PLANUNGSGRUPPE

Quartierskonzept Gemeinde Fitzbek
Abschlussbericht zur Erstellung eines integrierten Quartierskonzeptes
Quartier Fitzbek

Im Auftrag von: **Gemeinde Fitzbek**

Ansprechpartner_in: Axel Peters, Bürgermeister der Gemeinde Fitzbek

Auftragnehmer_in: **EcoWert 360°GmbH**
Lise-Meitner-Straße 29, 24941 Flensburg

Bearbeitung: B. Eng. LiMan Keller, B. Eng. Gotje Rathmann,
Dipl.-Ing. Lukas Schmeling, M. Eng. Matthias Winschu,
B. Eng. Jonas Borchert

Stand: 09.12.2024

Förderhinweis: Das Projekt energetisches Quartierskonzept Gemeinde Fitzbek wird gefördert aus Mitteln des Bundes im Rahmen des KfW-Programms 432 „Energetische Stadtsanierung“ sowie ergänzend aus Mitteln des Landes Schleswig- Holstein.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

KFW SH

Schleswig-Holstein
Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung

Aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Haftungsausschluss: Bei diesem Bericht wurden die aktuellen Informationen und der aktuelle Stand der Technik für die beschriebenen Bereiche zugrunde gelegt. Dennoch kann keine Haftung für unter Umständen enthaltene Fehler oder Abweichungen übernommen werden.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis **5**

Tabellenverzeichnis **6**

Abkürzungsverzeichnis **8**

KfW Checkliste Energetische Stadtsanierung **10**

1 Zusammenfassung **11**

2 Einführung **12**

2.1 Das Quartier Fitzbek 12

2.2 Bestandsaufnahme der Gemeinde Fitzbek 14

2.2.1 Ortsbildprägende Architektur 14

2.2.2 Verkehrssituation und Mobilität 14

2.2.3 Überörtliche und örtliche Schutzgebiete 15

2.2.4 Ortsbildprägende Freiräume 18

2.2.5 Wasser 19

2.2.6 Klimaanpassungsmaßnahmen 19

2.3 Vorhandene Stadtentwicklungs- und wohnwirtschaftliche Konzepte 21

2.3.1 Aussagen der Chronologen / Historische Siedlungsentwicklung 21

2.3.2 Bebauungspläne / Satzungen 22

2.3.3 Landschaftsplan 23

2.4 Methodik und Vorgehensweise 24

2.5 Öffentlichkeitsarbeit und Beteiligungsprozess 25

3 Energetische Ausgangssituation im Quartier **27**

3.1 Datenquellen und Datengüte 27

3.2 Bestandsaufnahme: Gebäudebestand 28

3.2.1 Wohngebäude 29

3.2.2 Öffentliche Liegenschaften 29

3.2.3 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor) 29

3.3 Bestandsaufnahme: Heizungsbestand 29

3.4 Bestandsaufnahme: Energiebedarf 30

3.4.1 Wärme 30

3.4.2 Strom 31

3.4.3 Mobilität 32

3.5 Energie- und CO_2-Bilanz 34

3.5.1 Energie- Und CO_2-Bilanz Wärme 35

3.5.2 Energie- und CO_2-Bilanz Strom 37

3.5.3 Energie- Und CO_2-Bilanz Mobilität 38

4 Energie- und CO_2-Minderungspotenziale ... 39
4.1 Potenziale für erneuerbare elektrische Energien ... 40
4.1.1 Wind ... 40
4.1.2 Photovoltaik ... 42
4.1.3 Biogas ... 46
4.2 Potenziale für erneuerbare thermische Energie ... 47
4.2.1 Luft-Wärmepumpe ... 47
4.2.2 Geothermie ... 47
4.2.3 Grundwasser-Wärmepumpe ... 50
4.2.4 Abwärme-Wärmepumpe ... 51
4.2.5 Biomethan Blockheizkraftwerk ... 51
4.2.6 Biomasse ... 52
4.2.7 Solarthermie ... 52
4.2.8 Photovoltaisch-Thermische Kollektoren ... 53
4.3 Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung ... 53
4.3.1 Fördermöglichkeiten im BEG ... 54
4.3.2 Mustersanierungen ... 56
4.4 Dezentrale Wärmeversorgungslösungen ... 61
4.4.1 Vollkostenvergleich ... 62
4.4.2 Emissionen dezentraler Wärmeversorgungslösungen ... 67
4.5 Minderungspotenziale durch zentrale Wärmeversorgung ... 67
4.5.1 Wärmenetz ... 67
4.5.2 Erzeugungskonzepte ... 68
4.5.3 Fördermöglichkeiten ... 72
4.5.4 Wirtschaftlichkeitsberechnung ... 73
4.5.5 Sensitivitätsanalyse ... 79
4.5.6 Klimaverträglichkeit ... 80
4.5.7 Zeitplan und Umsetzung ... 83
4.5.8 Mögliche Betreibermodelle ... 84
4.6 Mobilität ... 87
4.6.1 Individueller Personenkraftverkehr ... 87
4.6.2 Auswertung der Umfrage ... 88
4.6.3 Carsharing ... 89
4.6.4 Unterstützung des Radverkehrs ... 90
4.6.5 Errichten öffentlicher Ladestationen ... 91
4.6.6 Öffentlicher Personennahverkehr ... 91

5 Umsetzung ... 92
5.1 Öffentlichkeitsarbeit ... 92
5.1.1 Aufklärung und Unterstützung der Bewohner_innen ... 92
5.1.2 Unterstützung der Energieversorger ... 93
5.1.3 Bausteine der Öffentlichkeitsarbeit ... 93
5.2 Controlling-Konzept ... 94
5.2.1 Gebäudesanierung & Heizungsaustausch ... 94
5.2.2 Wärmenetz ... 95
5.2.3 Strom ... 95
5.2.4 Mobilität ... 95
5.3 Umsetzunghemmnisse ... 95
5.3.1 Energetische Sanierung ... 95
5.3.2 Wärmenetz ... 97
5.3.3 Strom ... 98
5.3.4 Mobilität ... 99
5.3.5 Allgemeine Hemmnisse ... 99
5.4 Sanierungsmanagement ... 100
5.5 Umsetzungsplan ... 101
6 Literaturverzeichnis ... 104

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Das Quartier Fitzbek im Gemeindegebiet 12
Abbildung 2-2: Bushaltestellen in Fitzbek (OpenStreetMap - Karte, 2024)..... 15
Abbildung 2-3: FFH-Gebiete (braun) in der Umgebung (Bundesamt für Naturschutz (BfN), 2024).. 15
Abbildung 2-4: Biotopverbundsystem (Ministerium für Energiewende, Landschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND), 2024) 16
Abbildung 2-5: Ausschnitt Geologische Karte (Digitaler Atlas Nord, 2024)..... 17
Abbildung 2-6: Ausschnitt bodenkundliche Karte (Ministerium für Energiewende, Landschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND), 2024)..... 18
Abbildung 2-7: Lage der Wegebek und des Mühlenteichs (Digitaler Atlas Nord, 2024) 19
Abbildung 2-8: Chronologen 1878-1880 (Digitaler Atlas Nord, 2024)..... 21
Abbildung 2-9: Chronologen 1932-1950 (Digitaler Atlas Nord, 2024)..... 22
Abbildung 2-10: Ausschnitt aus dem Landschaftsplan Gemeinde Fitzbek (Gemeinde Fitzbek, 1999) 23
Abbildung 2-11: Prozess technoökonomische Quartiersanalyse zur emissionsfreien Versorgung, 24
Abbildung 2-12: Workshop vom 16.09.2024 - Station „Wärmeversorgung" & „Rund um die Studie“..... 25
Abbildung 2-13: Workshop vom 16.09.2024 – Station „Fördermöglichkeiten“ & „Heizungstausch & Gebäudesanierung“ 26
Abbildung 3-1: Wärmelastgang Quartier Fitzbek 31
Abbildung 3-2: Stromlastgang Fitzbek 31
Abbildung 3-3: Energiebilanz 34
Abbildung 3-4: CO_2-Bilanz 34
Abbildung 3-5: Wärmeatlas Quartier Fitzbek 35
Abbildung 3-6: Endenergiebilanz 36
Abbildung 3-7: CO_2-Bilanz 36
Abbildung 3-8: Primärenergiebedarf 38
Abbildung 3-9: Emissionen..... 38
Abbildung 4-1: Übersicht Maßnahmen Energieeinsparung..... 39
Abbildung 4-2: Übersicht Maßnahmen CO_2-Einsparung..... 40
Abbildung 4-3: Kartenausschnitt Potenzialgebiet im Gemeindegebiet Fitzbeks..... 41
Abbildung 4-4: Ausschnitt „Karte Potenzialflächen Windenergie SH“ (MIKWS SH, 2024) 41
Abbildung 4-5: Vergütung nach dem EEG für Freiflächenanlagen, eigene Darstellung nach (EEG vom 8. Mai 2024)..... 42
Abbildung 4-6: Spezifische Kosten von PV-Freiflächenanlagen in Abhängigkeit von der Anlagengröße (C.A.R.M.E.N. e.V., 2023) 43
Abbildung 4-7: Tägliche Stromproduktion durch PV-Dachanlagen im Gemeindegebiet 44
Abbildung 4-8: Darstellung der Leistungszahl einer Großwärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen über der Quellentemperatur 47
Abbildung 4-9: Potenzial oberflächennaher Geothermie (DA Nord, 2024)..... 49
Abbildung 4-10: Verbreitung potenziell nutzbarer Gesteinsschichten (DA Nord, 2024) 50
Abbildung 4-11: Trinkwasserschutz- und -gewinnungsgebiete in und um Fitzbek..... 51
Abbildung 4-12: Förderübersicht Heizungstausch und Einzelmaßnahmen 55
Abbildung 4-13: Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme..... 64
Abbildung 4-14: Betrachtetes Wärmenetz im Quartier Fitzbek..... 68
Abbildung 4-15: Konzeptskizze des ersten Erzeugungsszenarios..... 69

Abbildung 4-16: Konzeptskizze des zweiten Erzeugungsszenarios 71
Abbildung 4-17: Wärmegestehungskosten der Versorgungsszenarien bei einer Anschlussquote von 100 % 77
Abbildung 4-18: Wärmegestehungskosten der Versorgungsszenarien bei einer Anschlussquote von 70 % 78
Abbildung 4-19: Abhängigkeit der Vollkosten von der Anschlussquote 79
Abbildung 4-20: Entwicklung der PKW-CO2-Emissionen bis zum Jahr 2050 87
Abbildung 4-21: Verteilung der Fahrzeuganzahl in den Haushalten der Umfrageteilnehmer 88

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1-1: Abgleich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW 10
Tabelle 2-1: Öffentlichkeitsveranstaltungen – Termine 26
Tabelle 3-1: Die Datengüte und ihre Gewichtungsfaktoren 27
Tabelle 3-2: Datengüte des Endergebnisses für kommunale Energiebilanzen nach ifeu-Empfehlung (ifeu, 2014) 27
Tabelle 3-3: Datengüte des erfassten Endenergieverbrauchs, eigene Darstellung nach (ifeu, 2014) 28
Tabelle 3-4: Gebäudebestand im Quartier Fitzbek nach Baualtersklassen 28
Tabelle 3-5: Gebäudebestand im Kreis Steinburg (Gebäudetypologie-SH, 2012) 28
Tabelle 3-6: Spezifischer Wärmedarf - Vergleich GIS-Daten Auswertung vs. Deutscher Mittelwert (BMWi, 2021) 29
Tabelle 3-7: Heizungsbestand Quartier 29
Tabelle 3-8: Wärmebedarf nach Liegenschaften 30
Tabelle 3-9: Personenkraftwagen des Ortskerns Fitzbek nach Brennstofftyp 32
Tabelle 3-10: Spezifische Energieverbräuche von Personenkraftwagen nach Brennstofftyp 32
Tabelle 3-11: Jährliche Gesamtfahrleistung und jährlicher Energieverbrauch 33
Tabelle 3-12: Gesamtendenergie- und CO_2-Bilanz 34
Tabelle 3-13: Verwendete CO_2-Emissions- und Primärenergiefaktoren (Vorgabe KfW, Anlage 4 und 9 des GEG) 36
Tabelle 3-14: Endenergie- und CO_2-Bilanz der Wärmeversorgung nach Energieträger 36
Tabelle 3-15: Energiebilanz der Wärmeversorgung nach Verbrauchssektoren 37
Tabelle 3-16: Energie- und CO_2-Bilanz der Stromversorgung 37
Tabelle 3-17: Verwendete Emissions- und Primärenergiefaktoren Quelle: (BAFA, 2021) (Frischknecht, 2012) 38
Tabelle 3-18: CO_2-Emissionen und Primärenergieverbrauch des Mobilitätssektors 38
Tabelle 4-1: Vergütungssätze im Marktprämienmodell für PV-Dachanlagen in ct/kWh 43
Tabelle 4-2: PV-Dachflächenpotenzial 45
Tabelle 4-3: PV-Auslegungsvarianten für die Eigenstromversorgung 45
Tabelle 4-4: PV-Auslegungsvarianten für die Feuerwehr 46
Tabelle 4-5: Sensitivitätsanalyse Sanierungsrate 54
Tabelle 4-6: Grunddaten – Sparkassenweg 3 57
Tabelle 4-7: Zusammenfassung der Mustersanierung Sparkassenweg 3 59
Tabelle 4-6: Grunddaten – Denkmalsweg 9 59
Tabelle 4-7: Zusammenfassung der Mustersanierung Denkmalsweg 9 61
Tabelle 4-9: Annahmen zum Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme 64
Tabelle 4-10: Vergleich der CO2-Emissionen der individuellen Lösungen 67
Tabelle 4-11: Übersicht über zentrale Annahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung 74

Tabelle 4-12: Investitionskosten des Wärmenetzes 74
Tabelle 4-13: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.1 75
Tabelle 4-14: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.1 75
Tabelle 4-15: Jährliche Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.1 75
Tabelle 4-16: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.2 76
Tabelle 4-17: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.2 76
Tabelle 4-18: Jährliche Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.2 76
Tabelle 4-19: Jährliche Bedarfskosten der Konzepte bei 100 % Anschlussquote 77
Tabelle 4-20: CO_2-Emission für die erzeugte Wärme 80
Tabelle 4-21: Anteil erneuerbarer Energie im Wärmenetz 81
Tabelle 4-22: Berechnung des Primärenergiefaktors 82
Tabelle 4-23: Interesse an Elektrofahrzeugen 88
Tabelle 4-24: Vergleich der CO_2-Emissionen verschiedener Verkehrsmittel (UBA, 2021) 91
Tabelle 5-1: Umsetzungsplan - Wärme 101
Tabelle 5-2: Umsetzungsplan - Strom 102
Tabelle 5-3: Umsetzungsplan - Mobilität & Städteplanung 103

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

°C	Grad Celsius
a	Jahr
Abs.	Absatz
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BEG	Bundeförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BGA	Biogasanlage
BGW	Bundesverbands der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
bzw.	bezwiehungsweise
C.A.R.M.E.N	Centrale Agrar-Rohstoff Marketing- und Energie-Netzwerk
ca.	circa
CH4	Methan
cm	Centimeter
CO_2	Kohlenstoffdioxid
ct	Cent
DN	Diamètre Nominal (Nenndurchmesser)
E	Elektro
e.V.	Eingetragener Verein
EE	Enerneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetzes
EFH	Einfamilienhaus
el.	elektrisch
EM	Einzelmaßnahme
Eng.	Engineering
ff	fortfolgend
g	Gramm
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geoinformationssystem
GKO	Gebietskörperschaften, Kreditinstitute und Versicherungen
GWh	Gigawattstunden
h	Stunde
ha	Hektar
i.d.R.	in der Regel
ifeu	Institutes für Energie- und Umweltforschung
iSFP	individueller Sanierungsfahrplan
K	Kelvin
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kg	Kilogramm

km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz
kWp	Kilowatt peak
kWth	Kilowatt thermisch
L	Liter
LEP	Landesentwicklungsplan
m	Meter
m²	Quadratmeter
m³	Kubikmeter
max.	maximal
min.	minimal
Mio.	Millionen
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
MWp	Megawatt peak
MWth	Megawatt thermisch
N2O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NHN	Normalhöhen Null
Nr.	Nummer
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
Pers.	Personen
Pkm	Personenkilometer
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
PVT	Photovoltaisch-thermisch
SH	Schleswig-Holstein
Str.	Straße
t	Tonne
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
W	Watt
WG	Wohngebäude
WKA	Windkraftanlage
z.B.	zum Beispiel

KFW CHECKLISTE ENERGETISCHE STADTSANIERUNG

Tabelle 1-1: Abgleich der Berichtsinhalte mit den Anforderungen der KfW

Zu berücksichtigende Aspekte	Kapitel
Betrachtung der für das Quartier maßgeblichen Energieverbrauchssektoren (insbes. komm. Einrichtungen, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie, private Haushalte) (Ausgangsanalyse)	3 und 4
Beachtung von Klimaschutz- und Klimaanpassungskonzepten, integrierten Stadtteilentwicklungskonzepten oder wohnwirtschaftlichen Konzepten bzw. von integrierten Konzepten auf Quartiersebene	2.3
Beachtung der baukulturellen Zielstellungen unter besonderer Berücksichtigung von Denkmalen, erhaltenswerter Bausubstanz und Stadtbildqualität	2.1 und 2.2
Aussagen zu Energieeffizienzpotenzialen und deren Realisierung im Bereich der quartiersbezogenen Mobilität	3.4.3, 4.6
Identifikation von alternativen, effizienten und gegebenenfalls erneuerbaren lokalen oder regionalen Energieversorgungsoptionen und deren Energieeinspar- und Klimaschutzpotenziale für das Quartier	4
Bestandsaufnahme von Grünflächen, Retentionsflächen, Beachtung von naturschutzfachlichen Zielstellungen und der vorhandenen natürlichen Kühlungsfunktion der Böden	0 und 4
Gesamtenergiebilanz des Quartiers (Vergleich Ausgangspunkt und Zielaussage)	3.5 und 4
Bezugnahme auf Klimaschutzziele der Bundesregierung und energetische Zielsetzungen auf kommunaler Ebene	1, 2.1 und 4.5.6
konkreter Maßnahmenkatalog unter Berücksichtigung quartiersbezogener Wechselwirkungen	5.5
Analyse möglicher Umsetzungshemmnisse und deren Überwindungsmöglichkeiten	5.3
Aussagen zu Kosten, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Investitionsmaßnahmen	4
Einbeziehung betroffener Akteure bzw. Öffentlichkeit in die Aktionspläne/Handlungskonzepte	2.5 und 5.1
Maßnahmen zur organisatorischen Umsetzung des Sanierungskonzepts (Zeitplan, Prioritätensetzung, Mobilisierung der Akteure und Verantwortlichkeiten	5
Maßnahmen der Erfolgskontrolle und zum Monitoring	5.2

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Ausgangssituation für die Umstellung auf eine regenerative Energieversorgung des Quartiers Fitzbek ist vielversprechend. Bei Öffentlichkeitsveranstaltungen hat eine hohe Beteiligung der Anwohner_innen gezeigt, dass das Interesse der Bürger_innen an einer nachhaltigen Energieversorgung der Gemeinde vorhanden ist und auf Anklang stößt. Insgesamt wurde ein Wärmebedarf von ca. 4,9 GWh pro Jahr und ein Strombedarf von ca. 0,7 GWh pro Jahr erfasst.

Durch die Sanierung der Gebäudehüllen der Wohngebäude im Quartier kann bei einer Sanierungsrate von 2 % pro Jahr der Endenergiebedarf der Wohngebäude für die Wärmeversorgung bis 2045 um bis zu 35 % reduziert werden.

Die in der Studie aufgezeigten Mustersanierungen verdeutlichen nicht nur die ökologischen, sondern auch die ökonomischen Vorteile einer energetischen Sanierung. Investitionen in die Ertüchtigung der Gebäudehülle mit statischen Amortisationszeiten von wenigen Jahren sind ökonomisch und in jedem Fall ökologisch lohnend. Um die angestrebte Sanierungsrate von 2 % pro Jahr zu erreichen, müssen die Bürger_innen beraten, begleitet und motiviert werden.

Durch die Sanierung des Gebäudebestandes als Energieeffizienzmaßnahme können Emissionen auf der Verbrauchsseite reduziert werden. Auch auf der Erzeugungsseite können durch Sektorenkopplung Energie- und CO_2-Minderungspotenziale erschlossen werden. Durch die Nutzung der vorhandenen Potenziale im Bereich der regenerativen Stromerzeugung kann kostengünstiger Strom für eine CO_2-neutrale Stromversorgung bereitgestellt werden. Die Wärmeversorgung kann durch den Aufbau eines Wärmenetzes und die Einbindung von regenerativ erzeugtem Strom nachhaltig gestaltet werden. So kann der Ortskern mit nachhaltiger Fernwärme versorgt werden, wodurch bereits bei einer geringen Anschlussquote erhebliche CO_2-Einsparungen erzielt werden können. Durch die in der Studie aufgezeigten Handlungsoptionen bestehen auch für Haushalte, die außerhalb der Potenzialgebiete für Wärmenetze liegen, Möglichkeiten zur CO_2-Reduktion. Entsprechend gedämmte Gebäude im Außenbereich können mit den verschiedenen dargestellten Heizsystemen ausgestattet werden. Größtes Hemmnis sind derzeit die hohen Kosten.

Die Studie zeigt: Fitzbek hat das Potenzial Vorreiter der Energiewende zu sein. Dieses Potenzial kann schon heute, etwa durch Sanierungsmaßnahmen oder die Errichtung eines Wärmenetzes mit der Nutzung lokaler, regenerativer Anlagen, realisiert werden.

2 EINFÜHRUNG

Dieser Bericht stellt den aktuellen Stand der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs im Ortskern der Gemeinde Fitzbek auf dem Weg zu einer 100% regenerativen Versorgung der Haushalte und des Gewerbes dar. Grundlage für die Umstellung auf eine vollständig regenerative und autarke Energieversorgung der Gemeinde Fitzbek ist ein umfassendes Quartierskonzept, das im Folgenden näher beschrieben wird.

2.1 DAS QUARTIER FITZBEK

Die Gemeinde Fitzbek liegt im Kreis Steinburg in Schleswig-Holstein. Sie gehört zum Amt Kellinghusen, das aus 19 Gemeinden besteht. Die Gemeinde hat eine Fläche von 10,24 km^2 und ist Heimat für knapp 402 Bürger_innen (Sattistikamt Nord , 2023). Fitzbek befindet sich 7 km nordöstlich von Kellinghusen im Naturpark Aukrug. In der Gemeinde liegt der Mühlenteich, und durch das Gebiet fließen die Stör, der Mühlenbach, der Kirchweddelbach, der Bullenbach und Wegebek. Die Lage und die Grenzen des Quartiers Ortskern Fitzbek sind in Abbildung 2-1 dargestellt.

Abbildung 2-1: Das Quartier Fitzbek im Gemeindegebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst den Ortskern von Fitzbek und ist städtebaulich durch Einfamilienhäuser sowie mehrere landwirtschaftliche Betriebe, insbesondere Milchviehbetriebe, geprägt. Die Mühle am Zufluss der Wegebek in den Mühlenteich wurde früher mit Wasserkraft betrieben und wird heute elektrisch betrieben. Im Ortskern befinden sich eine Gaststätte und eine Kindertagespflege. Derzeit werden nach Schornsteinfegerangaben 50 % der Primärheizungen mit Erdgas und 36 % mit Heizöl betrieben. Die restlichen 14 % entfallen mit 8 % auf Holzheizungen und 6 % auf strombasierten Heizungen.

Die Gebäudestruktur des Quartiers wird geprägt durch Gebäude mit einer Wohneinheit. Zum Stichtag am 31.12.2022 verfügten 90 % der Gebäude in der Gemeinde Fitzbek über eine Wohnung und 10 % über zwei Wohnungen. Gebäude mit drei oder mehr Wohnungen, einschließlich Wohnheime, waren nicht vorhanden. (Statistikamt Nord, 2022)

Mit 34 der insgesamt 173 beheizten Gebäuden macht der historische Dorfkern mit einem Baujahr vor 1950 nicht unerheblichen Anteil (20 %) des beheizten Gebäudebestands aus. Hier besteht ein großes Potenzial bei der energetischen Gebäudesanierung, da Gebäude dieser Baualtersklassen meist nur teilweise, bis gar nicht energetisch saniert bzw. gedämmt sind. Der größte Anteil des Gebäudebestands stammt mit 63 Gebäuden (36 %) aus der Bauperiode von 1970 bis 1990. Gebäude, die von 1990 bis 2015 errichtet wurden, machen mit 22 Gebäuden etwa 13 % des Bestands aus. Nach 2015 wurden noch 15 Gebäude (9 %) errichtet.

ZIELSETZUNG

Ziel des Quartierskonzeptes ist es, den Weg für eine 100 % erneuerbare Energieversorgung in Fitzbek zu ebnen. Durch die Erstellung eines Quartierskonzeptes wird die Gemeinde Fitzbek in die Lage versetzt, auf lokaler Ebene aktiv gegen die Klimakrise und die globale Erwärmung vorzugehen. Ziel ist es, die energetische Versorgung des Quartiers auf Basis erneuerbarer Energien zu prüfen und gleichzeitig den Energiebedarf im Bestand zu optimieren und damit zu senken.

Das Quartierskonzept umfasst die Bausteine Ist-Analyse, Potenzialanalyse, Energie- und CO_2-Bilanz, einen Maßnahmenkatalog und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der zu entwickelnden Sanierungsmaßnahmen sowie insbesondere einen im Dialog mit den Einwohner_innen des Quartiers durchgeführten Untersuchungsprozess.

In diesem Sinne werden die Bürger_innen, Unternehmen und gewerbliche Einrichtungen sowie die öffentliche Verwaltung in eine gesamträumliche Betrachtung einbezogen, um eine bedarfsorientierte, effiziente und nachhaltige Möglichkeit zur Umsetzung der Klimaschutzziele der Gemeinde abzubilden.

Ein Schwerpunkt liegt auf der energetischen Sanierung der Wohngebäude, da die vorhandene Baustruktur ein hohes Potenzial zur Energieeinsparung birgt. Mit Blick auf das Ziel der Bundesregierung einen klimaneutralen Gebäudebestand bis 2045 zu erreichen, muss in Fitzbek der Startschuss für die Sanierung gegeben werden, um eine realistische Chance auf die gesetzten Ziele zu haben.

Darüber hinaus wird eine wirtschaftliche Bewertung und Gegenüberstellung von Maßnahmen und Fördermöglichkeiten aus den Bereichen Energieeffizienz und erneuerbare Energieversorgung erarbeitet. Die Ergebnisse dienen zur Priorisierung konkreter energetischer Sanierungsmaßnahmen für die jeweiligen Nutzungsarten und deren Versorgung.

2.2 BESTANDSAUFNAHME DER GEMEINDE FITZBEK

Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde in Zusammenarbeit mit dem Planungsbüro Pro Regione GmbH eine umfassende Bestandsaufnahme durchgeführt. Dies dient dazu, die gegenwärtige Situation in verschiedenen relevanten Bereichen zu erfassen und zu bewerten. Teile der Bestandsaufnahme waren die Analyse der Siedlungsstruktur (siehe Abschnitt 2.3), Erfassung von ortsbildprägender Architektur, die Verkehrssituation bzw. das Mobilitätsverhalten, örtliche und überörtliche Schutzgebiete sowie die Analyse von ortsbildprägenden Freiräumen und der Wasserwirtschaft.

2.2.1 ORTSBILDPRÄGENDE ARCHITEKTUR

Das Ortsbild ist durch Einfamilienhäuser älterer und neuerer Bauweise sowie Landwirtschaftliche Höfe geprägt. Im Ort gibt es keine Kirche die ortsbildprägend wirken kann.

Gründächer innerhalb des Plangebietes sind im Luftbild nicht erkennbar. Im Luftbild ist erkennbar, dass die Dachbedeckungen auf den Häusern zwischen roten, grauen bis schwarzen Ziegel variieren. Mehrere Häuser und viele Höfe weisen Solaranlagen auf dem Dach auf.

2.2.2 VERKEHRSSITUATION UND MOBILITÄT

Im Rahmen des Quartierskonzepts wurden verschiedene Fahrziele identifiziert, die für die Bewohner von Bedeutung sind. Dazu zählen insbesondere Bildungseinrichtungen, religiöse Stätten, medizinische Versorgung und Einkaufsmöglichkeiten.

Für die Betreuung von Kindern stehen sowohl in Fitzbek als auch in den Nachbargemeinden mehrere Optionen zur Verfügung, darunter die Kindertagespflege Auenland in Fitzbek, die Kindertagesstätte Brokstedt sowie eine Auswahl an Kindergärten und Schulen in Kellinghusen. Zu den Bildungseinrichtungen zählen die Grundschulen in Brokstedt und Kellinghusen sowie die Gemeinschaftsschule mit Oberstufe in Kellinghusen.

Über eine Kirche innerhalb des Quartiers verfügt die Gemeinde nicht. Wer die Kirche besuchen möchte, muss auf umliegende Kirchengemeinde im Amt Kellinghusen ausweichen. Dazu zählen die evangelisch-lutherischen Gemeinden in Brokstedt, Hohenlockstedt, Kellinghusen und Stellau-Wrist. Ergänzt wird das Angebot durch die Freie evangelische Gemeinde und die katholische Kirchengemeinde St. Marien, beide in Hohenlockstedt.

Für medizinische Versorgung und Einkäufe sind die Bewohner auf die umliegenden Orte angewiesen. So gibt es beispielsweise Ärzte und vielfältige Einkaufsmöglichkeiten in Kellinghusen, etwa 8 Kilometer südlich. Vor Ort in Fitzbek bieten kleinere Betriebe wie Sarlhusener Frischmilch oder das Gasthaus "Zur Alten Diele" ergänzende Angebote. Weitere Einkaufsmöglichkeiten befinden sich im nahegelegenen Brokstedt.

