenführung erfolgen. Relevant für die Bestimmung des Netzverlaufs ist die Gewinnung von Ankerkunden, insbesondere Abnehmern mit großen Wärmebedarfen, die möglicherweise bereits eine ausreichend hohe Auslastung des Wärmenetzes ermöglichen. Die Trassenplanung sollte zu deren Versorgung idealerweise Bereiche mit hoher Wärmedichte, hohem Anschlusspotenzial und einer zu erwartenden hohen Anschlussbereitschaft queren. Aus diesem Grund sollte im Vorfeld mit den Bürger:innen bzw. Vermieter:innen und Hausverwaltungen die Bereitwilligkeit zum Anschluss geklärt werden, sodass im Vorfeld die Anschlussdichte abgeschätzt werden kann. Hierzu ist ein Beteiligungsverfahren erforderlich, in dem über das Projekt informiert wird und über Umfragen relevante Daten und die vorläufige Anschlussbereitschaft ermittelt werden.

Zur Beurteilung der berechneten Parameter werden Erfahrungswerte herangezogen, die Rückschlüsse auf die Wirtschaftlichkeit geben. Je größer Wärmelinien-dichte bzw. Wärmeflächen-dichte sind, desto größer wird das wirtschaftliche Potenzial eingeschätzt. Somit sollten die Wärmebedarfe möglichst groß, die Trassen möglichst kurz und die Bebauungsdichte möglichst hoch sein, um das größte wirtschaftliche Potenzial zu erzielen.

Tabelle 23 ermöglicht eine erste Abschätzung des wirtschaftlichen Potenzials in Abhängigkeit von der Wärmeliniendichte. Es muss berücksichtigt werden, dass die aktuellen Förderkonditionen zum Bau von Wärmenetzen sich in den letzten Jahren und Monaten deutlich verbessert haben. Es wird daher vermutet, dass sich ein wirtschaftlicher Betrieb eines Wärmenetzes bereits bei geringeren Wärmeliniendichten, als den in Tabelle 23 angegebenen, ergibt.

Tabelle 23 | Empirische Wirtschaftlichkeitsabschätzung eines Wärmenetzes. Bewertungskriterium Wärmeliniendichte [Averdung, 2021, S.14]

Wärmeliniendichte [MWh/m_{Tr,a}]	Wirtschaftliche Einschätzung
< 0,75	Wärmenetz nicht wirtschaftlich umsetzbar
<= 1,5	Wärmenetz mit günstigen Wärmequellen wirtschaftlich umsetzbar
> 1,5	Wärmenetz wirtschaftlich umsetzbar
> 3,0	Wärmenetz besonders wirtschaftlich umsetzbar

Im Folgenden wird das Quartier auf das Potential zur leitungsgebundenen Wärmeversorgung überprüft. Hierzu wurden mittels einer GIS-Software mögliche Trassenverläufe hypothetisch in das Quartier verlegt und mit den ermittelten Wärmebedarfen der daran anliegenden Gebäude verknüpft. Abhängig von der Trassenlänge und des Wärmebedarfes wird anhand der in Tabelle 23 gezeigten Kennwerte damit eine erste vorläufige Einschätzung der Wirtschaftlichkeit des Netzes ermittelt.

Machbarkeit einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung im Quartier und Einschätzung zur Wirtschaftlichkeit

Für die nachgehende Betrachtung wurden die Wärmeliniendichten unter Annahme der Versorgung durch eine Großwärmepumpe dargestellt. In der Erstbetrachtung wurde ein offenes System gewählt, d.h. dass aktiv Wasser aus dem Rhein zu einer im Quartier befindlichen Heizzentrale (Wärmepumpe) gefördert und nach Wärmeentzug wieder zurückgeführt wird. Die nachgehend gezeigte Netzinfrastruktur stellt lediglich eine Voruntersuchung dar, welche nachgehend in einer vertiefenden Machbarkeitsstudie weiter konkretisiert werden sollte. Standort der Heizzentrale und der Leitungen sind demnach nicht final und bedürfen insbesondere einer weiteren Abstimmung u.a. mit der Bezirksregierung Düsseldorf sowie dem Deichverband, was zuvor näher in Kapitel 2.5 beschrieben worden ist. Abbildung 78 zeigt die ermittelten Wärmeliniendichten für möglich verlaufende Wärmetrassen im Quartier am Beispiel einer Versorgungslösung durch eine Flusswassernutzung.



Abbildung 78 | Berechnete Wärmelinendichten im Quartier für ein Szenario „Großwärmepumpe-Rheinwasser“ (Quelle: DSK, eigene Darstellung)

Es zeigt sich, dass für den Großteil des Quartiersgebietes eine leitungsgebundene Wärmeversorgung sich in dieser Voreinschätzung wirtschaftlich betreiben lässt, was ab einer Liniendichte über 750 kWh / (m*a) erwartet wird. Da einige Gebäude möglicherweise bereits über eigene erneuerbare, dezentrale Heizsysteme verfügen, sollte die allgemeine Anschlussbereitschaft für eine belastbarere Einschätzung ermittelt werden. Betrachtet man die für das Gesamtnetz berechnete Wärmelinendichte bei der in Abbildung 78 eingezeichneten Trassenlänge, ergibt sich eine Gesamt-Wärmelinendichte von ca. 2,57 MWh / (m*a). Dies entspricht damit der Klassifizierung „Wärmenetz wirtschaftlich umsetzbar“ nach Tabelle 23 und deutet damit auf eine wirtschaftliche Umsetzbarkeit hin. Es wurden aufgrund der benötigten Vorlauftemperaturen des Netzes zwischen 55-70°C Netzwärmeverluste in Höhe von 10% angenommen und als Aufschlag auf den Wärmebedarf hinzugerechnet.

Tabelle 24 | Ermittelte Eckdaten des Wärmenetzes für das Quartier Stadtkern

Trassenlänge [m]	Anschlüsse [Stück]	Ermittelter Wärmebedarf inkl. Netzverluste [MWh / a]	Wärmelinendichte [MWh / (m*a)]
5.163	394	ca. 13.284	ca. 2,57

Die DSK hat auf Grundlage ihrer Erfahrungswerte für das in Abbildung 78 gezeigte Wärmenetz eine Investivkostenschätzung durchgeführt. Tabelle 25 zeigt die von der DSK ermittelte Kalkulation der Wärmenetzinfrastruktur.

Tabelle 25 | Geschätzte Investivkosten für ein hypothetisches Wärmenetz nach Abbildung 78

Maßnahme	Geschätzte Investivkosten
Trassenbau <ul style="list-style-type: none"> - Grabungskosten - Material (Rohre, Dämmungen) - Förderpumpen - Betriebstechnik 	7.744.500 €
Groß-WP-Heizzentrale <ul style="list-style-type: none"> - Erzeugungstechnik - Behausungen - Regelungstechnik - Speichertechnik 	2.500.000 €
Hausanschlüsse <ul style="list-style-type: none"> - Anschlussstrassen - Übergabestation (Wärmetauscher) 	4.962.500 €
Summe der geschätzten Investivkosten	15.207.000 €
Summe inkl. BEW-Förderung (40% Zuschuss)	9.124.200 €

Die Kalkulation dient zur Ersteinschätzung der finanziellen Dimension eines Netzes dieser Größe. Es ist zu beachten, dass sich die angegebenen Kosten in der frühen Projektphase stark an den gewählten Materialien und Technologien orientieren. In der späteren Realisierung des Netzes können die tatsächlichen Preise von den hier kalkulierten abweichen. Eine Kostensteigerung kann aufgrund externer Einflüsse nicht ausgeschlossen werden. Zu diesen Einflüssen zählen unter anderem Marktpreisschwankungen, Änderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen, steigende Energiepreise, Verfügbarkeit von Fördermitteln, geopolitische Entwicklungen, Logistikkosten, Inflation sowie Verzögerungen oder Engpässe in der Lieferkette.

Eine finale Aussage zu dem vermuteten Wärmegestehungspreis für dieses Bestandsnetz kann zum aktuellen Standpunkt jedoch nicht getroffen werden, da dies von der Anzahl der Wärmeabnehmer als auch von der Art der Wärmeerzeugungssysteme und benötigten Speicher abhängt. Eine belastbare Aussage kann erst nach Erstellung einer Machbarkeitsstudie getroffen werden. Die Machbarkeitsstudie wird auf Grundlage der in diesem Konzept ermittelten Energieverbräuche und der sich daraus ergebenden Heizlasten ein Quartierslastgang unter verschiedenen Annahmen (Anschlussdichte, Netzverluste, etc.) simuliert, sodass mögliche Wärmeerzeugungssysteme und Systemvarianten gegenübergestellt werden können.

7.6. Potentielle Mobilität

Verkehr verursacht etwa ein Drittel aller Treibhausgase. Entsprechend hoch ist das Potential, dort eine Verminderung der Emissionen zu erzielen. Während die Reduktion der verkehrsbedingten Treibhausgasemissionen durch gesetzliche Vorgaben zukünftig sinken wird (ab 2035 dürfen nur noch Neuwagen verkauft werden, die keine CO₂-Emissionen bedingen), stellt der zukünftig zusätzliche Strombedarf für E-Mobilität neue Herausforderungen an die Versorgungsinfrastruktur. Vor diesem Hintergrund kommt der Bedeutung alternativer Mobilitätsformen, die prägend für zukunftsweisende Städten und Gemeinden sind, eine große Bedeutung hinzu.

Die Art und Weise, wie wir unseren Verkehr organisieren, ist fundamental für unser Zusammenleben. Das betrifft uns als Gesellschaft in unseren Kommunen, in unserem Land und als Teil eines Ökosystems. Menschen bewegen sich. Sie möchten zur Arbeit, zur Schule, zu Freunden, einkaufen oder in die Freizeit. Mobilität beschreibt genau dieses Bedürfnis, sich als Mensch fortzubewegen. Es ist unbestritten, dass es viel unnützen Verkehr gibt. Die Ansicht aber, dass man Verkehr nur genügend verhindern müsse, um unsere Verkehrsprobleme zu lösen, ist irreführend. Mobilität ist sprichwörtlich der Weg zu gesellschaftlicher Teilhabe.

Der Begriff der „Mobilitätsarmut“ beschreibt entsprechend einen Zustand, in welchem Menschen diese Teilhabe verwehrt bleibt, weil sie sich nicht fortbewegen können. Das kann ein fehlender Pkw sein, wenn das Wohnhaus außerhalb fußläufiger Erreichbarkeit liegt und es kein ÖPNV-Angebot gibt. Es kann aber auch etwas ganz Elementares sein, wie z. B. ein unbefestigter Weg für Rollstuhlfahrende. Mobilität ist für uns Menschen der Garant, am gesellschaftlichen Leben teilhaben zu können. Dass wir dabei künftig häufiger die Straßenbahn, den Bus, unser Fahrrad oder die eigenen Füße anstelle des Autos benutzen sollen und können, ist deswegen zwar auch eine ökologische, aber vielmehr eine soziale Frage.

Die viel beredete Mobilitätswende bedeutet, dass möglichst viele Menschen, die heute im Auto unterwegs sind, künftig ein anderes Verkehrsmittel wählen. Mit Zwängen und Verboten wird diese Verhaltensänderung nicht erreichbar sein. Vielmehr muss ein Umfeld geschaffen werden, das ein Umsteigen erleichtert bzw. katalysiert. Erfahrungen zeigen hier ein deutliches Bild: Wenn Menschen bspw. mit Rad oder Zug schneller am Ziel sind und sich dabei sicher fühlen, lassen sie gern das Auto stehen. Und sie schaffen es irgendwann ab.

7.6.1. Leihangebote

Leihangebote sind essentiell, wenn wir unser Mobilitätsverhalten transformieren wollen. Menschen können so entlang einer Wegekette das jeweils beste Verkehrsmittel wählen: Mit dem Leihrad früh zum Bahnhof, mit dem Zug zur Arbeit, auf dem Rückweg zu Fuß zum Supermarkt. Vom Supermarkt im Leihauto wieder nach Hause. Das ist multimodale Mobilität.

Bedeutung von Leihautos

Bislang ist die Kombination von Rad und ÖPNV verbreitet. Brauchen Menschen entlang der Wegekette ein Auto, müssen sie typischerweise entlang der gesamten Kette mit dem Auto fahren. Das Vorhalten eines privaten Pkw hat dabei den Charakter einer Versicherungsleistung. Die Verfügbarkeit von Leihautos ermöglicht den weiteren Wandel und die Abkehr vom privaten Pkw.

Für Menschen, die im ländlichen und kleinstädtischen Raum täglich pendeln, wird sich der Besitz eines eigenen Autos damit nicht erübrigen. Aber es wird gelingen, nur gelegentlich genutzte Autos überflüssig zu machen. Erfahrungen zeigen, dass Menschen gern auf ein Zweit- oder Drittauto verzichten, wenn sie im Bedarfsfalle ein Leihauto nutzen können. Leihstationen für Autos sind idealerweise fußläufig erreichbar. Ein dichtes Netz auch in Wohngebieten wird hier zuträglich sein. Ein solches Angebot wird in Rees zumindest aktuell eher nicht durch einen privatwirtschaftlichen Anbieter aufgebaut.

Teilen sich Menschen ein Auto, geht das mit weiteren Vorteilen einher. Am ehesten spürbar für die Gemeinden ist der sich vermindernde Bedarf an Stellplätzen. Ein Privat-Pkw steht durchschnittlich 23 Stunden am Tag. Ein Leihauto meist nur zwei Stunden. Jedes Leihauto ersetzt bis zu zehn Privat-Pkw. Leihautos können der weiteren Abkehr vom Verbrenner-Auto helfen. Autovermietungen berichten, dass Menschen gezielt Strom-Autos mieten, um das neue System auszuprobieren. Eine stadtweite Strom-Auto-Flotte kann hier also helfen, die Elektromobilität weiter in den Alltag der Menschen zu bringen.

Für die Stadt Rees wird aufgrund des ländlich geprägten Charakters und der Verfügbarkeit mehrerer ÖPNV und SPNV-Angebote das Potenzial für Leihangebote als eher gering eingeschätzt.

7.6.2. Adaptive Beleuchtung

Radfahren und Fußgänger bevorzugen naturnahe Wege. Die gelaufenen und geradelten Distanzen erhöhen sich, wenn die Wege bspw. den Charakter eines Parkwegs haben, Gewässerkanten oder Baumreihen folgen. Zudem sind Wege durch den Park deutlich kürzer gegenüber einer Fahrt mit dem Auto durch die Stadt.

Gleichermaßen ist die Bereitschaft, Wege zu Fuß zu gehen oder mit Rad oder Rollstuhl zu fahren, eng an das eigene Sicherheitsgefühl gebunden. Sogenannte Angsträume beschreiben dabei Stellen oder Passagen, die bspw. schlecht ausgeleuchtet oder nicht gut einsehbar sind. Gemeinsam mit potentiell betroffenen Menschen sollen derartige Stellen aufgespürt und dokumentiert werden.

Problematisch ist insbesondere eine veränderliche Vegetation entlang des Weges bei Dunkelheit. Der konsequenten Ausleuchtung der Wege steht der Naturschutz entgegen. Jeder Leuchtpunkt beeinträchtigt das Leben der Tier- und Pflanzenwelt. Eine adaptive Beleuchtung kann helfen, den Widerspruch zwischen sozialer Kontrolle und Biodiversität zu lösen.

7.6.3. Einsparpotenziale im motorisierten Individualverkehr

Das Ziel einer möglichst nachhaltigen d.h. treibhausgasarmen Mobilität kann über mehrere Stellschrauben angegangen werden, die im Endergebnis ineinandergreifen. Grundsätzlich sind hier drei Parameter relevant:

1. Verkehrs- oder Fahrleistung (mit Energieverbrauch einhergehend)
2. Verbrauch/Effizienzsteigerung

3. Emissionsfaktor des Energieträgers

Lediglich Punkt 1 kann in Rees zumindest partiell durch das kommunale Handeln beeinflusst werden. Punkte 2 und 3 sind maßgeblich durch externe Faktoren bestimmt, auf die die Stadt kaum Einfluss hat.

Die mit einem Energieverbrauch einhergehende **Verkehrsleistung** kann auf unterschiedlichen Wegen reduziert werden. Im Vordergrund der bundesweiten Diskussionen steht dabei der Wandel im Modal Split, also die Verlagerung – dort wo sinnvoll und möglich – der Verkehrsleistung auf verbrauchs- und emissionsneutrale Verkehrsmodi (Fahrrad, Fußverkehr) oder auf Modi, die eine geteilte Nutzung von Fahrzeugen ermöglichen (insbesondere ÖPNV; auch die Steigerung der Pkw-Besetzung wirkt sich positiv aus).

Ein weiterer Faktor, der Einfluss auf die Fahrleistung im Bereich des MIV hat, stellt auch die Anzahl der zugelassenen Fahrzeuge dar. Aus den aktuellen bundespolitischen Planungen und übergeordneten Prognosen lassen sich keine konkreten Schlüsse darauf ziehen, dass in diesem Bereich eine Reduzierung angestrebt wird. Ein Umstand, der auch mit Blick auf makroökonomische Zusammenhänge einzuordnen ist. Die Ziele im Koalitionsvertrag (2021) beziehen sich ausschließlich auf die absolute Anzahl der zugelassenen Elektrofahrzeuge bis 2030 (15 Mio.), was entsprechend den aktuellen Prognosen zum Fahrzeugbestand im selben Jahr einem Anteil von ca. 32 % entsprechen würde. Die Modelle zur Entwicklung des Fahrzeugbestandes variieren und die Ergebnisse sind vor dem Hintergrund der aktuell hohen Dynamik in diesem Sektor, politische Vorgaben, technologische Entwicklungen und Einführung neuer Dienstleistungen usw. sehr unterschiedlich. Eine Studie von Agora Energiewende geht in den Modellen von einem Anstieg des Bestandes bis 2025 (bis 50 Mio.), dem Verharren auf dem Plateauniveau bis 2030 und anschließend von einem kontinuierlichen Rückgang (2045: ca. 37 Mio.) aus.¹³ Dieser Rückgang ist insbesondere durch den demografischen Wandel begründet, ein Faktor, der auch in Rees in der Zukunft eine Rolle spielen wird.

Die **Effizienzsteigerung** kann auf unterschiedlichen Ebenen erreicht werden. Die durch das Nutzerverhalten bedingte Fahrweise sowie die Fahrzeugpräferenz spielen hier eine wichtige Rolle, ebenso wie die Setzung von Geschwindigkeitsvorgaben. Ein wesentlicher Faktor ist hier auch die Motorentchnik. Die technischen Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung unterliegen prinzipiell physikalischen Grenzen. Zwar finden auch im Bereich der Verbrennungsmotoren kontinuierlich Effizienzsteigerungen statt, jedoch sind diese aufgrund der ausgereiften Technologie bereits verhältnismäßig gering und sie werden zugleich durch Reboundeffekte, die sich aus Veränderungen der Fahrzeugparameter (z.B. Fahrzeuggröße, Motorleistung usw.) ergeben, geschmälert. Die Umstellung von fossilen Verbrennungsmotoren auf strombasierte Antriebstechnologien kann dagegen einen wesentlichen und sprunghaften Beitrag zur Effizienzsteigerung leisten. Der Wirkungsgrad von Elektromotoren liegt bei ca. 80 %. Unter Berücksichtigung der Verluste beim Laden, sinkt dieser zwar auf ca. 64-70 %, liegt jedoch weiterhin deutlich über dem Wert von Verbrennungsmotoren, der bei Benzinern ca. 20 % und bei Dieseln ca. 45 % erreicht.¹⁴ Anders ausgedrückt, der durchschnittliche Benzinverbrauch von 7,8 l bzw. Dieselverbrauch von 7 l (jeweils pro 100 km) ent-

¹³ Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland, Deep Dive Verkehr

¹⁴ TÜV Nord Wirkungsgrad – die Nutzbarkeit der Energie; <https://www.tuev-nord.de/de/privatkunden/verkehr/auto-motorrad-caravan/elektromobilitaet/wirkungsgrad/#:~:text=Dennoch%20kommt%20ein%20Elektrofahrzeug%20auf,einem%20Benziner%20nur%20bei%2020%20%25.>

spricht einem Energiegehalt von ca. 68 kWh bzw. 69 kWh, wogegen aktuelle Elektroautos im realen Verkehr Verbräuche im Bereich von ca. 16 bis 25 kWh/100 km aufweisen.¹⁵ Die Potenziale zur weiteren Effizienzsteigerung der Elektroautos werden auf Seiten der Hersteller zudem als sehr hoch eingestuft.¹⁶

Im letzten Schritt kommt es darauf an, welchen **Emissionsfaktor** der zur Deckung des erforderlichen Energieverbrauches einzusetzende Energieträger bedingt. Durch die Umstellung auf Strom lassen sich gegenüber fossilen Kraftstoffen wegen des Effizienzvorteils bereits heute erhebliche Treibhausgasreduzierungen erreichen, die im Hinblick auf den künftig kontinuierlich wachsenden Anteil erneuerbarer Energien am Strommix weiter steigen werden. Zwar wird in Bezug auf den Pkw die Elektrifizierung des Verkehrs aktuell als primäre Strategie verfolgt. Dennoch wird von Teilen der politischen Elite und Wirtschaft eine Technologieoffenheit proklamiert, womit insbesondere die Entwicklung und der Einsatz von biogenen oder strombasierten (synthetischen) Kraftstoffen gemeint ist. Diese könnten entsprechend der Lesart insbesondere für ältere Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren nach 2035 oder sogar 2045 relevant sein. Aktuell legt die Industrie im Pkw-Segment die Priorität deutlich auf batterieelektrisch betriebene Lösungen. Zwar scheint auch Wasserstoff als möglicher Energieträger für das Pkw-Segment in Frage zu kommen, die Systemeffizienz liegt hier jedoch deutlich unter Batterie-Elektrischen-Antrieben und die beschränkte Verfügbarkeit des Rohstoffs, lässt seinen Einsatz in anderen Verkehrsbereichen (Schwerlast, ÖPNV im ländlichen Raum, Schifffahrt usw.) oder Industriesektoren wichtiger erscheinen.

Innerhalb des Quartieres könnte eine gewisse Reduzierung durch eine verstärkte Benutzung des ÖPNV beziehungsweise der Buslinie im Quartier und durch emissionsfreie Mobilitätsmodi (z.B. Fahrrad) erreicht werden. Zugleich könnten Anreize geschaffen werden, dass auch Pkw-Nutzer:innen ihr Auto nicht für jeden Weg einsetzen. In diesem Rahmen ist die regionale Anbindung der Stadt an das Schienennetz durch die Bahnhöfe in den außerquartierlichen Stadtteilen Empel und Millingen hervorzuheben, welches bereits eine Alternative darstellt. Die ländliche Lage des Quartieres und des Stadtgebietes Rees allgemein lässt jedoch nicht erwarten, dass das Pkw in naher Zukunft als Hauptbeförderungsmittel ersetzt werden wird. Dies hängt jedoch von der individuellen Entscheidung jedes Einzelnen im Quartier ab. Von dem Handeln der Stadtverwaltung unabhängig ist aufgrund von Verhaltensanpassungen (z.B. Online bestellen statt im Laden einkaufen), dem Wandel der Arbeitsweise (z.B. Arbeiten von Zuhause, Ersatz von physischen durch digitale Treffen u.ä.) usw. von gewissen zusätzlichen Potenzialen zur Reduzierung bestimmter Mobilitätsbedarfe und somit auch der Fahrleistung auszugehen.

¹⁵ ADAC: Elektroautos im Test: So hoch ist der Stromverbrauch (22.03.2022), <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/tests/elektromobilitaet/stromverbrauch-elektroautos-adac-test/>

¹⁶ Mercedes Vision EQXX: Dieses E-Auto zeigt, was möglich ist (04.01.2022); <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/mercedes-benz/mercedes-eqxx/>

8. Szenarien

8.1. Szenario Beharrung

Das Beharrungsszenario soll ganz grundsätzlich die weitere Entwicklung darstellen, wie sie bis 2045 unter Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen des GEG 2024 ohne weiteres Zutun mit minimalem Aufwand eintreten würde. Hierfür wurden die folgenden groben Grundannahmen getroffen:

- Es wird angenommen, dass keine zusätzliche Sensibilisierung der Bevölkerung auf Basis der Erkenntnisse des vorliegenden Quartierskonzepts stattfindet – und somit auch keine Verstärkung der Klimaschutzmaßnahmen.
- Energetische Sanierungen der Gebäudehülle finden wegen der hohen Kosten und der fehlenden Kommunikation der Vorteile weiterhin nur reserviert statt. Dennoch sorgen staatliche Anreizprogramme und die steigende CO₂-Abgabe dazu, dass ein geringer Anteil der Objekte trotzdem saniert werden. Für die Liegenschaften und Nichtwohngebäude werden Einsparpotenziale an Wärme durch einzelne Sanierungsmaßnahmen auf jeweils 12% und 10% angenommen. Basierend auf dem in Kapitel 7.2 ermittelten, maximalen Einsparpotential durch konventionelle Sanierungsmaßnahmen von insgesamt ca. um 3,82 Mio. kWh_{Wärme} ergeben sich bei einer jährlichen Sanierungsquote von 1% der Wohngebäude sich Einsparungen am Gesamtwärmebedarf der Bestandsgebäude von etwa 8,35%.
- Die CO₂-Abgabe (Regelmechanismus der Bundesregierung zum Erreichen der Klimaneutralität bis 2045) erhöht sich bis 2045 kontinuierlich über den aus heutiger Sicht höchsten Stand im Jahr 2025 (55 €/Tonne) hinaus. Im Jahr 2045 werden die für eine Klimaneutralität benötigten, mindestens ca. 350 €/Tonne erreicht (vgl. MCC 2018). Fossile Energieträger wie Heizöl und Erdgas werden hierdurch deutlich teurer und führt zu einem allgemeinen Rückgang für Heizsysteme auf fossiler Basis.
- Es werden im Untersuchungsgebiet keine Überlegungen hinsichtlich einer übergeordneten Wärmeplanung bzw. Bau eines (klimafreundlichen) zentralen Wärmeversorgungsnetzes gemacht. Die vorhandenen fossilen, dezentralen Anlagen (Öl) in den Bestandsgebäuden werden, wie bereits erwähnt, sukzessiv ersetzt werden. Basierend auf den Anforderungen des GEG vom 01.01.2024, dass der Gebäudesektor bis 2045 klimaneutral sein soll, wird somit davon ausgegangen, dass bis 2045 alle fossilen Heizungen durch Wärmepumpen oder Heizungen basierend auf Biomasse ersetzt werden.
- Der Strombedarf für elektrische Anwendungen (also ohne Heizstrom bzw. Strom für Wärmepumpen) ändert sich kaum. Etwaige Einspar- und Effizienzsteigerungspotenziale werden durch Rebound-Effekte (anspruchsvollere Unterhaltungselektronik, etc.) substituiert.
- Bis 2045 wird angenommen, dass der im Quartier erzeugte Strom nur geringfügig zunimmt. Vom Bau von Windkraft- oder Freiflächen PV-Anlagen wird aufgrund der geringen zur Verfügung stehenden Flächen nicht ausgegangen. Bei Dachflächen PV-Anlagen wird davon ausgegangen, dass jährlich auf etwa 1% des

Gebäudebestandes eine Anlage mit einer durchschnittlichen Nennleistung von 2.000 kWp installiert wird. Im Jahr 2045 würde somit im Quartier eine PV-Nennleistung von ca. 0,53 Mio. kWh installiert sein.

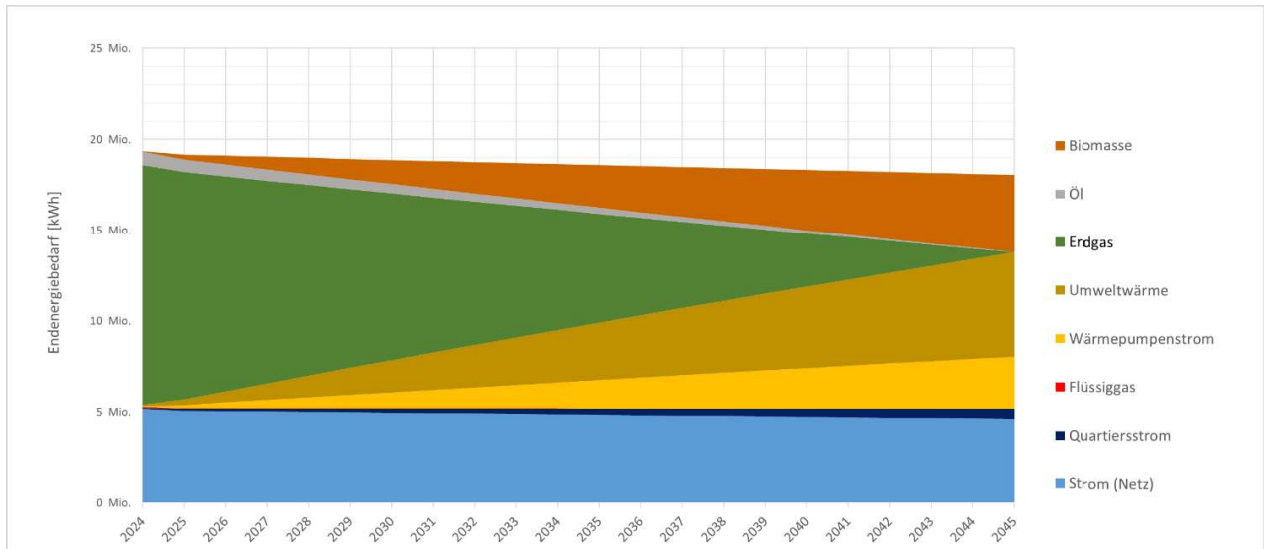


Abbildung 79 | Entwicklung des Endenergiebedarfes bis 2045 unter Annahmen des Beharrungsszenarios (Quelle: DSK GmbH)

In Abbildung 79 ist die Entwicklung des Endenergiebedarfes und der Verteilung der Energieträger bis zum Jahr 2045 unter den im Beharrungsszenario zuvor beschriebenen Annahmen dargestellt. Basierend auf den gesetzlichen Anforderungen aus dem GEG werden bis 2045 alle fossilen Energieträger vollständig aus dem Wärmemix verdrängt.

8.2. Klimaszenario

Das Klimaszenario soll die weitere Entwicklung darstellen, wie sie bis 2045 bei Übertreffung der gesetzlichen Anforderungen des GEG 2024 mit der größten Wahrscheinlichkeit eintreten wird. Hierfür wurden die folgenden groben Grundannahmen getroffen:

- Im Gegensatz zum Beharrungsszenario werden verstärkte Bemühungen für die Information und Beratung der Quartierseinwohner bezüglich energetischer Sanierungsmaßnahmen durchgeführt. Dies führt dazu, dass deutlich umfangreichere Sanierungen im Gebäudebestand stattfinden als auch ein frühzeitiger Austausch der Heizsysteme auf fossiler Basis erreicht werden. Weiterhin fördern Staatliche Anreizprogramme und die steigende CO₂-Abgabe die Sanierungsraten. Für die Liegenschaften und Nichtwohngebäude werden Einsparpotenziale an Wärme durch einzelne Sanierungsmaßnahmen auf jeweils 12% und 10% angenommen. Ausgehend auf dem für zukunftsweisende Sanierungsmaßnahmen ermittelten Potentials aus Kapitel 7.2 und einer erhöhten Sanierungsquote der Wohngebäude von 2% würden sich somit Gesamtwärmeeinsparungen in Höhe von ca. 25,7%, gemessen am Wärmebedarf der Bestandsgebäude, ergeben.
- Die CO₂-Abgabe (Regelmechanismus der Bundesregierung zum Erreichen der Klimaneutralität bis 2045) erhöht sich bis 2045 kontinuierlich über den aus heutiger Sicht höchsten Stand im Jahr 2025 (55 €/Tonne)

hinaus. Im Jahr 2045 werden die für eine Klimaneutralität benötigten, mindestens ca. 350 €/Tonne erreicht (vgl. MCC 2018). Fossile Energieträger wie Heizöl und Erdgas werden hierdurch deutlich teurer und führt zu einem allgemeinen Rückgang für Heizsysteme auf fossiler Basis.

- Es werden im Untersuchungsgebiet ebenfalls keine Überlegungen hinsichtlich einer übergeordneten Wärmeplanung bzw. Bau eines (klimafreundlichen) zentralen Wärmeversorgungsnetzes gemacht. Die vorhandenen fossilen, dezentralen Anlagen (Öl) in den Bestandsgebäuden werden, wie bereits erwähnt, sukzessiv ersetzt werden. Gebäude in einem energetisch günstigen Ausgangszustand werden in diesem Szenario künftig durch Wärmepumpen versorgt und die restlichen Gebäude durch auf Basis von Biomasse versorgt (Holzhackschnitzel, Pellets). Neukäufe von Heizungssystemen werden vor Ablauf der maximalen Betriebsdauer (30 Jahre) vorzeitig ausgetauscht. Bis zum Zieljahr 2045 werden Öl- und Erdgas vollständig verschwunden sein.
- Der Strombedarf für elektrische Anwendungen (also ohne Heizstrom bzw. Strom für Wärmepumpen) ändert sich kaum. Etwaige Einspar- und Effizienzsteigerungspotenziale werden durch Rebound-Effekte (anspruchsvollere Unterhaltungselektronik, etc.) substituiert.
- Bis 2045 wird angenommen, dass der im Quartier erzeugte Strom nur geringfügig zunimmt. Vom Bau von Windkraft- oder Freiflächen PV-Anlagen wird aufgrund der geringen zur Verfügung stehenden Flächen nicht ausgegangen. Bei Dachflächen PV-Anlagen wird davon ausgegangen, dass jährlich auf etwa 2,5% des Gebäudebestandes eine Anlage mit einer durchschnittlichen Nennleistung von 2.000 kWp installiert wird. Im Jahr 2045 würde somit im Quartier eine PV-Nennleistung von ca. 1,22 Mio. kWh installiert sein.