Die Mobilität innerhalb und außerhalb Fitzbeks wird durch den öffentlichen Nahverkehr unterstützt. Die Bushaltestellen in Fitzbek werden von der Linie 6192 bedient, die montags bis freitags mit Einschränkungen fährt. In Richtung Kellinghusen gibt es Abfahrten vom Bäckereiweg, während Busse Richtung Brokstedt an der Schulstraße halten. Der nächste Bahnhof befindet sich in Brokstedt, etwa 6 Kilometer südöstlich (hvv Hamburger Verkehrsverbund Gesellschaft mbH, 2024).

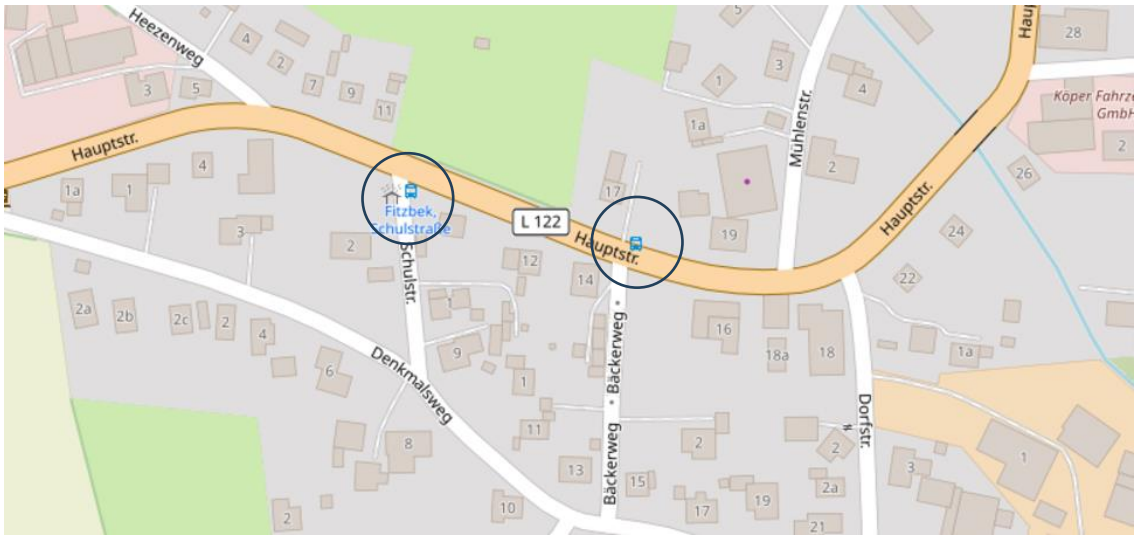


Abbildung 2-2: Bushaltestellen in Fitzbek (OpenStreetMap - Karte, 2024)

Die ländliche Umgebung des Ortskerns Fitzbek, die nördlich liegenden Waldflächen des Naturpark Aukrug sowie die verlaufenden Gräben und Flüsse laden zur Erholung ein. Es gibt verschiedene Rad- und Wandertouren im Wegenetz um Fitzbek.

Es befindet sich keine Ladestation für Elektromobilität innerhalb der Gemeinde. Die nächstgelegenen sind im ca. 8 km südlich gelegenen Kellinghusen (Energie Codes und Services GmbH).

2.2.3 ÜBERÖRTLICHE UND ÖRTLICHE SCHUTZGEBIETE

Rund um das Gemeindegebiet Fitzbek liegen unter anderem die Natura 2000-Schutzgebiete, welcher Abbildung 2-3 zu entnehmen sind. In der weiteren Umgebung um Fitzbek liegen die FFH-Gebiete Nr. 1924-391 „Wälder im Aukrug“ (nördlich) und Nr. 2024-391 „Mittlere Stör, Bramau und Bünzau“ (südöstlich). Des Weiteren befinden sich in der Gemeinde Fitzbek keine anderen Natur- oder Landschafts-schutzgebiete.

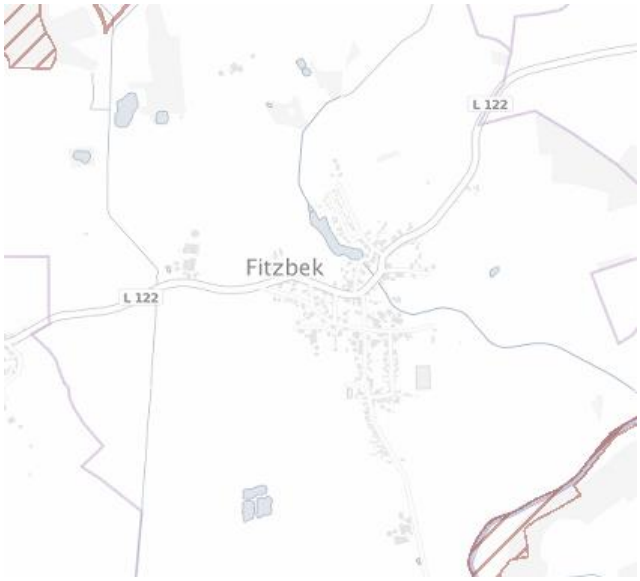


Abbildung 2-3: FFH-Gebiete (braun) in der Umgebung (Bundesamt für Naturschutz (BfN), 2024)

Biotopverbundsystem

Abbildung 2-4 zeigt einen Kartenausschnitt, welcher das Biotopenverbundsystem im Raum Fitzbek zeigt. Südlich von Fitzbek liegt der Schwerpunktbereich Nr. 200 „Stör zwischen Kellinghusen und Sarlhusen“ (rosa). Durch das Quartier verläuft eine Verbundsachse (grün) des landesweiten Biotopverbundsystems.

Abbildung 2-4: Biotopverbundsystem (Ministerium für Energiewende, Landschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND), 2024)

Wälder und Gewässer

Im Quartier selbst gibt es keine Wald- oder Gehölzflächen, jedoch befindet sich in der näheren Umgebung eine Vielzahl von Wäldern. Diese spielen eine wichtige Rolle als natürliche Luftfilter und tragen zur Bildung von Frischluft bei. Die landwirtschaftlich genutzten Niederungsflächen im Quartier fördern zudem die Entstehung von Kaltluft und haben somit Einfluss auf das lokale Mikroklima.

Im nördlichen Bereich des Quartiers liegt der Mühlenteich, in den die Wegebek mündet. Die offenen Wasserflächen des Mühlenteichs unterscheiden sich klimatisch von den umliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen, Siedlungsbereichen sowie Wald- und Gehölzflächen. Im Vergleich zu Vegetationsflächen oder offenen Böden reagieren Gewässer langsamer auf Temperaturschwankungen. Dies führt beispielsweise dazu, dass entlang des Mühlenteichs im Sommer die Temperaturen oft niedriger sind, da das Wasser sich langsamer erwärmt. Im Herbst und Winter tritt der umgekehrte Effekt ein, da das Wasser die gespeicherte Wärme länger abgibt. Außerdem kann es in der Nähe des Sees häufiger zu Nebelbildung kommen, was das Mikroklima zusätzlich beeinflusst.

Biotope

Innerhalb des Quartiers und in dessen Umgebung befinden sich zahlreiche Knicks, die gemäß § 21 Abs. 1 Ziffer 4 des Landesnaturschutzgesetzes (LNatSchG) als gesetzlich geschützte Biotope ausgewiesen sind.

Der Mühlenteich ist als „sonstiges Stillgewässer“ (FSy) kartiert und zählt ebenfalls zu den gesetzlich geschützten Biotopen.

Die Wegebek wird als „ausgebauter Bach mit flutender Vegetation“ (FBG, RHf) eingestuft. Zudem ist sie als Lebensraumtyp 3260 „Fließgewässer mit flutender Wasservegetation“ klassifiziert und steht damit unter besonderem Schutz.

Böden

Die Gemeinde Fitzbek liegt an der Grenze der beiden Naturräume Heide-Itzehoer-Geest und Holsteinische Vorgeest sowie an der Grenze der bodenkundlichen Hauptnaturräume Hohe Geest und Vorgeest.

Gemäß dem Umweltportal Schleswig-Holstein befinden sich nördlich des Mühlenteichs Moor- und Anmoorböden mit einer Fläche von mindestens 2 Hektar. Dieser Bereich, ebenso wie der Mühlenteich und die Wegebek, gehört zur sogenannten Dauergrünlanderhaltungsgesetz-Kulisse (DGLG).

Die Abbildung 2-5 zeigt, dass die Landschaft in Fitzbek durch geologische Prozesse aus der Saale- und Weichsel-Kaltzeit sowie dem Holozän geprägt wurde. Entlang der Wegebek ist Niedermoortorf aus dem Holozän zu finden (dunkelgrün). Im nördlichen Bereich des Quartiers besteht der Boden aus glazifluviatilen Sanden des Saale-Komplexes (braun), während im südlichen Bereich Sand aus Außensander, Abflusstälern und Kames aus der Weichsel-Kaltzeit vorherrscht (hellgrün). Im Bereich der Stör sind zudem Auensedimente über Torf oder Mudde aus dem Holozän kartiert.

Die Vielfalt der geologischen Ausgangsgesteine hat zur Bildung unterschiedlicher Bodenarten und Bodentypen geführt, von denen viele durch hohen Wassergehalt geprägt sind.

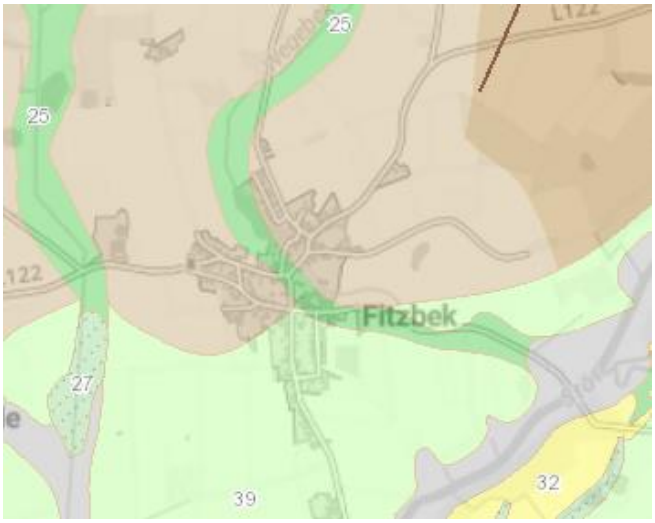


Abbildung 2-5: Ausschnitt Geologische Karte (Digitaler Atlas Nord, 2024)

Nördlich des Mühlenteichs erstreckt sich weiterhin Niedermoortorf (Abbildung 2-6 - grün), der sich in südöstlicher Richtung zu Vega-Gley (blau) entwickelt hat. Diese Böden entstehen durch regelmäßige Überflutungen und hohe Grundwasserstände. Innerhalb des Quartiers ist zudem Pseudogley (grau) verbreitet. Dieser stauwassergeprägte Bodentyp ist charakteristisch für Standorte mit dichtem Untergrund und wechselnden Feuchtigkeitsbedingungen. (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg, 2020)

Entlang der Dorfstraße in südlicher Richtung findet sich Gley-Podsol (hellbeige). Gley wird durch oberflächennahes Grundwasser beeinflusst und gilt als wenig fruchtbar. Podsol hingegen zeichnet sich durch eine starke Nährstoffauswaschung durch Niederschläge und Sickerwasser aus, was ebenfalls zu einer geringen Fruchtbarkeit führt.

Im Quartier ist zudem Braunerde (hellbraun) verbreitet. Braunerde zählt zu den tiefgründigen Böden, die gut durchlüftet und durchwurzelbar sind, jedoch nur eine geringe Wasserhaltefähigkeit aufweisen (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg, 2020). Daneben kommt auch Parabraunerde (orangebraun) vor, die als fruchtbarer Boden gilt und sich durch gute landwirtschaftliche Eigenschaften auszeichnet.

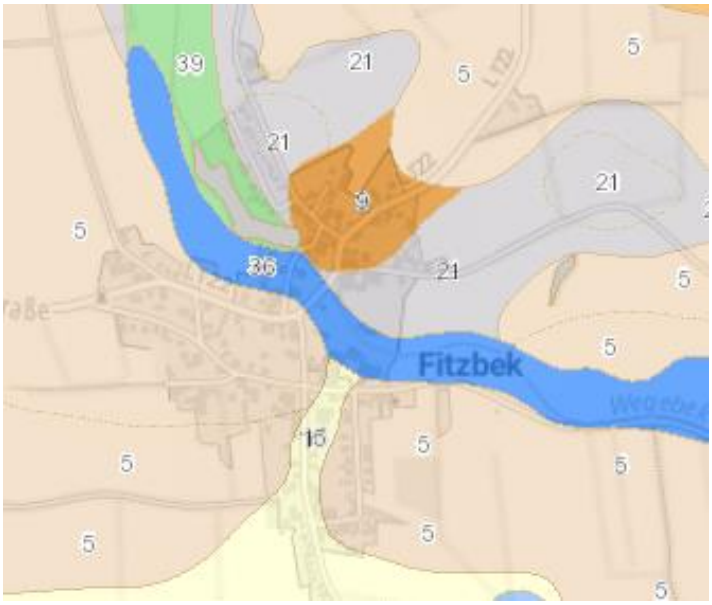


Abbildung 2-6: Ausschnitt bodenkundliche Karte (Ministerium für Energiewende, Landschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND), 2024)

2.2.4 ORTSBILDPRÄGENDE FREIRÄUME

Im folgenden werden weitere ortprägende Freiräume näher erläutert.

Öffentliche Grünflächen

Im Quartier Fitzbek gibt es nur wenige öffentliche Grünflächen. Lediglich kleinere Bereiche, wie der Gemeindeplatz an der Hauptstraße, stehen der Öffentlichkeit zur Verfügung. Die Gemeinde verfügt über keinen eigenen Friedhof. Auf dem Luftbild sind jedoch zwei Sportplätze erkennbar:

- Westlich der Dorfstraße, auf Höhe der Straße Kampfwiete, befindet sich ein Volleyballfeld. Der Untergrund dieses Feldes ist nicht bekannt.
- Östlich des Standorts der ‚Sarlhusener Frischmilch' wurde ein Beachvolleyballplatz angelegt.

Dorfbild

Die Gemeinde zeichnet sich durch einen hohen Baumbestand aus, der das Ortsbild maßgeblich prägt. Die Bäume befinden sich sowohl entlang der Straßen als auch rund um den Mühlenteich und auf privaten Grundstücken. Am Harthorstweg steht eine als Naturdenkmal geschützte Eiche. Das Dorfbild wird überwiegend durch landwirtschaftliche Höfe und Einzelgrundstücke mit Einfamilienhäusern geprägt. Einzelne Häuser verfügen über Fassadenbewuchs, beispielsweise durch Efeu.

Private Grünflächen

Die Gemeinde Fitzbek wird vor allem durch ihre privaten Grünflächen geprägt. Diese liegen in Form von Hausgärten oder private Grünflächen vor. Durch die landwirtschaftliche Prägung werden die umliegenden Flächen um das Quartier als Grünland und Ackerland genutzt.

2.2.5 WASSER

Im Norden der Ortschaft Fitzbek befindet sich der Mühlenteich, durch den die Wegebek fließt (siehe Abbildung 2-7). Dieses Gewässer durchzieht die Ortschaft und mündet südöstlich von Fitzbek in die Stör. Im digitalen Anlagenverzeichnis des DA-Nord sind zudem weitere Rohrleitungen verzeichnet, die jedoch keine Gewässereigenschaften aufweisen (rot). Die Wegebek wird vom Wasser- und Bodenverband Störwiesen-Willenscharen betreut. In der Gemeinde beträgt der durchschnittliche Jahresniederschlag etwa 1140 mm (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie , 2024).

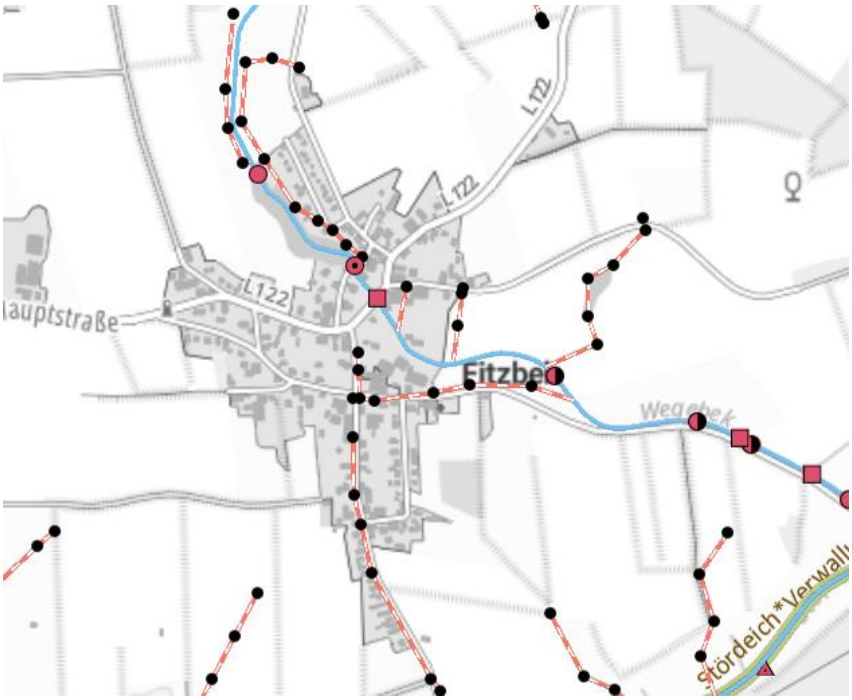


Abbildung 2-7: Lage der Wegebek und des Mühlenteichs (Digitaler Atlas Nord, 2024)

Lage von Retentionsflächen

Südwestlich des Mühlenteichs befindet sich eine Grünlandfläche, die als Retentionsraum genutzt werden könnte. Auch die entlang der Wegebek gelegenen Acker- und Grünlandflächen bieten Potenzial für diese Funktion. Um die Wirksamkeit als Retentionsraum zu gewährleisten, sollte an diesen Standorten auf Bebauung und Versiegelung verzichtet werden.

2.2.6 KLIMAANPASSUNGSMAßNAHMEN

Die Klimaanpassungsmaßnahmen zielen darauf ab, die Lebensqualität und Umweltbedingungen im Quartier zu verbessern. Ein zentrales Ziel ist der Schutz vor Überschwemmungen durch ein naturnahes und lokal ausgerichtetes Wassermanagement, das sich auf die Bewältigung von Niederschlagswasser konzentriert. Darüber hinaus sollen Maßnahmen ergriffen werden, um Überhitzung zu verhindern und die Luftqualität zu sichern. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Erhalt und die Verbesserung der Artenvielfalt, um ein gesundes und vielfältiges Ökosystem zu fördern. Zudem wird großer Wert daraufgelegt, Naturerlebnisse und Naturerfahrungen für Kinder und Erwachsene zu ermöglichen und zu fördern. Allgemeine Maßnahmen sind z.B:

- Einrichtung entsiegelter, stark begrünter Straßen und Plätze
- Planung von Dach- und fassadenbegrünter Gebäude
- Anlage von Frischluftkorridoren (offene baumfreie Flächen)
- Anlage von baumüberstandenen und somit schattigen Freiflächen

- Nutzung klimaangepasster (Baum-) Arten
- Nutzung vorhandener, lokaler bis regionaler Materialien
- Entwicklung „naturbasierte Lösungen“ für die Gestaltung des Freiraumes
- Erhalt von Bach- und Flussauen als Grün- und Retentionsraum
- Entwicklung artenreicher Lebensräume

In Fitzbek können die folgenden möglichen Maßnahmen umgesetzt werden:

- Erhalt und Pflege der straßenbegleitenden Bäume
- Vermeidung von Versiegelung entlang der Gewässer

2.3 VORHANDENE STADTENTWICKLUNGS- UND WOHNWIRTSCHAFTLICHE KONZEPTE

Innerhalb dieses Kapitels werden folgende kommunale Satzungen und Konzepte für das Quartier betrachtet:

- Historische Siedlungsentwicklung
- Bebauungspläne
- Landschaftsplan

2.3.1 AUSSAGEN DER CHRONOLOGEN / HISTORISCHE SIEDLUNGSENTWICKLUNG

Die erste gesicherte urkundliche Überlieferung des Dorfes findet sich als Vitzebeke in einer Urkunde von 1412.

Die Preußische Landesaufnahme aus den Jahren 1878–1880 (Abbildung 2-8) zeigt eine überwiegend zusammenhängende Besiedlung entlang der heutigen Hauptstraße und Dorfstraße südlich des Mühlenteichs.

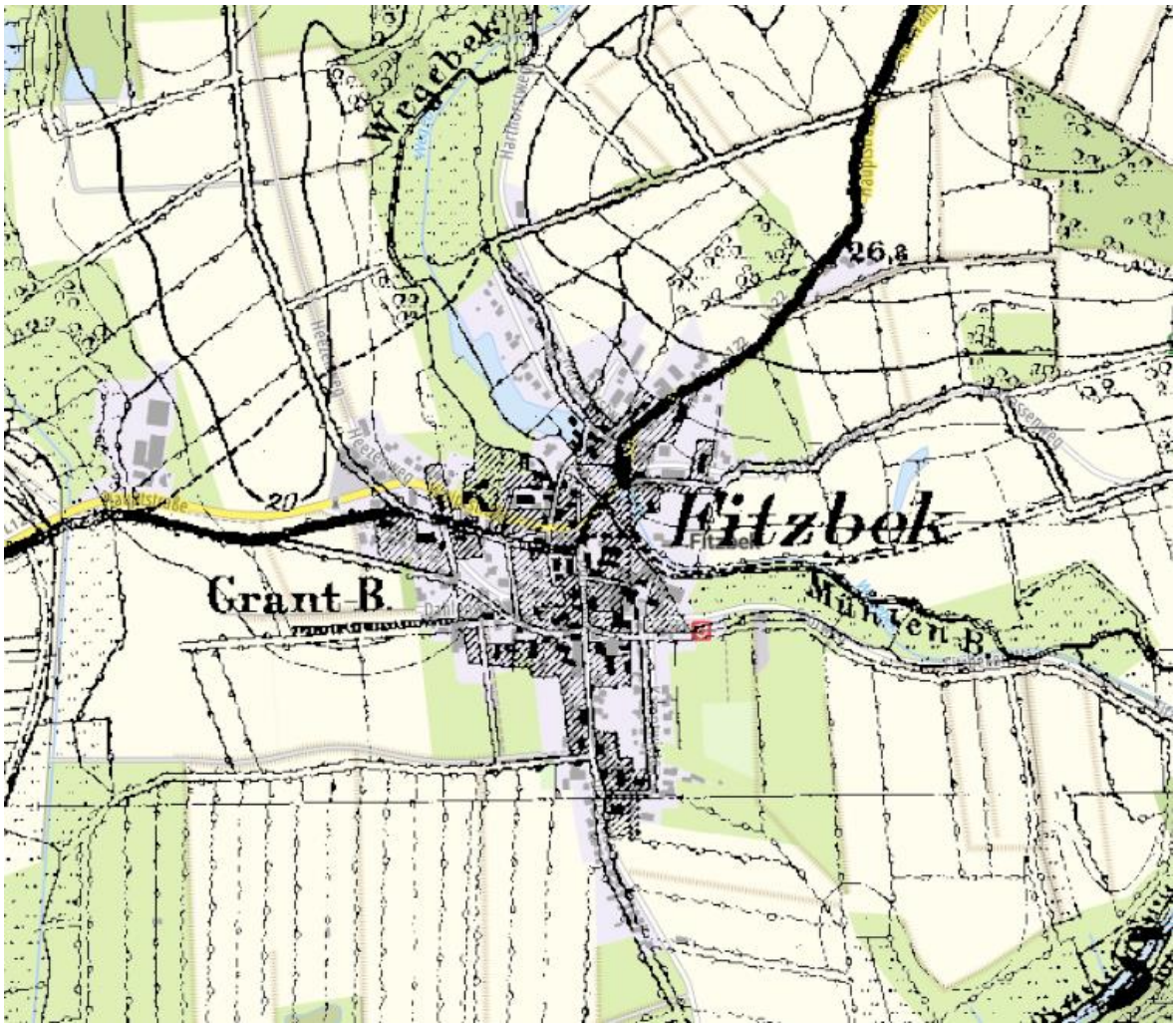


Abbildung 2-8: Chronologen 1878-1880 (Digitaler Atlas Nord, 2024)

In der späteren Landesaufnahme der Jahre 1932–1950 (Abbildung 2-9) bleibt das Bebauungsmuster weitgehend unverändert. Es ist jedoch eine Verdichtung der Bebauung durch die Schließung von Baulücken innerhalb des bestehenden Dorfgebiets erkennbar.

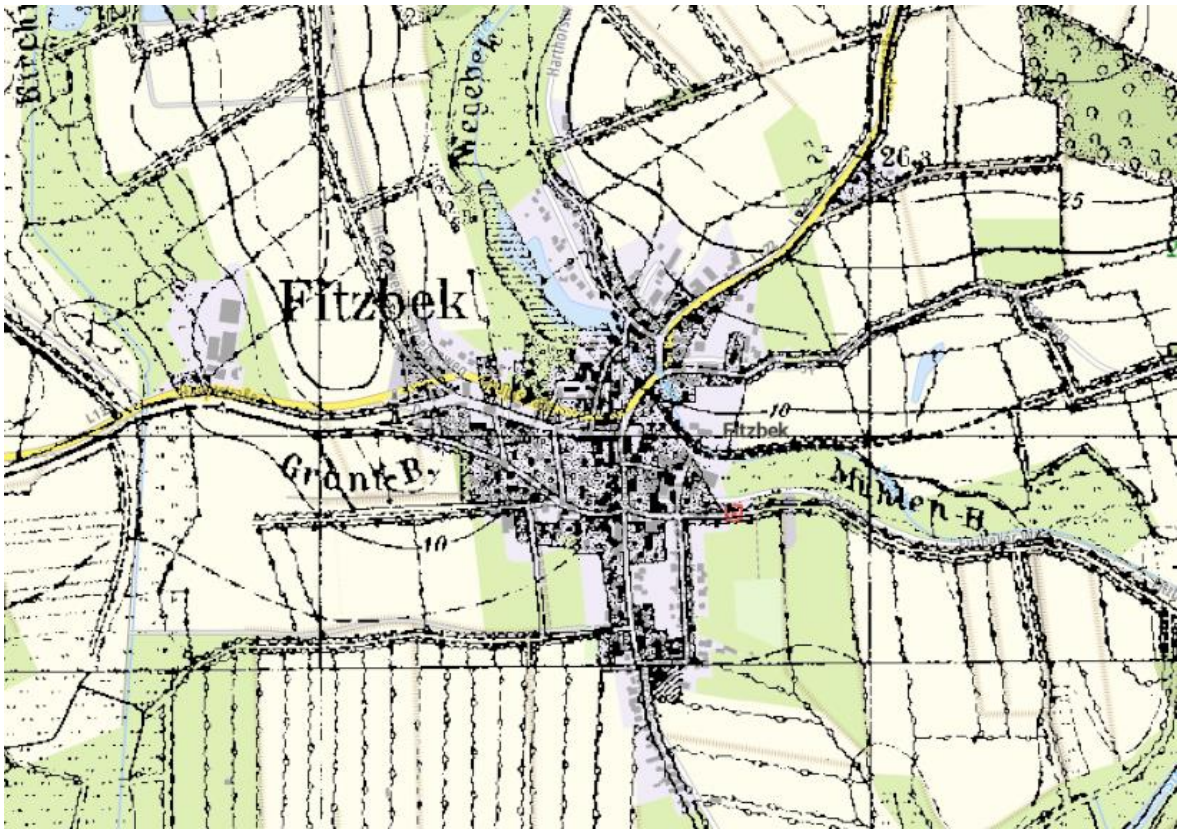


Abbildung 2-9: Chronologen 1932-1950 (Digitaler Atlas Nord, 2024)

Die Preußische Landesaufnahme aus den Jahren 1953–1956 zeigt ein Bebauungsmuster, das den vorherigen Aufnahmen ähnelt, ohne größere Veränderungen. Zwischen 1950 und der Erstellung des Landschaftsplans im Jahr 1999 wurde jedoch die zuvor vorhandene Baulücke östlich der Dorfstraße und südlich des Störwegs geschlossen.

Fitzbek war bereits in der Vergangenheit stark landwirtschaftlich geprägt. Im Laufe der Zeit hat sich die Gemeinde durch den Bau von Einfamilienhäusern und Wochenendhaussiedlungen vergrößert. Seit 2015 ist Fitzbek Mitglied im Naturpark Aukrug (Naturpark Aukrug e.V.). Der Gemeinde wird keine raumordnerische Funktion zugewiesen. Sie liegt im ländlichen Raum und gehört zu einem Gebiet, das eine besondere Bedeutung für Tourismus und Erholung hat.

2.3.2 BEBAUUNGSPLÄNE / SATZUNGEN

Innerhalb des Quartiers „Fitzbek“ bzw. in dessen Umfeld wurden folgende Satzungen aufgestellt:

- Satzung über die im Zusammenhang bebauten Ortsteile gem. § 34 Abs. 2 Baugesetzbuch (1984)
- Nachtrag der Satzung über die im Zusammenhang bebauten Ortsteile (2024)

Die Satzung über die im Zusammenhang bebauten Ortsteile enthält keine spezifischen Aussagen zur Dacheindeckung oder zur Nutzung von Solaranlagen.

Im 1. Nachtrag der Satzung wird festgelegt, dass das anfallende Niederschlagswasser auf den Baugrundstücken versickert werden muss. Hierfür sind versickerungsfähige Oberflächenmaterialien zu verwenden. Zudem enthält die Satzung weitere klimatische und naturschutzbezogene Festsetzungen, wie die Entwicklung von Knickschutzstreifen zu Gras- und Krautfluren, die Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern, den Erhalt bestehender Gehölzstreifen sowie die Neuanpflanzung von Knicks.