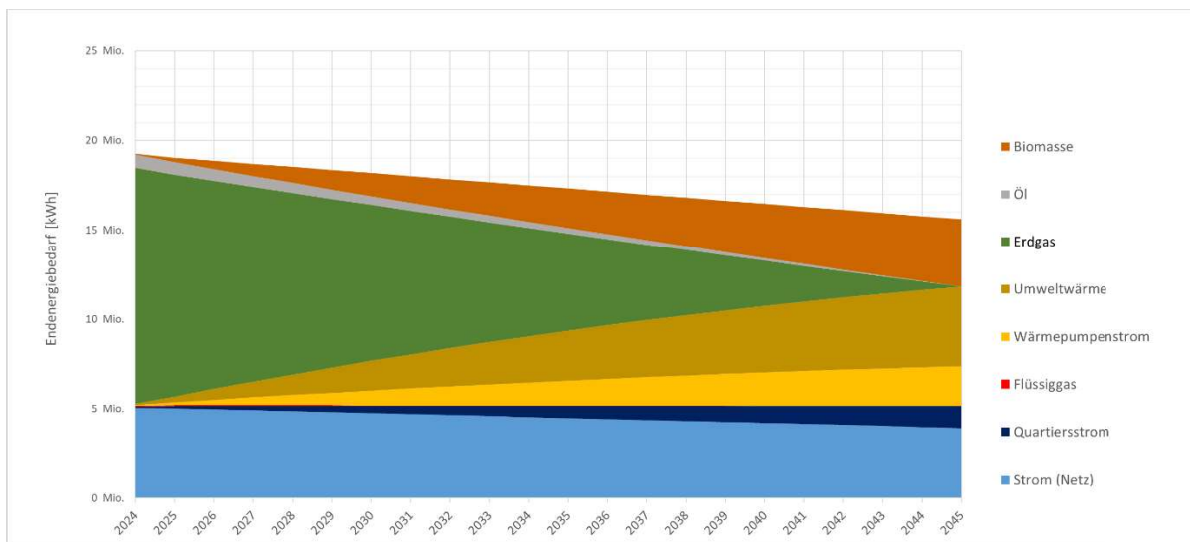


Abbildung 80 | Entwicklung des Endenergiebedarfes bis 2045 unter Annahmen des Klimaszenarios (Quelle: DSK)

In Abbildung 80 ist die Entwicklung des Endenergiebedarfes und der Verteilung der Energieträger bis zum Jahr 2045 unter den im Klimaszenario zuvor beschriebenen Annahmen dargestellt. Bezüglich der Energieträger zur

Wärmeversorgung ist allgemein ein Rückgang der fossilen Brennstoffe (Erdgas, Öl) zu erkennen, wobei die Energieträger Erdgas ab 2045 und Heizöl im Jahr 2035 vollständig verschwunden sein werden. Im Vergleich zum vorherigen Szenario ist eine deutliche Senkung des Energiebedarfes durch verstärkte Sanierungsmaßnahmen erkennbar.

8.3. Szenario Wärmenetz

Das Wärmenetzzenario beschreibt den Ansatz, den gesamten Wärmebedarf im Quartier durch netzbasierte Lösungen zu decken. Ein großer Unterschied zu den dezentralen Lösungen in den zuvor ausgeführten Szenarien liegt darin, dass Wärmenetze in Konkurrenz zu Sanierungsmaßnahmen stehen. Dies liegt darin begründet, dass Wärmenetze nur wirtschaftlich arbeiten, wenn, im Verhältnis zur Größe des Netzes, ein ausreichend hoher Wärmebedarf besteht. Für das vorliegende Quartier wurde in Kapitel 7.5 eine erste Berechnung der Wirtschaftlichkeit durchgeführt und ergab, dass ein Wärmenetz grundsätzlich wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Ein weiterer Unterschied liegt darin, dass große, zentrale Anlagen effizienter arbeiten als eine Vielzahl kleiner, dezentraler Anlagen. Im Folgenden wird die Versorgungsmöglichkeit des Wärmenetzes auf Grundlage einer Großwärmepumpe untersucht. Abgesehen von den eingesetzten Energieträgern basieren beide Szenarien auf den gleichen, folgenden Grundannahmen:

- Es wird angenommen, dass im Zuge des Netzausbaus durch die Anschlussmöglichkeit keine erhöhten Sanierungsmaßnahmen in den Wohngebäuden durchgeführt werden. Es werden die Sanierungsraten und Einsparpotenziale angenommen, wie sie im Beharrungsszenario beschrieben sind.
- Es wird von einem stückweisen Ausbau des Wärmenetzes ausgegangen. Die Inbetriebnahme des ersten Teilabschnitts des Wärmenetzes wird für das Jahr 2029 angenommen. Es wird von einem weiteren Ausbau des Wärmenetzes im Jahr 2031 ausgegangen. Jeweils in den Jahren 2035 und 2041 wird die Inbetriebnahme zusätzlicher Wärmequellen angenommen, um zusätzliche Abnehmer ans Wärmenetz anzubinden und ab 2041 den gebäudebezogenen Wärmebedarf des gesamten Quartiers über das Wärmenetz zu decken.
- Die CO₂-Abgabe (Regelmechanismus der Bundesregierung zum Erreichen der Klimaneutralität bis 2045) erhöht sich bis 2045 kontinuierlich über den aus heutiger Sicht höchsten Stand im Jahr 2025 (55 €/Tonne) hinaus. Im Jahr 2045 werden die für eine Klimaneutralität benötigten, mindestens ca. 350 €/Tonne erreicht (vgl. MCC 2018). Fossile Energieträger wie Heizöl und Erdgas werden hierdurch deutlich teurer und führt zu einem allgemeinen Rückgang für Heizsysteme auf fossiler Basis.
- Der Strombedarf für elektrische Anwendungen (also ohne Heizstrom bzw. Strom für Wärmepumpen) ändert sich kaum. Etwaige Einspar- und Effizienzsteigerungspotenziale werden durch Rebound-Effekte (anspruchsvollere Unterhaltungselektronik, etc.) substituiert.
- Bis 2045 wird von einem vergleichbaren Ausbau von Dachflächen PV-Anlagen wie im Beharrungsszenario ausgegangen.

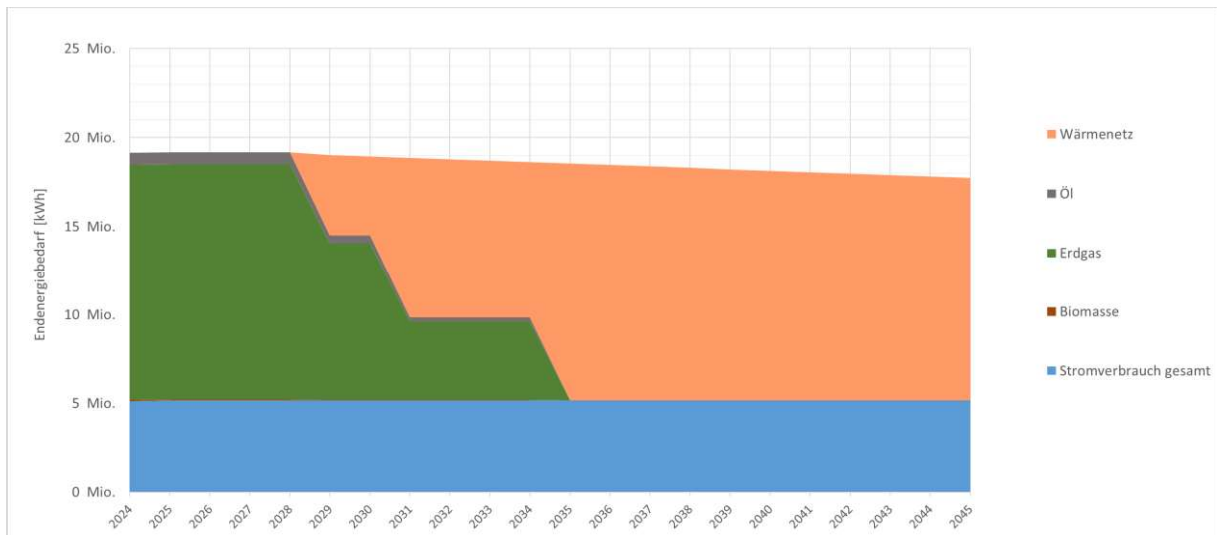


Abbildung 81 | Entwicklung des Endenergiebedarfes bis 2045 unter Annahmen der Wärmenetzzenarien (Quelle: DSK)

In Abbildung 81 sind die Endenergieverbräuche der beiden netzbasierten Szenarien dargestellt. Zu beachten ist, dass das Wärmenetz in dieser Darstellung als ein Energieträger gezählt wird, auch wenn dieses durch mehrere Energieträger versorgt wird. Die Anteile der Energieträger für ein solches Netz ist in Abbildung 82 dargestellt.

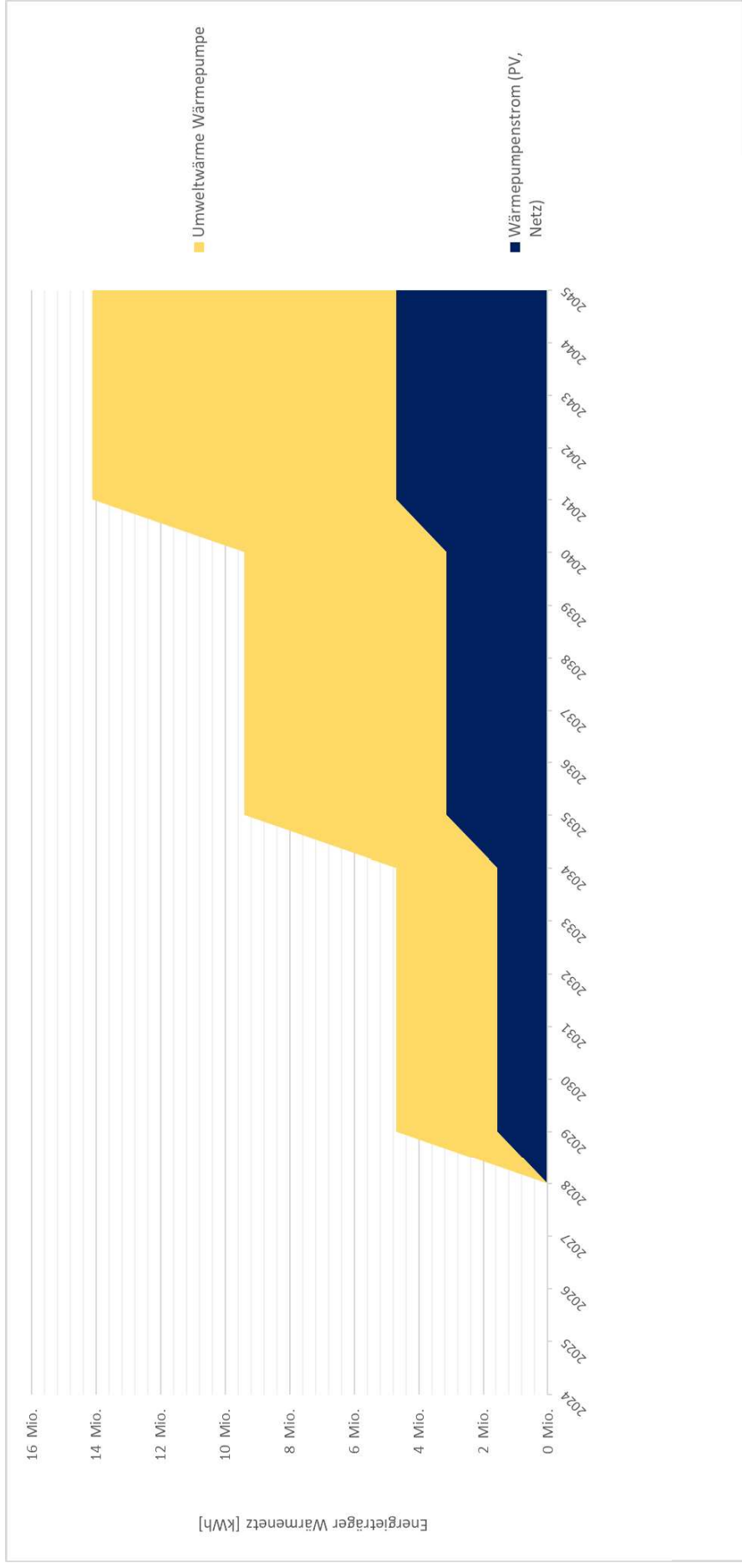


Abbildung 82 | Entwicklung der Energieträgeranteile zur Deckung des Wärmebedarfes eines Wärmenetzes – Szenario Wärmepumpe

In Abbildung 82 ist die Entwicklung der Energieträger des Wärmenetzes für das Szenario Großwärmepumpe dargestellt. Da in Quartiersnähe nur geringe Flächen zur Wärme-erzeugung identifiziert werden konnten, bietet sich darum für eine netzbasierte Lösung eine Versorgung mit Großwärmepumpen an, da der Strom, welcher zum Betrieb der Wärmepumpen benötigt wird, auch über große Distanz mit relativ geringen Verlusten transportiert werden kann, was bei dem Transport von Wärme mit deutlich höheren Verlusten verbunden wäre.

8.4. Vergleich der THG-Emissionen

Abbildung 83 zeigt die mutmaßliche Entwicklung des jährlichen Treibhausgas-Ausstoße auf Grundlage der berechneten Endenergieentwicklungen in den beiden zuvor beschriebenen Szenarien. Auf der positiven Seite der Y-Achse werden die verursachten THG-Emissionen dargestellt, auf der negativen Seite die eingesparten jährlichen THG-Emissionen durch die Stromeigenennutzung der im Quartier zu installierenden PV-Anlagen. Rechnet man die beiden Achsenwerte zusammen, ergibt sich der jährliche Netto-Treibhausgasstoß für das Quartier.

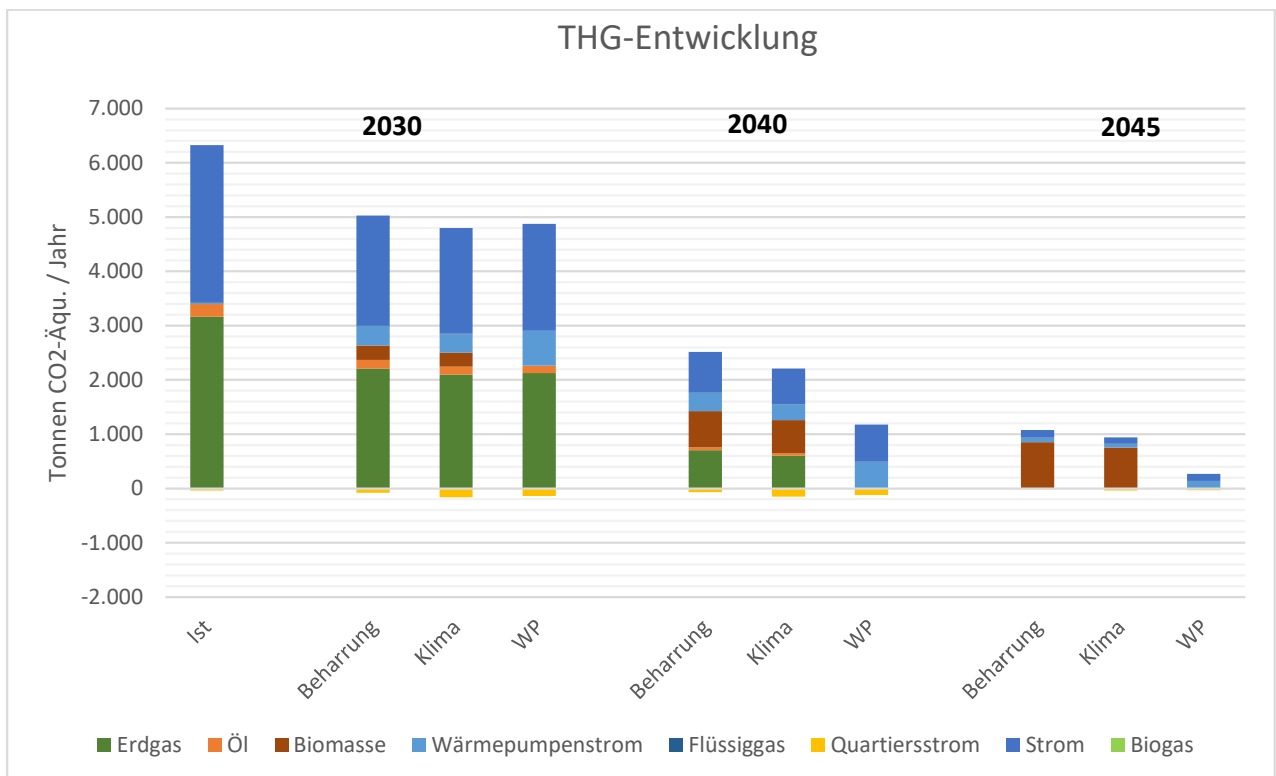


Abbildung 83 | Vergleich der THG-Emissionswerte in den Szenarien gegenüber dem Ist-Zustand (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Ausgehend vom Ausgangszustand werden in allen Szenarien bis 2045 stetig sinkende THG-Emission erwartet. Auffällig ist im Jahr 2030, dass die THG-Emissionen (ohne Berücksichtigung des PV-erzeugten Quartierstroms) gegenüber dem Klimaszenario zunächst leicht höher liegen. Dies ist damit zu begründen, dass im Klimaszenario eine höhere Sanierungsbereitschaft angenommen wurde und damit der Energieverbrauch niedriger liegt als in den anderen Szenarien. Erst ab 2040 wird durch die weitestgehend strombetriebene Wärmeversorgung (Wärmepumpe) eine deutliche Reduzierung der THG-Emissionen erreicht werden. Auffällig ist zudem, dass die THG-Emissionen im Jahr 2045 bei Beharrungs- und Klimaszenario relativ nah beieinanderliegen. Dies liegt darin begründet, dass alle Szenarien die Vorgaben aus dem Gebäudeenergiegesetz erfüllen, dass ab 2045 nur noch Wärme basierend auf erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme genutzt werden dürfen. Weiterhin ist auffällig, dass die THG-Emissionen in allen Szenarien für die strombezogenen Energieträger stark rückläufig sind. Dies geht auf die Annahme zurück, dass sich die Emissionsfaktoren hierfür bis ins Jahr 2045 mit Ausbau erneuerbarer Stromnetze mitentwickeln. Besonders der Faktor für netzbasierten Strom hängt hierbei stark von der Entwicklung des Strommix in Deutschland ab. Sollte der Netzstrom bis 2045 treibhausgasneutral produziert werden, würden lediglich die Emissionen für feste Biomasse verbleiben. Sollte der Ausbau des Quartierstroms durch quartiersnahe PV- oder

Windkraftanlagen stärker zunehmen als angenommen, würde sich dies weiter positiv auf die THG-Bilanz auswirken, da dieser als treibhausgasneutral gilt und somit den Netzstrom mit seinem schlechteren Emissionsfaktor verdrängen. Letztlich könnten durch die Kombination einer strombezogenen Wärmeversorgung (Wärmepumpe) mit dem Ausbau der Stromnetze und der Installation von PV- oder Windkraft sogar negative Emissionen erreicht werden. Aufgrund der angenommenen Entwicklung bzw. Verbesserung des THG-Faktors für Netzstrom fallen trotz des Ausbaus von PV-Anlagen die Einsparungen künftig gering aus.

8.5. Vergleich der Primärenergie

Abbildung 84 zeigt die mutmaßliche Entwicklung der jährlichen Primärenergiebedarfe auf Grundlage der berechneten Endenergieentwicklungen in den zuvor beschriebenen Szenarien. Analog zu den zuvor gezeigten Entwicklungen der Treibhausgase ergibt sich bei Zusammenrechnung der positiven und negativen Achsenwerte der jährliche Primärenergiebedarf für das Quartier.

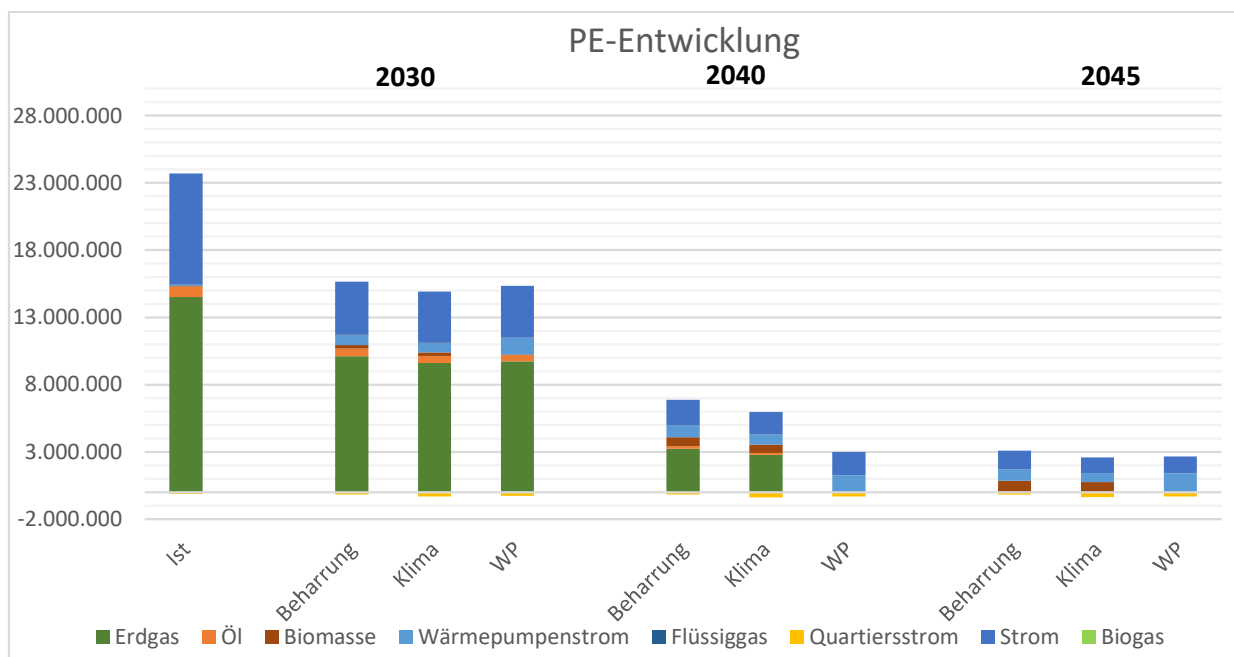


Abbildung 84 | Vergleich der Primärenergiebedarfe in den Szenarien gegenüber dem Ist-Zustand (Quelle: DSK, eigene Erhebung)

Ausgehend vom Ausgangszustand ergibt sich eine allgemeine Minderung in den betrachteten Szenarien. Einer der Hauptgründe für diese Entwicklung liegt in der Entwicklung des Primärenergiefaktors für netzbasierten Strom. Unter der Annahme, dass der Strommix in Deutschland zunehmend nachhaltiger und erneuerbarer wird, wird von einer Reduzierung des Primärenergiefaktors von 1,6 im Jahr 2024 zu 0,3 im Jahr 2045 ausgegangen, was zum Beispiel durch eine deutliche Reduzierung von Transportaufwänden für Brennstoffe erklärbar ist. Analog zu den THG-Emissionen fallen bis 2030 beim Klimaszenario die Primärenergieeinsparungen stärker ins Gewicht als bei den anderen Szenarien aufgrund der Sanierungsmaßnahmen an den Bestandsgebäuden. Ab 2045 werden dann die Primärenergiebedarfe in allen Szenarien quantitativ nah beieinanderliegen und sich nur noch hinsichtlich des Energiemix voneinander unterscheiden. Aufgrund der angenommenen Entwicklung bzw. Verbesserung des PE-Faktors für Netzstrom fallen trotz des Ausbaus von PV-Anlagen die Einsparungen nicht hoch aus.

9. Klimaschutz- und Klimafolgenanpassung durch Grün-Blaue-Infrastruktur

Im Rahmen einer nachhaltigen Quartiers- bzw. Gemeindeentwicklung nimmt die Bedeutung von Grün-, Frei- und Wasserflächen zukünftig eine noch bedeutendere Rolle ein, wenn es um die (Weiter-)Entwicklung der besiedelten Flächen geht. Urbanes Grün führt nicht nur zu einer Steigerung der Attraktivität und Lebensqualität, sondern städtisches Grün reguliert das Mikroklima, reinigt die Luft, hat eine lärmdämmende Wirkung und wirkt sich damit positiv auf das lokale Klima, auf die Gesundheit und das Wohlbefinden ihrer Bewohner:innen aus. Zudem bieten Grün- und Freiflächen Lebensraum für Flora und Fauna und unterstützen damit die biologische Vielfalt, d.h. die Biodiversität im städtischen wie auch im ländlichen Raum.

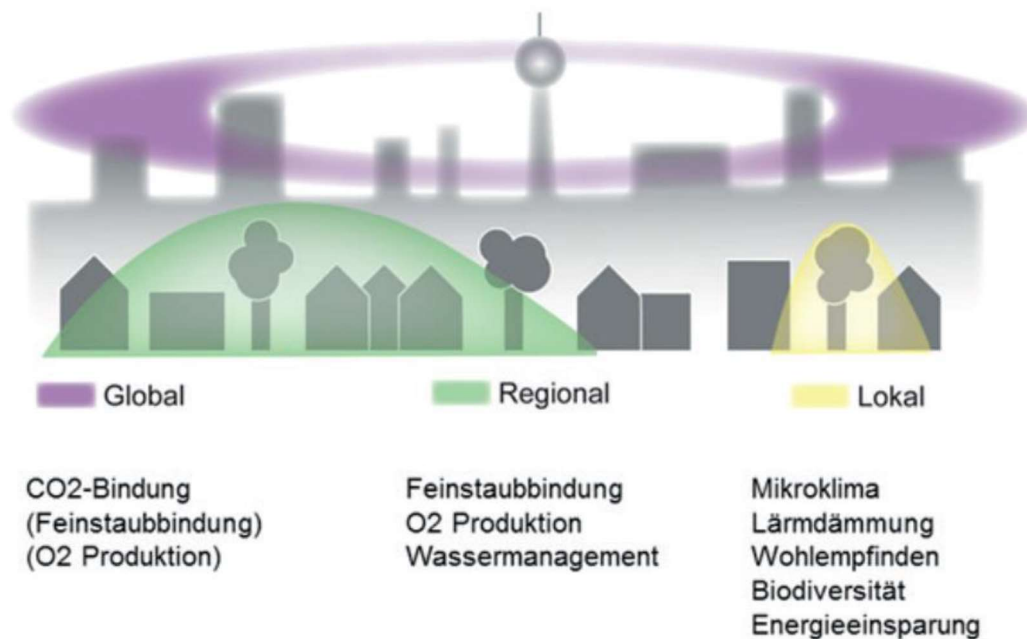


Abbildung 85 | Globale, regionale und lokale Auswirkungen von Grün im Gemeindefeld (Quelle: DSK)

Der Kommune ist im Rahmen der Bebauungspläne möglich, gewisse Vorgaben hinsichtlich Bepflanzung, Verschattung oder Entsiegelung sowohl auf den öffentlichen Flächen festzulegen als auch Festsetzungen für gewisse Begrünungsmaßnahmen auf privaten Grundstücken im Rahmen des Bebauungsplans zu beschließen, die damit für die zukünftigen Eigentümer:innen bindend sind (Pflanzgebote). Diese Maßnahmen im bebauten Siedlungsbereich dienen dem Klimaausgleich (geringere Aufheizung) und sind daher ein immer wichtiger werdender Baustein im Zuge einer möglichst nachhaltigen Baugebietsentwicklung.

Dagegen sind die Einfluss- bzw. Eingriffsmöglichkeiten vonseiten des Planungsrechts bzw. der Stadt im älteren Bestandsquartier deutlich schwieriger. Kommunen haben häufig die Möglichkeit – je nach Bundesland – über kommunale Satzungen örtliche Bauvorschriften zu erlassen und dadurch beispielsweise ein Verbot von Stein-

und Schottergärten durchzusetzen. Medial hat diese Steuerungsmöglichkeit anfangs noch für viel Aufmerksamkeit gesorgt, wird aber mittlerweile von zahlreichen Kommunen deutschlandweit eingeführt.

Über die Möglichkeit einer Satzung hinaus sollten die Eigentümer:innen im Bestandsquartier dafür sensibilisiert werden, den Fokus zukünftig auf private – freiwillige – Entsiegelungsmaßnahmen zu legen, um die Versickerungsfähigkeit des Bodens zu erhöhen. Der Versiegelungsgrad innerhalb des Quartiers in Vorgärten und Wegen kann im Zuge von Modernisierungs- und Gestaltungsmaßnahmen verringert werden, indem neue Flächenbefestigungen in Form von wasserdurchlässigen Befestigungssystemen mit möglichst hohem Grünanteil eingesetzt werden. Hierfür könnten beispielsweise Rasengittersteine, Rasenfugenpflaster, Kies-Split-Decken oder Schotterrassen eignen sich (in unterschiedlichem Maße, je nach Intensität der Nutzung sowie des vorhandenen Unterbodens) zum Einsatz kommen (vgl. StMUV 2020).

Belagstyp	Mittlerer Abflussbeiwert	Anwendungen
Rasen Schotterrassen	C = 0,1-0,2 C = 0,2	Gärten, Seiten- und Mittelstreifen, gelegentlich benutzte Parkflächen
Rasengittersteine Rasenfugenpflaster	C = 0,1 C = 0,25	wenig befahrene Wege, Stellplätze, Feuerwehrezufahrten
Betonpflaster mit Dränfugen	C = siehe Herstellerangaben	Geh- und Radwege, Parkplätze, Fußgängerzonen

Abflussbeiwert

Der Abflussbeiwert beschreibt den Anteil des Gesamtniederschlages, der abfließt (d.h. nicht versickert oder verdunstet). Ein niedriger Wert bedeutet eine hohe Durchlässigkeit des Belages und dementsprechend eine geringe Abflussbildung. Es wird zwischen dem Spitzenabflussbeiwert (für die Kanalnetzbemessung und für Überflutungsbeurteilungen) und dem mittleren Abflussbeiwert (für die Bemessung von Versickerungsanlagen, Regenrückhalteräumen und den Drosselabfluss ins Gewässer) unterschieden.

Abbildung 86 | Belagstypen und deren Abflussbeiwert (Quelle: StMUV 2020)

Um die Bewohner:innen für die ökologische Bedeutung solcher alternativen durchlässigen Flächenbefestigungen zu sensibilisieren, empfiehlt es sich, dieses Thema im Zuge der Maßnahmenumsetzung zukünftig mit zu behandeln und mit aufzunehmen. Beispielhafte Maßnahmen inklusive groben Kostenaufstellungen bauen Hürden ab und motivieren private Eigentümer:innen bestenfalls zur Umsetzung. Neben privaten Maßnahmen sollten auch öffentliche Flächen auf entsprechende Maßnahmen geprüft werden.

Ein hoher Grünanteil wirkt der Bildung von Hitzeinseln entgegen. Wiesenflächen dienen als multifunktional nutzbare Spiel- und Freizeitflächen. Die Landschaftsmodellierung erlaubt dabei eine Ableitung des Regenwassers zu den Versickerungsmulden im Grünzug. Sie tragen überdies zur Verbesserung der Luftqualität bei, denn Pflanzen produzieren Sauerstoff und helfen, die Luft zu reinigen, indem sie Schadstoffe wie Kohlendioxid, Stickoxide und Feinstaub absorbieren. Dies führt zu einer verbesserten Luftqualität, was besonders in ländlichen Gebieten von Bedeutung sein kann, die zunehmend von der Luftverschmutzung durch Verkehr und industrielle Aktivitäten betroffen sind. Auch im Quartier bieten urbane Grünflächen Lebensraum für eine Vielzahl von Pflanzen und Tieren. In ländlichen Quartieren können sie als wichtige ökologische Nischen dienen, die die lokale Biodiversität erhalten und fördern. Sie bieten Nahrung, Unterschlupf und Brutplätze für eine Reihe von Arten und tragen so zur Erhaltung der biologischen Vielfalt bei.

In Rees selbst bieten bereits jetzt schon zahlreiche Grün- und Freiflächen Raum für Erholung, Sport und Freizeitaktivitäten für die Bewohnerinnen und Bewohner des Quartiers. Sie sind Orte, an denen sich Menschen entspannen, spielen und Sport treiben können, was zur körperlichen und psychischen Gesundheit beiträgt. Sie fördern die soziale Interaktion und stärken das Gemeinschaftsgefühl. Der gute Zugang zu natürlichen Grünflächen ist mit einer Reihe von Gesundheitsvorteilen verbunden, darunter Stressreduktion, Verbesserung der mentalen Gesundheit und Förderung der körperlichen Aktivität. Studien haben gezeigt, dass Menschen, die Zugang zu Grünflächen haben, tendenziell gesünder und glücklicher sind. Letztlich tragen auch Grünflächen zur ästhetischen Aufwertung des Ortsbildes bei und können die Attraktivität eines Quartiers für Bewohner und Besucher erhöhen. Sie bieten eine visuelle Abwechslung und können als identitätsstiftende Elemente eines Ortes fungieren.