2.3.3 LANDSCHAFTSPLAN

Der Landschaftsplan aus dem Jahr 1999 (Abbildung 2-10) zeigt für die Umgebung des Quartiers vorwiegend landwirtschaftliche Nutzflächen. Innerhalb des Quartiers sind verschiedene Nutzungsarten dargestellt, darunter Mischbebauung und Gärten, Wohnbebauung und Gärten, eine Baulücke, Innenbereichs-Bauflächen für Mischbebauung sowie eine Sonderbaufläche für Ferienhäuser.

Im nördlichen Bereich des Quartiers sind mehrere landschaftsprägende Einzelbäume und Baumreihen verzeichnet. Rund um den Mühlenteich sowie beidseitig der Wegebek, die im Plan als Mühlenbach bezeichnet wird, sind Flächen ausgewiesen, die für eine mögliche Umwandlung in Grünland oder die Entwicklung zu Trockengrünland bzw. Trockenrasen geeignet sind. Ähnliche Flächen befinden sich an der südöstlichen Grenze der Wohnbebauung des Quartiers.

Östlich der Bebauung an der Straße Kampwiete ist ein Sportplatz dargestellt, der im aktuellen Luftbild jedoch als landwirtschaftlich genutzte Fläche erkennbar ist. Südlich davon wird eine Fläche als potenzielles Gebiet für eine Grünflächenneuanlage, wie etwa eine Gehölzanpflanzung, ausgewiesen.

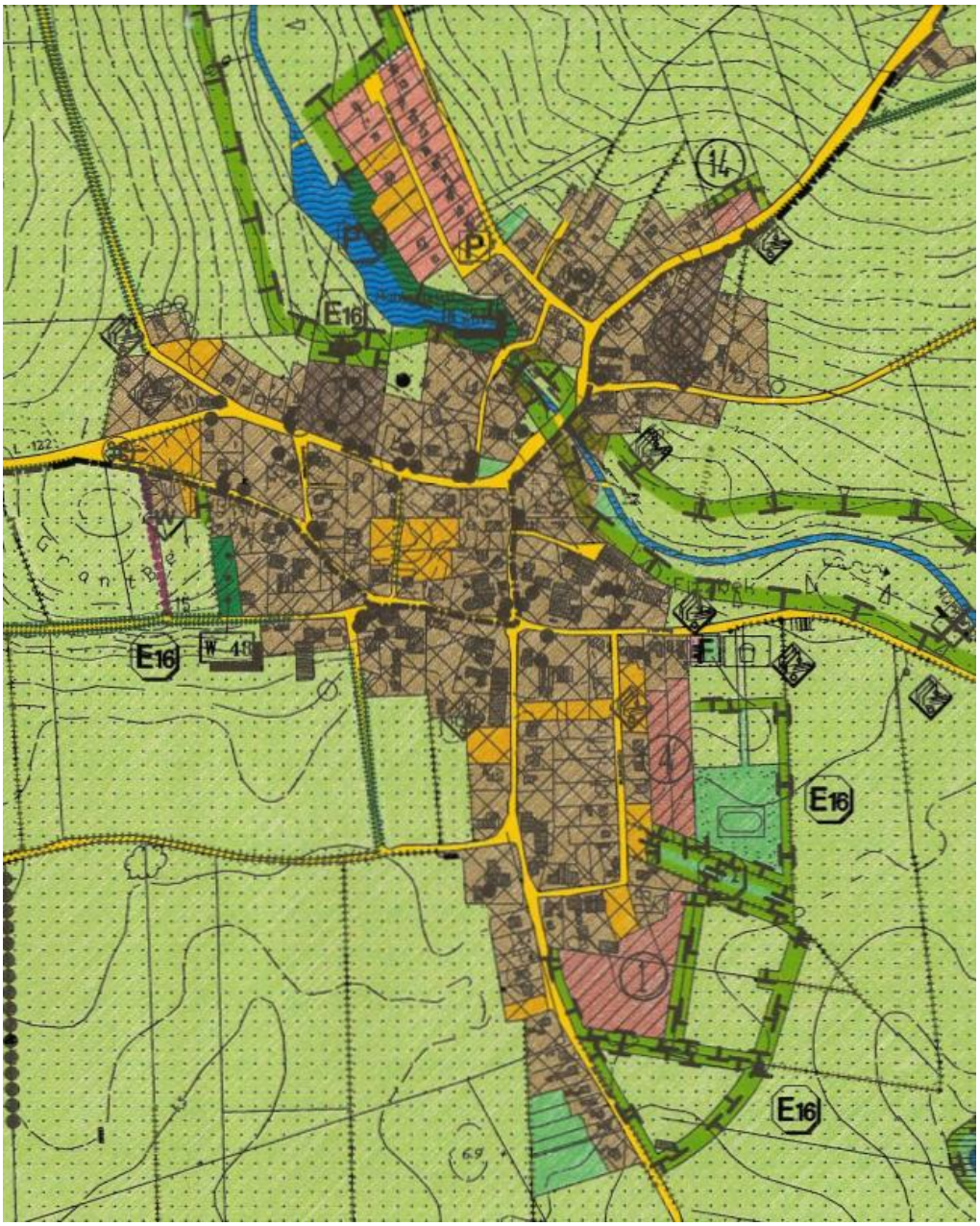


Abbildung 2-10: Ausschnitt aus dem Landschaftsplan Gemeinde Fitzbek (Gemeinde Fitzbek, 1999)

2.4 METHODIK UND VORGEHENSWEISE

Die Methodik der Untersuchung folgt einem Regelkreislauf der veränderlichen Größen, wie politische Rahmenbedingungen, technologische und sozioökonomische Entwicklungen. Diese Parameter beeinflussen jedoch „nur“ den Weg und die zeitliche Abfolge von Maßnahmen jedoch nicht das Ziel der Umstellung auf erneuerbare Energieträger und Lokalisierung.

- Aufnahme von Daten und Informationen (Netzbetreiber, Schornsteinfeger, Gemeinde, etc.)
- Validierung der Daten untereinander
- Analyse der Daten in allen Sektoren und Dokumentation des Ist-Zustandes
- Erläuterung der Ergebnisse mit der Lenkungsgruppe und den Bürger_innen
- Erarbeitung der Sanierungsmaßnahmen am Gebäudebestand
- Neubewertung der Verbräuche nach Sanierung
- Formulierung von Maßnahmen
- Verfassen des Endberichtes und dessen Vorstellung

Neben den rein technischen und wirtschaftlichen Aspekten gehen auch weitere Faktoren, wie zum Beispiel Bevölkerungsentwicklung, Trends, Verhaltensmuster sowie die Wünsche der Bürger_innen in die Analyse und Prognose für eine optimale Lösung ein.

Um all diese Aspekte tatsächlich für eine Lösung berücksichtigen zu können greifen wir auf Algorithmen basierende Softwarewerkzeuge zurück. Durch eine enge Zusammenarbeit mit den Entwicklern werden neue Einflussfaktoren wie zum Beispiel Technologieentwicklung und preisliche Veränderungen in der Zukunft stets in die Berechnung aufgenommen. Damit können wir die komplexe technoökonomische Optimierungsaufgabe für jeden Fall individuell berechnen. Die Ergebnisse sind eine Investitionsempfehlung in Erzeugungs-, Speicherungs- und Verteil-Infrastruktur sowie ein konkreter Fahrplan zur Umsetzung.

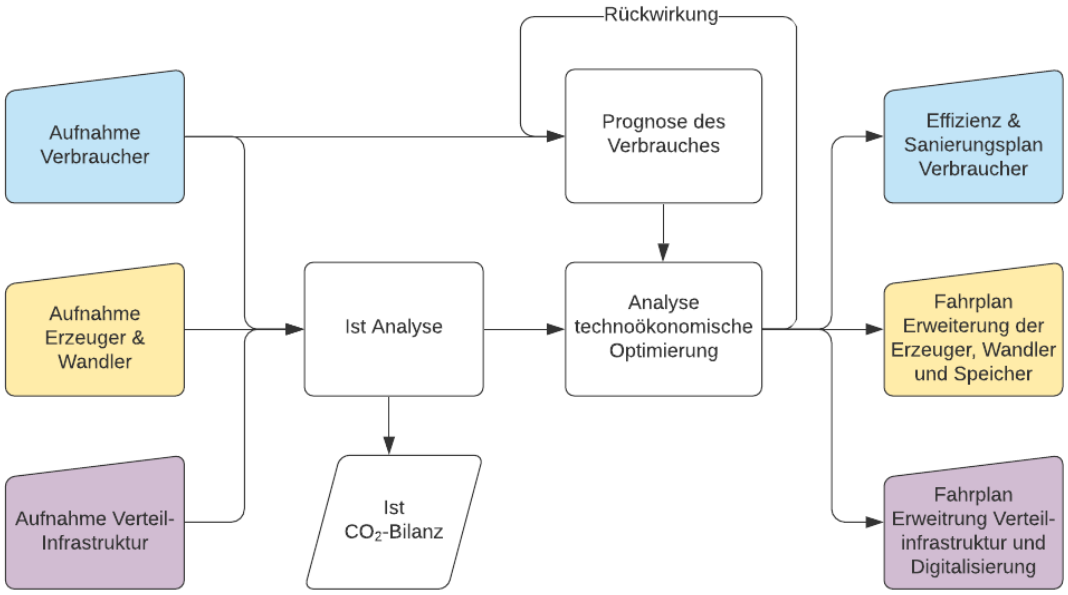


Abbildung 2-11: Prozess technoökonomische Quartiersanalyse zur emissionsfreien Versorgung, eigene Darstellung

Der technische Prozess wird begleitet von einem Kommunikations- und Informationsprozess zur Einbindung und Motivation der Bürger_innen, wie im Folgenden beschrieben.

2.5 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND BETEILIGUNGSPROZESS

Als Auftaktveranstaltung mit der Öffentlichkeit wurde am 27.02.2024 ein Informationsabend in der Gaststätte Zur Alten Diele veranstaltet. Hier wurde den Bewohner_innen das Quartierskonzept nähergebracht und allgemein über das Konzept informiert. Auch erste Ergebnisse der Studie wurden präsentiert. Das für die Teilnehmenden wichtigste Thema stellte ein mögliches Wärmenetz und die Frage nach einem konkreten Zeitplan für die Umsetzung, sowie Kosten für einen Anschluss an ein solches Netz dar. Das Planungsteam, ebenso wie die Vertreter_innen der Gemeinde mussten an dieser Stelle etwas bremsen und für eine realistische Erwartungshaltung werben. Insgesamt war das Feedback dieser Veranstaltung positiv, mit einem Hinweis auf einen teilweise zu hohen Detailierungsgrad für die Auftaktveranstaltung.

Eine weitere öffentliche Veranstaltung fand am 16.09.2024 in Form eines Workshops statt. Hier konnten die Anwohner_innen ihre Fragen, Anregungen und Bedenken zum Konzept einbringen. Es fand ein direkter Austausch zwischen dem Planungsteam, der Lenkungsgruppe und den Anwohner_innen statt. Dazu wurden alle Anwesenden in zwei Gruppen aufgeteilt, die sich auf vier Informationsstände verteilten. Zu den Themen „Heizungstausch & energetische Gebäudesanierung“, „Fördermöglichkeiten“, „Wärmeversorgung“ und „Rund um die Studie“ konnte sich ausgetauscht werden. Durch den Wechsel der Gruppen erhielt jede Person portionsweise Input von jedem Stand und hatte die Möglichkeit, Fragen zu jedem Thema zu stellen. Die folgenden Abbildungen zeigen Bilder des Workshops.

Abbildung 2-12: Workshop vom 16.09.2024 - Station „Wärmeversorgung" & „Rund um die Studie“

Abbildung 2-13: Workshop vom 16.09.2024 – Station „Fördermöglichkeiten“ & „Heizungstausch & Gebäudesanierung“

Die Abschlussveranstaltung für das Quartiers hat zum Zeitpunkt der Erstellung des Endberichts noch nicht stattgefunden. Die Vorstellung der Ergebnisse wird durch das Planungsbüro am 09.12.2024 stattfinden. Hierzu wird die Gemeindevertretung ebenso wie die Öffentlichkeit geladen.

Tabelle 2-1: Öffentlichkeitsveranstaltungen – Termine

	Veranstaltung	Datum
1.	Kick-Off	12.10.2023
2.	Informations-Abend	27.02.2024
3.	Workshop	16.09.2024
4.	Abschlussveranstaltung	09.12.2024

Umfrage

Während der Erstellung des Quartierskonzepts fand eine Umfrage statt. Ziel war die Erfassung des energetischen Ist-Zustandes. Ein wichtiger Kernpunkt war die Meinungsabfrage und das Interesse an Photovoltaik in Fitzbek. Außerdem sollten Gebäudedaten, sowie Varianten der Heizungssysteme und Wärmeverbrauch abgefragt werden. Die Umfrage erfolgte im gesamten Quartier und wurde über Flyer durchgeführt, die an die Bewohner ausgeteilt wurden. Der Rücklauf ergab eine hohe Beteiligung von ca. 44 %.

Landingpage

Auf einer eigens für Fitzbek eingerichteten Landingpage konnten sich die Bewohnenden des Quartiers über das Konzept informieren. Die Nutzenden hatten dabei die Möglichkeit, sich mithilfe des Downloadbereichs Präsentationen zu den Veranstaltungen des Quartierskonzept sowie den Fragebogen herunterzuladen.

3 ENERGETISCHE AUSGANGSSITUATION IM QUARTIER

Im folgenden Kapitel wird die energetische Ausgangssituation des Quartiers Fitzbek dargestellt. Dazu wurden verschiedene Faktoren wie Gebäudebestand, vorhandene Heizungssysteme sowie Endenergieverbrauch und -erzeugung herangezogen und eine Energie- und CO2-Bilanz erstellt. Darüber hinaus wird die Vorgehensweise bei der Auswertung der Daten dargestellt. Als Bilanzgrenzen sind die in der Wärmekarte (vgl. Abbildung 3-5) dargestellten Grenzen und zusätzlich die in unmittelbarer Nähe befindlichen Liegenschaften zu verstehen.

3.1 DATENQUELLEN UND DATENGÜTE

Zur Beurteilung der erhobenen Daten und zur Sicherung der Transparenz für spätere, externe Bearbeitungen wurde die Datengüte der erhobenen Energieverbrauchsdaten errechnet. Diese Vorgehensweise greift die Empfehlungen für die gute fachliche Praxis für kommunale Energiebilanzen des Institutes für Energie- und Umweltforschung (ifeu) auf. Dabei werden vier Güteklassen (A – D) unterschieden. Die Güteklassen sind wiederum mit Gewichtungsfaktoren belegt, welche gemeinsam mit dem Anteil am Gesamtenergieverbrauch eine Beurteilung der Aussagekraft der erhobenen Daten zulassen. In Fitzbek wurde auf Grundlage der Güteklasse A und B gearbeitet. Regionale Kenndaten sind unter anderem in die Validierung von Hochrechnungen eingeflossen. Zur Datenerhebung wurde auch mit einer Fragebogenaktion gearbeitet.

In Tabelle 3-1 ist die Datengüte der jeweiligen Datenquelle für die Endenergieverbrauchsdaten für kommunale Energiebilanzen und die damit einhergehenden Gewichtungsfaktoren dargestellt. Die Gewichtungsfaktoren sind der Multiplikator in der Errechnung der Gesamtdatengüte. Der Gewichtungsfaktor wird mit dem prozentualen Anteil, welcher die erhobenen Daten an der Gesamtbilanz innehat, multipliziert.

Tabelle 3-1: Die Datengüte und ihre Gewichtungsfaktoren

Datenquelle	Datengüte	Gewichtungsfaktor
Regionale Primärdaten	A	1,00
Hochrechnung regionaler Primärdaten	B	0,50
Regionale Kennwerte und Statistiken	C	0,25
Bundesweite Kennzahlen	D	0,00

Tabelle 3-2 zeigt die Bewertung der errechneten Datengüte. Diese wurde vom ifeu festgelegt, um eine Vergleichbarkeit der Qualität von Bilanzen in Quartierskonzepten zu erhalten. Eine Datengüte von 65 % und mehr stellt eine belastbare Bilanz dar.

Tabelle 3-2: Datengüte des Endergebnisses für kommunale Energiebilanzen nach ifeu-Empfehlung (ifeu, 2014)

Prozent	Datengüte des Endergebnisses
> 80 %	Gut belastbar
> 65 % – 80 %	Belastbar
> 50 % – 65 %	Relativ belastbar
bis 50 %	Bedingt belastbar

Die berechnete Datengüte für den erfassten Endenergieverbrauch im Quartier Fitzbek beträgt 60 %. Die Berechnung der Datenqualität kann in Tabelle 3-3 nachvollzogen werden. Aus Tabelle 3-3 und der Auswertung in Tabelle 3-2 geht hervor, dass die erstellte Energiebilanz relativ belastbar ist. Der Grund hierfür liegt in der Energiemenge des Kraftstoffverbrauchs, der einen großen Anteil am Gesamtenergiebedarf des Quartiers ausmacht, wobei dessen Erfassungsgenauigkeit nur eine eingeschränkte Datengüte aufweist. Da der zentrale Fokus jedoch auf den Sektoren Wärme und Strom liegt und diese eine belastbare Datenqualität aufweisen, kann dennoch ein aussagekräftiger Einblick in die Energieeffizienz und den Energieverbrauch im Quartier Fitzbek gegeben werden. Die Energiebilanz weist somit trotz einer Datenqualität von 60 % eine ausreichende Verlässlichkeit für Analysen und Planungen hinsichtlich Energieeinsparungen und Optimierungsmaßnahmen auf.

Tabelle 3-3: Datengüte des erfassten Endenergieverbrauchs, eigene Darstellung nach (ifeu, 2014)

Daten	Quelle	Datengüte	Wertung Datengüte	Anteil am Endenergie-verbrauch	Datengüte anteilig (Wertung x Anteil)
Stromverbrauch	Hochrechnung regionaler Primärdaten	B	0,5	7,9	4,0
Stromverbrauch zu Heizzwecken	SH-Netz	A	1	1,2	1,2
Erdgasverbrauch	SH-Netz	A	1	19,2	19,2
Heizölverbrauch	Schornsteinfeger / Hochrechnung	B	0,5	35,2	17,6
Biomasseverbrauch	Schornsteinfeger / Hochrechnung	B	0,5	5,5	2,8
Kraftstoff	KBA / Hochrechnung	B	0,5	30,9	15,4
Gesamt				100,0	60,2

3.2 BESTANDSAUFNAHME: GEBÄUDEBESTAND

Der Gebäudebestand ist durch eine für den ländlichen Raum Schleswig-Holsteins typische Bebauung geprägt. Eine Betrachtung des Gebäudebestandes nach Baualtersklassen (Tabelle 3-4) zeigt, dass Fitzbek ein Dorf mittleren Alters ist. 20 % der Gebäude wurden bis 1950 errichtet. Mit 58 % wurde ein Großteil der Gebäude zwischen 1950 und 1990 errichtet, und 21 % der Gebäude nach 1990 errichtet wurden. Insgesamt gibt es im Quartier 173 beheizte Gebäude.

Tabelle 3-4: Gebäudebestand im Quartier Fitzbek nach Baualtersklassen

	Bis 1950	1950-1970	1970-1990	1990-2015	>2015
Anzahl	34	39	63	22	15
Anteil [%]	20	22	36	13	9

Im Vergleich zum Gebäudebestand in Fitzbek weist der statistische Gebäudebestand des Kreises Steinburg einen höheren Anteil an älteren Baualtersklassen nach der Gebäudetypologie Schleswig-Holstein auf (vgl. Tabelle 3-5).

Tabelle 3-5: Gebäudebestand im Kreis Steinburg (Gebäudetypologie-SH, 2012)

	Bis 1950	1950-1970	1970-1990	1990-2015	>2015
Anteil [%]	36	26	21	17	k.A.

3.2.1 WOHNGEBÄUDE

Im Quartier Fitzbek befinden sich 166 Wohnhäuser. Dies entspricht ca. 96 % des beheizten Gebäudebestands. Das Verbrauchsniveau der Wohngebäude in Fitzbek liegt mit 155 kWh/(m²a) über dem in der Studie *Energieeffizienz in Zahlen – Entwicklung und Trends in Deutschland 2021* des BMWi angegebenen deutschen Durchschnittswert von 129 kWh/(m²a). Die Differenz beträgt 26 kWh/(m²a) und damit ca. 20 %.

Tabelle 3-6: Spezifischer Wärmedarf - Vergleich GIS-Daten Auswertung vs. Deutscher Mittelwert (BMWi, 2021)

Datenquelle	Verbrauch [kWh/m²a]
Mittlerer spezifischer Wärmebedarf private Haushalte in DE	129
Durchschnittswert Fitzbek	155

3.2.2 ÖFFENTLICHE LIEGENSCHAFTEN

Die einzige öffentliche Liegenschaft in Fitzbek ist die Feuerwehr. Im Rahmen des Quartierskonzeptes wurde für diese eine PV- Aufdachanlage ausgelegt (siehe Abschnitt 4.1.2)

3.2.3 GEWERBE, HANDEL, DIENSTLEISTUNGEN (GHD-SEKTOR)

Im Ortskern von Fitzbek sind einzelne Gewerbebetriebe wie eine Gaststätte und Bürogebäude angesiedelt.

3.3 BESTANDSAUFNAHME: HEIZUNGSBESTAND

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts wurden 86 % der Gebäude in Quartier primär auf Basis der fossilen Energieträger Öl und Gas beheizt (vgl. Tabelle 3-7). Aus den Daten des Schornsteinfegers und den Angaben aus der Umfrage über die Anzahl strombetriebener Primärheizungen ergeben sich die in Tabelle 3-7 dargestellten Werte für die Anzahl der Feuerungsanlagen der primären Heizungsarten. Es zeigt sich, dass 85 der primären Heizungsanlagen im Quartier Fitzbek mit Gas und 62 mit Öl betrieben werden. Differenzen zwischen der Anzahl der Heizungsanlagen und der Anzahl der Adressen ergeben sich durch die Versorgung mehrerer Adressen über eine gemeinsame Heizungsanlage.

Tabelle 3-7: Heizungsbestand Quartier

Heizungsart	Anlagenanzahl	Prozentualer Anteil Primärheizungen [%]
Öl	62	36
Gas	85	50
Holz	13	8
Strom	11	6
Gesamt	171	**100**

3.4 BESTANDSAUFNAHME: ENERGIEBEDARF

Grundlage für die Simulation und Optimierung des Quartiers als einheitliches Energiekonzept sind die ermittelten Daten aus der Bestandsaufnahme für die Wohngebäude, die öffentlichen Liegenschaften sowie für den Sektor GHD. In den folgenden Kapiteln wird die Generierung der Wärme- und Stromlastgänge des Quartiers Fitzbek sowie die Ermittlung des Endenergiebedarfs des Mobilitätssektors erläutert.

3.4.1 WÄRME

Grundlage für das Quartierslastprofil Wärme bildet die ermittelte Wärmemenge, die jährlich in der gesamten Kerngemeinde benötigt wird. Diese setzt sich aus den unterschiedlichen Liegenschaften Wohngebäude, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie öffentliche Gebäude zusammen und beträgt in Summe ca. 4.856 MWh/a.

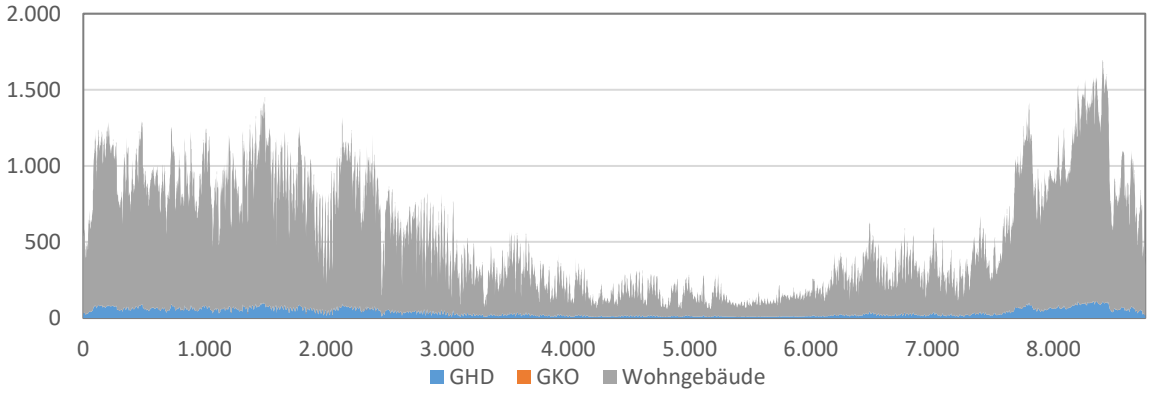
Tabelle 3-8: Wärmebedarf nach Liegenschaften

Liegenschaft	Anzahl	Nutzwärmebedarf [MWh/a]	Lastprofil
Wohngebäude	166	4.527	EFH/MFH
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	6	327	GHD
Öffentliche Gebäude	1	2	GKO
Summe	**173**	**4.856**	

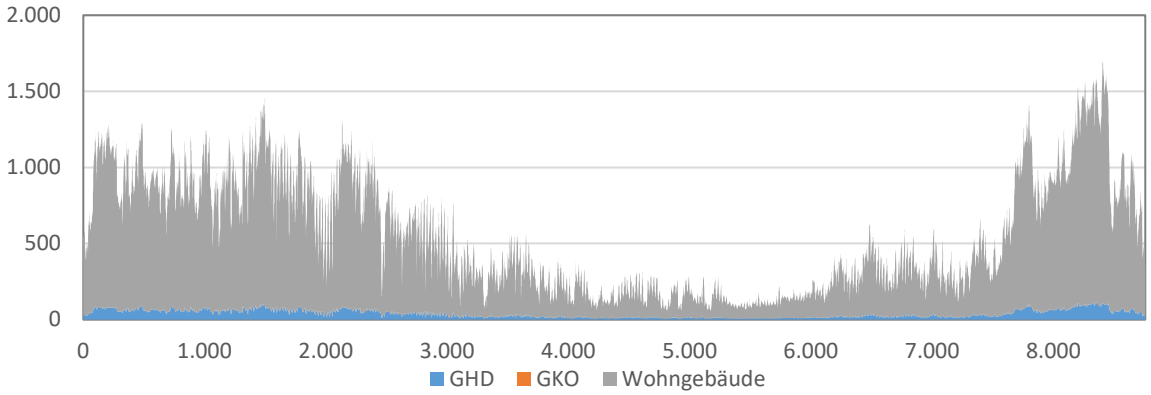
Über die Standardlastprofile des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW) wird aus der Wärmemenge ein stündlich aufgelöster Lastgang erzeugt (BDEW, 2016). Bei diesem Verfahren wird die jeweilige Umgebungstemperatur, die Temperaturen der vergangenen Tage sowie der Feiertage berücksichtigt. Darüber hinaus kann jeder Liegenschaft ein charakteristisches Lastprofil zugeordnet werden, welches das entsprechende Nutzerverhalten abbildet:

- EFH/MFH: Einfamilienhaus / Mehrfamilienhaus
- GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
- GKO: Organisationen ohne Erwerbszweck, öffentliche Einrichtungen Gebietskörperschaften, Kreditinstitute und Versicherungen sowie

Die Zuordnung der Lastprofile zu den entsprechenden Liegenschaften erfolgt auf Grundlage einer Empfehlung des Bundesverbands der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW, 2006) und ist zusammen mit der dazugehörigen Wärmemenge in Tabelle 3-8 aufgeführt. Es ergibt sich der in



dargestellte Wärmelastgang für das Quartier. Das Quartierslastprofil Wärme stellt den Status Quo dar und beinhaltet keine Wärmeverluste einer möglichen Nahwärmeversorgung.



zeigt darüber hinaus, dass das Quartier eine Spitzenlast im Winter von ca. 1.700 kW hat.

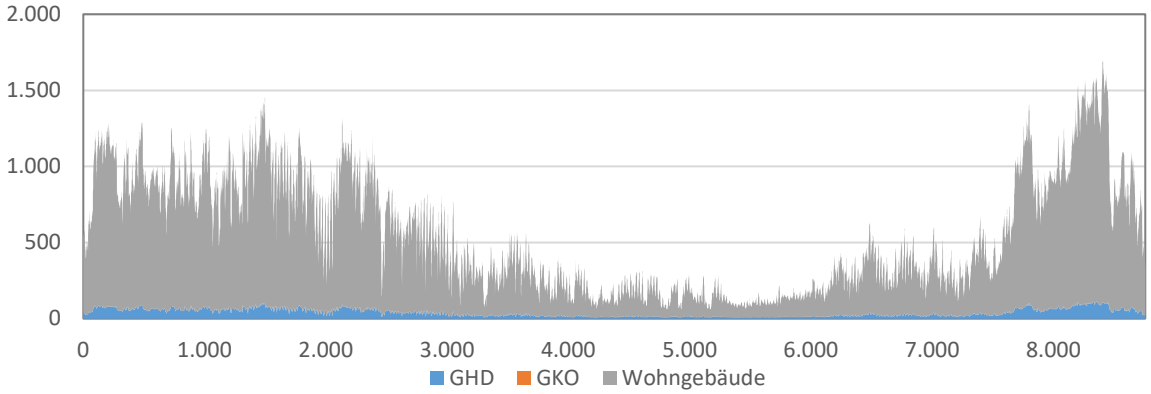


Abbildung 3-1: Wärmelastgang Quartier Fitzbek

3.4.2 STROM

Das Stromlastprofil wurde aus der ermittelten Strommenge und den Standardlastprofilen der VDEW (VDEW, 1999) erstellt. Der Strombedarf in Fitzbek, geschätzt auf etwa 740 MWh/a, basiert auf Hochrechnungen, da Verbrauchsdaten aus Datenschutzgründen nicht verfügbar sind. Eine Differenzierung nach Liegenschaften entfiel, da es nur wenige Nicht-Wohngebäude gibt. Das Lastprofil von Wohngebäuden wurde somit nur durch den Strombedarf für Heizzwecke (mit Brauchwasserbereitung) und ein Lastprofil für E-Mobilität, basierend auf (M. Dietmannsberger, 2017), ergänzt. Für das Lastprofil der E-Mobilität wurde angenommen, dass 59 % der Ladevorgänge zuhause erfolgen (Wietschel, Preuß, Kunze, & Keller, 2022), weshalb nur dieser Anteil in das Lastprofil einbezogen wird. Die maximale Leistung beträgt ca. 165 kW, die minimale ca. 29 kW. Abbildung 3-2 zeigt den ermittelten Stromlastgang.