10. Handlungsempfehlungen, Vorgehen & Zielsetzung

Die kommunale Zielsetzung der Energieeffizienz und Energieeinsparung, die mit der Verringerung der CO₂-Emissionen einhergeht, muss auf eine möglichst nachhaltige, ressortübergreifende und integrierte Weise angestrebt werden. Dabei sind neben den ökologischen auch die ökonomischen und sozialen Dimensionen der Nachhaltigkeit zu beachten. Die Stadt Rees ist sich ihrer Verantwortung und tragenden Rolle im Hinblick auf die Ziele und Schwerpunkte des Quartierskonzeptes sowie deren Umsetzung bewusst.

Die Ziele der kommunalen Energie- und Klimaschutzpolitik, die auch die Zielsetzungen auf Bundes- und Landesebene berücksichtigen müssen, lassen sich nur durch ein Zusammenspiel von Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs bzw. Steigerung der Energieeffizienz und Maßnahmen zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien und somit einer weitgehenden Dekarbonisierung der Energienutzung erreichen. Dies muss sowohl den Bereich der Wärme- als auch der Stromversorgung betreffen.

Zur Zielerreichung müssen quartiersbezogene Potenziale, welche in einem vorherigen Kapitel erörtert wurden, aktiviert werden, um wichtige Faktoren wie Lebens- und Wohnqualität sowie Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Insbesondere die Thematik der Resilienz spiegelt die Frage nach politischer Verantwortung wider. Durch vorbeugende, vorbereitende und reaktive Maßnahmenbündel müssen Gefahrenpotenziale im Vorfeld erkannt und wenn möglich beseitigt werden. Dies ist jedoch ausschließlich durch eine auf langfristige Vorsorge angelegte Vorgehensweise möglich und steht in der Wahrnehmung vieler Akteur:innen in direkter Konkurrenz zu kurzfristigen und eher drängenden Problemen. Bei der Realisierung robuster, flexibler und anpassungsfähiger Konzeptstrategien wird ein erheblicher Beitrag zu resilienten Strukturen (bspw. in Kommunen) geleistet und eine Begrenzung von Verlusten, Ausfällen oder Schäden sichergestellt.

Voraussetzung für die Umsetzung von Maßnahmen ist die Kommunikation der Ziele und Maßnahmen in der Öffentlichkeit, die für die Sensibilisierung der Bevölkerung sorgt und die Motivation zur Umsetzung von energetischen Sanierungsarbeiten in der eigenen Immobilie steigert. Diese sollte mit einem gezielten Beratungsangebot einhergehen, welches auch auf aktuelle Förderkulissen (z.B. BAFA) eingeht, um dem Hemmnis mangelnder Finanzierungsmöglichkeiten entgegenzuwirken. Im Ergebnis kann und will die Stadt Rees einen Beitrag zur CO₂-Emissionsminderung leisten und ihrer Vorbildrolle im Klimaschutz (für Einwohner:innen und Eigentümer:innen des Quartiers) gerecht werden.

Im Rahmen des vorliegenden integrierten energetischen Quartierskonzeptes hat sich die Stadt Rees für das Quartier folgende Ziele gesetzt:

- Reduzierung der CO₂-Emissionen und des Energieverbrauchs im Gebäudebestand
- verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energieträgern
- Prüfung der Eignung einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung
- Schaffung zuverlässiger resilienter (Infra-)Strukturen
- Sensibilisierung der Bewohner:innen für Nachhaltigkeit und Klimaschutz

11. Maßnahmenkatalog

Dieses Kapitel behandelt die auf die Ergebnisse der vorhergehenden Kapitel aufbauenden Maßnahmenvorschläge zur Senkung des CO₂-Ausstoßes und zur Verbesserung der Energiebilanz des Quartiers.

Die folgenden Maßnahmenvorschläge dienen dazu, das Bestandsgebiet attraktiv, nachhaltig, energieeffizient und somit lebenswert zu gestalten. Das primäre Ziel dabei ist es, Energie und damit CO₂-Emissionen einzusparen. Um dieses Ziel zu erreichen, stehen vor allem die energetische Sanierung der Gebäude, eine nachhaltige Strom- und Wärmeversorgung, u.a. durch die vermehrte Produktion von (privaten) Solarstrom innerhalb des Quartiers und die öffentliche und mediale Präsenz des Themas Energie und Energieeffizienz im Fokus. Insgesamt gehen die folgenden empfohlenen Maßnahmenvorschläge, wie auch das Konzept an sich, über das eigentliche Energiethema hinaus.

Zum einen dienen die folgenden, einzelnen Maßnahmenvorschläge der prozessorientierten Umsetzung und können daher als konkreter Handlungsleitfaden für die Stadt Rees verstanden werden. Zum anderen soll das Konzept generell als Handlungsrahmen für ein systematisches Vorgehen der Kommune und aller beteiligten Akteure beim Klimaschutz fungieren.

Jeder der folgenden Maßnahmensteckbriefe enthält eine kurze Zielformulierung sowie Kurzbeschreibung, den vorgeschlagenen Umsetzungszeitraum sowie für die Umsetzung relevante Akteure und Fördermöglichkeiten und – sofern abschätzbar – eine Kostenabschätzung, das CO₂-Minderungspotenzial und nächste empfohlene Handlungsschritte. Zudem werden die einzelnen Maßnahmen in die Prioritäten hoch, mittel und gering eingeteilt, je nach Output der jeweiligen Maßnahme.

Ein Maßnahmensteckbrief untergliedert sich wie folgt:

- Nummerierung / Bezeichnung: ordnet die Maßnahme einem Handlungsfeld zu
- Ziel / Zielgruppe: beschreibt die mit der Maßnahme angestrebten Ziele und benennt Akteure und Partner, an die sich die Maßnahme richtet
- Priorität: schreibt der Maßnahme die Priorität gering, mittel oder hoch zu
- Kurzbeschreibung: beschreibt die Maßnahme zusammenfassend
- Mögliche Effekte / CO₂-Einsparpotenzial: gibt mögliche Effekte und ggf. auch die damit verbundene Höhe des Einsparpotenzials für den CO₂-Ausstoß wieder
- Kosten: beziffert die mit der Maßnahme verbundenen Kosten bzw. Aufwendungen
- Finanzierung / Förderung: benennt mögliche Finanzierungs- und Förderquellen für die jeweilige Maßnahme
- Umsetzungszeitraum: gibt einen möglichen oder notwendigen Zeitraum für die Umsetzung der Maßnahme an
- Akteure: nennt die für die Umsetzung notwendigen Akteure
- Einschätzung der Umsetzbarkeit / Risiken und Hemmnisse: benennt und bewertet mögliche Risiken oder Hemmnisse bei der Maßnahmensumsetzung
- Status / Nächste Schritte: enthält den aktuellen Stand der Vorbereitung oder Umsetzung der Maßnahme sowie die notwendigen Schritte für die Umsetzung der Maßnahme



Abbildung 87 | Darstellung der Handlungsfelder (Quelle: DSK, eigene Darstellung DSK)

11.1.1. Maßnahmenübersicht nach Kategorie

Die nachfolgende Maßnahmenliste beinhaltet alle Maßnahmen die für das IEQK "Stadtkern" der Stadt Rees erarbeitet wurden.

E-U | Überblick über die Maßnahmenblätter

Maßnahmenliste

Handlungsfeld 1: Siedlungsstruktur und Bebauung

1. S1 Energieeffiziente Standards für Neubauten
2. S2 Einführung Photovoltaik-Pflicht auf Neubauvorhaben

Handlungsfeld 2: Gebäudesanierung

3. G1 Energetische Sanierung von privaten Wohn- und Geschäftshäusern
4. G2 Musterobjekt „Energieeffizientes Haus“
5. G3 Begleitung bei individuellen Sanierungsfahrplänen

Handlungsfeld 3: Energieversorgung im Quartier

6. E1 Nutzung solarer Energie auf Dachflächen des Quartiers

Handlungsfeld 4: Kommunale Wärmeplanung und Nahwärmenetz

7. NW1 Beschluss und Beauftragung zur Erstellung eines Kommunalen Wärmeplans
8. NW2 Initiierung einer Machbarkeitsstudie Wärmenetz / Rheinwasser
9. NW3 Begleitung beim Anschluss an ein Wärmenetz

Handlungsfeld 5: Nachhaltige Mobilität

10. NM1 Begutachtung aller abkürzenden Fuß- und Radwege im Quartier

Handlungsfeld 6: Klimaanpassung

11. K1 Fassadenbegrünung

Handlungsfeld 7: Informations- und Öffentlichkeitsarbeit

12. Ö1 Informationsveranstaltungen
13. Ö2 Quartier zum Anfassen

11.1.2. Maßnahmenkatalog mit Einzelmaßnahmen

S1 – Energieeffiziente Standards für Neubauten

Ziel:

Energieeffiziente Neubauten mind. KfW 40 od. vergleichbar.

Kurzbeschreibung:

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) definiert Mindeststandards hinsichtlich Heizungstechnik und Wärmedämmung von Gebäuden. Dies gilt auch für neue Gebäude in Neubaugebieten und für die Bebauung von Baulücken. Um nicht nur die Mindeststandards zu erfüllen, sondern möglichst energieeffiziente Neubauten errichten zu lassen, kann bei solchen Bauprojekten gezielt auf die Möglichkeiten und Vorteile der verschiedenen Effizienzhausklassen hingewiesen und informiert werden. Dies kann sowohl für Wohngebäude als auch für Nichtwohngebäude erfolgen. Es gibt sowohl für Wohngebäude als auch Nichtwohngebäude verschiedene Effizienzgebäude-Stufen, die jeweils eine höhere Gesamtenergieeffizienz als die Mindeststandards erreichen.

Zeitraum:

Ab sofort

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Abhängig von Gebäudetyp, Effizienzhausniveau und Maßnahmen.

Akteure:

Stadtverwaltung, Gebäudeeigentümer:innen,

CO₂-Minderungspotenzial:

Große Einsparpotenziale im Vergleich zum Referenzgebäude bzw. Mindeststandard möglich, abhängig von der jeweiligen Effizienzgebäude-Stufe.

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Mögliche Hemmnisse: Private Investitionen notwendig

Nächste Handlungsschritte:

Koordinierung des Informations- und Beratungsangebotes

Ergänzende Maßnahme: E1 – Nutzung solarer Energie auf Dachflächen des Quartiers

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Private Investitionen, Förderung möglich über:

KfW 261 – Wohngebäude (Kredit)

KfW 263 – Nichtwohngebäude (Kredit)

Für Wohngebäude (EH) und Nichtwohngebäude (EG) u.a.:

EH/EG 55: max. Fördersatz 40 %

EH/EG 40: max. Fördersatz 45 %

S2 – Photovoltaik-Pflicht auf Neubauvorhaben

Ziel:

Steigerung der Nutzung von Strom aus erneuerbaren Quellen.

Kurzbeschreibung:

§42a der Bauordnung NRW regelt die Verpflichtung der Installation von Dachsolaranlagen. Für Neubauten von Nichtwohngebäuden gilt die Pflicht bereits seit Januar 2024, die Ausweitung der Pflicht für Neubauten von Wohngebäuden gilt erst ab Januar 2025. Generell empfiehlt sich jedoch die Installation von PV-Anlagen bei Neubauten, denn dies hilft allgemein den CO₂-Ausstoß zu reduzieren. Durch die Installation von Photovoltaik-Systemen auf den Dächern neuer Gebäude wird eine nachhaltige Energiequelle genutzt, die sowohl zur Stromerzeugung für den Eigenbedarf als auch zur Einspeisung ins öffentliche Netz beitragen kann. Diese Initiative unterstützt nicht nur die Umwelt durch die Verringerung von Treibhausgasemissionen, sondern bietet auch finanzielle Vorteile für Bauherren und Bewohner durch reduzierte Energiekosten und mögliche Einspeisevergütungen. In diesem Zusammenhang wird auch auf die bestehenden Bestandsgebäude verwiesen: Die Pflicht gilt erst nur dann, wenn eine vollständige Erneuerung der Dachhaut vorgenommen wird. Die Solarpflicht entfällt, sollte sich hierbei die Installation als technisch nicht realisierbar oder als wirtschaftlich unzumutbar herausstellen.

Zeitraum:

Ab sofort

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Preis pro KW-Peak ca. 1.300-1.800€
Gesamtkosten je nach Größe zw. 7.000 und 18.000 €. Darin sind alle Kosten zur Anschaffung und Montage inkl. Inbetriebnahme enthalten.

Akteure:

Stadtverwaltung, Bauherren und Gebäudeeigentümer:innen,

CO₂-Minderungspotenzial:

Große Einsparpotenziale in der eigenen Stromnutzung. Ohne Speicher können bis zu 30% Eigenbedarf erreicht werden. Inkl. Speicher 80%. Einsparungen von bis zu 600g CO₂-Äquivalenten je erzeugte kW/h sind möglich im Vergleich zu fossilen Energiequellen.

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Mögliche Hemmnisse: Festhaltungen in der Satzung
Einholung von Informationen von Fachbetrieben
Finanzielle Hürden

Nächste Handlungsschritte:

Einholung von Informationen von Fachbetrieben

Ergänzende Maßnahme: S1 – Standards für Neubauten, E1-Nutzung solarer Energie auf Dachflächen

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Private Investitionen, Förderung möglich über:

KfW 270 – Anlagen zur Erzeugung Strom und Wärme (Kredit)

KfW 40 Neubauten werden einmalig mit einem 5% Tilgungszuschuss gefördert (max. 6000€)

G1 – Beratung zur energetischen Sanierung von Wohn- und Geschäftshäusern

Ziel:

Unterstützung und Motivation zur energetischen Gebäudesanierung.

Kurzbeschreibung:

Mit dieser Maßnahme sollen Gebäudeeigentümer:innen im Quartier ein Beratungsangebot hinsichtlich energetischer Sanierungsmaßnahmen sowie Unterstützung bei den ersten Schritten erhalten. In vielen Fällen ist mit einer ersten, orientierenden Einschätzung zu möglichen Maßnahmen sowie der Vermittlung von weiterführenden Informationen der Anfang gemacht. Dies sollte durch eine aufsuchende Beratung umgesetzt werden. Zudem sollten Gebäudeeigentümer:innen auch zu jeweils aktuell verfügbaren Fördermitteln beraten werden..

Zeitraum:

Beginn kurzfristig denkbar

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Kosten pro Beratung ca. 400-500 EUR

Akteure:

Gebäudeeigentümer:innen, Stadtverwaltung, Fachbüro

CO₂-Minderungspotenzial:

Grds. kann von folgenden Energie-Einsparpotenzialen bei den verschiedenen Sanierungsmaßnahmen ausgegangen werden (u.a. abhängig von den verschiedenen Bauteilen und Dämmstärken):

- Dachdämmung: ca. 20 %
- Dämmung der Außenwand: ca. 30 %

Austausch der Fenster: ca. 10 %.

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Private Investitionen notwendig, Beratungsangebot wird ggf. nicht in dem erforderlichen Maß angenommen

Nächste Handlungsschritte:

Koordinierung des Beratungsangebots,

Ergänzende Maßnahme: G2 – Musterobjekt „Energieeffizientes Haus“ G3 – Begleitung individueller Sanierungsfahrpläne Ö1 – Informationsveranstaltungen

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Fördermittel für energetische Sanierungsmaßnahmen sind über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) verfügbar, z.B.:

Maßnahmen an der Gebäudehülle mit 15 % (zzgl. Ggf. iSFP-Bonus 5 %)

Anlagentechnik mit 15 % (zzgl. Ggf. iSFP-Bonus 5 %)

Heizungstechnik s. Maßnahme E2

G2 Musterobjekt „Energieeffizientes Haus“

Ziel:

Aufzeigen beispielhafter energetischer Installations-/ Sanierungsoptionen in privaten Wohnhäusern mit dem Ziel des Nachahmungseffekts und der Reduzierung von Berührungspunkten

Kurzbeschreibung:

Errichtung bzw. Nutzung eines Musterobjekts im Quartier mit Modellcharakter, das die verschiedenen Möglichkeiten energieeffizienter Maßnahmen bzw. Sanierungsoptionen aufzeigt und vor Ort besichtigt werden kann. Zum einen sollte vor Ort ein Beratungsangebot vorhanden sein sowie Informationen über entsprechende Fördermittel vermittelt werden. Zum anderen sollten die Besucher:innen die Möglichkeit haben "die Baustelle" aus der Nähe zu erleben und so verschiedene Arbeitsschritte einer energetischen Installation/ Sanierung mitzuverfolgen.

Ein errichtetes Musterhaus im Gebiet Rees könnte gleichzeitig als "Energie-Beratungs-Zentrum" und Veranstaltungsraum dienen. Zudem können hier die aktuellen Neubaustandards in Bezug auf Energieeffizienz und die Wahl nachhaltiger Baumaterialien an einem praktischen Beispiel verdeutlicht werden.

Zeitraum:

mittelfristig, sofern sich Gelegenheit bietet

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Schwer zu beziffern

Akteure:

Stadtverwaltung, Eigentümer:innen, Fördermittelstellen

CO₂-Minderungspotenzial:

Nicht direkt zu beziffern

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Investition und Personal notwendig, mangelndes Interesse an Maßnahme

Nächste Handlungsschritte:

Standortüberlegung, Gespräche mit entspr. Eigentümer:innen im Quartier od. auf Stadtgebiet, Einbindung von Partnern in der Region (Baubranche, Banken, lokales Handwerk), Einbindung eines Energieeffizienz-Experten (dena) für Planung der Effizienzmaßnahmen, Antragstellung Fördermittelgeber

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Förderung der Planung der Effizienzmaßnahmen durch einen Energieeffizienz Experten (dena) durch BAFA Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Für Effizienzhäuser siehe KfW Förderprogramm 261. Für Einzelmaßnahmen siehe Infoseiten des BAFA auf dessen Internetauftritt.

G3 Begleitung bei individuellen Sanierungsfahrplänen

Ziel:

Unterstützung sanierungswilliger Eigentümer:innen bei der Erörterung des Einsparpotenzials in Bestandswohngebäuden.

Kurzbeschreibung:

Initiierung & Begleitung: Die Untersuchungen haben ergeben, dass im Bestandsgebiet Einsparpotenzial im Gebäudebereich vorhanden ist. Für Wohngebäude existiert seitens des Bundeswirtschaftsministeriums über das BAFA eine Förderung für sog. „individuelle Sanierungsfahrpläne“ (iSFP). Bei der Erarbeitung eines solchen iSFP wird ein Gesamtkonzept für die energetische Sanierung zu einem sog. „Effizienzhaus“ entwickelt, das je nach den finanziellen Möglichkeiten entweder auf einmal oder Schritt-für-Schritt umgesetzt werden kann. Darüber hinaus können die Gebäudeeigentümer:innen nur durch den iSFP eine zusätzliche Förderung für investive Maßnahmen in Höhe von +5 Prozent für die BEG-Förderung erhalten.

Nachbetreuung: Wurde ein iSFP erstellt, sollte dieser wie vorgesehen umgesetzt werden. Häufig ergeben sich dann trotzdem noch Fragen rund um die Sanierung. Hier sollte das qualifizierte Quartiersmanagement den Gebäudeeigentümer:innen weiterhin mit Rat und Tat zur Seite stehen. Aktuell können die Maßnahmen aus dem iSFP mit Hilfe von Förderungen durch das BEG umgesetzt werden. Entsprechende Informationen sollten durch das Quartiersmanagement an die Gebäudeeigentümer:innen herangetragen werden.

Zeitraum:

laufend

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Je nach Umfang und Komplexität des Gebäudes
ca. 2.500-3.500 Euro/ Gebäude

Akteure:

private Eigentümer:innen, Energieeffizienz-Expert:innen

CO₂-Minderungspotenzial:

nicht direkt zu beziffern, abhängig von Maßnahmen

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Private Investitionen notwendig, Beratungsangebot wird ggf. nicht in dem erforderlichen Maß angenommen

Nächste Handlungsschritte:

Erste Schritte bestehen in der Information der Gebäudeeigentümer:innen über die Möglichkeiten eines iSFP & anschließend in der Suche nach geeigneten Energieeffizienzexpert:innen (sog. EEE) (dena). Daraufhin kontinuierliche Begleitung der Eigentümer:innen.

Der iSFP darf nur durch EEE für Förderprogramme des Bundes durchgeführt werden. Weitere Informationen auf den Internetseiten der BAFA und der dena (Deutsche Energie-Agentur GmbH)

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

BAFA: bis zu 50 % der Kosten für den iSFP

Im Anschluss: +5 % Förderung bei der Umsetzung von Maßnahmen nach BEG

E1 – Nutzung solarer Energie auf Dachflächen des Quartiers

Ziel: Erhöhung der Nutzung solarer Energie im Quartier



Kurzbeschreibung:

Im Quartier sind bei einer Vielzahl privater Gebäude Potenziale zur Nutzung solarer Energie in Form einer PV-Anlage zur Stromerzeugung oder einer Solarthermie-Anlage zur Warmwassererzeugung auf den Hausdächern vorhanden. Diese Potenziale sollten genutzt und somit der Anteil regenerativ erzeugten Stroms sowie Wärme erhöht werden. Private Eigentümer:innen sollen animiert werden, ihre Dächer für die Nutzung Solarer Energie bereitzustellen.

Zeitraum:

Ab sofort / Fortlaufend

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

PV-Anlagen erhalten über das EEG eine Einspeisevergütung pro eingespeister kWh. Ein monokristallines PV-Modul mit einer Leistung von 350-450 Watt kostet zwischen 150-350€

Akteure:

Verwaltung, Gebäudeeigentümer:innen im Quartier

CO₂-Minderungspotenzial:

In Abhängigkeit vom Strommix lassen sich je erzeugter Kilowattstunde (kWh) ca. 415g CO₂ vermeiden (im Vergleich zu einer kWh aus dem Netz, Strommix Stand 2023). Bei Solarthermie-Anlagen kann von einer Wärmeerzeugung von 450 kWh pro m² Kollektorfläche und Jahr ausgegangen werden. Dies bedeutet eine jährliche Einsparung von rund 100g CO₂ pro m² Kollektorfläche.

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Festsetzung in der Gestaltungssatzung historischer Stadtkern
Einholung von Informationen von Fachbetrieben
Finanzielle Hürden, bauliche Einschränkungen (Statik, Platz)

Nächste Handlungsschritte:

Einzelprüfung und Machbarkeit je Wohngebäude.

Ergänzende Maßnahme: Ö1 – Informations- und Öffentlichkeitsarbeit, G1 – Energetische Sanierung privater Gebäude
G2 – Mustersanierungshaus

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Über die BEG werden PV-Anlagen im Rahmen von Sanierungen zu Effizienzhaus-Niveaus gefördert (Mittels Kredit, Zuschuss): 261, 262 Wohngebäude – Kredit
270 Erneuerbare Energien – Standard
442 Förderprogramm Solarstrom für E-Fahrzeuge
Einige Städte und Kommunen bieten eigene Fördermittel an.

NW 1 - Beschluss und Beauftragung zur Erstellung eines Kommunalen Wärmeplans

Kurzbeschreibung und Ziel:

Seit dem 01.01.2024 ist das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze in Kraft getreten. Das Gesetz verpflichtet Kommunen zur Erstellung einer Kommunalen Wärmeplanung. Zur Kontrolle des Fortschritts getätigter Maßnahmen und Einsparungen ist die Fortschreibung alle 5 Jahr gesetzlich verpflichtend.

Zeitraum:

Die Stadt Rees muss nach dem aktuell gültigen Gesetzesentwurf die Kommunale Wärmeplanung bis zum 30.06.2028 vorweisen. Für die Erstellung durch einen externen Dienstleister sollte ein Bearbeitungszeitraum von einem bis eineinhalb Jahre vorgesehen werden.

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Kosten für die Erstellung eines Kommunalen Wärmeplans für die Stadt Rees liegen unter Beachtung der Größe, der Einwohnerzahl und der Komplexität des Untersuchungsgebietes. bei ca. 30.000 – 50.000€.

Akteure:

Stadtverwaltung, Externes Beratungsunternehmen, Stadtwerke

CO₂-Minderungspotenzial:

nicht direkt zu beziffern

Nächste Handlungsschritte:

Begleiten des beauftragten Unternehmens bei der Erstellung des Wärmeplans.

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Über Konnexitätszahlungen des Landes (NRW).

NW2 - Initiierung einer Machbarkeitsstudie Wärmenetz / Rheinwasserwärme

Ziel:

Erstellung einer Machbarkeitsstudie zwecks Fachplanung eines Wärmenetzes, zur Beteiligung der Bürger:Innen und als Voraussetzung zur Akquise von systemischen Fördermitteln für den Bau eines Wärmenetzes. Steigerung des Autarkiegrades des Quartiers und des Ausbaus Erneuerbarer Energien und Reduktion der wärmebedingten Treibhausgasemissionen im Quartier.

Kurzbeschreibung:

Die Machbarkeitsstudie soll die in diesem Quartierskonzept aufgedeckten Potenziale (Rheinwasser, Geothermie, ggf. Abwasser) einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung tiefergehend untersuchen, da diese sich nach den Ergebnissen eignen könnten. Es sollen mehrere Szenarien der Wärmebereitstellung in einem Variantenvergleich gegenübergestellt werden. Die Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass die Nutzung von Rheinwasser als Wärmequelle ein praktikables Konzept für ein Wärmenetz darstellen könnte, welches das Quartier und gegebenenfalls benachbarte Stadtteile mit regenerativer Wärme vollständig versorgen könnte. Die Machbarkeitsstudie soll dies tiefergehend untersuchen. Im Ergebnis werden mit der Studie belastbare Wärmegestehungskosten der verschiedenen zentralen Versorgungsvarianten gegenübergestellt werden. Dabei ist der Forderung nach 100 Prozent Erneuerbaren Energien im Wärmenetz bis 2045 nachzukommen. Ergebnisse aus weiteren Vor- und Machbarkeitsstudien (bspw. zur mitteltiefen und tiefen hydrothermalen Geothermie) sind zu berücksichtigen. Außerdem sind zur Erstellung der Machbarkeitsstudie die weiteren Anforderungen nach dem Merkblatt der BEW – Förderung Modul 1 zu erbringen. Weitere Informationen sind der Website oder telefonisch bei der BAFA einzuholen.

Zeitraum der Beauftragung:

Q1 2025

(Bevolligungszeitraum zur Erstellung der Machbarkeitsstudie: 1 Jahr, Verlängerung um 1 Jahr möglich)

Wirtschaftlichkeit/

Kostenabschätzung:

Die Kosten zur Erstellung einer Machbarkeitsstudie für das Quartiersgebiet werden auf 50.000 Euro (netto) abgeschätzt. Die Studie wird im Modul 1 zu 50% der anfallenden Kosten bezuschusst.

Akteure:

Stadtverwaltung, Stadtwerke, Fördermittelgeber (BAFA), Ingenieurbüro zur Erstellung der Machbarkeitsstudie

CO₂-Minderungspotenzial:

Mit dem Bau und der zukünftigen Versorgung der Gebäude über ein mit Erneuerbaren Energien gespeistes Wärmenetz werden erhebliche Treibhausgasemissionen eingespart.

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Mangelnde Bereitschaft zur Beauftragung

Nächste Handlungsschritte:

Beschluss zur Fördermittelbeantragung, Einholen von Angeboten von Fachbüros zur Akquirierung von Fördermitteln, Antragstellung durch künftigen Betreiber des Wärmenetzes oder externes Fachbüro

Priorität: Hoch

Fördermöglichkeiten:

Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) des BAFA:

Modul 1 – Transformationspläne und Machbarkeitsstudien

- 50 Prozent der förderfähigen Kosten
- Maximale Fördersumme: 2 Millionen Euro pro Antrag

NW3 - Begleitung beim Anschluss an ein Wärmenetz

Ziel:

Begleitung der Eigentümer:innen, Gewerbetreibenden und Stadtverwaltung im potenziellen Anschlussgebiet bei fachlichen Fragen im Rahmen der Errichtung eines Wärmenetzes.

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des vorliegenden Quartierskonzepts wird der Aufbau eines Nahwärmenetzes auf Basis Erneuerbarer Energien untersucht. Während der Studiererstellung und beim möglicherweise sich ergebenden Anschluss an ein solches Wärmenetz ergeben sich erfahrungsgemäß viele Fragen, Ängste und Verunsicherungen unterschiedlicher Natur.

Um hier Aufklärungsarbeit zu leisten und mögliche Ängste sowie Falschinformationen bzgl. des Anschlusses und der Umstellung auf die neue Technologie aus dem Weg zu räumen, können bzw. sollten die potenziellen Anschlussnehmer:innen zunächst durch ein Fachbüro begleitet werden. Diese Maßnahme trägt schließlich dazu bei, später eine möglichst hohe Anschlussquote im Bestandsquartier erzielen zu können. Fachbüros, die sich auf Machbarkeitsstudien spezialisiert haben, verfügen in der Regel über die erforderliche Fachkompetenz und können je nach ihrem Leistungsspektrum die notwendige Expertise für solche Projekte bereitstellen. Der Umfang und die Tiefe der angebotenen Dienstleistungen variieren dabei je nach Qualifikation und Erfahrung des jeweiligen Büros.

Zeitraum:

Abhängig vom Ergebnis der Machbarkeitsstudie. Beginn voraussichtlich ab Mitte 2027

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

ca. 30 AT Aufwand = $30 * 1.000 \text{ €} = \text{ca. } 30.000 \text{ €}$

Akteure:

Stadtverwaltung, Stadtwerke, Fördermittelstellen, Versorgungsunternehmen, Fachbüro der Studiererstellung

CO₂-Minderungspotenzial:

Hilft, das Einsparpotenzial eines Wärmenetzes systematisch umzusetzen; erhöht die Erfolgsaussichten einer möglichst hohen Anschlussquote zu Beginn der Wärmenetzplanungen

Nächste Handlungsschritte:

Sobald sich aus der Machbarkeitsstudie (Maßnahme NW2) die Machbarkeit eines Wärmenetzes im Untersuchungsgebiet und ggf. darüber hinaus abzeichnet, sollten Immobilienbesitzer:innen fortan hierüber informiert werden.

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Zur Zeit keine Fördermöglichkeiten

NM 1 – Begutachtung aller abkürzenden Fuß- und Radwege im Quartier

Ziel:

Inklusive Gestaltung des Wegenetzes und Verbessern der Zugänglichkeit des Fuß- und Radverkehrs.

Kurzbeschreibung:

Insbesondere weibliche und ältere Menschen haben ein erhöhtes Bedürfnis nach Sicherheit im öffentlichen Raum. Das gilt insbesondere während der Tagesrandzeiten. Dieses Bedürfnis soll damit beantwortet werden, dass erkannte Problembereiche entdeckt und beseitigt werden. Damit steigt die Bereitschaft, Autofahrten durch das Gehen zu Fuß oder das Fahren mit dem Rad zu ersetzen. Die Stadt Rees ist bereits mit entsprechenden Konzepten ausgestattet, eine fortlaufende Evaluierung der in den Konzepten aufgelisteten Maßnahmen wird empfohlen.

Zeitraum:

Ab sofort und fortlaufend.

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Es entstehen ggf. Kosten für Grünschnitt oder zusätzliche Leuchtpunkte.

Akteure:

Stadtverwaltung, Gleichstellungsbeauftragte, Interessensvertreter, Bürger:innen

CO₂-Minderungspotenzial:

Die innerstädtischen Autofahrten können leicht durch das Gehen zu Fuß und das Fahren mit dem Rad ersetzt werden. Während einer Autofahrt entstehen etwa 120 bis 130 g CO₂ je km. Die meisten innerstädtischen Autofahrten enden nach 5 km. Gelänge es, täglich 10 Fahrten durch Fußwege und Radfahrten zu ersetzen, entspräche das einer Minderung von 6 kg CO₂ pro Tag bzw. ca. 1,5 bis 2 t CO₂ pro Jahr.

Nächste Handlungsschritte:

Öffentliche Begehung gemeinsam mit Betroffenen

Priorität: mittel

Fördermöglichkeiten:

Förderung eines Nahmobilitätskonzepts der NKI

K1 – Fassadenbegrünung

Ziel:

Verbesserung des Mikroklimas, Hitzeschutz, verlangsamter Regenabfluss, Erhöhung der Biodiversität, Dämmung und Schallschutz

Kurzbeschreibung:

Die Begrünung von Fassaden hat auch im ländlichen Raum eine nicht zu unterschätzende Auswirkung auf das Mikroklima. Neben der Bindung von CO₂ kann Fassadenbegrünung durch Verdunstung von Niederschlagswasser die Temperatur in der unmittelbaren Umgebung senken und das Niederschlagswasser bleibt an der Bepflanzung länger erhalten. Des Weiteren bietet sie Lebensraum für Vögel und Insekten. Neben den positiven Auswirkungen auf das Mikroklima trägt Fassadenbegrünung zum Schutz der Bausubstanz bei, da diese somit vor direkter UV-Strahlung, Schmutzablagerungen und Starkregen geschützt wird. Zudem tragen die Begrünungsmaßnahmen zur Dämmung der Gebäude bei. Aufgrund der geringen Anzahl an Gebäuden mit Flachdächern im Quartier wird die Dachbegrünung hier nicht als explizite Maßnahme aufgeführt. Denkbar ist die Maßnahme, auch über das Quartier hinaus, sowohl an privaten als auch an kommunalen Gebäuden.