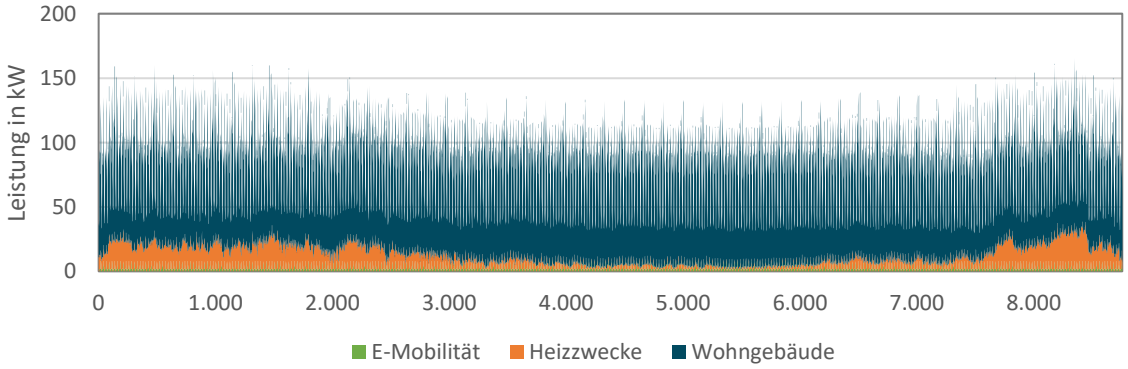


Abbildung 3-2: Stromlastgang Fitzbek

3.4.3 MOBILITÄT

Nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) gab es zum 01. Januar 2024 273 zugelassene Personenkraftwagen in der Gemeinde Fitzbek. Darüber hinaus werden 20 Krafträder und 21 Lastkraftwagen gelistet. In der Land- und Forstwirtschaft werden zusätzlich 44 Zugmaschinen aufgeführt (Kraftfahrt-Bundesamt, 2024).

Bei den PKW handelt es sich fast ausschließlich um Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Für den Landkreis Steinburg wird vom KBA angegeben, dass der Anteil der rein batterieelektrischen Fahrzeuge bei 2,6 % liegt – bei Hybridfahrzeugen (inkl. Plug-in-Hybrid) sind es 3,5 % (Kraftfahrt-Bundesamt, 2024). Um eine Annahme zu der entsprechenden Anzahl für das Quartier Fitzbek zu treffen, wurde die Fahrzeugverteilung anhand der Anzahl der Wohngebäude in der Gemeinde und innerhalb der Quartiersgrenzen skaliert. Laut Statistischen Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein ist die Anzahl der Wohngebäude in dem Gemeindegebiet 185 (Statistische Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, 2022). Innerhalb der der Quartiersgrenzen befinden sich 166. Aus diesem Verhältnis ergibt sich die in folgender Tabelle aufgeführte Fahrzeugverteilung für die Anzahl von Personenkraftwagen:

Tabelle 3-9: Personenkraftwagen des Ortskerns Fitzbek nach Brennstofftyp

Fahrzeugtyp	Anteil [%] Kreis	Anzahl Ortskern
Benzin	59,0	145
Diesel	34,2	84
Hybrid	3,5	8
Elektrisch	2,6	6
Sonstige (u.a. Gas)	0,7	2
Summe	100	245

Der spezifische Energieverbrauch für Benzinfahrzeuge liegt bei ca. 7,7 Liter pro 100 Kilometer, für Dieselfahrzeuge bei ca. 7,0 Liter pro 100 Kilometer (Statista, 2022). Bei Hybridfahrzeugen liegt der Verbrauch bei ca. 0,6 Liter und 17 kWh pro 100 Kilometer (durchschnitt der 30 sparsamsten Hybridfahrzeuge, basierend auf dem Standardzyklus WLTP (ADAC e.V., 2024)) und bei Elektrofahrzeugen bei ca. 18 kWh pro 100 Kilometer. Es wird angenommen, dass Hybridfahrzeuge ca. 70 % ihrer Fahrleistung elektrisch erbringen. Fahrzeuge, die in die Kategorie „Sonstige“ fallen, werden beispielsweise mit Erdgas betrieben. Am weitesten verbreitet ist das so genannte CNG (Compressed Natural Gas). Im Durchschnitt verbrauchen CNG-betriebene Pkw ca. 4,3 kg Gas pro 100 km, was einem Energieverbrauch von ca. 56 kWh entspricht. Eine übersichtliche Darstellung der spezifischen Verbräuche, die der Berechnung zugrunde liegen, zeigt Tabelle 3-10. Für die spätere Berechnung des Energieverbrauchs wurden die Angaben für Benzin und Diesel mit entsprechenden Heizwerten in kWh umgerechnet. Für Benzin wurde ein Heizwert von 9,02 kWh/l und für Diesel von 9,96 kWh/l verwendet (BAFA, 2021).

Tabelle 3-10: Spezifische Energieverbräuche von Personenkraftwagen nach Brennstofftyp

Fahrzeugtyp	Verbrauch [l/100km]	Verbrauch [kWh/100km]	Kombiniert [kWh/100km]
Benzin	7,7	-	69
Diesel	7,0	-	70
Hybrid	0,6	17	22
Elektrisch	-	18	18
Sonstige (u.a. Gas)	-	56	56

Ausgehend von einer durchschnittlichen Jahresfahrleistung von 14.310 km/a pro Fahrzeug (vgl. Abschnitt 5.2.4), der Anzahl der Fahrzeuge im Ortskern aus Tabelle 3-9 und den durchschnittlichen Verbräuchen pro 100 km aus Tabelle 3-10 ergeben sich für Fitzbek die in Tabelle 3-11 dargestellte jährliche Gesamtfahrleistung und der daraus resultierende Energieverbrauch des Sektors Mobilität. Insgesamt entfällt auf den Betrieb von Personenkraftfahrzeugen ein Energieverbrauch von 2.336 MWh/a.

Tabelle 3-11: Jährliche Gesamtfahrleistung und jährlicher Energieverbrauch

Fahrzeugtyp	Laufleistung [km/a]	Energieverbrauch [MWh/a]
Benzin	2.074.950	1.441
Diesel	1.202.040	838
Hybrid	114.480	26
Elektrisch	85.860	15
Sonstige (u.a. Gas)	28.620	16
Gesamt	**3.505.950**	**2.336**

3.5 ENERGIE- UND CO_2-BILANZ

Die Energie- und CO_2-Bilanz des Quartiers lässt sich in drei zentrale Bereiche unterteilen: Wärme, Strom und Mobilität. Den größten Anteil am Energieverbrauch nimmt der Wärmesektor ein, der mit 4.704 MWh/a rund 61 % des gesamten Endenergiebedarfs des Quartiers ausmacht. Dieser Sektor beansprucht zudem einen Primärenergiebedarf von 4.859 MWh/a, was 55 % des Gesamtbedarfs entspricht. Die CO_2-Emissionen aus dem Wärmesektor belaufen sich auf 1.256 t CO_2/a und tragen somit 57 % zu den gesamten Emissionen bei.

Der Stromsektor (exkl. Strom zu Heizzwecken und E-Mobilität) weist mit 611 MWh/a einen deutlich geringeren Endenergieverbrauch auf und macht rund 8 % des Gesamtenergiebedarfs aus. Beim Primärenergiebedarf liegt dieser bei 1.100 MWh/a, was einem Anteil von 12 % entspricht. Der Stromsektor trägt mit 342 t CO_2/a rund 15 % zu den CO_2-Emissionen des Quartiers bei.

Die Mobilität stellt den zweitgrößten Energieverbraucher dar, mit einem Endenergiebedarf von 2.336 MWh/a, was rund 31 % des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht. Der Primärenergiebedarf dieses Sektors liegt bei 2.970 MWh/a, was einen Anteil von 33 % des gesamten Primärenergiebedarfs bedeutet. Die CO_2-Emissionen der Mobilität belaufen sich auf 627 t CO_2/a, was einem Anteil von 28 % der Gesamtemissionen entspricht.

Insgesamt betrachtet hat das Quartier einen Endenergiebedarf von 7.651 MWh/a. Der Primärenergiebedarf beträgt 8.929 MWh/a, während die CO_2-Emissionen bei 2.225 t CO_2/a liegen. Eine detailliertere Darstellung dieser Ergebnisse findet sich in Tabelle 3-12 und den darunter stehenden Abbildungen.

Tabelle 3-12: Gesamtendenergie- und CO_2-Bilanz

Sektor	Endenergiebilanz		Primärenergie		CO_2-Bilanz	
	[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[%]	[t/a]	[%]
Wärme	4.704	61	4.859	55	1.256	57
Strom	611	8	1.100	12	342	15
Mobilität	2.336	31	2.952	33	627	28
Gesamt	7.651	100	8.912	100	2.225	100

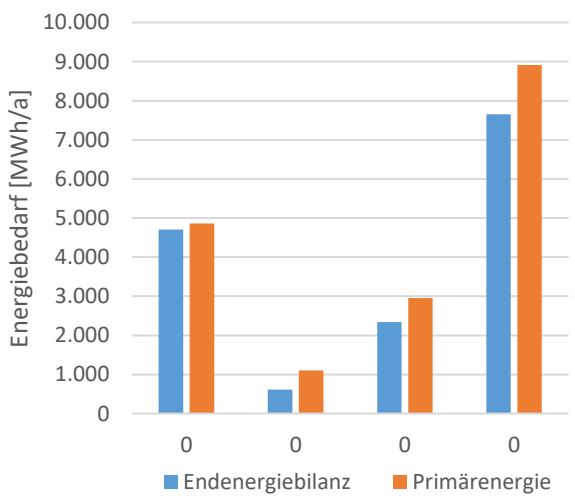


Abbildung 3-3: Energiebilanz

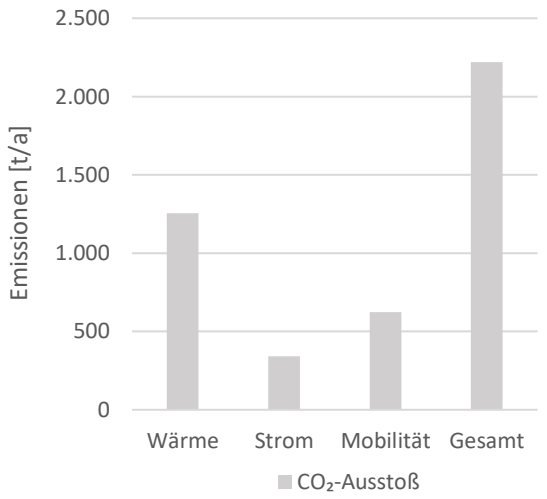


Abbildung 3-4: CO_2-Bilanz

3.5.1 ENERGIE- UND CO_2-BILANZ WÄRME

Die Energie- und CO_2-Bilanz Wärme wurde mit Hilfe folgender Daten erstellt:

- Bezugsdaten der SH-Netz
- Ergebnissen der Umfrage
- Schornsteinfegerdaten
- Regionale Kennwerte
- Geoinformationssystem-Daten (GIS-Daten)

Durch die Verwendung von Geoinformationssystem-Daten (GIS-Daten), die vom Kreis Steinburg zur Verfügung gestellt wurden, wurde die Bilanz ergänzt. Diese Daten geben Auskunft über die Grundfläche der Gebäude und deren Höhe. In der Gebäudetypologie Schleswig-Holstein finden sich Angaben zu typischen Wärmeverbräuchen pro Quadratmeter und Jahr für die verschiedenen Baualtersklassen der Gebäude. Auf dieser Basis konnten Berechnungen für einzelne Gebäude durchgeführt werden. Zur weiteren Detaillierung wurde eine Quartiersbefragung per Postwurfsendung durchgeführt. Die Rücklaufquote von ca. 44 % konnte zur weiteren Datenschärfung beitragen.

Abbildung 3-5 zeigt den Wärmeatlas des Quartiers Fitzbek. Hier wird der jährliche Wärmebedarf aller beheizten Gebäude des Quartiers, unterteilt in verschiedene absolute Bedarfsmengen, aufgezeigt. Dabei sind Gebäude, die einen geringen Bedarf von weniger als 15 MWh pro Jahr aufweisen, gelb markiert. Mit steigendem Bedarf entwickelt sich die Farbe über Orange zu Rot, mit einem maximalen Wärmebedarf von 65 - 500 MWh pro Jahr. Da hier absolute Zahlen dargestellt sind, lässt sich anhand dieser Abbildung keine Aussage über die Effizienz der Gebäude tätigen.

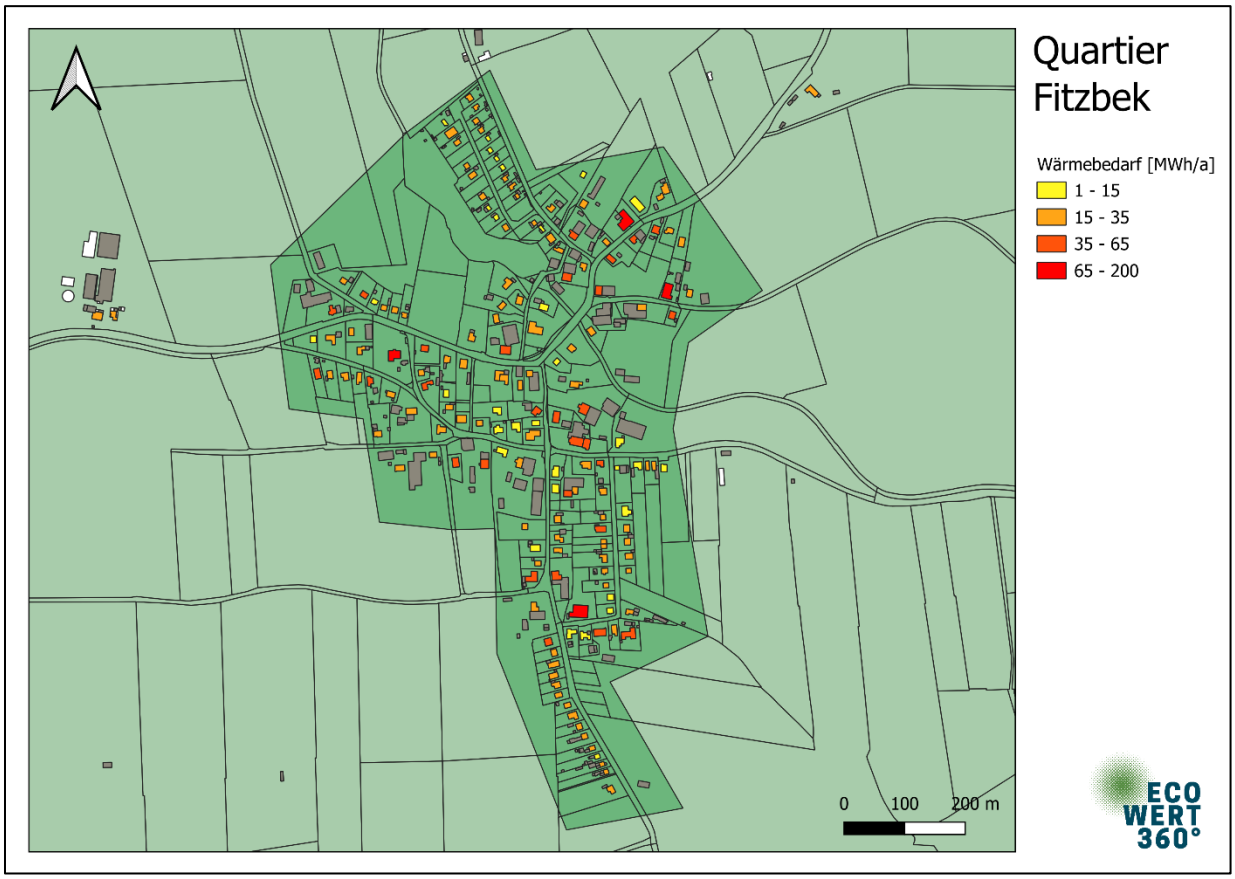


Abbildung 3-5: Wärmeatlas Quartier Fitzbek

VERWENDETE PRIMÄRENERGIE- UND EMISSIONSFAKTOREN

Die Faktoren, die für die Berechnung der Primärenergie und der Emissionen verwendet werden, sind in Tabelle 3-13 dargestellt. Der Primärenergiefaktor beschreibt das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie zu gegebener Endenergie. Die Primärenergie ist der rechnerisch nutzbare Energieinhalt der Energieträger, wie sie in der Natur vorkommen. Die Endenergie ist die Energie, die nach Transport, Leitungs- und Umwandlungsverlusten vom Verbraucher genutzt wird. Der Primärenergiefaktor beinhaltet alle Faktoren der Primärenergieerzeugung mit den Vorketten der Gewinnung, Aufbereitung, Umwandlung, Transport und Verteilung der betrachteten Energieträger.

Tabelle 3-13: Verwendete CO_2-Emissions- und Primärenergiefaktoren (Vorgabe KfW, Anlage 4 und 9 des GEG)

Energiequelle	Emissionsfaktor [kg CO_2/kWh]	Primärenergiefaktor
Heizöl	0,31	1,1
Erdgas	0,24	1,1
Biomasse	0,02	0,2
Strommix Deutschland	0,56	1,8

Die Endenergiebilanz zeigt, dass die Wärmeversorgung in Fitzbek überwiegend durch Heizöl und Gas gedeckt wird. Heizöl trägt mit 2.708 MWh/a rund 58 % zur Wärmeversorgung bei, während Erdgas mit 1.477 MWh/a und einem Anteil von 31 % einen bedeutenden Beitrag leistet. Holz spielt mit 424 MWh/a und 9 % eine geringere Rolle, und Strom hat mit 95 MWh/a nur einen Anteil von 2 % am Endenergiebedarf. Die CO_2-Bilanz der Wärmeerzeugung zeigt, dass Heizöl mit 840 t CO_2/a rund 67 % der CO_2-Emissionen verursacht, während Erdgas mit 354 t CO_2/a 28 % zur CO_2-Bilanz beiträgt. Holz verursacht aufgrund des geringen Emissionsfaktors nur 8 t CO_2/a (1 %), und der Stromanteil ist für 53 t CO_2/a verantwortlich, was 4 % der Gesamtemissionen entspricht. Insgesamt beträgt der Endenergiebedarf für Wärme 4.704 MWh/a. Der Primärenergiebedarf liegt bei 4.859 MWh/a, wobei Heizöl 61 % des Primärenergiebedarfs ausmacht, Erdgas 33 %, Holz 2 % und Strom 4 %.

Tabelle 3-14: Endenergie- und CO_2-Bilanz der Wärmeversorgung nach Energieträger

Verbrauchstyp	Endenergiebedarf Wärme [MWh/a]	Anteil [%]	CO_2-Ausstoß Wärme [t CO_2/a]	Anteil [%]	Primärenergie [MWh/a]	Anteil [%]
Öl	2.708	58	840	67	2.979	61
Gas	1.477	31	354	28	1.625	33
Holz	424	9	8	1	85	2
Strom	95	2	53	4	171	4
Summe	**4.704**	**100**	**1.256**	**100**	**4.859**	**100**

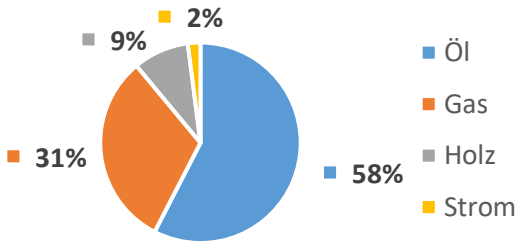


Abbildung 3-6: Endenergiebilanz

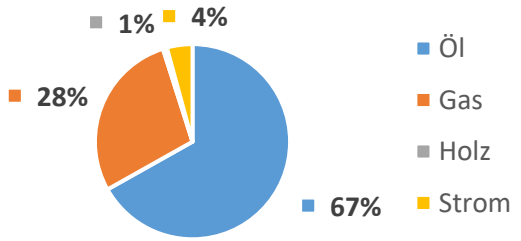


Abbildung 3-7: CO_2-Bilanz

Die Energiebilanz des Wärmebedarfs gliedert sich in die Verbrauchssektoren Wohngebäude, Öffentliche Gebäude und Gewerbe. Tabelle 3-15 zeigt die Energiebilanz des Wärmebedarfs inklusive der durch Strom erzeugten Wärmemenge in absoluten Zahlen. Der größte Anteil des Wärmebedarfs im Quartier entfällt mit ca. 93 % auf Wohngebäude. Die anderen beiden Sektoren haben mit 6,7 % (Gewerbe) und 0,05 % (öffentliche Gebäude) nur einen geringen Anteil am Wärmebedarf. Die Differenz zwischen dem in Tabelle 3-14 dargestellten Endenergiebedarf und dem in Energiebedarf aus Tabelle 3-15 ergibt sich aus der Nutzung von Umweltwärme durch Wärmepumpen.

Tabelle 3-15: Energiebilanz der Wärmeversorgung *nach Verbrauchssektoren*

Liegenschaft	Wärmebedarf [MWh/a]	Primärenergie [MWh/a]	CO_2-Ausstoß Wärme [t/a]
Wohngebäude	4.527	4.530	1.170
Gewerbe	327	327	85
Öffentliche Gebäude	2	2	1
Summe	**4.856**	**4.859**	**1.256**

3.5.2 ENERGIE- UND CO_2-BILANZ STROM

Die Bezugsdaten für Strom zu Heizzwecken wurden für das Quartier vom Netzbetreiber (SH-Netz AG) zur Verfügung gestellt. Der Stromverbrauch für Mobilität wurde über eine Hochrechnung der verschiedenen Fahrzeugtypen, einen angenommen elektrischen Verbrauch dieser Typen und eine angenommene Fahrleistung ermittelt (vgl. Kapitel 3.4.3). Der allgemeine Stromverbrauch wurde über den durchschnittlichen Verbrauch pro Haushalt aus der Befragung hochgerechnet. Tabelle 3-16 zeigt die Endenergiebilanz der Stromversorgung in absoluten und relativen Werten, wobei der Anteil aufgrund des gleichen Primärenergie- und Emissionsfaktors identisch ist. Zusätzlich ist die CO_2-Bilanz der Stromversorgung dargestellt.

Tabelle 3-16: Energie- und CO_2-Bilanz der Stromversorgung

Verbrauchstyp	Endenergiebedarf [MWh/a]	Primärenergiebedarf [MWh/a]	CO_2-Ausstoß [t CO_2/a]	Anteil [%]
Allgemeiner Stromverbrauch	611	1.100	342	85,36
Stromverbrauch zu Heizzwecken	95	171	53	13,28
Stromverbrauch für Mobilität	34	18	5	1,36
Summe	**740**	**1.271**	**395**	**100,00**

Die regenerative Stromerzeugung auf dem Gemeindegebiet beschränkt sich auf die Stromerzeugung aus Photovoltaik. Laut Marktstammdatenregister befinden sich auf dem Gemeindegebiet von Fitzbek Photovoltaikanlagen mit einer kumulierten Bruttoleistung von 841 kWp. Zusätzlich befinden sich Speicher mit einer kumulierten Ladeleistung von 72 kW auf dem Gemeindegebiet.

3.5.3 ENERGIE- UND CO_2-BILANZ MOBILITÄT

Die Energie- und CO_2-Bilanz Mobilität wurde auf Grundlage der in Abschnitt 3.4.3 beschriebenen Zusammenhänge und den in Tabelle 3-17 dargestellten Emissions- und Primärenergiefaktoren ermittelt. Die Primärenergie- und Emissionsfaktoren der hybriden Fahrzeuge sind als kombinierte Faktoren aus Benzin und Strom zu verstehen.

Tabelle 3-17: Verwendete Emissions- und Primärenergiefaktoren (BAFA, 2021) (Frischknecht, 2012)

Energieträger	Emissionsfaktor [kg/kWh]	Primärenergiefaktor [kWh/kWh]
Benzin	0,264	1,290
Diesel	0,266	1,220
Hybrid	0,192	1,447
Elektrisch	0,560	1,800
Sonstige (u.a. Gas)	0,240	1,100

Tabelle 3-18 zeigt den jährlichen Energiebedarf und die CO_2-Emissionen der verschiedenen Fahrzeugantriebe. Zusätzlich wird in den folgenden Abbildungen die relative Verteilung dargestellt. Es wird ersichtlich, dass benzinbetriebene Fahrzeuge sowohl beim Energiebedarf als auch bei den CO_2-Emissionen den größten Anteil haben, gefolgt von dieselbetriebenen Fahrzeugen. Elektro-, Gas- und Hybridfahrzeuge haben nur einen geringen Anteil.

Tabelle 3-18: CO_2-Emissionen und Primärenergieverbrauch des Mobilitätssektors

Kraftstoff	Endenergie [MWh/a]	Primärenergie [MWh/a]	Emissionen [t CO_2/a]
Benzin	1.441	1.859	380
Diesel	838	1.022	223
Hybrid	26	43	11
Elektrisch	15	28	9
Sonstige (u.a. Gas)	16	18	4
Gesamt	**2.336**	**2.970**	**627**

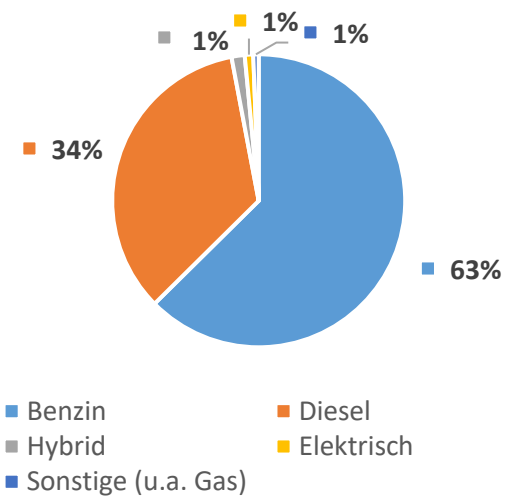


Abbildung 3-8: Primärenergiebedarf

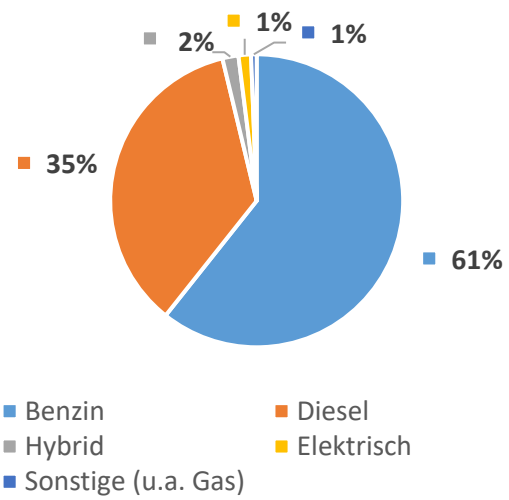


Abbildung 3-9: Emissionen

4 ENERGIE- UND CO_2-MINDERUNGSPOTENZIALE

Der folgende Abschnitt befasst sich mit den Energie- und CO_2-Minderungspotenzialen. Unter anderem werden hier die Themenfelder Potenziale erneuerbarer elektrischer Energie, Potenziale erneuerbarer thermischer Energie und Minderungspotenziale durch Gebäudesanierung behandelt. Ein besonderes Augenmerk wird zudem auf die zentrale Wärmeversorgung des Quartiers Fitzbek gelegt.

Eine Zusammenfassung der Entwicklung des Energiebedarfs und der CO_2-Emissionen in Abhängigkeit von der Umsetzung der in diesem Kapitel beschriebenen Maßnahmen ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Dargestellt sind nur die quantifizierbaren Maßnahmen. Eine detaillierte Beschreibung der Maßnahmen findet sich in den jeweiligen Kapiteln. Die Entwicklung des Energiebedarfs und der Emissionen der Maßnahme „Zentrale Wärmeversorgung“ bezieht sich auf das erste Szenario gemäß Abschnitt 4.5.2. Im Bereich Mobilität wurde für die Darstellung ebenfalls das zweite Szenario gemäß Abschnitt 4.6 gewählt. Bei den Maßnahmen „Mobilität“ und „Gebäudesanierung“ handelt es sich jedoch nicht um konkrete Maßnahmen, sondern um eine mögliche Entwicklung der Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen im Quartier sowie um mögliche Einsparungen im Bereich der Wohngebäude auf Basis einer potenziellen Sanierungsrate.

Abbildung 4-1 zeigt die Entwicklung des Energiebedarfs für die Maßnahmen "Sanierung Wohngebäude", "Zentrale Wärmeversorgung" und "Mobilität" für die Jahre 2024 bis 2045. Der Energiebedarf der Wohngebäude sinkt bei einer Sanierungsrate von 2 % kontinuierlich von 4.527 MWh/a im Jahr 2024 auf 2.962 MWh/a im Jahr 2045. Für die Maßnahme „Zentrale Wärmeversorgung“ wird angenommen, dass der Wärmebedarf aufgrund der gleichen Sanierungsrate sinkt. Zusätzlich liegt der Energiebedarf einer zentralen Wärmeversorgung aufgrund der Wärmeverluste der Rohrleitungen im Wärmenetz zunächst über dem heutigen Wärmebedarf. Dieser sinkt bei Umsetzung der Maßnahme von 5.921 MWh im Jahr 2024 auf 4.356 MWh/a im Jahr 2045. Die relevanten Einsparungen dieser Maßnahme liegen jedoch nicht beim Energiebedarf, sondern bei den Emissionen. Im Bereich Mobilität würde der Energiebedarf durch die Umstellung auf Elektromobilität von 2.370 MWh/a im Jahr 2024 auf 822 MWh/a im Jahr 2045 sinken. Insgesamt zeigt sich, dass die Energieeinspareffekte der Maßnahmen mit 1.565 MWh/a (Sanierung Wohngebäude und zentrale Wärmeversorgung) bzw. 1.548 MWh/a (Mobilität) ähnlich hoch sind.