Zeitraum:

langfristiger Ansatz

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Ab ca. 15-35 €/m², aber abhängig von Art, Aufbau und Größe

Akteure:

Gebäudeeigentümer:innen, ggf. Stadtverwaltung

CO₂-Minderungspotenzial:

Keine konkreten Einsparpotenziale, aber Verbesserung des Mikroklimas, Erhöhung der Artenvielfalt und Schutz der Bausubstanz

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Geringes Interesse der Gebäudeeigentümer:innen, Pflegeaufwand für die Begrünung

Nächste Handlungsschritte:

Information der Gebäudeeigentümer:innen über die Vorteile einer Fassadenbegrünung

Ergänzende Maßnahme: Ö1 – Informationsveranstaltungen

Priorität: mittel

Fördermöglichkeiten:

Förderung von Erhalt und Neuanlage von Fassadenbegrünung über die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) möglich

Ö | Handlungsfeld Informations- und Öffentlichkeitsarbeit

O1 – Informationsveranstaltungen

Ziel:

Stärkung des Bewusstseins für Energieeffizienz und Klimaschutz im Quartier

Kurzbeschreibung:

Im Quartier sollen regelmäßig Informationsveranstaltungen stattfinden, um die Themen Energieeffizienz und Klimaschutz stärker in das Bewusstsein zu rücken. Die Veranstaltungen können jeweils zu verschiedenen Themen informieren, z.B.:

- Nutzung von Solarenergie
- Heizungstechnik
- Optimierung des Nutzerverhaltens zur Energieeinsparung
- Best-Practice-Sanierungsmaßnahmen aus dem Quartier
- Nachhaltige Mobilität
- Information um das Thema Wärmenetze / kommunale Wärmeplanung

Die Informationsveranstaltungen können durch Pressearbeit sowie Informationsmaterial flankiert sowie werden.

Zeitraum:

langfristiger Ansatz

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Ca. 1.000 EUR pro Veranstaltung, je nach Einladung von Referenten, Saalmiete

Akteure:

Alle Akteur:innen im Quartier

CO₂-Minderungspotenzial:

Indirekte Einspareffekte durch Aktivierung und Sensibilisierung für energetische Sanierungsmaßnahmen sowie klimabewusstes Verhalten.

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Mögliche Hemmnisse: ggf. mangelndes Interesse der Akteur:innen

Nächste Handlungsschritte:

Koordinierung von Referenten, Veranstaltungsort und Einladungen an Anwohner

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Keine direkte Förderung, indirekt über kommunale Wärmeplanung

O2 – Quartier zum Anfassen

Ziel:

Interesse und Bewusstsein für verschiedene Themen im Bereich Energieeffizienz und Klimaschutz stärken

Kurzbeschreibung:

Zur Umsetzung von Maßnahmen aus dem Quartierskonzept ist die Einbeziehung und Mitnahme der Einwohner:innen unabdingbar. Um die verschiedenen Themen im Quartier erlebbar zu machen, können vielfältige Angebote erarbeitet werden. Denkbar sind z.B.:

- Thermografiespaziergang
Mit einer Wärmebildkamera können Schwachstellen in der Gebäudehülle sichtbar gemacht und somit das Bewusstsein für Sanierungsmaßnahmen gestärkt werden (nur im Winter durchzuführen)
- Thematische Quartiersspaziergänge
Z.B. zu Nahwärme, Barrierefreiheit, Mobilität
- Gläserne Baustellen
Besichtigung von Best-Practice-Sanierungen im Quartier

Die Informationsveranstaltungen können durch Pressearbeit sowie Informationsmaterial flankiert werden

Zeitraum:

langfristiger Ansatz

Wirtschaftlichkeit/ Kostenabschätzung:

Ca. 900-1.000 EUR pro Veranstaltung, je nach Einladung von Referenten, Aktivität

Akteure:

Alle Akteur:innen im Quartier

CO₂-Minderungspotenzial:

Keine konkreten Einsparpotenziale, aber Bewusstseinsbildung u.a. für Sanierungsmaßnahmen, höhere Identifikation mit dem Quartier.

Mögliche Risiken und Hemmnisse:

Mögliche Hemmnisse: ggf. mangelndes Interesse der Akteur:innen

Nächste Handlungsschritte:

Koordinierung

Priorität: hoch

Fördermöglichkeiten:

Zur Zeit keine Fördermöglichkeiten

11.2. Maßnahmenzeitplan

Bei der Vielzahl an vorgestellten Maßnahmen ist eine Priorisierung sinnvoll, um Maßnahmen mit direkten hohen Energieeinsparpotenzialen oder geringen Umsetzungshürden schneller vorantreiben bzw. umsetzen zu können, als solche von geringerer (CO₂-)Wirkung oder Maßnahmen, die lediglich eine flankierende Bedeutung haben. In den vorangestellten Maßnahmensteckbriefen sind daher zur Priorisierung die Einordnungen hoch/ mittel/ gering gewählt worden.

Dieser Umsetzungsfahrplan kann beispielsweise einen kurz-, mittel- und langfristigen Zeithorizont beinhalten und die Maßnahmen können schließlich entsprechend der vorherigen Abwägung diesen Umsetzungshorizonten zugeordnet werden. Dieses empfohlene Vorgehen dient einerseits der Verwaltung und Politik bei der Umsetzung ihrer Klimaschutzziele sowie bei der konkreten Haushaltsplanung und andererseits dient es der transparenten Kommunikation in die Quartiersbevölkerung sowie in die Gesamtbürgerschaft, da die Stadt dadurch ihren Willen und ihre Vorbildrolle hinsichtlich der Bemühung um die Erreichung der Klimaschutzziele darlegt. Gleichzeitig kann die Stadt Rees einen ambitioniert aufgestellten Fahrplan dafür nutzen, die Bürger:innen zukünftig noch stärker dafür zu sensibilisieren, dass auch jede:r Einzelne einen Beitrag zu dessen Umsetzung leisten kann und teilweise muss, um die Energieeffizienz und -einsparung auf Quartiers- sowie Gesamtgemeindeebene zu erhöhen, den CO₂-Ausstoß zu verringern und eigene Verhaltens- und Nutzungsmuster hinsichtlich nachhaltiger Alternativen zu überdenken (MIV zu shared mobility etc.)

Maßnahme	2024												2025												2026												2027												2028											
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Monat																																																												
S1	Energieeffiziente Standards für Neubauten																																																											
S2	Einführung Photovoltaik-Pflicht auf Neubauvorhaben																																																											
G1	Energetische Sanierung von privaten Wohn- und Geschäftshäusern																																																											
G2	Musterobjekt „Energieeffizientes Haus“																																																											
G3	Begleitung bei individuellen Sanierungsfahrplänen																																																											
E1	Nutzung solarer Energie auf Dachflächen des Quartiers																																																											
NW1	Beschluss und Beauftragung zur Erstellung eines Kommunalen Wärmeplans																																																											
NW2	Initiierung einer Machbarkeitsstudie Wärmenetz / Rheinwasserwärme																																																											
NW3	Begleitung beim Anschluss an ein Wärmenetz																																																											
NM1	Begutachtung Fuß- und Radwege im Quartier																																																											
K1	Fassadenbegrünung																																																											
01	Informationsveranstaltungen																																																											
02	Quartier zum Anfassen																																																											

Abbildung 88 | Potentieller Maßnahmenzeitplan für das Quartier „Stadtkern“ der Stadt Rees

12. Umsetzungshemmnisse

Um den künftigen Erfolg des vorliegenden Quartierskonzeptes auch in der angesprochenen Umsetzungsphase zu gewährleisten, sind eine Identifikation von und die Auseinandersetzung mit vorhandenen Hemmnissen und Barrieren bezüglich der Maßnahmenimplementierung relevant. Diese sollen nachfolgend gebündelt und unterteilt nach einzelnen Akteursgruppen dargestellt sowie, wo möglich, durch potenzielle Lösungsoptionen zu deren Überwindung ergänzt werden.

12.1.1. Kommunale Ebene und Lösungsansätze

Zur Umsetzung konkreter Maßnahmen nach Konzeptfertigstellung, die nicht kommunale Liegenschaften betreffen, sondern sich eher auf gestalterische und infrastrukturelle Maßnahmen beziehen, sind teilweise erhebliche finanzielle Aufwendungen erforderlich. Mit Rücksicht auf die Haushaltslage stellt die tatsächliche finanzielle Leistungsfähigkeit ein vielfach zitiertes Hindernis dar. Die Bundes- und Landesregierungen bieten den Kommunen jedoch aufgrund der hohen Priorität energetischer Gebäudesanierung – entweder direkt oder mittels entsprechender Einrichtungen (bspw. BAFA) – über diverse Förderprogramme umfangreiche Fördermittel an.

So sind bspw. durch die Kommunalrichtlinie die Errichtung von Mobilitätsstationen sowie der Ausbau der Fahrradinfrastruktur samt dem dazugehörigen Leitsystem und weiterer Projekte im Bereich der energetischen Sanierung kommunaler Liegenschaften gefördert. Dadurch werden Kommunen bei der Realisierung ihrer Projekte finanziell entlastet.

Nicht zu unterschätzen ist die sich selbsttragende Wirtschaftlichkeit vieler Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen. Denn obwohl der anfängliche Investitionsaufwand hoch erscheint, führen viele investive Maßnahmen auf längere Sicht zu relevanten Energie(kosten)einsparungen, die den Aufwand rechtfertigen. (Bei einer solchen Abwägung bestimmter Maßnahmen/ Investitionen muss dringend die ab 2022 fortan steigende CO₂-Besteuerung mitberücksichtigt werden, die einen ursprünglich geplanten Investitionsaufwand somit beträchtlich in die Höhe treiben kann, sofern gewisse Grenzwerte an Emissionen überschritten werden.) Durch die genaue Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einzelner Umsetzungs- und Finanzierungsoptionen kann letztendlich eine den Interessen und Möglichkeiten der Kommune am besten entsprechende Variante identifiziert werden. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Verknüpfung ohnehin anstehender und notwendiger Instandhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen mit energetischen Optimierungen. Die seltene Gelegenheit, in die Bausubstanz einzugreifen, sollte genutzt werden, um neben der eigentlichen Instandhaltung auch energetische Optimierungen auf hohem Niveau durchzuführen. Dies gewährleistet nicht nur eine langfristige Verbesserung der Energieeffizienz, sondern reduziert auch zukünftige Kosten und Emissionen erheblich.

Zudem sind für die Umsetzung einzelner Maßnahmen beispielsweise Contracting-Modelle vorstellbar, die eine direkte finanzielle Beteiligung der Kommune umgehen. Hier können entweder lokale Energieversorger bzw. Netzbetreiber oder externe Akteure involviert werden. Viele Unternehmen unterstützen Projekte im Bereich der Nachhaltigkeit als Teil ihrer Corporate Social Responsibility -Aktivitäten, aber das wird selten als klassisches Sponsoring

bezeichnet. Stattdessen bieten sie z. B. Dienstleistungen wie energetische Beratung oder die Installation von Technologien kostenlos oder zu reduzierten Preisen an.

Das Engagement lokaler Wirtschaftsakteure (z. B. lokaler Energieproduzent/ Kommunalunternehmen) hat sich zum Beispiel bei der Errichtung von Elektroladestationen bewährt. Möglich ist auch deren Beteiligung an anderen Maßnahmen, bspw. bei der Installation von EE-Anlagen an öffentlichen Liegenschaften im Rahmen von Betreiber-Modellen. Unternehmen, die sich an der Umsetzung von Maßnahmen beteiligen könnten von der Kommune für ihr besonderes klimapolitisches Engagement mit Urkunden ausgezeichnet werden. Eine begleitende Öffentlichkeitsarbeit ist hier von besonderer Bedeutung.

Einzelne Maßnahmen können schrittweise implementiert werden und teils aus den bereits realisierten Kosteneinsparungen (mit)finanziert werden. So müssen etwa bei der Implementierung eines städtischen Energiemanagements (auf die gesamte Stadt bezogen) nicht alle kommunalen Liegenschaften gleichzeitig mit intelligenten Mess- und Steuerungssystemen ausgestattet werden. Hier ist ein schrittweises Vorgehen möglich, das ggf. mit der Modernisierung technischer Anlagen einhergeht. Auch dabei ist eine Unterstützung durch den Netzbetreiber oder einen Contractor vorstellbar.

Darüber hinaus sind in vielen Fällen erhebliche Einsparungen bereits durch nicht- oder geringinvestive Maßnahmen möglich, die insbesondere Verhaltens- und Verbrauchsveränderungen stimulieren sollen.

Aufgrund der vielerorts bestehenden personellen Unterbesetzung des kommunalen Verwaltungsapparates, stellt der mit der Umsetzung der energetischen Quartierssanierung sowie der begleitenden Öffentlichkeitsarbeit einhergehende zeitliche und personelle Aufwand ebenfalls eine nicht zu unterschätzende Herausforderung dar. Das Aufgabengebiet ist zudem so umfangreich und vielfältig, dass es nicht einfach auf eine Person in der Verwaltung übertragen werden kann, die parallel für ihre regulären Aufgabenbereiche Verantwortung trägt. Vor dem Hintergrund des Wegfalls des Förderbaustein B – der Maßnahmenumsetzung- im Rahmen der KfW Förderung 432 kommt der Bildung eines Energienetzwerkes eine besonders hohe Bedeutung zu.

Spezifische Hemmnisse – insbesondere im Falle eingeschränkter finanzieller Mittel – können zudem divergierende parteipolitische Prioritäten darstellen, die in den zuständigen politischen Gremien zu Verzögerungen oder Verweigerungen der Mittelfreisetzung führen können. Hier ist eine umfangreiche Aufklärungsarbeit erforderlich, die auch eine regelmäßige Berichterstattung über die bereits erzielten Erfolge (insbesondere in Form von Verbrauchssenkungen und Kosteneinsparungen) vor den relevanten politischen Gremien einschließt.

Um eine nachhaltige Entwicklung der energetischen Quartierssanierung zu gewährleisten, bedarf es einer langfristigen Verstetigung des Prozesses. Im Hinblick auf diese Herausforderung sind das frühe Einbeziehen von Multiplikatoren und die Bildung einer Akteursnetzwerkstruktur erforderlich. Hiermit müssen auch die Identifizierung zentraler Ansprechpersonen und die Etablierung fester Abstimmungsabläufe einhergehen, damit eine erfolgreiche Weiterführung gewährleistet werden kann.

12.1.2. Private Eigentümer

Ein Argument, das häufig von privaten Eigentümerinnen und Eigentümern als Umsetzungshemmnis (konkreter Maßnahmen) angebracht wird ist das eigene, bereits hohe Lebensalter, das dazu führt, dass sich Maßnahmen mit höheren Investitionskosten und oft langen Amortisationszeiträumen bei vielen Bewohnerinnen und Bewohnern nicht mehr innerhalb der verbleibenden Lebensspanne finanziell tragen lassen, was bei der Entscheidung über eine Sanierung oder Modernisierung demotivierend wirkt. Die durch energetische Sanierungen erzielten Wertsteigerungen bei den Immobilien sind, wenn diese von den Bewohnerinnen und Bewohnern bis zum Ableben bewohnt werden, ebenfalls nur bedingt als Motivation zu sehen. Anders ist dies jedoch, wenn die Immobilie als Kapitalanlage gesehen wird, deren Veräußerung ein besseres Auskommen im hohen Alter ermöglichen soll.

In manchen Fällen kann bzw. konnte der Wertzuwachs (in den vergangenen Jahren) durch die energetische Optimierung höher liegen als die tatsächlichen Investitionskosten. (Je nachdem wie sich die Zinshöhe zukünftig entwickeln wird.) Bereits heute schon ist auf dem Immobilienmarkt zu erkennen, dass der **Bestand in den Energieeffizienzklassen C und schlechter einen deutlichen Wertverlust aufweist zu vergleichbaren Objekten in besserem energetischen Zustand**. Gleiches gilt für die Heizungsanlagen.