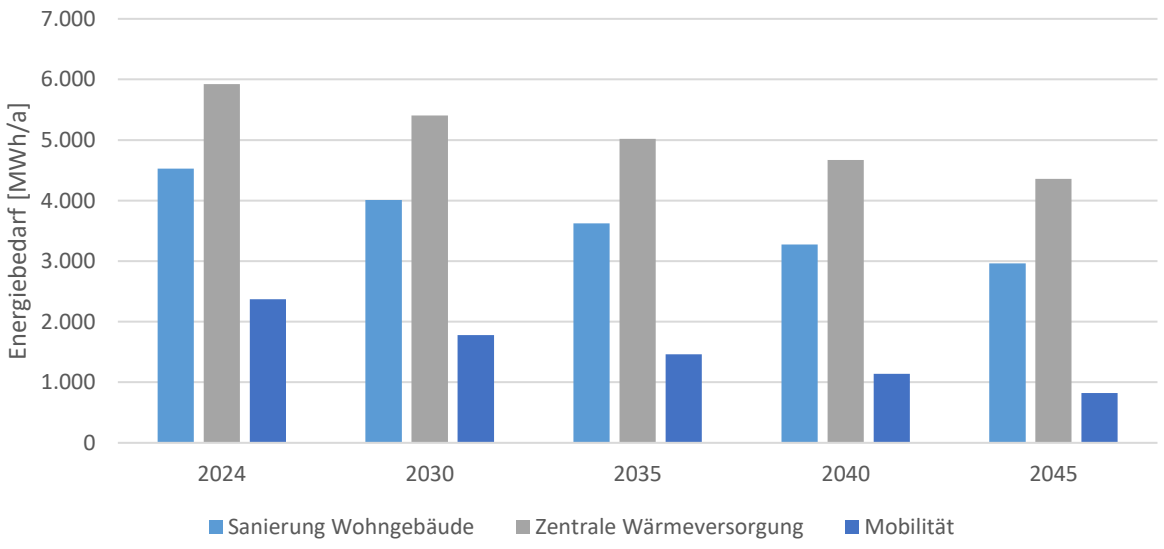


Abbildung 4-1: Übersicht Maßnahmen Energieeinsparung

Abbildung 4-2 zeigt die Entwicklung der CO_2-Emissionen für die Maßnahmen „Sanierung Wohngebäude“, „Zentrale Wärmeversorgung“ und „Mobilität“ von 2024 bis 2045. Es ist zu erkennen, dass der größte Einfluss auf die CO_2-Minderung durch den Bau eines Wärmenetzes entsteht. Durch diese Maßnahme können die Emissionen von 1.013 t CO_2/a, welche derzeitig auf den Wärmesektor entfallen, auf 65 t CO_2/a im Jahr 2045 reduziert werden. Dies entspricht einer jährlichen Reduktion der Emissionen um 948 t CO_2. Die Maßnahme mit dem zweitgrößten Einspareffekt ist die Sanierung der Wohngebäude. Durch diese Maßnahme könnten im Jahr 2045 gegenüber dem Status quo jährlich 434 t CO_2 eingespart werden, wodurch die Emissionen von 1.256 t CO_2/a im Jahr 2024 auf 822 t CO_2/a im Jahr 2045 sinken würden. Durch die Sanierung Umstieg auf rein elektrisch betriebene PKW würden die Emissionen von 627 t CO_2/a auf 212 t CO_2/a sinken, was einer Reduktion von 415 t CO_2/a entspricht.

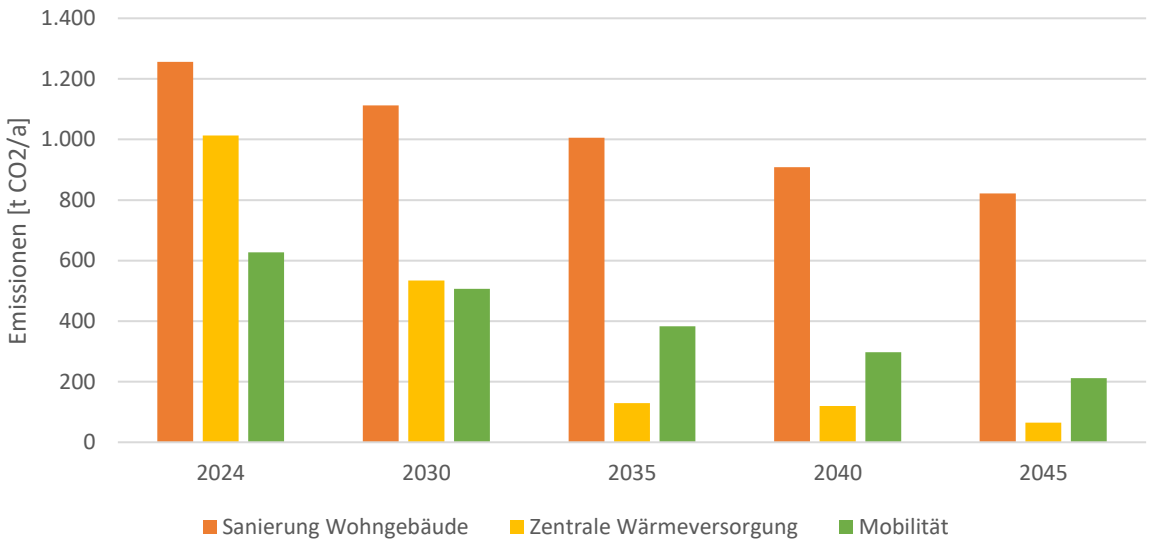


Abbildung 4-2: Übersicht Maßnahmen CO_2-Einsparung

4.1 POTENZIALE ERNEUERBARER ELEKTRISCHER ENERGIE

In diesem Abschnitt werden das vorhandene Potenzial und die entsprechenden Technologien für die erneuerbare Stromerzeugung in Fitzbek untersucht. Diese umfassen die gängigen Energiequellen für erneuerbare Stromerzeugung: Wind, Photovoltaik und Biogas.

4.1.1 WIND

In der Umgebung von Fitzbek weht der Wind hauptsächlich aus West und Südwest (CDC, 2024). Die umliegenden Flächen rund um das Quartier werden überwiegend landwirtschaftlich genutzt und die Waldflächen des Landesforstes liegen nordwestlich im Gemeindegebiet. Diese Bedingungen schaffen gute Voraussetzungen für die Windenergienutzung.

In Rahmen des Regionalplans werden Windvorranggebiete und Windpotenzialflächen festgelegt. Raumbedeutsame Windkraftanlagen (WKA) dürfen nur in Vorranggebieten für Windenergie errichtet und erneuert werden (MILIG SH, 2020). Auf Windpotenzialflächen hingegen ist eine Errichtung bzw. Erneuerung in Zukunft denkbar, jedoch zum jetzigen Zeitpunkt nicht zugelassen.

Der Kreis Steinburg wird in der Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum III aufgeführt. Diese ist im Gesetz- und Verordnungsblatt vom 30. Dezember 2020 veröffentlicht worden und am 31. Dezember 2020 in Kraft getreten (MILIG SH, 2020). Am 11. Juni 2024 hat die Landesregierung zusätzlich dem Entwurf für neue Vorhaben zur Windenergie im Landesentwicklungsplan (LEP) zugestimmt. In einem ersten Entwurf wurden hierfür Potenzialflächen für Windenergiegebiete bestimmt.

Abbildung 4-3 zeigt einen Kartenausschnitt aus der Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum III. Es ist eine Potenzialfläche für Windenergienutzung im Süden der Gemeinde zu sehen. (MILIG SH, 2020)

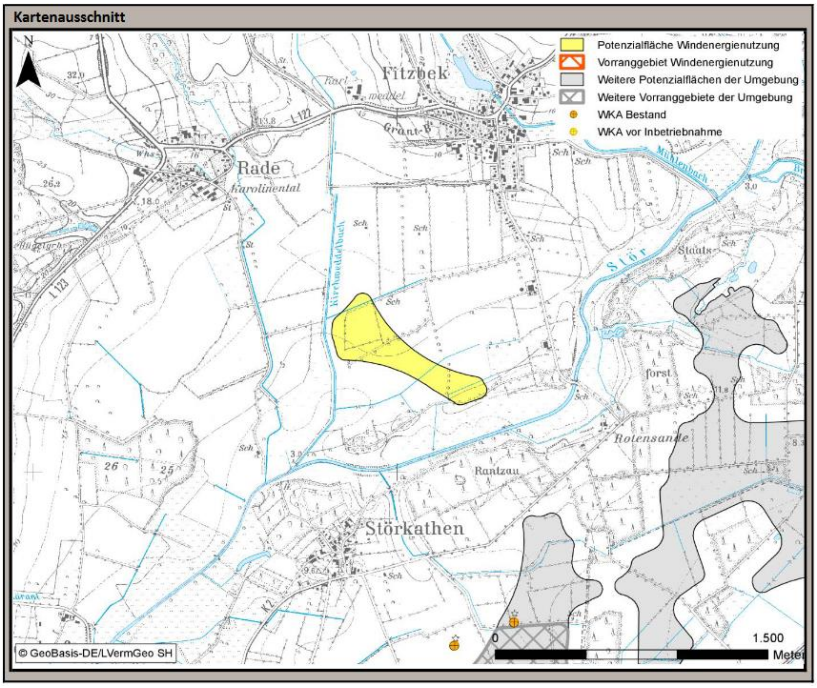


Abbildung 4-3: Kartenausschnitt Potenzialgebiet im Gemeindegebiet Fitzbeks

Abbildung 4-4 zeigt einen Ausschnitt der „Karte Potenzialfläche Windenergie SH“, mit den in blauer Farbe ausgewiesenen Potenzialflächen. Es ist zu sehen, dass sich im Entwurf für neue Vorhaben zur Windenergie im Landesentwicklungsplan (LEP) neben der in Abbildung 4-3 gezeigten Fläche eine weitere Fläche im Nordosten der Gemeinde befindet, die sich teilweise über das Gemeindegebiet erstreckt (MIKWS SH, 2024).Das Potenzial für die Nutzung der Windenergie über eine Direktleitung ist damit für das Quartier Fitzbek vorhanden.

Abbildung 4-4: Ausschnitt „Karte Potenzialflächen Windenergie SH“ (MIKWS SH, 2024)

4.1.2 PHOTOVOLTAIK

Die Landesregierung gibt mit dem Landesentwicklungsplan (LEP) einen Rahmen für die Entwicklung bestehender und neuer Standorte für solare Freiflächen vor. Dabei dient der LEP lediglich als Hilfestellung für Gemeinden, Kreise, Investoren und Projektentwickler. Eine Vorgabe von Eignungs- oder Vorrangflächen ist im LEP nicht vorgesehen, sondern kann über die Gemeinde geregelt werden. Dafür ist die Ausweisung von Flächen im Flächennutzungsplan sowie die Aufstellung eines Bebauungsplanes erforderlich. Die Flächen werden dabei als Sondergebiet Photovoltaik bzw. Sondergebiet Solarthermie festgesetzt (MILIG SH, 2021).

Die Entwicklung von raumbedeutsamen solaren Freiflächenanlagen soll möglichst raum- und landschaftsverträglich erfolgen. Die nachfolgenden Flächen werden gemäß LEP als besonders geeignet bewertet (MILIG SH, 2021):

- Bereits versiegelte Flächen
- Konversionsflächen aus z.B. gewerblich-industrieller, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung
- Flächen entlang von Schienenwegen sowie Autobahnen
- Vorbelastete Flächen

Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über Vergütung von PV-Anlagen für die verschiedenen Leistungsklassen.

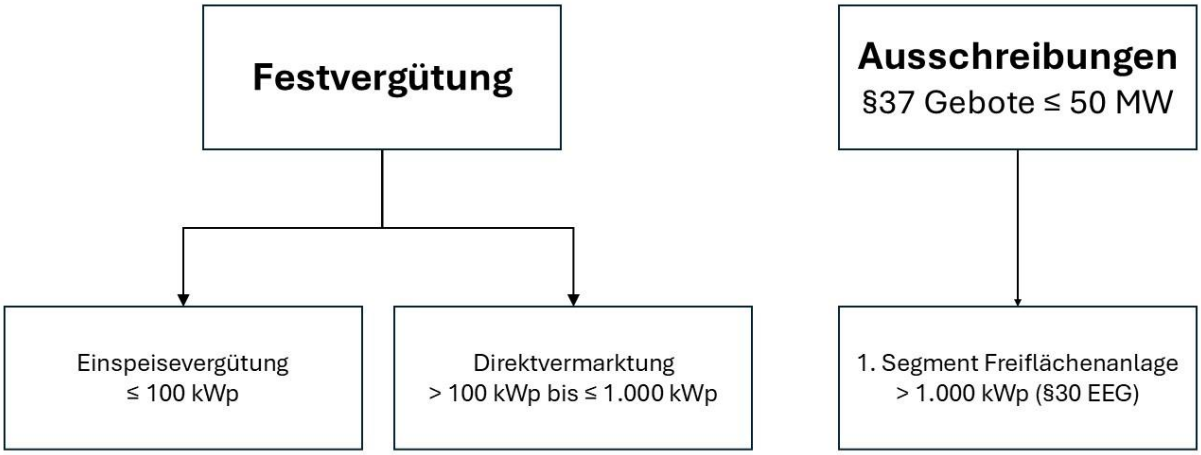


Abbildung 4-5: Vergütung nach dem EEG für Freiflächenanlagen, eigene Darstellung nach (EEG vom 8. Mai 2024)

Nach Abbildung 4-5 ist die Vergütung durch das EEG abhängig von der Anlagengröße. Kleinere Anlagen bis 1.000 kWp Nennleistung müssen nicht am Ausschreibungsverfahren teilnehmen, sondern erhalten eine feste Einspeisevergütung (Anlagen bis 100 kWp) bzw. einen anzulegenden Wert über die Direktvermarktung (ab 100 kWp) (Ministerium für Umwelt, 2019).

Einspeisevergütung: Die Vergütung für Anlagen mit Inbetriebnahme ab 01.01.2023 bis 31.01.2024 betrug vorbehaltlich im Folgenden beschriebener Ausnahmen 7,00 ct/kWh ohne monatliche Kostendegression. Ab dem 1. Februar 2024 beträgt die halbjährliche Kostendegression 1,0 % (EEG vom 8. Mai 2024).

Direktvermarktung (auch Marktprämienmodell): Der Anlagenbetreiber erhält eine feste Vergütung (anzulegender Wert), welcher sich aus dem Marktwert und der Marktprämie zusammensetzt. Die Vergütung ist durch die zusätzlich gezahlte Managementprämie um 0,4 ct/kWh höher als die Einspeisevergütung (Bundesnetzagentur, 2023).

Ausschreibung: Die maximale Anlagengröße für Ausschreibungen beträgt mit dem Inkrafttreten des „Solarpakets 1“ 50 MWp. Der bisher niedrigste mittlere Zuschlag wurde im Februar 2018 mit 4,33 ct/kWh erteilt. Der niedrigste Einzelzuschlag bis Dezember 2021 wurde im Februar 2020 mit 3,55 ct/kWh ausgegeben (Wirth, 2023).

Darüber hinaus gelten mit der Novellierung vom 30. Juli 2022 erhöhte Vergütungssätze [ct/kWh] für Photovoltaik Dachanlagen, welche im Folgenden kurz aufgeführt werden (EEG vom 8. Mai 2024):

Tabelle 4-1: Vergütungssätze im Marktprämienmodell für PV-Dachanlagen in ct/kWh

Inbetriebnahme	01.08.2024 – 01.02.2025		01.02.2025 – 01.08.2025	
Anlagengröße	Teileinspeisung	Volleinspeisung	Teileinspeisung	Volleinspeisung
Bis 10 kWp	8,43	13,23	8,34	13,14
Bis 40 kWp	7,35	11,08	7,28	10,96
Bis 100 kWp	7,56	12,56	7,49	12,44
Bis 400 kWp	7,56	10,70	7,49	10,59
Bis 1000 kWp	7,56	9,43	7,49	9,33

In diesem Zusammenhang sind unter Teileinspeisungs-Anlagen solche zu verstehen, die zunächst den Eigenstrombedarf decken und ausschließlich überschüssigen Strom ins Stromnetz einspeisen. Demgegenüber sind Volleinspeisungsanlagen, die keinen Eigenverbrauch decken, sondern den gesamten erzeugten Strom direkt ins Stromnetz einspeisen. Es ist möglich eine Teil- und eine Volleinspeiseanlage gleichzeitig auf dem Dach zu betreiben.

Für Freiflächenanlagen gilt es, eine möglichst große und zusammenhängende Fläche zu nutzen. Grund dafür sind die ansonsten aufwändige Infrastruktur und der Materialmehraufwand (Kleinertz, 2019). Abbildung 4-6 stellt die spezifischen Kosten einer Photovoltaikanlage in Abhängigkeit von der Anlagengröße dar. Anhand dieser ist zu erkennen, dass die spezifischen Kosten mit zunehmender Anlagengröße sinken.

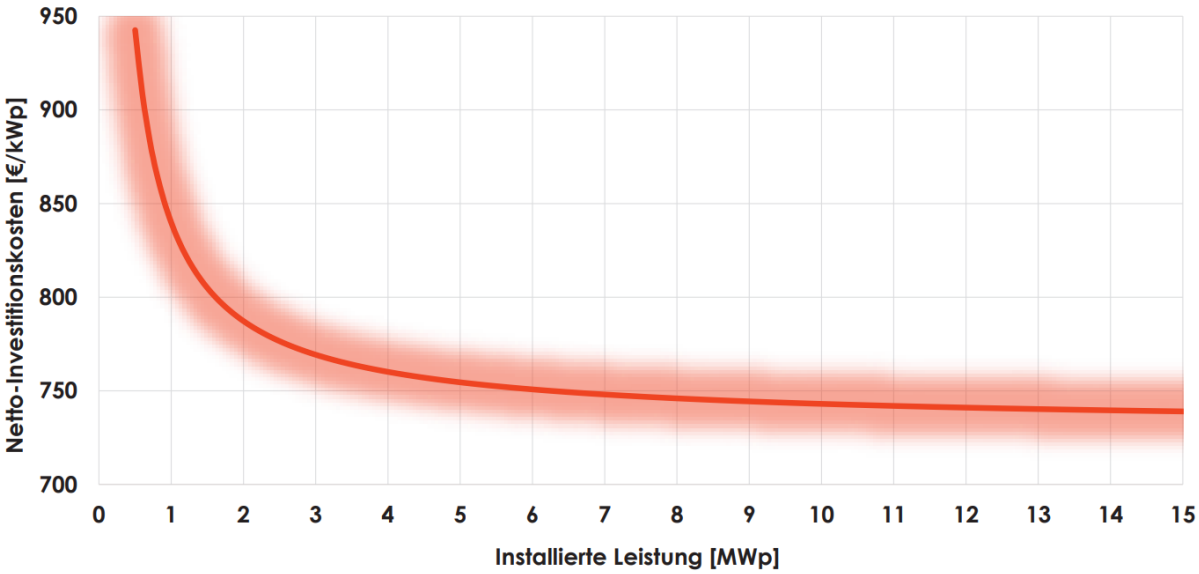


Abbildung 4-6: Spezifische Kosten von PV-Freiflächenanlagen in Abhängigkeit von der Anlagengröße (C.A.R.M.E.N. e.V., 2023)

Außerhalb einer festen EEG-Vergütung ist abhängig vom Standort in Deutschland ab einer Anlagengröße von 5 MWp eine wirtschaftliche Realisierung von PV-Freiflächenanlagen möglich. Dies entspricht ungefähr einer Fläche von 6 ha (Böhm, 2022). Der Planungshorizont von Freiflächenanlagen beträgt zwei bis drei Jahre (von der Idee bis zur Inbetriebnahme).

Im Vergleich zu Windkraftanlagen haben Photovoltaik-Anlagen einen hohen Flächenverbrauch je kW_p installierter Leistung. Demnach ist bei Ackerflächen eine Abwägung zwischen landwirtschaftlicher und energetischer Nutzung erforderlich. Eine parallele Nutzung der Fläche ist jedoch nicht vollkommen ausgeschlossen. So kann die Fläche weiterhin als Weideland für Schafe oder zur Förderung der Biodiversität (z. B. durch Anlegen einer Blumenwiese und Installation von Nist- oder Bienenkästen) genutzt werden (Uhland, 2020). Darüber hinaus kann die zeitgleiche Nutzung einer Fläche für Photovoltaik als auch für Landwirtschaft und Gartenbau (agri-PV) eine Verbesserung des landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Nutzens erzielen, indem bspw. die Pflanzen durch Solarmodule gegen Witterungseinflüsse geschützt werden (BMWK, 2023).

Das Ertragspotenzial von PV-Anlagen wird über die standortspezifische Einstrahlung abgeschätzt. Für die Gemeinde Fitzbek ist über die vergangenen Jahre (2001-2020) eine horizontale Globalstrahlung von jährlich 1.020 kWh/m² ermittelt worden (Meteonorm, 2024). Der Wert in Deutschland liegt, je nach Standort, zwischen 1.000 und 1.300 kWh/(m²·a) (wegatech, 2024).

Abbildung 4-7 zeigt eine Simulation der täglichen Stromproduktion der sich im Gemeindegebiet befindenden PV-Dachanlagen (841,44 kWp – Stand 22.10.2024). Diese wurde auf Grundlage von Wetterdaten aus dem Jahr 2019 und der im Gemeindegebiet vorhandenen installierten Leistung (BNetzA, 2023) erstellt.

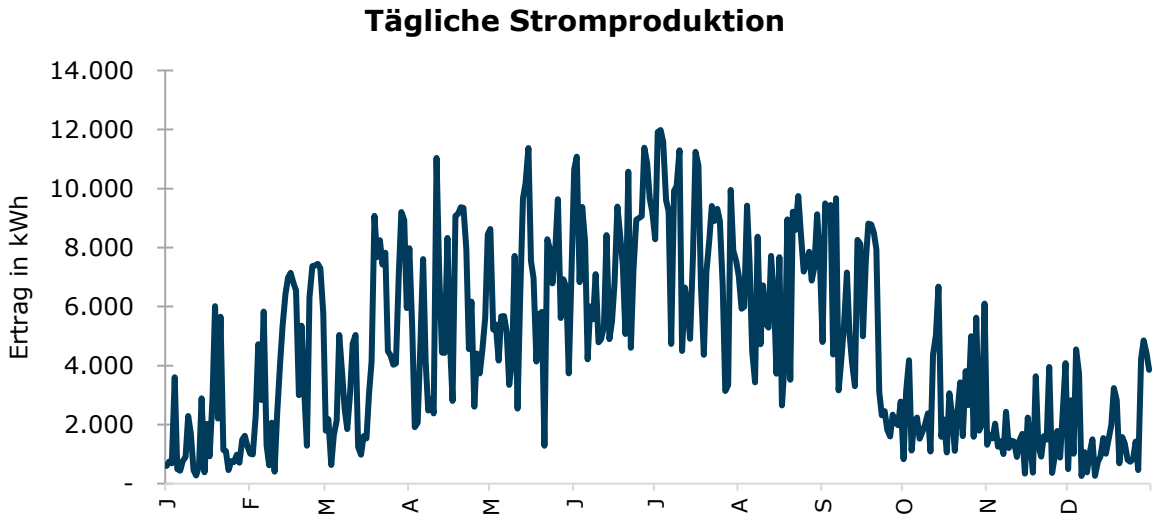


Abbildung 4-7: Tägliche Stromproduktion durch PV-Dachanlagen im Gemeindegebiet

Zur Bewertung des solaren Strompotenzials im Quartier wurden die Dachflächen nach ihrer Ausrichtung in Süddächer und Ost-West-Dächer kategorisiert und deren Flächen addiert. Es wurden dabei ausschließlich Dächer mit einer Fläche von über 100 m² berücksichtigt. Zur Abschätzung des nutzbaren Anteils der Dachflächen wurde angenommen, dass bei südlich ausgerichteten Dächern nur die Hälfte der Dachfläche genutzt wird, während für Ost-West-Ausrichtungen ein Faktor von 0,75 angesetzt wurde. Da weder Verschattungen noch andere potenzielle Einschränkungen berücksichtigt wurden, ist die Berechnung mit Unsicherheiten behaftet. Zusätzlich könnten auch kleinere Dachflächen als 100 m² für Solaranlagen genutzt werden, was in dieser Analyse unberücksichtigt bleibt.

Diese Annahmen ermöglichen eine grobe Abschätzung der potenziell produzierbaren Strommenge, wobei die tatsächlich erzielbare Leistung aufgrund der vereinfachten Annahmen abweichen kann. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4-2 dargestellt.

Tabelle 4-2: PV-Dachflächenpotenzial

	Ost/West	Süd
Fläche [m²]	19.648	20.279
Spezifische Leistung [kWp/m²]	0,206	0,206
Nutzbare Fläche [%]	75%	50%
Leistung [kWp]	3034	2088
Vollbenutzungsstunden [h/a]	820	900
Energie [MWh/a]	**2.488**	**1.879**

Durch die vollständige Belegung der geeigneten Dachflächen könnte eine jährliche Energiemenge von 4.366 MWh produziert werden, was dem ca. Sechsfachen des jährlichen Strombedarfs im Quartier entspricht.

Um die Lösung einer Installation einer PV-Anlage auf dem eigenen Dach aufzuzeigen, wird im Folgenden ein Einfamilienhaus beispielhaft näher beleuchtet und anhand von verschiedenen Auslegungsvarianten die Vorteile einer PV-Dachanlage mit Überschusseinspeisung aufgezeigt. In den betrachteten Beispielen wird ein jährlicher Stromverbrauch von **3.500 kWh** und ein Strompreis von **35 ct/kWh** mit **3 %** jährlicher Steigung angenommen. Als Verbrauchsprofil wurde das typische Verhalten eines 2-Personenhaushaltes verwendet. Es ist zu beachten, dass der wirtschaftliche Vorteil einer Eigennutzungsanlage durch die vermiedenen Stromkosten entsteht. Dieser wird entsprechend höher, wenn der Stromverbrauch über den Tag hoch ist.

Tabelle 4-3 zeigt die Ergebnisse der verschiedenen Auslegungsvarianten für ein Haus mit einer südausgerichteten Dachfläche. Es wurden zwei Auslegungen betrachtet, in denen die Anlagengröße variiert wurde, sodass zwei auf den Verbrauch angepasste Belegungen betrachtet wurden, jeweils ergänzt um eine Variante mit Elektrospeicher mit einer Kapazität von **5,12 kWh**. Der spezifische Anlagenpreis wurde dabei angepasst, sodass dieser den Anteil der Fixkosten in der Investition widerspiegelt, der bei jeder Anlage etwa gleich ist (z.B. Gerüststellung für Installation, elektrischer Anschluss).

Tabelle 4-3: PV-Auslegungsvarianten für die Eigenstromversorgung

Name und Art der PV-Anlage	Anlage [kWp]	Spez. Kosten [€/kWp]	Investition [€]	Eigenverbrauch [%]	Autarkie [%]	Amortisation [a]	Gesamt-ersparnis über 20 a [€]
Dorfstr. 11 Südbelegung	3,5	1.500	5.220	23	25	10,0	5.440
	6,5	1.300	8.480	16	32	10,3	8.060
+ Speicher (5,12 kWh)	3,5	2.223	7.780	54	56	9,5	9.520
	6,5	1.698	11.040	31	60	10,1	11.460

Außerdem wurde eine Belegung des Feuerwehrhauses geprüft. Auch hier wurde verschiedene Auslegungsvarianten geprüft. Die auf den Verbrauch angepasste Anlage mit **7,8 kWp** wurde jeweils ohne und mit Speicher (**6,4 kWh**) betrachtet, genauso wie die Vollbelegung des Daches mit **15,2 kWp**. Der spezifische Anlagenpreis wurde auch hier so angepasst, dass dieser den Anteil der Fixkosten in der Investition widerspiegelt, der bei jeder Anlage etwa gleich ist. Als zusätzliche Variante wurde die Möglichkeit geprüft, die gesamte Dachfläche zu belegen, dabei jedoch die Anlage aufzuteilen in eine Volleinspeise- und eine Überschussanlage mit Speicher. Hierfür wären zwei Wechselrichter erforderlich.

Tabelle 4-4: PV-Auslegungsvarianten für die Feuerwehr

Name und Art der PV-Anlage	Anlage [kWp]	Spez. Kosten [€/kWp]	Investition [€]	Eigenverbrauch [%]	Autarkie [%]	Amortisation [a]	Gesamt-ersparnis über 20 a [€]
Teilbelegung/ Vollbelegung	7,8	1.300	10.180	38	35	8,7	16.240
	15,2	1.100	16.750	22	39	10,2	19.240
+ Speicher (6,4 kWh)	7,8	1.709	13.380	55	49	9,3	19.510
	15,2	1.310	19.950	32	56	10,1	24.140
Vollbelegung (Aufgeteilt)	15,2	1.410	21.470	55[1]	49[1]	9,9	25.760

[1] bezogen auf Überschussanlage

Die Firma B2K hat im Rahmen einer PV-Standortstudie das Potenzial der Gemeinde analysiert. Von den insgesamt 1.023 Hektar Gesamtfläche wurden 45,9 % aufgrund verschiedener Kriterien ausgeschlossen, während 49,9 % einer Einzelfallprüfung bedürfen. Zwar bietet die Gemeinde vereinzelt Potenzial für Agri-PV, jedoch wird die Nutzung von Grünlandflächen, die bevorzugt werden (4,5 %), von der Unteren Naturschutzbehörde kritisch gesehen. Da kein Flächennutzungsplan vorliegt, wäre dessen Erstellung notwendig, was einen Zeitraum von 2 bis 3 Jahren in Anspruch nehmen würde. Derzeit bleibt lediglich eine Fläche von 13 Hektar für die Errichtung von PV-Anlagen verfügbar.