Wichtig ist auch, dass einzelne Optimierungsmaßnahmen durchaus geringe Amortisationszeiten aufweisen und einen unmittelbaren Komfortzuwachs mit sich bringen (z. B. Dämmung der obersten Geschossdecke zum Kaltdach, Dämmung der Kellerdecke). Entscheidend ist zudem, dass bei Instandhaltungsmaßnahmen parallel auch energetische Belange berücksichtigt werden und in diesem Fall eine möglichst anspruchsvolle Lösung gewählt wird (z. B. bei der Sanierung von Fenstern). Selbst im Falle von Einzelmaßnahmen können attraktive Förderkonditionen in Anspruch genommen werden (z.B. KfW Energieeffizient Sanieren - Einzelmaßnahme). Möglich ist zudem die Verknüpfung von energetischen Sanierungsmaßnahmen mit baulichen Maßnahmen zur Erhöhung der Barrierefreiheit, die im Alter häufig notwendig sind. Nicht zu unterschätzen ist zudem die Verbesserung der Wohnqualität im Zuge einzelner energetischer Optimierungen. Dies ist insbesondere durch die Einführung intelligenter Systeme zur Heizungsregelung zu erreichen, die bei einer Modernisierung von Heizungsanlagen mitbedacht werden sollten. Die Sanierung der Heiztechnik bietet mit Hinblick auf den hohen Bestand alter Anlagen im Quartier erhebliche Effizienzpotenziale und zeichnet sich gegenüber baulichen Maßnahmen durch kürzere Amortisationszeiträume aus.

Das Argument einer guten Wirtschaftlichkeit lässt sich für die Installation von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien vorbringen. Die Darstellungen in Kapitel 7.4.2 zeigen anschaulich, dass sich beispielsweise PV-Anlagen bei den derzeitigen Förderbedingungen und bei einem entsprechenden Eigenverbrauch durch attraktive Wirtschaftlichkeit auszeichnen. Es ist zu erwarten, dass auch durch weitere Förderprogramme die Wirtschaftlichkeit zukünftig verbessert wird.

Durch den Einsatz von Speichern kann diese weiter gesteigert werden. Besonders **Balkon-Solaranlagen** sind für zahlreiche Haushalte in Bestandsgebäuden bei optimaler Auslegung wirtschaftlich interessant und derzeit im Stadtgebiet sehr beliebt. Grundsätzlich stellen die im Quartier verfügbaren erneuerbaren Energien eine relevante Alternative oder zumindest Ergänzung zur Nutzung konventioneller fossiler Energien dar.

Erhebliche Einsparungen sind auch durch nicht- oder geringinvestive Maßnahmen zu erreichen. Ein erster wichtiger Schritt besteht bereits in der nachhaltigen Änderung des Nutzerverhaltens (z. B. nutzungsorientierte Beheizung

der Räume, richtige Lüftung, bewusster Umgang mit Elektrogeräten). Dies kann durch einfache und günstige technische Maßnahmen (z. B. Anschaffung von abschaltbaren Steckerleisten, Umtausch der Beleuchtung) ergänzt werden. Mit der Verbreitung von Informationsmaterialien oder den Energieberatungen zum sparsamen Verhalten können hier kleine Schritte zur merkbaren Verbrauchssenkung getätigt werden. Wichtig ist hierbei, Materialien auch mehrsprachig im Quartier zur Verfügung zu stellen. Eine zu geringe Nachfrage und erfahrungsgemäß mangelnde Teilnahmebereitschaft nach und an Beratungsangeboten stellt jedoch ein Hemmnis dar, das mit steigendem Alter tendenziell eher zunimmt. Diesem Problem kann durch eine kontinuierliche Presse- und Öffentlichkeitsarbeit entgegengewirkt werden, indem das Informationsangebot auch über Kanäle verbreitet wird, die von der älteren Bevölkerung stärker beansprucht werden (Zeitungsartikel, Versenden eines Flyers mit Informationen zum Energie-sparen zusammen mit städtischen Schreiben, Informationsschaukasten im Quartier usw.). Zudem sollte auf bestehende Beratungsangebote hingewiesen werden (z. B. Quartiersbüro, Verbraucherzentrale).

Einen besonderen Kanal zur Informationsvermittlung stellen Energieversorger und Schornsteinfeger dar. Erstere können im Zuge der jährlichen Abrechnungen entsprechendes Informationsmaterial (z. B. Energiespartipps für Haushalte) versenden. Dies wird großteils bereits umgesetzt. Die Schornsteinfeger sollten im Rahmen der Inspektionen und Messung bspw. über die Vorteile des hydraulischen Abgleichs und anderer Optimierungsmaßnahmen an den Heizungsanlagen und der Peripherie informieren. Hierzu zählt auch der Austausch alter Umwälzpumpen. Viele dieser Maßnahmen werden vom BAfA gefördert. Auch auf diesen Aspekt sollte von den Schornsteinfegern hingewiesen werden.

Grundsätzlich sind die Hemmnisse in der Gruppe der privaten Hauseigentümerinnen und -eigentümer hauptsächlich durch eine Kombination aus Maßnahmen zur Steigerung des Bewusstseins für Energiefragen und der Handlungsbereitschaft zum Energiesparen sowie Angeboten zur Information über bestehende Fördermöglichkeiten und dem Nutzen oder die Vorteile einzelner Lösungen abzubauen (Stichwort CO₂-Besteuerung). Letztere können bspw. in Form von Nachbarschaftsgesprächen vermittelt werden, in denen Besitzerinnen und Besitzer von kürzlich sanierten Immobilien über ihre Erfahrungen und die erreichten Veränderungen informieren (s. oben). Darüber hinaus kann die Stadtverwaltung mit gutem Beispiel vorangehen und in den eigenen Objekten (im Quartier und darüber hinaus) entsprechend hohe energetische Standards erreichen.

12.1.3. Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten

Öffentliche Fördermöglichkeiten bestärken grundsätzlich die Entscheidungsfindung für eine Umsetzung energetischer Sanierungsmaßnahmen – besonders seit den extremen Kostensteigerungen für Investitionen in Wärmepumpen etc. seit Beginn der Energiekrise.

Neben Förderprogrammen der KfW-Bank stehen unterschiedliche Bundes- und Landesprogramme zur Verfügung, die in unterschiedlichem Maße von der Stadt, Privatpersonen und Unternehmen im Zusammenhang mit energetischen Sanierungen und Modernisierungen genutzt werden können. Um die Zukunftsfähigkeit des Quartiers sowie eine dauerhafte finanzielle Tragfähigkeit und eine möglichst zügige Realisierung der Maßnahmen sicherzustellen, ist eine Verknüpfung verschiedener Förderangebote (sofern förderrechtlich möglich) sinnvoll.

13. Controlling

Um den tatsächlichen Umsetzungsgrad sowie die Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen zu überprüfen, bedarf es eines kontinuierlichen Controllings. Mit diesem sollen die Entwicklungen in der Umsetzungsphase einzelner Maßnahmen systematisch erfasst, evaluiert, begleitet und die Maßnahmen bei Bedarf angepasst und weiterentwickelt werden. Hiermit soll zugleich gewährleistet werden, dass bei Fehlentwicklungen und Zielabweichungen rechtzeitig gegengesteuert wird bzw. positive Tendenzen aufgegriffen werden. Das Controlling zielt somit auch auf eine bessere Regelung des Implementierungsprozesses ab und führt bei Bedarf zur Optimierung einzelner Maßnahmen. Demnach stehen in seinem Fokus neben dem Gesamtziel – dem Erreichen der Energie- und CO₂-Reduktionsvorgaben – auch einzelne Detailvorhaben – die erfolgreiche Implementierung einzelner Maßnahmen. Vor diesem Hintergrund muss das Controlling sowohl eine generalisierende Top-down- als auch eine maßnahmen-spezifische Bottom-up-Herangehensweise enthalten. In der wirtschaftswissenschaftlichen Terminologie entsprechen Erstere dem strategischen und Letztere dem operativen Controlling.

13.1.1. Monitoring und Berichtswesen

Die Top-down-Herangehensweise prüft auf Ebene des gesamten Quartiers, ob die im Quartierskonzept angestrebten Ziele erreicht werden können und welche Auswirkungen die bereits eingeschlagenen Schritte zeigen. Zugleich können hier eventuelle Veränderung der Rahmenbedingungen oder maßnahmenübergreifende Auswirkungen identifiziert und entsprechende Anpassungen vorgenommen werden. Vor diesem Hintergrund wird zur zielführenden Umsetzung des vorliegenden Konzeptes die regelmäßige Erstellung eines Kurzberichtes empfohlen. Dieser kann zugleich als wichtiges Instrument der Öffentlichkeitsarbeit dienen und daher den Verwaltungsmitarbeiter:innen im Amt sowie den Bewohner:innen des Quartiers zur Verfügung gestellt werden.

Der Kurzbericht sollte die im Berichtszeitraum angestoßenen, laufenden und umgesetzten Maßnahmen erfassen, kurz beschreiben und bewerten. Bestandteil der Bewertung sollte auch die Einschätzung eventuell eingetretener Hemmnisse sein. Bewertet werden müssen in diesem Zusammenhang auch die Zusammenarbeit einzelner beteiligter Akteur:innen und die Funktionsweise der ggf. etablierten Strukturen. Zugleich sollte der Bericht Ausblick über die anstehenden Schritte geben. Im Bericht können zudem relevante Veränderungen in den gesetzlichen und politischen Rahmenbedingungen beispielsweise hinsichtlich der Fördermöglichkeiten und Programme (z. B. EEG, GEG, Kommunalrichtlinie, KfW- und BAFA-Förderprogramme, Förderprogramme des Landes Niedersachsen, usw.) aufgegriffen werden. Daraus können sich eventuell auch neue Handlungsbereiche ergeben oder die Priorisierung und Reihenfolge einzelner Maßnahmen angepasst werden (bspw. wenn ein neues Förderprogramm mit einer begrenzten Laufzeit aufgesetzt wird). Der Kurzbericht sollte mit einer Periodizität von einem Jahr angefertigt werden. Er sollte zielführend sein und daher mit möglichst geringem Aufwand hergestellt werden. Es geht somit weniger um die Länge des Berichtes, sondern viel mehr um die strukturierte Darstellung des Zurückliegenden und ein Ausblick auf die kommenden Schritte. Möglich ist auch eine tabellarische Berichtsform, bspw. im Rahmen einer Excel-Datei, die den kontinuierlichen Vergleich einzelner Maßnahmen und Berichtszeiträume erlaubt.

Als zentrales Instrument des Top-down-Controllings kann zudem die Fortschreibung der Energie- und CO₂-Bilanz des Quartiers („Quartiersbilanz“) eingesetzt werden. Diese ermöglicht es Entwicklungen des Energieverbrauchs und den daraus resultierenden THG-Ausstoß zu erfassen, nach einzelnen Sektoren auszuwerten und somit auch qualifizierte Aussagen über erzielte Fortschritte zu treffen. Die Bilanzierung kann grundsätzlich entsprechend den

methodischen Hinweisen aus diesem Konzept durchgeführt werden. Problematisch ist jedoch, dass die Bilanzierung eine gewisse Erfahrung erfordert und somit für Personen, die sich hiermit bisher nicht befasst haben, zeitlich aufwändig sein kann. Eine weitere Herausforderung stellt die für die Erstellung der Bilanz notwendige Datenerfassung dar. Diese ist ebenfalls zeitaufwendig und erfordert bei Datenlücken das Einsetzen von Parametern, Schätzungen und Annahmen. Die Berichterstattung muss jedoch auch durch eine begleitende Betrachtung und Auswertung der einzelnen Maßnahmen flankiert werden.

13.1.2. Maßnahmencontrolling

Das Controlling auf Ebene einzelner Maßnahmen stellt eine operative bzw. Bottom-Up-Herangehensweise dar und dient zum einen der Betrachtung und Bewertung des Erfolges bzw. der Ergebniseffizienz konkreter Maßnahmen und zum anderen der Begleitung bei der Umsetzung dieser Maßnahmen bzw. ihrer Einzelschritte. Hier ist auch die Auswertung der Hindernisse und Identifizierung von Optimierungspotenzialen auf Ebene der Maßnahmen notwendig (Prozess-Management).

Inhalt des Bottom-Up-Controllings besteht somit im ersten Schritt aus der Festlegung von Kriterien und Indikatoren anhand derer der Erfolg einer konkreten Maßnahme beurteilt werden kann. Bei technischen bzw. sogenannten „harten“ Maßnahmen sind dabei durch die Erfassung von Kennzahlen auch konkrete Rückschlüsse auf den Energieverbrauch und THG-Ausstoß möglich. Beispiele für derartige Maßnahmen aus dem in diesem Konzept vorliegendem Katalog sind: Optimierung der Heizungsanlagen, Sanierung von kommunalen Liegenschaften, Ausbau der Photovoltaik usw.

Mit Hinblick auf die kommunalen Liegenschaften wird an dieser Stelle insbesondere auf die Vorteile eines Energiemanagements hingewiesen. Es erlaubt nicht nur die Erfassung von Verbräuchen und Kosten, sondern ermöglicht auch die Bildung von spezifischen Kennzahlen. Ziel ist eine transparente Darstellung der Verbrauchs- und Kostenentwicklung in einzelnen Gebäuden sowie deren Vergleichbarkeit. Kern des Energiemanagements bildet eine Datenbank, in der Verbrauchswerte systematisch und zeitnah gesammelt und ausgewertet werden. Einsetzbar sind hierzu verschiedene EDV-Lösungen, die von Office-Anwendungen (Excel) bis hin zu speziell für diese Zwecke entwickelten Programmen (z. B. ProOffice, Pitkommunal usw.) reichen. Mit Hilfe der Auswertungen können zeitnah Probleme bzw. Abweichungen in den Verbräuchen erkannt und behoben werden. Zugleich erlauben sie eine bessere Planung des Mitteleinsatzes und Priorisierung der nächsten Schritte. Eine Sensibilisierung und Schulung einzelner Verwaltungsmitarbeiter hinsichtlich der Pflege und des Umganges mit der Datenbank ist in der Regel erforderlich.

Bei manchen Maßnahmen im Bereich der Informationsverbreitung oder Sensibilisierung können kaum konkrete und unmittelbare Rückschlüsse auf den Verbrauch und THG-Ausstoß gezogen werden, da die Auswirkungen erst mit Verzögerung auftreten oder schwer von externen Einflussfaktoren zu trennen sind. Hier müssen eher leicht quantifizierbare Werte und Indikatoren (z. B. Teilnehmerzahlen, Anzahl durchgeführter Veranstaltungen oder Beratungsgespräche, Anzahl veröffentlichter Artikel usw.) erfasst werden, auf deren Grundlage die gesellschaftliche Resonanz der jeweiligen Maßnahme bewertet werden kann. Die konkrete Wirkung von weichen Maßnahmen kann auf Grundlage einer Evaluation durch Kurzinterviews oder Fragebögen der Teilnehmer ggf. Beratungsempfänger durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich jedoch um eine äußerst zeit- und arbeitsaufwendige Methode, die

von dem/der Sanierungsmanager:in selbst kaum bewältigt werden kann. Fragebogen-hebungen können jedoch bspw. im Rahmen von Schul- oder Forschungsprojekten erfolgen.

Im Rahmen eines Prozess-Managements ist bei einzelnen – insbesondere längerfristig angelegten oder komplexen Maßnahmen wie beispielweise bei dem Aufbau des Nahwärmenetzes – die kontinuierliche Zwischen-bewertung und der Abgleich mit dem im Vorfeld festgelegten Realisierungsplan (Zeit- und Projektabfolgeplan) durchzuführen. Dies erlaubt, den Fortschritt zu überwachen und bei Bedarf Modifikationen im Umsetzungsprozess durchzuführen.

Abkürzungen

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
g	Gramm
IEKK	Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept
ISEK	Integriertes Städtebauliches Entwicklungskonzept
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
K	Kelvin
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWK-G	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LREP	Landesraumentwicklungsprogramm
m	Meter
MFH	Mehrfamilienhaus
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pkw	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
t	Tonne
THG	Treibhausgas
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
VDI	Vereinigung Deutscher Ingenieure
W	Watt
W/(m ² K)	Einheit des Wärmedurchgangskoeffizienten
WE	Wohneinheit

Disclaimer

Alle vorgelegten Berechnungen und Erhebungen erfolgten auf Basis der vom Auftraggeber und den Akteuren bereitgestellten, sowie den von uns ermittelten Daten und Informationen. Eine belastbare Aussage bspw. zur Wirtschaftlichkeit und Funktionsfähigkeit der angeregten energetischen Infrastrukturen wie bspw. Nahwärmenetz, dezentrale Wärmeversorgungs-, oder PV-Anlagen können erst nach Betreiberwahl und weiterer Detailplanung getroffen werden. Die Aussage zu gesetzlichen Regelungen und Förderkulissen betrifft den Stand November 2024.

DSK GmbH | Zukunft Quartier | 19. November 2024

Projektleitung

Volker Broekmans

Leitung Zukunft Quartier

DSK GmbH

Telefon 0521 56002-14

volker.broekmans@dsk-gmbh.de

Projektbearbeitung

Kevin Schneider

Projektleitung

DSK GmbH | Zukunft Quartier

Telefon 0211 56002-17

kevin.schneider@dsk-gmbh.de

Projektbearbeitung

Benjamin Karl

Projektbearbeitung

DSK GmbH | Zukunft Quartier

Telefon 0390 3116974-32

benjamin.karl@dsk-gmbh.de