4.1.3 BIOGAS

Biogas ist ein erneuerbarer Energieträger, der durch anaerobe Vergärung von organischen Stoffen wie tierischen und pflanzlichen Abfällen sowie Energiepflanzen wie Mais oder Gras gewonnen wird. Biogas kann als Brennstoff zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden und trägt somit als umweltfreundliche Alternative zu fossilen Brennstoffen zur CO_2-Einsparung bei.

Darüber hinaus gibt es weitere gesetzliche Regelungen und Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene, die den Ausbau von BGA fördern und die Rahmenbedingungen für deren Betrieb und Nutzung verbessern sollen. Zusätzlich zu den gesetzlichen Rahmenbedingungen gibt es auch technische Anforderungen an BGA, die in verschiedenen Normen und Verordnungen festgelegt sind. So müssen beispielsweise bestimmte Abgaswerte eingehalten werden und es gelten Vorschriften zur Sicherheit und zum Umweltschutz.

Insgesamt bietet die Nutzung von Biogas als erneuerbare Energiequelle ein großes Potenzial zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen und

technischen Anforderungen sollen dabei sicherstellen, dass die Nutzung von Biogas ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Leider befinden sich keine BGA in unmittelbarer Quartiersnähe, sodass eine Nutzung von Biogas nur bilanziell möglich wäre.

4.2 POTENZIALE ERNEUERBARER THERMISCHER ENERGIE

Dieser Abschnitt wird das vorhandene Potenzial und die entsprechenden Technologien für eine erneuerbare Wärmebereitstellung in Fitzbek untersuchen. Diese umfassen neben verschiedenen Ansätzen der Wärmegewinnung mittels Wärmepumpen (Luft, Abwasser, Erdwärme) auch Solarthermie oder Kraft-Wärme-Kopplung mit erneuerbaren Energieträgern als Brennstoff.

4.2.1 LUFT-WÄRMEPUMPE

Luft als Wärmequelle ist fast immer und überall verfügbar. Die Luftwärmepumpe ist eine platzsparende Variante zur Nutzung erneuerbarer Energien. Die Effizienz der Wärmepumpe, die Leistungszahl, hängt neben der Vorlauftemperatur von der Quellentemperatur ab. So ist die Wärmebereitstellung der Luftwärmepumpe im Sommer am effizientesten. Im Winter, bei niedrigeren Temperaturen, sinkt die Leistungszahl der Luftwärmepumpe entsprechend. Demgegenüber stehen die geringeren Investitionskosten und die einfache Umsetzung der Luft-Wärmepumpe im Vergleich zu anderen Wärmepumpenvarianten. Insbesondere in Dänemark ist die Luftwärmepumpe eine zentrale und etablierte Technologie in kommunalen Wärmenetzen. Abhängig vom Standort der Heizzentrale kann es erforderlich sein, einen Schallschutz zur Einhaltung der maximal zulässigen Schallemission vorzusehen.

Während Wärmepumpen in Haushalten einen Wirkungsgrad von 40 % erreichen (40 % der theoretisch maximal möglichen Leistungszahl), erreichen moderne Großwärmepumpen Wirkungsgrade zwischen 65 % und 70 %. Abbildung 4-8 zeigt den Verlauf der Leistungszahl einer Großwärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen. Sie gibt das Verhältnis der abgegebenen thermischen Leistung zur aufgenommenen elektrischen Leistung an. Bei einer Vorlauftemperatur von 70°C, wie sie in Wärmenetzen der 4. Generation üblich ist, wird auch bei niedrigen Temperaturen eine Leistungszahl von ca. 3 erreicht.

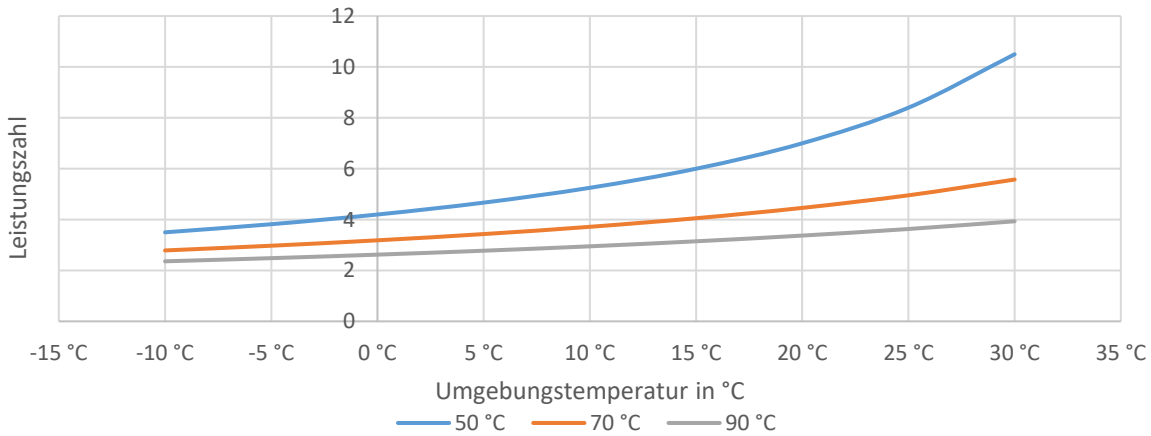


Abbildung 4-8: Darstellung der Leistungszahl einer Großwärmepumpe bei verschiedenen Vorlauftemperaturen über der Quellentemperatur

4.2.2 GEOTHERMIE

Die Nutzung von Geothermie wird in zwei verschiedene Arten eingeteilt. Bei einer Tiefe von 1,5 m bis etwa 400 m Tiefe spricht man von oberflächennaher Geothermie, während darunter von tiefer Geothermie gesprochen wird.

4.2.2.1 Oberflächennahe Geothermie

Bei oberflächennaher Geothermie spielen drei Komponenten eine wichtige Rolle. Diese sind die Wärmequellanlage, die Wärmepumpe und die Wärmenutzungsanlage.

Durch die Wärmequellanlage wird die im Boden vorhandene Wärme erschlossen. Es existieren verschiedene Systeme zur Gewinnung der Wärme. Diese werden durch einen Frostschutz/Wassergemisch, kurz Sole, durchflossen.

- Flächenkollektoren:
  Unterhalb der Frostgrenze (etwa 1,5 m tief) werden Kunststoffrohre verlegt, welche etwa die 1,5 – 2-fache Fläche der zu beheizenden Fläche einnehmen müssen. Pro kW Heizleistung werden etwa 15 m² bis 30 m² Kollektorfläche benötigt. Diese Fläche darf nicht überbaut sein, da sich die Wärme im Boden über den Sommer regenerieren muss.
- Erdwärmesonden:
  Werden in Bohrungen bis etwa 100 m eingebracht. Sie bestehen aus paarweise gebündelten U-förmigen Kunststoffrohrschleifen. Regeneration findet über Nachströme von Energie im Untergrund statt. Die Leistung der Sonden hängt von der Wärmeleitfähigkeit des Bodens ab, welcher in Schleswig-Holstein sehr komplex aufgebaut ist. Der Richtwert für die Leistung der Sonden liegt bei einer Sondenlänge von 100 m bei 3 – 6 kW.
- Spiralsonden, Erdwärmekörbe und Grabenkollektoren:
  Dies sind Sonderformen, die bei einem geringen Platzangebot gebaut werden können.

Die in den verschiedenen Kollektoren gesammelte Wärme wird über eine Wärmepumpe auf für den Verbraucher nutzbare Temperaturen gebracht. Aufgrund der höheren Quellentemperatur im Winter ist die Arbeitszahl einer Erdwärmepumpe im Winter höher als die einer Luftwärmepumpe.

Für die Wärmenutzungsanlage gilt als Richtwert, dass diese die Wärme auf einem möglichst niedrigen Temperaturniveau nutzen sollte. Heizung und Dämmung sollten bestenfalls auf eine Vorlauftemperatur von 35°C ausgelegt werden. Wird mit der Wärmepumpe auch Warmwasser erzeugt oder liegt die Vorlauftemperatur deutlich über 35°C, so steigt die Belastung der Erdwärmesonde und die Leistungszahl der Wärmepumpe wird aufgrund der höheren Temperaturen geringer.

Abbildung 4-9 zeigt das Potenzial oberflächennaher Geothermie für das Quartiersgebiet anhand der durchschnittlichen Wärmeleitfähigkeit des Erdbodens in einer Tiefe von 0 – 50 m. Es ist zu sehen, dass das gesamte Quartiersgebiets in einem Bereich mit einer Wärmeleitfähigkeit von über 2,2 W/mK liegt. Damit besteht im Quartier hohes Potenzial für die Nutzung dieser Technologie.

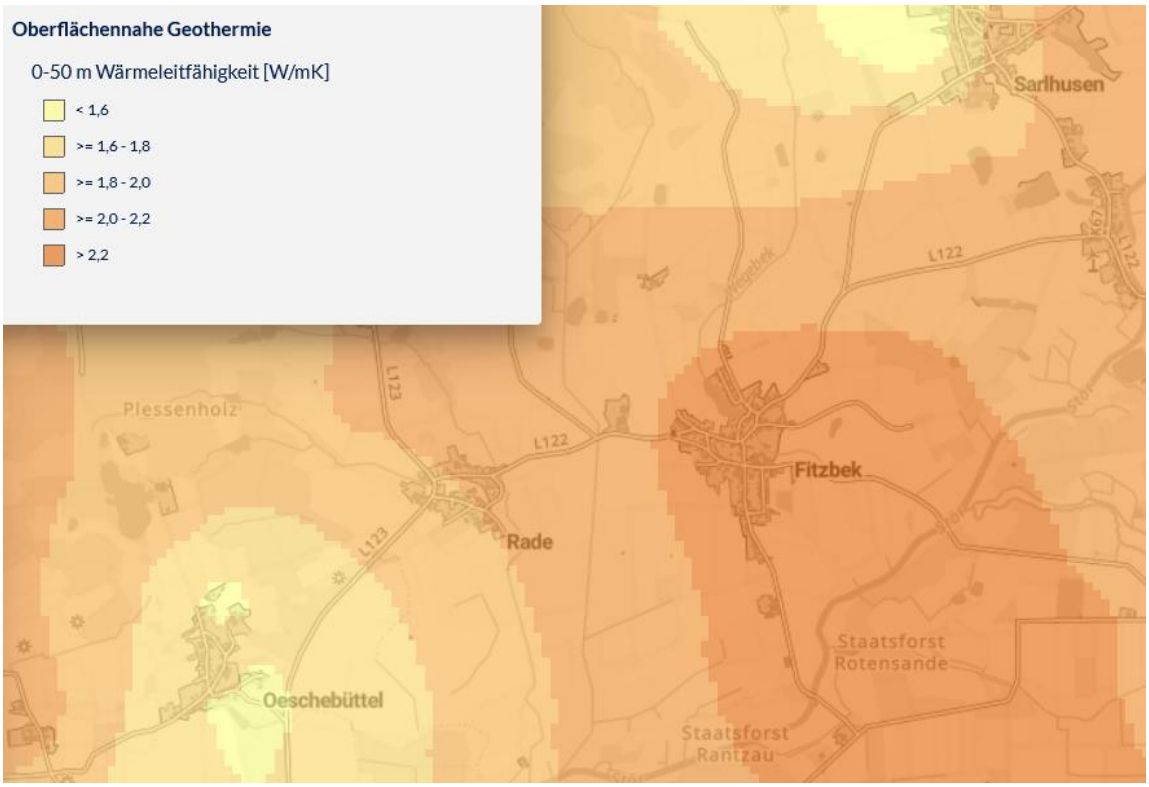


Abbildung 4-9: Potenzial oberflächennaher Geothermie (DA Nord, 2024)

Für eine genauere Betrachtung eines entsprechenden Erdwärmesondenfeldes muss zunächst ein Geothermal Response Test durchgeführt werden, der Auskunft über das tatsächlich vorhandene Potenzial zur Wärmeentnahme gibt. Da mehrere Sonden erforderlich sind, muss anschließend die Temperaturantwort des Sondenfeldes simuliert werden. Grundlage hierfür ist zum einen der Geothermal Response Test und zum anderen das jeweilige Nutzerprofil (Heizlast). Um die mögliche Entzugsleistung zu erhöhen und ein Auskühlen des Untergrundes zu verhindern, sollte der Untergrund regeneriert werden. Dies ist z.B. durch Abwärme oder Kühlung im Sommer möglich. In diesem Zusammenhang kann die oberflächennahe Geothermie nicht nur zur Heizungsunterstützung im Winter eingesetzt werden, sondern auch zur Kühlung im Sommer. Diese Kombination der Nutzung macht die Geothermie zu einer interessanten Ergänzung zu anderen Technologien, die sich auf Heiz- und Kühlzwecke konzentrieren.

4.2.2.2 Tiefe Geothermie

Von tiefer Geothermie spricht man ab Bohrtiefen von mehr als 400 m. Üblich ist auch die Verwendung des Begriffes „mitteltiefe Geothermie“, welche den Bereich von 400 – 1000 m umfasst. Durch tiefe Bohrungen lassen sich wärmeführende Schichten erschließen, welche auf einem hohen Temperaturniveau liegen.

Tiefe Geothermie wird in Deutschland bisher fast ausschließlich hydrothermal im Dubletteverfahren realisiert. Dabei werden zwei Bohrungen im Abstand von wenigen hundert Metern bis zu etwa drei Kilometern abgeteuft. Hydrothermal bedeutet, dass im Untergrund vorhandenes Thermalwasser zur Förderung genutzt wird.

Eine weitere Nutzungsmöglichkeit ist die petrothermale Geothermie, bei der durch Stimulationsmaßnahmen die Durchlässigkeitseigenschaften des Untergrundes künstlich verbessert werden und so die Zirkulation und Erwärmung eines eingebrachten Fluids ermöglicht wird. Über eine Förderbohrung wird das geothermisch nutzbare Reservoir erschlossen und über eine

Reinjektionsbohrung wird das abgekühlte Wasser wieder in den Untergrund eingeleitet. An der Oberfläche wird dem Thermalwasser über Wärmetauscher die Wärme entzogen und z.B. an ein Wärmenetz abgegeben. Die petrothermale Geothermie befindet sich derzeit noch im Forschungs- & Entwicklungsstadium und wird daher in Deutschland bisher kaum genutzt.

Abbildung 4-10 zeigt die Verbreitung der potenziell hydrothermal nutzbaren Sandsteinschichten. In der Umgebung von Fitzbek lassen Modellierungen der im Untergrund vorhandenen Gesteinsschichten vermuten, dass Fitzbek in keinem der potenziell hydrothermal nutzbaren Gebiete liegt.

Abbildung 4-10: Verbreitung potenziell nutzbarer Gesteinsschichten (DA Nord, 2024)

4.2.3 GRUNDWASSER-WÄRMEPUMPE

Der Einsatz von Grundwasser-Wärmepumpen verbindet prinzipiell Vorteile der Luft- und Erdwärme-Wärmepumpe. Die Investitionskosten einer Grundwasser-Wärmepumpe sind, zumindest für die Verwendung von Großwärmepumpen, geringer als bei Erdwärme-Wärmepumpen. Da das Grundwasser im Winter höhere Temperaturen aufweist als die Umgebungsluft, arbeiten Grundwasser-Wärmepumpen im Winter mit höheren Leistungszahlen als Luft-Wärmepumpen.

Bei der Verwendung von Grundwasser als Wärmequelle werden mindestens zwei Brunnen benötigt. Das Grundwasser wird zunächst über einen Entnahmebrunnen gefördert und über die Wärmepumpe um einige Grad Celsius abgekühlt. Anschließend wird das gekühlte Wasser in einem Schluckbrunnen wieder eingeleitet. Sowohl die zulässige Entnahmemenge an Grundwasser als auch die Position der Brunnen müssen zusätzlich geprüft werden. Bei den Brunnen ist darauf zu achten, dass sie ausreichend weit voneinander entfernt sind, um einen thermischen Kurzschluss beim Einleiten des abgekühlten Wassers zu verhindern. Ebenso ist die Fließrichtung des Grundwassers zu beachten.

Abbildung 4-11 zeigt die Ausdehnung eines Trinkwassergewinnungsgebietes in und um Fitzbek. Es ist zu erkennen, dass sich in und um den Ortsteil keine Trinkwasserschutz- oder -gewinnungsgebiete erstrecken. In diesen Gebieten dürfen Eingriffe in das Grundwasser z.B. keine mengenmäßigen oder chemischen Veränderungen hervorrufen, so dass die Installation einer Grundwasserwärmepumpe dort gesondert geprüft werden müsste. Das Quartier ist davon jedoch nicht betroffen.

Abbildung 4-11: Trinkwasserschutz- und -gewinnungsgebiete in und um Fitzbek
Quelle: (DA Nord, 2024)

4.2.4 ABWÄRME-WÄRMEPUMPE

Abwärme von Betrieben oder der Industrie stellt die attraktivste Wärmequelle für Wärmepumpen dar. Geringe Investitionskosten für die Erschließung dieses Potenzials sowie die tendenziell hohen Temperaturen der Abwärme sorgen für eine hohe Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Anlage. Dieser Ansatz kann jedoch hier nicht weiterverfolgt werden, da in der Gemeinde Fitzbek keine Abwärmequellen identifiziert werden konnten, die Abwärme in ausreichender Menge zur Verfügung stellen können.

4.2.5 BIOMETHAN BLOCKHEIZKRAFTWERK

Gasbetriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) stellen eine Möglichkeit zur gleichzeitigen Bereitstellung von elektrischem Strom und Wärme dar. Grundsätzlich ist der Wirkungsgrad solcher Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen höher als bei einer getrennten Bereitstellung von Strom und Wärme. Für eine regenerative und nachhaltige Erzeugung sollten diese Anlagen, sofern die Marktlage es zulässt, mit Biomethan als Brennstoff betrieben werden. Dieser kann über eine Direktleitung, bei der Netzentgelte als Gaspreiskomponente entfallen, von nahegelegenen BGA oder bilanziell über das Gasnetz bezogen werden.

Der Betrieb des BHKW wird anhand wirtschaftlicher Randbedingungen und zur Deckung des Wärmebedarfs optimiert. Können durch hohe Strompreise an der Börse Gewinne erzielt werden, speist das BHKW Strom ins öffentliche Netz ein. Die anfallende Wärme wird direkt im Wärmenetz genutzt oder in einem Wärmespeicher zwischengespeichert. Bei niedrigen Strompreisen kann das BHKW genutzt werden, um beispielsweise eine Wärmepumpe mit Eigenstrom zu versorgen.

Für den Betrieb eines BHKW müsste im Falle von Fitzbek ein bilanzieller Bezug von Biogas realisiert werden, damit eine klimaneutrale Nutzung möglich wird. Da dies mit Netzentgelten verbunden ist, welche sich stark auf die Wirtschaftlichkeit eines solchen Vorhabens auswirken, müsste dieses im Detail geprüft werden.

4.2.6 BIOMASSE

Biomasse ist allgemein gefasst organische Masse, die von Lebewesen oder Pflanzen stammt. Typischerweise wird bei der Wärmeversorgung hauptsächlich Holz (Hackgut oder Pellets) unter dem Begriff Biomasse verstanden, aber andere Stoffe wie Stroh, Grünpflanzen etc. sind ebenfalls mögliche Brennstoffe für Biomasseanlagen. Holz zählt neben Wind, Wasser und Sonne zu den erneuerbaren Energieträgern und ist aus diesem Grund von CO_2-Abgaben befreit. Trotz lokaler CO_2-Emissionen, die während der Verbrennung entstehen, wird bloß jene Menge an CO_2 freigesetzt, die der Baum während seiner Wachstumsphase gebunden hat. Ebendiese Menge CO_2 würde auch beim natürlichen Zersetzungsprozess wieder an die Umwelt abgegeben werden.

Sofern Biomasse aus nachhaltigem Anbau oder als Abfallprodukt in Gewerben sowie der Industrie anfällt, können Biomasseanlagen eine gute Ergänzung für eine kommunale Wärmeversorgung darstellen.

4.2.7 SOLARTHERMIE

Solarthermie ist eine Technologie, die die direkte Umwandlung von Sonnenenergie in Wärme ermöglicht. In Solarthermie-Kollektoren wird ein Wasser-Glykol-Gemisch durch das einfallende Sonnenlicht erwärmt und kann so effizient in der Wärmeversorgung eingesetzt werden. Besonders in sonnenreichen Monaten kann Solarthermie einen wertvollen Beitrag zur nachhaltigen Wärme-versorgung leisten.

Zwar können hohe Vorlauftemperaturen und niedrige Umgebungstemperaturen in kalten Monaten den Wirkungsgrad etwas reduzieren, doch mit der richtigen Systemplanung, insbesondere durch den Einsatz von saisonalen Wärmespeichern, kann auch in sonnenarmen Zeiten eine konstante Wärmeversorgung gewährleistet werden, wenn auch diese meist nicht für eine volle Versorgung ausreichend ist. Im Gegensatz zur Photovoltaik, die auch diffuse Einstrahlung nutzen kann, ist Solarthermie mehr auf direkte Sonneneinstrahlung angewiesen, was jedoch bei guter Standortwahl trotzdem hohe Effizienz und Klimafreundlichkeit verspricht.

Ein besonders großer Vorteil der Solarthermie liegt im hohen Wärmeertrag im Sommer, was die Möglichkeit bietet die gesamte Wärmelast der Sommermonate abzudecken. Dies würde die primäre Erzeugungstechnologie deutlich entlasten und die Möglichkeit für problemlose Wartung dieser bieten. Dies kann nicht nur die Effizienz des Gesamtsystems erhöhen, sondern auch Betriebskosten und Emissionen senken.

Flächen, die Potenzial für Photovoltaik bieten, wären prinzipiell auch für Solarthermie geeignet**.** Allerdings stellt die Entfernung zum Versorgungsgebiet hierbei eine größere Hürde dar, als bei Photovoltaik, sodass nur Quartiersnahe Projekte umsetzungsfähig sind.

Bei der derzeitigen Marktsituation und den Investitionsanforderungen wird die Installation einer Photovoltaikanlage oft bevorzugt. Photovoltaik-Strom kann vielseitig verwendet werden, beispielsweise zum Betrieb von Wärmepumpen, was die Flexibilität und Effizienz des Energiesystems erhöht. Überschussstrom kann zudem im Sommer besser gewinnbringend verkauft werden als überschüssige Wärme, was die wirtschaftliche Attraktivität weiter steigert. Dennoch bleibt Solarthermie eine wertvolle Option für die direkte Wärmeerzeugung.

4.2.8 PHOTOVOLTAISCH-THERMISCHE KOLLEKTOREN

Ein photovoltaisch-thermischer Kollektor (PVT) kombiniert Photovoltaik (PV) und Solarthermie (ST) in einem Kollektor. Dieser Hybridkollektor wandelt die Sonnenstrahlung nicht nur in Wärme oder Strom um, sondern kombiniert die Nutzung und erhöht damit den möglichen Ertrag (Fraunhofer ISE, 2020). Der solarthermische Teil des Kollektors, der sich auf der Rückseite des Moduls befindet, führt überschüssige Wärme nutzbringend ab und sorgt dafür, dass die PV-Zellen auch bei hohen Temperaturen im Sommer effizient arbeiten können, denn je kühler die Rückseite, desto höher ist der Wirkungsgrad: Je kühler die Rückseite, desto höher der Wirkungsgrad des PV-Moduls.

Beispiele für den Einsatz von PVT-Kollektoren gibt es bereits für kleinere Anwendungen wie Ein- und Mehrfamilienhäuser oder für große Gebäude wie Verwaltungsgebäude, Krankenhäuser etc. Gerade dort, wo auch im Sommer ausreichend Wärme abgenommen werden kann, hat diese Technologie ihre Konkurrenzfähigkeit bewiesen. In Kombination mit einer Wärmepumpe entstehen in diesen Fällen sehr effiziente Systeme. (TGA-Praxis, 2022)

Es gibt erste Untersuchungen zum Einsatz von PVT-Kollektoren in kalten Nahwärmenetzen. Beispielsweise wurde für ein Neubaugebiet in der Stadt Bedburg ein Konzept mit einem PVT-Feld mit einer elektrischen Leistung von 4 MW und einer thermischen Leistung von 3 MW vorgestellt (Solarthermalworld, 2021). Für die Einbindung von PVT-Anlagen in ein Wärmenetz mit höherer Vorlauftemperatur, das aufgrund der Gebäudealtersklassen in Fitzbek zum Einsatz kommen sollte, liegen keine aussagekräftigen Untersuchungen vor. Aus diesem Grund wird bei der Konzeption eines Wärmenetzes auf die Betrachtung von PVT verzichtet.

4.3 MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH GEBÄUDESANIERUNG

Die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudesektor ist einer der zentralen Aspekte zur Minderung der Treibhausgasemissionen. Ca. 36 % des gesamten Endenergieverbrauchs entfällt auf den Gebäudebereich, was diesen zu einem der größten Emittenten klimaschädlicher Gase in Deutschland macht (Umweltbundesamt, 2024).

Der Gesamtendenergiebedarf von Fitzbek beträgt 5,31 GWh/a (exklusive Mobilität), wovon 87 % und damit 4,61 GWh/a für die Bereitstellung von Wärme im Quartier benötigt wird. Der Gesamtbedarf an Wärme für private Wohngebäude liegt dabei bei etwa 4,53 GWh/a.

Der Gebäudebestand von Fitzbek ist bezogen auf Sanierungsgrad und spezifischen Wärmebedarf pro Quadratmeter Wohnfläche über dem deutschen Mittel. In Deutschland werden pro m² Wohnfläche ca. 129 kWh/a benötigt. Der durchschnittliche spezifische Wärmeverbrauch im Quartier Fitzbek liegt bei 154 kWh/(m² a) entsprechend der nach dem GEG definierten Energieeffizienzklasse E (GEG 2020, Anlage 10 zu § 86).

Mit dem Blick auf das Ziel der Bundesregierung den Gebäudebestand Deutschlands bis 2050 nahezu klimaneutral abzubilden, ist der deutsche Durchschnitt Stand heute zu hoch. In Tabelle 4-5 ist eine mögliche Entwicklung von Fitzbek mit Sanierungsraten von 1 %, 2 % und 5 % dargestellt. Die Sanierungsrate gibt Auskunft darüber, wie viel Prozent des Gebäudebestandes jährlich saniert wird. Aktuell wird in Deutschland mit einer Sanierungsrate von weniger als 1 % gerechnet (Gebäude Energieberater, 2024).

Bei einer gleichbleibenden Sanierungsrate von 1 % würde Fitzbek bis 2045 eine Reduzierung von 19 % auf ca. 3,67 GWh/a erreichen. Auch bei einer Sanierungsrate von 5 % wird der Gebäudesektor in

Fitzbek 2045 nicht klimaneutral sein. Hierfür ist es zwingend notwendig, dass die Wärmeerzeugung regenerativ realisiert wird.

Tabelle 4-5: Sensitivitätsanalyse Sanierungsrate

	2024	2030	2035	2040	2045
Sanierungsrate 1 %					
Wärmebedarf [MWh]	4.527	4.262	4.053	3.854	**3.665**
Prozentuale Einsparung [%]	0	6	10	15	**19**
CO_2 Emissionen Wärme [t/a]	1.256	1.182	1.124	1.069	**1.017**
Sanierungsrate 2 %					
Wärmebedarf [MWh]	4.527	4.010	3.625	3.276	**2.962**
Prozentuale Einsparung [%]	0	11	20	28	**35**
CO_2 Emissionen Wärme [t/a]	1.256	1.112	1.005	909	**822**
Sanierungsrate 5 %					
Wärmebedarf [MWh]	4.527	3.327	2.575	1.992	**1.542**
Prozentuale Einsparung [%]	0	26	43	56	**66**
CO_2 Emissionen Wärme [t/a]	1.256	923	714	553	**428**

Die in Tabelle 4-5 dargestellten Zahlen beziehen sich auf die Sanierung der Gebäudehülle. Ein Wechsel der Wärmeerzeugung ist hier nicht berücksichtigt. Die CO_2-Emissionen sind mit dem Energiemix des Status Quo abgebildet und reduzieren sich durch einen Rückgang des Energiebedarfes. Der Umstieg von fossilen Energieträgern auf regenerative Wärmeerzeugung kann bereits im Szenario mit 2 % Sanierungsrate die aktiv ausgestoßenen CO_2-Emissionen gegen Null gehen lassen.

4.3.1 FÖRDERMÖGLICHKEITEN IM BEG

Am 8. September 2023 wurde vom deutschen Bundestag die Novelle des GEG sowie Eckpunkte für eine neue Förderung des Heizungstausches beschlossen. Das oftmals als „Heizungsgesetz“ bezeichnete Gesetz brachte damit zu Beginn des Jahres einige Neuerungen. Für den Heizungstausch gibt es folgende Investitionskostenzuschüsse:

- **Eine Grundförderung von 30% für alle Wohn- und Nichtwohngebäude**, die wie bisher allen Antragstellergruppen offensteht
- einen **einkommensabhängigen Bonus von 30%** für selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer mit bis zu 40.000 € zu versteuerndem Haushaltseinkommen pro Jahr
- sowie einen **Klima-Geschwindigkeitsbonus von 20% bis 2028 für den frühzeitigen Austausch alter fossiler Heizungen** für selbstnutzende Eigentümerinnen und Eigentümer
- Die Boni sind kumulierbar bis zu einem **max. Fördersatz** von **70%**
- Vermieterinnen und Vermieter werden ebenfalls die Grundförderung erhalten; die Investition in den Heizungstausch darf dabei nicht über die Miete umgelegt werden. Hierdurch wird der Anstieg der Mieten durch energetische Sanierung gedämpft.

Die maximal förderfähigen Investitionskosten betragen 30.000 € für ein Einfamilienhaus bzw. die erste Wohneinheit in einem Mehrparteienhaus. Der maximal erhältliche Investitionskostenzuschuss für den Heizungstausch beträgt somit - bei einem Fördersatz von 70 % - 21.000 €. In einem Mehrparteienhaus erhöhen sich die förderfähigen Kosten je weitere Wohneinheit. Bei Nichtwohngebäuden gelten Grenzen für die förderfähigen Kosten nach Quadratmeterzahl.

Für den Heizungsaustausch und Effizienzmaßnahmen ist außerdem ein neues zinsvergünstigtes Kreditangebot für Antragstellende bis zu einem zu versteuernden Haushaltseinkommen von 90.000 €/a erhältlich.

Zusätzlich zur Förderung des Heizungsaustauschs können Zuschüsse für weitere Effizienzmaßnahmen beantragt werden, wie z.B. für Dämmung der Gebäudehülle, Anlagentechnik und Heizungsoptimierung. Die Fördersätze betragen hier weiterhin 15%, plus ggf. 5% Bonus bei Vorliegen eines individuellen Sanierungsfahrplans (iSFP). Die maximal förderfähigen Investitionskosten für Effizienzmaßnahmen liegen bei 60.000 € pro Wohneinheit, wenn ein individueller Sanierungsfahrplan vorliegt und bei 30.000 ohne Sanierungsfahrplan.

Neu dabei ist, dass die Höchstgrenzen der förderfähigen Kosten für den Heizungstausch und weitere Effizienzmaßnahmen kumulierbar sind. In der Summe gilt eine Höchstgrenze der förderfähigen Kosten von 90.000 €, wenn Heizungstausch und Effizienzmaßnahme durchgeführt werden. Vorher betrugen die maximal förderfähigen Investitionskosten 60.000 €. Diese Summe gilt für alle durchgeführten Maßnahmen am Gebäude (Heizungstausch und weitere Effizienzmaßnahmen) innerhalb eines Kalenderjahres.

Die bisherige Zuschussförderung energetischer Sanierungsschritte in den BEG-Einzelmaßnahmen sowie das Angebot zinsvergünstigter Kredite mit Tilgungszuschuss für Komplettsanierungen auf Effizienzhausgebäudeniveau bleiben erhalten. Alternativ kann auch weiterhin die Möglichkeit der steuerlichen Förderung nach Einkommenssteuerrecht in Anspruch genommen werden. Die Förderrichtlinien BEG-Wohngebäude und BEG-Nichtwohngebäude bleiben unverändert.

Eine übersichtliche Darstellung der Förderung für den Heizungstausch in der neuen BEG ist in Abbildung 4-12 dargestellt.

Heizungstausch (KfW)			**Sanierung** (BAFA)
Grundförderung	**Klimageschwindigkeitsbonus**	**Einkommensbonus**	**Weitere Effizienzmaßnahmen**
30%	20%	30%	20%
Alte Heizung gegen neue, klimafreundliche tauschen	Austausch von funktionstüchtigen Öl-, Kohle-, Gas-Etagen- oder Nachtspeicherheizungen sowie mehr als zwanzig Jahre alten Biomasse- und Gasheizungen	Für selbstnutzende Eigentümer_innen	Z.B. für die Dämmung der Gebäudehülle, Anlagentechnik und Heizungsoptimierung
- Für alle Wohn- und Nichtwohngebäude und alle Antragstellergruppen - Effizienz-Bonus von 5% für Wärmepumpen* und 2.500 € Zuschlag für Biomasseheizungen**	Für den frühzeitigen Austausch alter fossiler Heizungen (Nach 2028 alle 2 Jahre 3% weniger)	Erhältlich mit bis zu 40.000 € zu versteuerndem Haushaltsjahreseinkommen	15% Grundförderung + ggf. 5% bei vorhandenem Sanierungsplan (iSFP-Bonus)
Gesamtförderung			
- Maximaler kummulierter Fördersatz von 70% - Maximal förderfähigen Ausgaben bei 30.000 € für Einfamilienhäuser bzw. die erste Wohneinheit in einem Mehrparteienhaus - Bei max. 70% Förderung entsprechend 21.000 € - In einem Mehrparteienhaus erhöhen sich die maximal förderfähigen Ausgaben um jeweils 15.000 € für die zweite bis sechste sowie um jeweils 8.000 € ab der siebten Wohneinheit			- Maximaler kummulierter Fördersatz von 20% - Die maximal förderfähigen Ausgaben für weitere Effizienzmaßnahmen liegen mit Sanierungsfahrplan bei 60.000 € pro Wohneinheit und bei 30.000 € ohne Sanierungsfahrplan

* Für Wärmepumpen, die als Wärmequelle Wasser, Erdreich oder Abwasser nutzen oder ein natürliches Kältemittel einsetzen
** wenn sie einen Staub-Emissionsgrenzwert von 2,5 mg/m³ einhalten

Abbildung 4-12: Förderübersicht Heizungstausch und Einzelmaßnahmen

Die für die Heizungsförderung zur Verfügung stehenden Zuschüsse sind im Folgenden aufgelistet:

- der Kauf und Installation von:
  - solarthermischen Anlagen
  - Biomasseheizungen
  - elektrisch angetriebenen Wärmepumpen
  - Brennstoffzellenheizungen
  - wasserstofffähigen Heizungen
  - innovativer Heizungstechnik auf Basis erneuerbarer Energien
  - der Anschluss an ein Gebäude- oder Wärmenetz
- die Fachplanung und Baubegleitung durch eine Expertin oder einen Experten für Energieeffizienz
- die Kosten für vorbereitende und wiederherstellende Maßnahmen (Umfeldmaßnahmen)
- Ausgaben für eine provisorische Heiztechnik bei einem Heizungsdefekt (bis zum Austausch der Heizung)

Die **Energieberatung für Wohngebäude**, worunter auch die Erstellung des iSFP fällt, wird seit dem 07.08.2024 mit **50 %** des förderfähigen Beratungshonorars, maximal jedoch mit **650 €** bei Ein- oder Zweifamilienhäusern bzw. mit maximal **850 €** bei Wohngebäuden ab drei Wohneinheiten gefördert.

4.3.2 MUSTERSANIERUNGEN

Zur Ermittlung typischer Sanierungsmaßnahmen wurden nach der Erfassung des Ist-Zustands in Fitzbek Referenzgebäude zur Mustersanierung ausgewählt. Die Teilnahme an einer Umfrage bot den Anwohner_innen die Möglichkeit, sich für die Auswahl als Referenzgebäude zu bewerben. Die ausgewählten Gebäude erhielten als Anreiz einen kostenlosen Energiebedarfsausweis.

Für die Häuser wurden beispielhafte Mustersanierungen durchgeführt. Diese Sanierungen sollen die Energieeinsparpotenziale veranschaulichen. Anhand der einzelnen Maßnahmen können die Bewohner_innen von Fitzbek ein Gefühl für die ökonomischen und ökologischen Vorteile bei möglichen Sanierungen an der eigenen Immobilie entwickeln. Die Mustersanierungen umfassen jeweils mindestens eine kostengünstigere, eine mittelpreisige und eine teurere Maßnahme. Die Maßnahmen sind jeweils als Einzelmaßnahmen kalkuliert.

4.3.2.1 Mustersanierung Referenzgebäude 1 – Sparkassenweg 3

In Tabelle 4-6 sind die grundlegenden Daten zu dem Referenzgebäude aufgelistet. Diese können als Orientierung für Personen in Fitzbek dienen, um das Referenzgebäude mit der eigenen Immobilie vergleichen zu können. Die Nutzfläche des Gebäudes berechnet sich aus dem simulierten Gebäudevolumen. Bei dem angegebenem Wärmeverbrauch ist darauf hinzuweisen, dass es sich hierbei um den Verbrauch beim individuellen Heizverhalten handelt. Der genormte spezifische Wärmebedarf der Immobilie berechnet sich aus den thermischen Verlusten der Gebäudehülle sowie den angenommenen technischen Gegebenheiten der Heizungsanlage.

Tabelle 4-6: Grunddaten – Sparkassenweg 3

Grunddaten des Gebäudes	
Baujahr	1975
Baugrundfläche	119 m²
Nutzfläche	139 m²
Wärmeverbrauch	20.000 kWh/a
Spez. Wärmebedarf	259 kWh/ (m² a)
Wärmeversorgung	Ölkessel

Maßnahme 1 – Austausch Heizungspumpe

Heizungspumpen sind das Herz der Heizung. Sie fördern das erwärmte Wärmeträgermedium zu den Heizkörpern und gleichzeitig das abgekühlte Wasser zurück zum Heizkessel. Im ungünstigsten Fall laufen Heizungspumpen auch dann, wenn die Heizkörper selbst gar nicht in Betrieb sind. Alte Heizungspumpen sind daher für einen erheblichen Teil des Stromverbrauchs im Haushalt verantwortlich. Um den Stromverbrauch zu optimieren und die Betriebskosten zu senken, empfiehlt sich der Austausch durch energieeffizientere Modelle. Diese reduzieren den Stromverbrauch nicht nur durch eine kürzere Laufzeit, sondern auch durch eine geringere Leistung. Die hier vorhandene Pumpe hat eine Leistung von 93 W.

Für die Berechnung der energetischen Sanierung wurden die ursprünglichen Heizungspumpen durch moderne Hocheffizienzpumpen ersetzt. Durch diese Maßnahme wird der Stromverbrauch der Heizungspumpen mehr als halbiert, was sich entsprechend in den Kosten niederschlägt. Darüber hinaus werden energetische Sanierungsmaßnahmen wie der Heizungspumpentausch auch durch das BEG mit bis zu 20 % (15 % Basisförderung plus ggf. 5 % Bonus bei Vorliegen eines individuellen Sanierungsfahrplans) gefördert. Durch diese Förderung können sich die geschätzten Amortisationszeiten entsprechend verkürzen.

Maßnahme 2.1 – Austausch Tür (Eingang)

Im Zuge der Mustersanierung wurde der Austausch der alten Eingangstür in Betracht gezogen. Diese Maßnahme ist besonders sinnvoll, da veraltete Türen oft schlecht isoliert sind und dadurch erhebliche Wärmeverluste entstehen. Die hier betrachtete Tür hat beispielsweise einfach verglaste Fensterelemente, die hohe Wärmeverluste mit sich bringen. Eine moderne, gut gedämmte Tür verringert die Wärmeverluste deutlich, indem sie Kältebrücken schließt und den Wärmefluss nach außen reduziert. Dadurch können die Wärmeverluste der Tür um etwa 77 % gesenkt werden, was zu einer Einsparung von 8 % des gesamten Wärmebedarf und damit zu einer höheren Energieeffizienz und einem geringeren Heizbedarf führt.

Maßnahme 2.2 – Dämmung der Außenwände

Das Gebäude verfügt bereits jetzt über gute Dämmeigenschaften, bietet jedoch durch einen Luftspalt von ca. 6 cm die Möglichkeit einer Einblasdämmung und damit einer weiteren Verbesserung dieser. Hier besteht das Potenzial die Wärmeverluste, um ca. 14 % zu reduzieren. Voraussetzung für die Durchführung einer solchen Maßnahme ist die Überprüfung des Wandaufbaus durch eine fachkundige Person. Dieser Schritt ist notwendig, um mögliche Feuchtigkeitsansammlungen in den Wänden zu vermeiden.

Maßnahme 2.3 – Dämmung der Dachfläche

Im Rahmen der Gebäudesanierung wurde die Dämmung des Daches als Maßnahme betrachtet. Diese Maßnahme ist besonders effektiv, da ungedämmte oder schlecht gedämmte Dächer zu erheblichen Wärmeverlusten führen können. Da warme Luft nach oben steigt, entweicht ohne eine wirksame Dämmung viel Heizenergie über das Dach, was zu einem erhöhten Energieverbrauch und höheren Heizkosten führt.

Für die Dachsanierung wurde eine Aufstockung der Dämmung auf eine 24 cm starke Schicht aus Glaswolle eingeplant. Diese Dämmmaterialien zeichnen sich durch ihre hohe Wärmedämmfähigkeit aus und können in Eigenleistung oder durch Fachfirmen angebracht werden. Durch die umfangreiche Dämmung lässt sich der Wärmeverlust über das Dach deutlich reduzieren. Die Maßnahme führt zu einer Einsparung von etwa 21 % der Heizenergie, was sich nachhaltig auf die Energiekosten und die Umweltbilanz des Gebäudes auswirkt.

Maßnahme 3.1 – Austausch der Fenster (Erdgeschoss)

Bei diesem Gebäude ist die dargestellte kostenintensive Maßnahme der Austausch der Fenster. Ein typischer Fensteraustausch wird bei einem Alter von 40-50 Jahren durchgeführt. Mit einem U-Wert von 2,8 W/(m²K) und höher entsprechen solche Fenster nicht mehr dem Stand der Technik. Bei der Berechnung dieser Maßnahme wurde der für die Förderung maximal zulässige U-Wert von 0,95 W/(m²K) für Fenster angenommen. Die Fläche der Fenster beträgt etwa 20 m². Durch die geringen Einsparungen im Vergleich zu den hohen Investitionskosten amortisiert sich ein Fensteraustausch in diesem Fall erst nach 24 Jahren. Hierbei gilt es abzuwägen, ob die Fenster ausgetauscht werden sollen, bevor dies, beispielsweise aufgrund von Schäden, notwendig ist.

Maßnahme 3.2 – Heizungstausch

Da momentan hohe Förderquoten für den Heizungstausch verfügbar sind, soll eine alternative Heizungsoption aufgezeigt werden. Beispielhaft ist hier eine Luft-Wärmepumpe betrachtet worden. Dabei wurde die Anschaffung der Wärmepumpe mit der Ersatzinvestition in einen neuen Ölkessel verglichen, weshalb keine Amortisation dargestellt ist. Es ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine Betrachtung der Vollkosten handelt, sodass u.a. Kosten für Wartung und Instandhaltung oder Ersatzinvestitionen berücksichtigt sind. Allerdings sind hier keine Kosten für eventuelle Investitionen zur Senkung der Vorlauftemperatur betrachtet worden (Heizflächen vergrößern, Fußbodenheizung, Maßnahmen an der Gebäudehülle), welche ggf. beim Umstieg auf eine Wärmepumpe nötig wären.

Bei klassischem Heizverhalten haben Bestandsgebäude typischerweise eine Vorlauftemperatur von 60 – 85 °C. Diese hohe Temperatur ist nicht in allen Fällen nötig und kann heruntergeregelt werden. Eine Wärmepumpe fängt bei einer Vorlauftemperatur von 50 °C und darunter an effizient zu arbeiten. Geringere Temperaturen sind vorzuziehen. Um die Kosten einer Wärmepumpe darzustellen, wird davon ausgegangen, dass dieses Gebäude bei bestehendem Heizsystem mit einer Luftwärmepumpe beheizt werden kann. Wärmepumpen können auch in Bestandsgebäuden sinnvoll eingesetzt werden. Eine reale technische Umsetzung muss jedoch eingehender geprüft werden.

Auf Basis des KfW-Emissionsfaktors von 560 g/kWh für den deutschen Strommix und einer Jahresarbeitszahl von 2,6 ergibt sich im ersten Jahr eine CO_2-Einsparung von 1.670 kg. Da der Emissionsfaktor des Netzstroms bereits deutlich niedriger ist und weiter sinken wird, während höhere Jahresarbeitszahlen möglich sind, verbessert sich die CO_2-Bilanz der Maßnahme langfristig.

Zusammenfassung Sparkassenweg 3

Nachfolgend sind die Maßnahmen in einer Übersicht wirtschaftlich und ökologisch zusammengefasst. Die Förderungen bei M1, M2.1, M2.2, M2.3 und M3.1 wurden als maximal mit 20 % angenommen. Für die Maßnahme M3.2 wurde ein Fördersatz von 50 % veranschlagt, welcher sich aus Basisförderung (30 %) und Geschwindigkeitsbonus (20 %) zusammensetzt. Die Amortisation ist dynamisch mit einer Preissteigerung des fossilen Brennstoffs berechnet und ist auf die Investition mit Förderung bezogen.

Tabelle 4-7: Zusammenfassung der Mustersanierung Sparkassenweg 3

	Investition	Förderung BEG	Investition mit Förderung	Energie-einsparung	jährl. Einsparung	Amorti-sation	jährl. Einsparung
	[€]	[€]	[€]	[%]	[€/a]	[a]	[kg CO_2/a]
M1: Heizungspumpe	400	80	320	14 (Strom)	180	2	220
M2.1: Eingangstür	3.000	600	2.400	8 (Wärme)	200	13	480
M2.2: Außenwand-dämmung	min: 6.000 max: 8.400	min: 1.200 max: 1.680	min: 4.800 max: 6.720	14 (Wärme)	300	min: 14 max: 18	870
M2.3: Dachdämmung	min: 6.400 max: 10.240	min: 1.280 max: 2.050	min: 5.120 max: 8.190	21 (Wärme)	420	min: 11 max: 16	1.240
M3.1: Fensteraustausch	19.000	3.800	15.200	22 (Wärme)	450	24	1.330
M3.2: Heizungstausch	28.800	14.400	14.400	63[1]	720	-	1.670

[1] Bezogen auf Endenergieeinsparung

4.3.2.2 Mustersanierung Referenzgebäude 1 – Denkmalsweg 9

In Tabelle 4-6 sind die Grundlegenden Daten zu dem Referenzgebäude aufgelistet. Diese können als Orientierung für Personen in Fitzbek dienen, um das Referenzgebäude mit der eignen Immobilie vergleichen zu können. Die Nutzfläche des Gebäudes berechnet sich aus dem simulierten Gebäudevolumen. Bei dem angegebenem Wärmeverbrauch ist darauf hinzuweisen, dass es sich hierbei um den Verbrauch beim individuellen Heizverhalten handelt. Der genormte spezifische Wärmebedarf der Immobilie berechnet sich aus den thermischen Verlusten der Gebäudehülle sowie den angenommenen technischen Gegebenheiten der Heizungsanlage.

Tabelle 4-8: Grunddaten – Denkmalsweg 9

Grunddaten des Gebäudes	
Baujahr	1880
Baugrundfläche	171 m²
Nutzfläche	276 m²
Wärmeverbrauch	36.800 kWh/a
Spez. Wärmebedarf	250 kWh/ (m² a)
Wärmeversorgung	Gaskessel

Maßnahme 1 – Smarte Heizkörperthermostate

Der Austausch der Heizkörperthermostate ist für viele Gebäude eine sinnvolle Maßnahme. Diese Maßnahme umfasst den Austausch der Thermostate gegen digitale/smarte Thermostate. Weitere vergleichbare Maßnahmen sind ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage sowie der Austausch der Heizungspumpen. Digitale Thermostate bergen den Vorteil der Einstellungsmöglichkeit der Heizzeiten (z.B. Nachtabsenkung). Weiterhin können moderne Thermostate einen rapiden Temperaturabfall erkennen und verhindern das Heizen bei geöffneten Fenstern. Im Heizsystem kann unnötigem Heizen bei nicht Benutzung von Räumen oder ähnlichem vorgebeugt werden. In der vorgenommenen Berechnung wurde eine Einsparung von 5 % angenommen. Diese variiert, je nach Nutzerverhalten, teilweise stark, sodass auch Einsparung von mehr als 10 % oder weniger als 5 % möglich sind.

Maßnahme 2 – Wärmedämmverbundsystem (WDVS)

Der bisher nur geringfügig gedämmte Wandaufbau des Gebäudes keine Möglichkeit einer Einblasdämmung, da dieser über keinen Luftspalt verfügt, sodass mit einem WDVS eine Alternative dazu geprüft wurde. Dieses besteht aus mehreren Schichten, die an die Außenwand des Gebäudes angebracht werden. Das WDVS hat das Potenzial die Wärmeverluste um etwa 56 % zu reduzieren. Voraussetzung für die Durchführung einer solchen Maßnahme ist die Überprüfung des Wandaufbaus durch eine fachkundige Person. Dieser Schritt ist notwendig, um mögliche Feuchtigkeits-ansammlungen in den Wänden zu vermeiden. Neben der Energieeinsparung würde durch diese Maßnahme auch die Behaglichkeit und damit das Raumklima merklich verbessert.

Maßnahme 3 – Heizungstausch

Da momentan hohe Förderquoten für den Heizungstausch verfügbar sind, soll eine alternative Heizungsoption aufgezeigt werden. Da dieses Gebäude wenig Platz für einen Pelletkessel bietet, ist auch hier eine Luft-Wärmepumpe betrachtet worden. Dabei wurde die Anschaffung der Wärmepumpe mit der Ersatzinvestition in einen neuen Gaskessel verglichen, weshalb keine Amortisation dargestellt ist. Es ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine Betrachtung der Vollkosten handelt, sodass u.a. Kosten für Wartung und Instandhaltung oder Ersatzinvestitionen berücksichtigt sind. Allerdings sind hier keine Kosten für eventuelle Investitionen zur Senkung der Vorlauftemperatur betrachtet worden (Heizflächen vergrößern, Fußbodenheizung, Maßnahmen an der Gebäudehülle), welche ggf. beim Umstieg auf eine Wärmepumpe nötig wären. Solche Maßnahmen würden sich allerdings auch auf die nötige Leistung der Wärmeerzeugung auswirken, sodass diese in der Investition sinken würde.

Durch den von der KFW vorgegebenen CO_2-Emissionsfaktor von 560 g/kWh für den deutschen Strommix und eine konservativ angesetzte Jahresarbeitszahl von 2,6 ergibt sich eine Verringerung des CO_2-Ausstoßes von 2.060 kg im ersten Jahr für diese Maßnahme. Da der Emissionsfaktor für Netzstrom jedoch schon heute weit geringer ist, mit dem Ziel der Bundesregierung eines Klimaneutralen Netzstromes bis 2035 in Zukunft noch weiter sinken wird und die Jahresarbeitszahl laut Herstellerangaben höher liegen kann, ist diese Maßnahme mit einer weitaus besseren CO_2-Bilanz zu bewerten.

Zusammenfassung Denkmalsweg 9

Nachfolgend sind die Maßnahmen in einer Übersicht wirtschaftlich und ökologisch zusammengefasst. Die Förderungen bei M1 und M2 wurden als maximal mit 20 % angenommen. Für die Maßnahme M3 wurde ein Fördersatz von 50 % veranschlagt, welcher sich aus Basisförderung (30 %) und Geschwindigkeitsbonus (20 %) zusammensetzt. Die Amortisation ist dynamisch mit einer Preissteigerung des fossilen Brennstoffs berechnet und ist auf die Investition mit Förderung bezogen.

Tabelle 4-9: Zusammenfassung der Mustersanierung Denkmalsweg 9

	Investition	Förderung BEG	Investition mit Förderung	Energie-einsparung	jährl. Einsparung	Amorti-sation	jährl. Einsparung
	[€]	[€]	[€]	[%]	[€/a]	[a]	[kg CO_2/a]
M1: smarte Heizkörper-thermostate	750	150	600	5 (Wärme)	200	3	370
M2: Außenwand-dämmung	min: 10.620 max: 21.240	min: 2.120 max: 4.250	min: 8.500 max: 16.990	56 (Wärme)	2.300	min: 4 max: 7	4.230
M3: Heizungstausch	37.800	18.900	18.900	63[1]	40	-	2.060

[1] Bezogen auf Endenergieeinsparung

4.4 DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNGSLÖSUNGEN

Der folgende Abschnitt befasst sich mit verschiedenen Szenarien zur dezentralen Wärmeversorgung. Er soll eine Entscheidungshilfe für Gebäude darstellen, die nicht auf eine zentrale Wärmeversorgung zurückgreifen können bzw. wollen. Eine dezentrale Wärmeversorgung beschreibt den unmittelbaren räumlichen Zusammenhang zwischen Erzeugung und dem Gebäude. Das sekundärseitige Heizungssystem bleibt bei allen beleuchteten Varianten dasselbe. Heizkörper, Rohrleitungen und Umwälzpumpen sind als Bestand anzusehen, lediglich die Erzeugung der Wärme variiert.

Der Umgang mit fossilen Heizungen wird sich in Zukunft stark verändern. Die Revision des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) sieht vor, dass ab 2045 das Heizen mit fossilen Brennstoffen nicht mehr erlaubt ist und spätestens ab 2028 keine neuen Heizungen mehr installiert werden dürfen, die nicht zu mindestens 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden.

ÖLHEIZUNG

In einem Öltank gelagertes Heizöl wird mittels Brenner in einem Brennraum verbrannt. Die dort entstehende Wärme wird mittels eines Wärmeüberträgers an das Heizungssystem abgegeben.

GASHEIZUNG

Erdgas, welches aus einem deutschlandweiten Verbundnetz oder einem Speicher entnommen wird, wird über eine Verbrennungseinrichtung verbrannt. Die entstehende Wärme wird an das Heizungssystem abgegeben. Die Verbrennung verläuft deutlich sauberer als bei einer Ölheizung, dennoch werden auch hier CO_2-Emissionen freigesetzt.

HOLZPELLETKESSEL

Die Holzpellets werden in einem, sich in der Nähe der Heizungsanlage befindlichen, Vorratstank gelagert. Von dort aus werden sie meist automatisch zur Verbrennung geleitet. Die Verbrennung findet sehr sauber statt, es fällt verhältnismäßig wenig Asche an. Dennoch benötigt dieses System viel Fläche, neben der Heizungsanlage und den Vorrat für die Pellets ist für das Betreiben ein Pufferspeicher unabdingbar. Auch der Flächenaufwand für den Anbau von Bäumen ist nicht außer Acht zu lassen. Ebenfalls wird durch das Verbrennen von Holz in kurzer Zeit CO_2 frei, welches der Baum über mehrere Jahrzehnte gebunden hat. Diese starke zeitliche Ungleichverteilung hat zur Folge, dass trotz des theoretisch neutralen CO_2-Kreislaufs die Bilanz kurz- und mittelfristig negativ ist.

HACKSCHNITZELKESSEL

Eine identische Anwendung zum Holzpelletkessel. Es werden statt Pellets Holzhackschnitzel verbrannt. Ein Vorrat und ein Pufferspeicher werden ebenfalls benötigt.

WÄRMEPUMPE

Hierbei wird der Umwelt (Erde, Luft oder Wasser) Wärme entzogen, welche ein Kältemittel verdampft. Durch die anschließende elektrisch angetriebene Komprimierung des Kältemittels steigt die Temperatur auf ein im Heizungssystem benötigtes Niveau. Nach Abgabe der Wärme an das Heizungssystem wird das Kältemittel entspannt und der Prozess beginnt von vorne. Der Energiebedarf des Prozesses wird mit Strom gedeckt. Um hohe Stromkosten zu vermeiden ist eine Kombination mit Photovoltaik anzustreben.

SOLARTHERMIE

Solarthermieanlagen werden typischerweise auf Gebäudedächern installiert. Die Sonnenstrahlung trifft auf eine Absorberfläche, die die Wärme an in Schlangen gelegte Rohrleitungen innerhalb des Kollektors abgibt. Die Wärme wird mittels Wärmeträgermedium zum Heizungssystem geführt. Die Wärme kann zur Brauchwasserbereitung, aber auch zur Heizungsunterstützung genutzt werden. Im ersten Fall ist dafür ein Warmwasserspeicher mit Anschlüssen für das Solarsystem notwendig. Zur Heizungsunterstützung muss hingegen noch ein zusätzlicher Pufferspeicher in das System eingebaut werden. Generell dient Solarthermie nur zur Unterstützung und kann nicht allein den kompletten Wärmebedarf über das Jahr decken. Saisonale Schwankungen sind hier eines der ausschlaggebenden Kriterien.

PHOTOVOLTAIK IN KOMBINATION MIT HEIZSTAB

Als Pendant zur Solarthermie ist auch das Einbinden einer Photovoltaikanlage mit Heizstab in das Heizsystem möglich. Gegenüber der Solarthermie wird kein Trägermedium benötigt, Komponenten wie Solarpumpe, Sicherheitseinrichtungen etc. fallen weg. Dennoch benötigt ein solches System ein möglichst intelligentes Einspeisemanagement, um einerseits keinen Netzstrom für den Heizstab zu nutzen, andererseits bei Sonneneinstrahlung immer den Heizstab in der Reihenfolge zu präferieren. Auch dieses System dient wie die Solarthermie lediglich zur Unterstützung.

4.4.1 VOLLKOSTENVERGLEICH

Die Kosten von Einzelheizungen setzen eine Grenze für die Umsetzbarkeit eines Wärmenetzes, das nicht nur effizienter, sondern auch wirtschaftlich vorteilhafter sein soll. Um zu prüfen, wann ein Wärmenetz in Fitzbek sinnvoll ist, wurde ein Vollkostenvergleich der gängigsten Heizsysteme für ein typisches Einfamilienhaus durchgeführt.

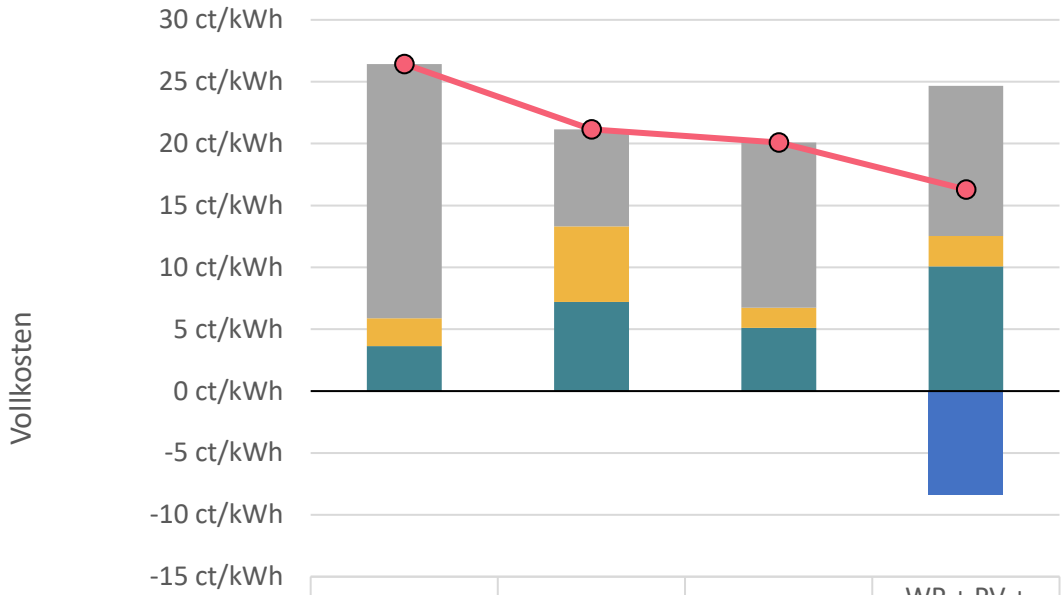
Die in

Tabelle 4-10 gezeigten Werte beruhen sowohl auf eigenen Ermittlungen als auch auf Werten des BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, 2021), des C.A.R.M.E.N e. V. (C.A.R.M.E.N e.V., 2024) und des Deutschen Pelletinstituts (DEPI, 2023). Die Kosten für Wärmepumpen orientieren sich an aktuellen Preisen. Es wurden die aktuellen Fördersätze nach BEG (vgl. Abschnitt 4.3.1) berücksichtigt.

Tabelle 4-10: Annahmen zum Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme

Bezeichnung	Wert
Wärmebedarf	22.500 kWh
Laufzeit	20 a
Zinssatz	3,6 %
Inflation	2,5 %
Gaskessel	8.000 €
Luft Wärmepumpe	23.500 €
Photovoltaik (7,3 kWp)	10.220 €
Batterie (7,3 kWh)	4.380 €
Holz Pelletkessel	30.000 €
Wärmespeicher	1.500 €
Wirkungsgrad Gas-/Holzpelletkessel	0,95
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe	2,6
Strompreis Netzbezug	35 ct/kWh
Biogas	15 ct/kWh
WP-Strom	28 ct/kWh
Holzpellets	5,7 ct/kWh

Bei diesem Vergleich wird davon ausgegangen, dass eine bestehende Heizung in einem Gebäude mit einem Wärmebedarf von 22.500 kWh/a durch ein alternatives Heizsystem nach GEG ersetzt wird. Abbildung 4-13 zeigt die betrachteten Varianten (Gaskessel mit Nutzung von Biogas, Pelletheizung, Wärmepumpe und Wärmepumpe mit PV und Batterie) und die entsprechenden Vollkosten.



	Gaskessel [ct/kWh]	Holzpellets [ct/kWh]	WP [ct/kWh]	WP + PV + Batterie [ct/kWh]
Bedarfsgebundene Kosten	20,6	7,9	13,4	12,1
Betriebsgebundene Kosten	2,2	6,1	1,6	2,4
Kapitalgebundene Kosten	3,6	7,2	5,1	10,1
Erlöse	0,0	0,0	0,0	-8,4
Vollkosten	26,4	21,2	20,1	16,3

Abbildung 4-13: Vollkostenvergleich individueller Heizungssysteme

Mit **26,44 ct/kWh** stellt der **Gaskessel mit Biogas** die unwirtschaftlichste Lösung dar. Der Betrieb einer Gasheizung mit Biogas kann eine sinnvolle Lösung sein, allerdings muss der dauerhafte Bezug von mindestens 65 % Ökogas über ein Nachweissystem vertraglich gesichert werden. Da in Zukunft mit einer hohen Nachfrage bei Ökogas zu rechnen ist, muss auch mit deutlichen Preissteigerungen gerechnet werden (BMKW, 2022).

Mit einer **Pelletheizung** können ähnliche Vollkosten (**21,16 ct/kWh**), wie mit einem erdgasbetriebenen Gaskessel erreicht werden. Dies liegt vor allem an den hohen Aufwendungen für Wartung, Inspektion und Instandhaltung, da die Brennstoffkosten selbst deutlich geringer sind. Zudem ist zu beachten, dass Pellets aus Sägespänen hergestellt werden. Diese fallen in Sägewerken als Reststoff an und können daher gut energetisch verwertet werden. Stehen keine Sägespäne als Reststoff zur Verfügung oder übersteigt die Nachfrage nach Pellets die anfallende Reststoffmenge, müssen Pellets aus Stammholz als Primärprodukt hergestellt werden. Die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens ist bei den derzeitigen Preisen für Pellets als fraglich anzusehen, wobei bei einer sichergestellten Versorgung mit Pellets aus Sekundärprodukten die geringsten Brennstoffkosten bei den verglichenen Varianten erreicht werden.

Die **Wärmepumpe** stellt mit Vollkosten von **20,10 ct/kWh** die zweitgünstigste Alternative dar.

Die wirtschaftlichste Lösung über die nächsten 20 Jahre ist unter den getroffenen Annahmen (

Tabelle 4-10) die Variante **Wärmepumpe + PV + Batterie** mit Vollkosten von **16,30 ct/kWh**, was im Vergleich zur Wärmepumpe ohne PV & Batterie hauptsächlich auf die zusätzlichen Einsparungen durch die Nutzung des erzeugten Stroms im Haushalts- und Wärmepumpenstrom zurückzuführen ist.

Mit diesen Vollkosten wird in den folgenden Betrachtungen ein mögliches Wärmenetz verglichen. Es sei jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass die ermittelten Vollkosten nur eine Indikation/Tendenz für einzelne Lösungen darstellen. Ein genauer und damit korrekter Vollkostenvergleich kann nur individuell für einzelne Gebäude mit aktuellen Angeboten durchgeführt werden. Gegebenenfalls sind bei der Installation einer Wärmepumpe zusätzlich noch Umfeldmaßnahmen wie z.B. der Einbau einer Fußbodenheizung zu berücksichtigen.

Auf den Punkt.

- Unter Betrachtung der Aspekte Ökologie, Technologie und Wirtschaftlichkeit ist die in diesem Vergleich beste Lösung zur dezentralen Wärmeversorgung die **Wärmepumpe** in Kombination mit **PV und Batteriespeicher**, ist jedoch mit insgesamt hohen Investitionskosten verbunden
- Die Kombination aus **Wärmepumpe** und **PV** ist aufgrund der saisonalen Differenz zwischen regenerativer Stromerzeugung und Wärmebedarf technisch weniger sinnvoll, hat jedoch durch die Erträge der Stromnutzung und Einspeisevergütung eine positive Auswirkung auf die Vollkosten der Wärmegestehung
- **Gasheizungen** sind nur begrenzt für eine Neuanschaffung geeignet
- Allgemein kann die Wärmepumpe auch für **Bestandsgebäude** eine sinnvolle Lösung sein. Als Orientierungswert sollte ab einem spezifischen Wärmebedarf von über **150 kWh/(m²·a)** vorrangig eine **energetische Sanierungsmaßnahme** in Betracht gezogen werden. Es muss jedoch immer im Einzelfall die Eignung einer Wärmepumpe geprüft werden

4.4.2 EMISSIONEN DEZENTRALER WÄRMEVERSORGUNGSLÖSUNGEN

Bei der Betrachtung der CO_2-Emissionen werden alle Einzellösungen mit einem erdgasbefeuerten Gaskessel verglichen, da dieser im Bestand am häufigsten anzutreffen ist. Die Ergebnisse dieses CO_2-Vergleichs sind in Tabelle 4-11 dargestellt. Es zeigt sich, dass aufgrund der hohen anzusetzenden spezifischen CO_2-Emissionen des Netzstroms von 560 g/kWh (GEG, 2022) die Emissionen einer Wärmepumpe mit 4.850 kg die geringste Einsparung von ca. 8 % gegenüber dem Gaskessel aufweisen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die CO_2-Emissionen des Netzstroms in den folgenden Jahren weiter sinken werden und 2035 0 g/kWh erreichen sollen, womit durch die Nutzung einer Wärmepumpe keine bedarfsbedingten Emissionen anfallen würden. Durch den Einsatz der PV-Anlage können bereits heute die CO_2-Emissionen der Wärmepumpe auf 4.400 kg/a reduziert werden. Beim Einsatz von Biomethan reduziert sich der Ausstoß um ca. 42 % auf 3.150 kg/a. Die aktuell geringsten Emissionen werden jedoch mit 450 kg/a von der Pelletheizung verursacht, sofern es sich um nachhaltig produzierte Pellets handelt.

Tabelle 4-11: Vergleich der CO_2-Emissionen der individuellen Lösungen

Technologie	Gaskessel		Wärmepumpe		Pelletkessel
Energieträger	Erdgas (Referenz)	Biomethan	Netzstrom	Netzstrom (mit PV)	Holz
spezifische CO_2-Emission [g/kWh]	240	140	560	560	20
benötigte Energie [kWh/a]	22.500	22.500	8.650	7.860	22.500
CO_2-Emission [kg/a]	5.400	3.150	4.850	4.400	450
rel. Änderung zur Referenz [%]	0	- 42	- 10	- 18	- 92

4.5 MINDERUNGSPOTENZIALE DURCH ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

Bei einer zentralen Wärmeversorgung für den Ortskern Fitzbek wird die benötigte Wärme für das Heizen oder Warmwasser in einer Heizzentrale (Heizwerk) bereitgestellt. Dieses verteilt die Wärme über ein Fern- bzw. Nahwärmenetz. Die Anwohnerschaft benötigt bei einem Anschluss an ein Wärmenetz keine eigenen Heizanlagen mehr. Die alten Wärmeerzeugungsanlagen werden durch einen Wärmetauscher ersetzt, welcher die Übergabe der Wärme aus dem Netz an das Gebäude regelt. Der folgende Abschnitt wird zeigen, unter welchen Umständen ein Wärmenetz in Fitzbek umgesetzt werden könnte und mit welchen Kosten dies verbunden wäre.

4.5.1 WÄRMENETZ

Während der Entwicklung des Quartierkonzeptes konnte ein möglicher Standort für die Heizzentrale identifiziert werden. Hierbei handelt es sich um einen Vorschlag, die Erschließung eines finalen Standorts muss während einer weiteren Planung erfolgen. Für die folgende Betrachtung wurde in Abstimmung mit der Lenkungsgruppe der Standort am nördlichen Rand des Quartiers gewählt. Abbildung 4-14 zeigt den möglichen Verlauf der Wärmeleitungen.

Abbildung 4-14: Betrachtetes Wärmenetz im Quartier Fitzbek

Das mögliche Wärmenetz für Fitzbek würde eine Haupttrasse von 4,2 km Länge umfassen. Insgesamt sind 173 Hausanschlüsse geplant, mit einer durchschnittlichen Anschlusslänge von 20 m pro Haus. Die Dimensionierung der Hausanschlüsse richtet sich dabei nach dem Wärmebedarf der jeweiligen Liegenschaften. Die jährliche Wärmearbeit des Netzes im heutigen Zustand beträgt 5.921 MWh, wobei 18 % Wärmeverluste des Netzes bereits eingerechnet sind. Geplant ist, das Wärmenetz mit einer gleitenden Vorlauftemperatur von 75 °C – 85 °C zu betreiben. Im Winterlastfall wird eine Spitzenlast von 2.000 kW benötigt, um das gesamte Quartier zu beheizen.

4.5.2 ERZEUGUNGSKONZEPTE

In Absatz 4.2 sind bereits verschiedene Anlagen vorgestellt worden, die bei einer nachhaltigen Wärmeversorgung zum Einsatz kommen können. Aus diesem Konglomerat verschiedener Technologien sind auf Grund ihrer Vor- und Nachteile sowie örtlicher Gegebenheiten zwei Erzeugungskonzepte für das Quartier Fitzbek entwickelt worden, die an dieser Stelle vorgestellt werden.

Neben den unterschiedlichen Wärmeerzeugern verfügen alle Konzepte über einen Gaskessel zur Spitzenlastabdeckung und Redundanz sowie einen Wärmespeicher zur Betriebsoptimierung. Der regenerative Strombezug wurde anhand des Erzeugerlastgangs einer Freiflächen Photovoltaikanlage dargestellt. Hierfür wurde eine Anlage mit einer Leistung von 2.500 kWp angenommen, da diese Größe eine optimale Versorgung der Heizzentrale mit erneuerbarem Strom gewährleistet. In allen Szenarien zur Wärmeerzeugung wird davon ausgegangen, dass der PV-Strom von einem externen Erzeuger zugekauft wird und somit keine Investitionskosten und Gewinne durch den Stromverkauf anfallen.

SZENARIO 1: WÄRMEPUMPE

In diesem Szenario wird die Wärmeversorgung vollständig durch Wärmepumpen gewährleistet. Zwei Luft-Wärmepumpen mit einer thermischen Gesamtleistung von 1.050 kW übernehmen die zentrale Wärmeerzeugung. Unterstützt wird das System durch eine Freiflächen-Photovoltaikanlage, die den benötigten Strom liefert und die Wärmepumpen vor allem im Sommer mit ausreichend Strom versorgt. Der restliche Strombedarf der Wärmepumpe wird über das öffentliche Stromnetz bezogen. Die beiden Luft-Wärmepumpen arbeiten als Grund- und Mittellasterzeuger und decken den größten Teil des Wärmebedarfs des Quartiers. Die Wärmepumpen nutzen genauso wie Wärmepumpen in den anderen Szenarien die Umgebungswärme der Luft. Die Nutzung von Luft als Wärmequelle bietet den Vorteil, dass keine aufwändigen Erschließungen, wie z.B. bei Erdsonden, notwendig sind.

Um auch in Zeiten hoher Nachfrage oder bei unerwarteten Ausfällen der Wärmepumpen eine konstante Versorgung zu gewährleisten, steht eine Spitzenlast- und Redundanzanlage zur Verfügung, die wie in den anderen Szenarien mit Biomethan oder Gas betrieben wird. Diese Anlage sichert die Versorgungssicherheit des Quartiers bei extremen Wetterbedingungen oder bei Ausfall der erneuerbaren Energiequellen. Auch hier wird zu Beginn Erdgas verbrannt. Ein perspektivischer Umstieg auf erneuerbare und umweltfreundliche Gase wird angestrebt.

In diesem Szenario decken die Wärmepumpen 90 % der Wärmeerzeugung ab, während der Spitzenlastkessel die verbleibenden 10 % der Wärme für das Fernwärmenetz übernimmt.

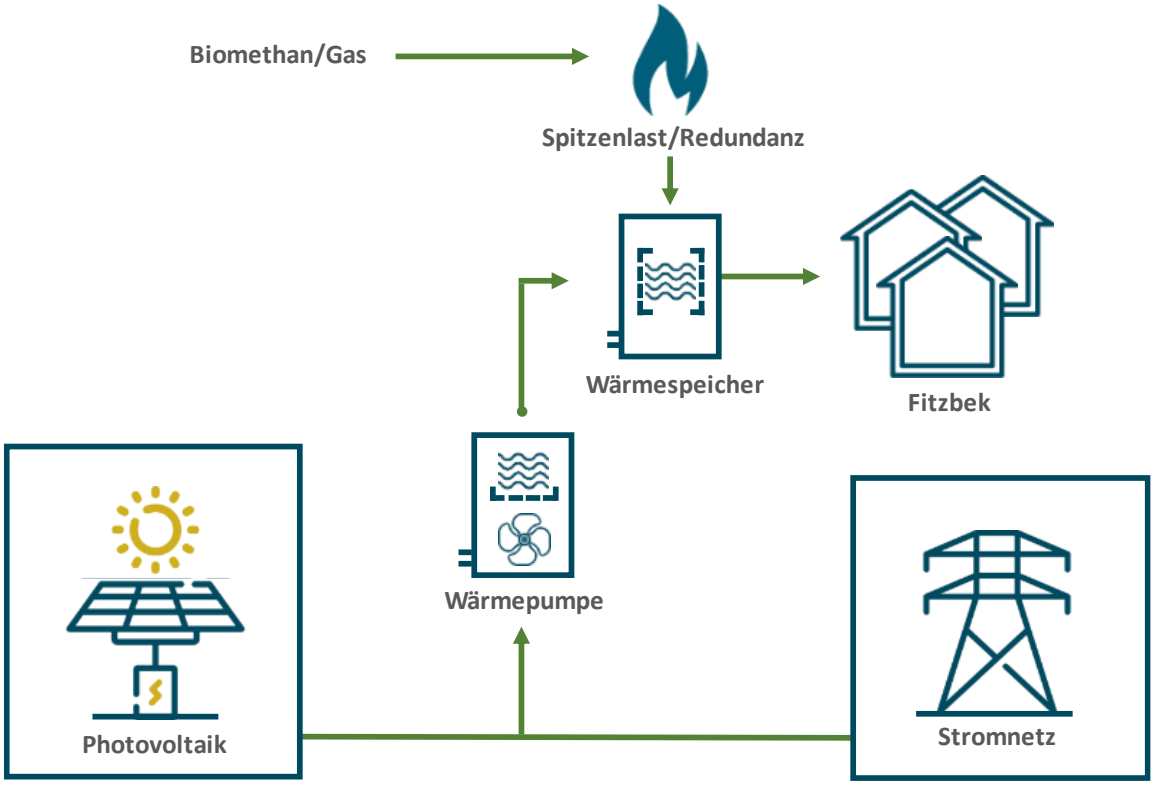


Abbildung 4-15: Konzeptskizze des ersten Erzeugungsszenarios

Das erste Szenario hat mehrere Vorteile. Die zentrale Wärmeerzeugung durch zwei Luftwärmepumpen in Kombination mit einer Freiflächen-Photovoltaikanlage ermöglicht eine weitgehend emissionsfreie und nachhaltige Wärmeversorgung. Die Nutzung von Luft als Wärmequelle ist effizient und erfordert keine aufwendigen Bohrungen oder Erschließungen wie bei Erdwärmepumpen. Durch den Einsatz eines Heizstabes kann überschüssiger Strom aus erneuerbaren Energien effektiv zur Wärmeerzeugung genutzt werden, was die Flexibilität des Systems erhöht. Durch die geringen Investitionskosten bietet der Heizstab zudem eine kostengünstige Möglichkeit, Spitzenlasten abzudecken und die Versorgung zu sichern. Die Photovoltaikanlage liefert sauberen Strom, der vor allem im Sommer reichlich zur Verfügung steht und die Betriebskosten senkt.

Dieses Szenario birgt jedoch auch einige Herausforderungen. Wärmepumpen, die mit Luft als Medium arbeiten, sind in ihrer Effizienz von den Außentemperaturen abhängig, was insbesondere in den Wintermonaten zu höheren Betriebskosten führen kann. Darüber hinaus ist die Abhängigkeit von erneuerbaren Energien, insbesondere Photovoltaik, wetterabhängig, was die Stromerzeugung bei schlechtem Wetter einschränken kann.

SZENARIO 2: WÄRMEPUMPE + HOLZHACKSCHNITZELKESSEL

In diesem Szenario wird die Wärmeversorgung des Quartiers überwiegend durch erneuerbare Energien sichergestellt, wobei die Wärmepumpe die Grundlastversorgung übernimmt. Die Wärmepumpe wird bevorzugt mit Strom aus Photovoltaik betrieben, die insbesondere im Sommer eine hohe Verfügbarkeit aufweist. Ca. 36 % des jährlich benötigten Wärmepumpenstroms werden durch die PV-Anlage erzeugt, der restliche Strombedarf der Wärmepumpe wird aus dem öffentlichen Stromnetz bezogen. Die Großwärmepumpe nutzt die Umgebungsluft als Wärmequelle. Prinzipiell wären auch andere Wärmequellen möglich, aber wie bereits in Kapitel 4.2 beschrieben, ist die Nutzung von Erdwärme über Sonden oder Kollektoren mit höheren Investitionskosten verbunden und eine genauere Betrachtung erst nach Durchführung eines Geothermal Response Tests und anschließender Simulation des Sondenfeldes möglich. Für die weiteren Betrachtungen wurde daher zunächst die Luftwärmepumpe ausgewählt.

Die erzeugte Wärme wird in einem 800 m³ großen Wärmespeicher zwischengespeichert, um eine kontinuierliche und bedarfsgerechte Versorgung zu gewährleisten. Neben der Wärmepumpe, die mit 500 kW thermischer Leistung arbeitet, ist auch ein Heizstab (500 kW thermisch) installiert, der ebenfalls mit überschüssigem erneuerbarem Strom betrieben wird. Dieser kommt bei Spitzenlasten oder in Zeiten, in denen besonders viel regenerativer Strom zur Verfügung steht, zum Einsatz.

Zur Unterstützung der Wärmeerzeugung, insbesondere bei geringem PV-Strom im Winter, wird ein Pellet-/Hackschnitzelkessel mit einer Leistung von 550 kW eingesetzt. Dieser Kessel stellt eine wichtige Ergänzung dar, um eine effiziente Wärmeversorgung während der kälteren Monate zu gewährleisten.

Zusätzlich steht ein Spitzenlast- und Redundanzkessel mit einer Leistung von 2.000 kW zur Verfügung, der mit Erdgas betrieben wird. Dieser soll bis 2040 auf grünen Wasserstoff oder Biogas umgestellt werden. Dieses System garantiert die Versorgungssicherheit und springt ein, wenn weder ausreichend erneuerbare Energie noch Wärme aus den anderen Quellen bereitgestellt werden kann.

Die Wärmepumpe deckt 58 % der Wärmeerzeugung ab, während der Pellet-/Hackschnitzelkessel einen Anteil von 32 % übernimmt. Der Spitzenlastkessel liefert die verbleibenden 10 % der Wärme für das Fernwärmenetz.

In Abbildung 4-16 wird die Konzeptskizze dieses Szenarios schematisch dargestellt. Ohne regenerative Stromquellen oder die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) ist eine Umsetzung bei einem Quartier wie Fitzbek erfahrungsgemäß wirtschaftlich nicht realisierbar.

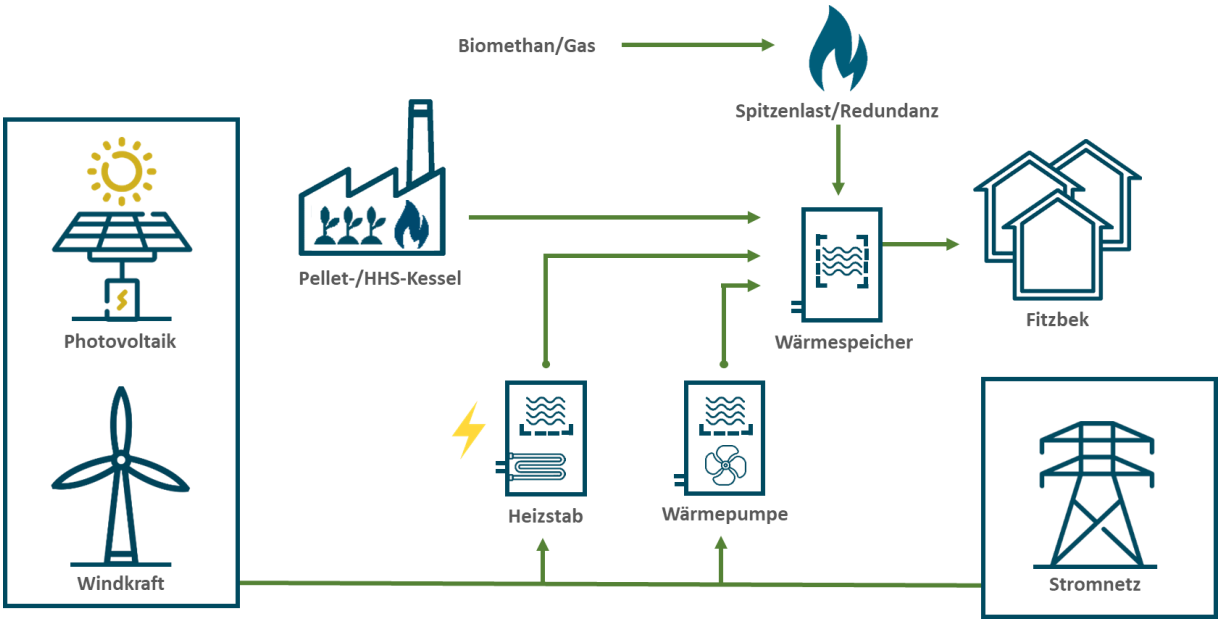


Abbildung 4-16: Konzeptskizze des zweiten Erzeugungsszenarios

Das zweite Szenario bietet eine flexible und robuste Wärmeversorgung durch die Kombination aus Wärmepumpe, Pellet- oder Hackschnitzelkessel und Heizstab. Die Wärmepumpe deckt die Grundlast ab, besonders im Sommer mit reichlich Strom aus der Photovoltaikanlage, und arbeitet kostengünstig und emissionsarm. Der Pellet-/Hackschnitzelkessel nutzt nachhaltige Brennstoffe und reduziert CO_2-Emissionen, während er bei hoher erneuerbarer Stromverfügbarkeit zur Spitzenlastabdeckung dient. Der 800 m^3 Wärmespeicher sorgt für zusätzliche Flexibilität, indem überschüssige Wärme gespeichert und bei Bedarf genutzt wird.

Neben den Vorteilen weist dieses Szenario auch einige Nachteile auf. Die Wärmepumpe ist stark von der Verfügbarkeit erneuerbaren Stroms abhängig, bei reinem Strombezug aus dem öffentlichen Netz steigen die verbrauchsabhängigen Kosten und bei niedrigen Außentemperaturen sinkt die Effizienz der Luft-Wärmepumpe. Der Pellet- oder Hackschnitzelkessel benötigt regelmäßige Brennstofflieferungen und Wartung, was zusätzliche Betriebskosten verursacht. Die Abhängigkeit von verschiedenen Energieträgern und Technologien macht das System insgesamt komplexer und erfordert eine genaue Regelung, um einen optimalen Betrieb zu gewährleisten.

4.5.3 FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Für Wärmenetze gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten, die im folgenden Abschnitt vorgestellt werden. Die „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)“ hat am 15. September 2022 die Förderung „Wärmenetze 4.0“ abgelöst und ist die Grundlage für die Berechnungen in diesem Bericht (BAFA, 2022).

4.5.3.1 Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW)

Mit der BEW schafft die Bundesregierung Anreize in den Neubau von Wärmenetzen mit hohen Anteilen an erneuerbaren Energien (mindestens 75 % erneuerbare Energien und/oder Abwärme) zu investieren oder eine Dekarbonisierung bereits bestehender Wärmenetze umzusetzen. Die Förderung umfasst einen Zuschuss zu den Kosten für die Erstellung von Machbarkeitsstudien und Transformationsplänen sowie einen Investitionszuschuss und eine Förderung von Betriebskosten für Anlagen zur erneuerbaren Wärmebereitstellung, deren Betrieb eine Wirtschaftlichkeitslücke gegenüber einer fossilen Wärmeerzeugung aufweist. Die Förderung ist in vier Module aufgeteilt, deren Inhalt, bezogen auf den Neubau eines Wärmenetzes, im Folgenden aufgeführt ist. Grundsätzlich sind nur Wärmenetzsysteme zur Wärmeversorgung von mehr als 16 Gebäuden oder mehr als 100 Wohneinheiten förderfähig. Eine Kumulierung der BEW mit anderen Fördermitteln ist grundsätzlich ausgeschlossen.

Modul 1: Transformationspläne und Machbarkeitsstudien

Die durch Modul 1 geförderten Machbarkeitsstudien für den Neubau von Wärmenetzen sind nach speziellen Anforderungen zu erstellen. Sie sollen einen Transformationspfad (2030, 2035, 2040) mit Zielbild des treibhausgasneutralen Wärmenetzes skizzieren. Die genauen Anforderungen sind der Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze zu entnehmen. Die Höhe der Förderung in Modul 1 beträgt bei maximal 50 % der förderfähigen Kosten eine maximale Fördersumme von 2.000.000 € pro Antrag. Förderfähige Kosten werden nur mittels einer durch einen Wirtschaftsprüfer oder Steuerberater bestätigten Kostenrechnung für einen Zeitraum von 12 Monaten bewilligt. Eine einmalige Verlängerung des Bewilligungszeitraums auf insgesamt 24 Monate ist möglich. Auch Planungsleistungen, die im Rahmen der Erstellung von Machbarkeitsstudien für die Bewertung konkreter Maßnahmen einschließlich ihrer Genehmigungsfähigkeit erforderlich sind, sind in Anlehnung an die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) förderfähig.

Modul 2: Systemische Förderung für Neubau- und Bestandsnetze

In Modul 2 werden alle Maßnahmen gefördert, die zur Errichtung eines Wärmenetzes erforderlich sind. Voraussetzung für die Umsetzungsförderung ist die Erstellung und einer Machbarkeitsstudie entsprechend den Anforderungen aus Modul 1. Der Antragsteller muss anhand einer Wirtschaftlichkeitslückenberechnung aufzeigen, dass die Förderung für die Wirtschaftlichkeit des Vorhabens erforderlich ist. Die Fördersumme ist auf die daraus resultierende Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt und beträgt maximal 100.000.000 € pro Antrag. Dauert der Bau eines Wärmenetzes laut Zeitplan länger als 48 Monate, sind vierjährige Maßnahmepakete zu definieren, die jeweils als separate Anträge in Modul 2 zu stellen sind. Für ein Maßnahmenpaket ist eine einmalige Verlängerung des Bewilligungszeitraumes um 24 Monate möglich.

Modul 3: Einzelmaßnahmen

Die Umsetzung von Einzelmaßnahmen bezieht sich auf Bestandswärmenetze, hat somit für den Neubau eines Wärmenetzes keine Bedeutung und wird hier daher nicht weiter erläutert.

Modul 4: Betriebskostenförderung

Für den Betrieb von Solarthermieanlagen und Wärmepumpen kann nach der Errichtung ein gesonderter Antrag auf Förderung der Betriebskosten gestellt werden. Die Förderung erfolgt bei Solarthermieanlagen als Festbetragsfinanzierung und bei Wärmepumpen als Anteilsfinanzierung der Nettoausgaben. Für Wärme aus Solarthermie wird ein Zuschuss von 1 ct/kWhth gewährt. Die Betriebskostenförderung für Wärmepumpen unterscheidet sich in der Höhe der Vergütung zwischen netzgebundener Energie und dem Bezug erneuerbarer Energie über eine Direktleitung. Die Differenz zwischen der aus Netzstrom erzeugten Wärme und dem dafür verbrauchten Strom, also die Umweltwärme, wird mit maximal 9,2 ct/kWhth gefördert. Für den Anteil der Wärme, der mit Strom aus Erneuerbare-Energien-Anlagen ohne Netzdurchleitung erzeugt wird, beträgt der Betriebskostenzuschuss maximal 3 ct/kWhth. Für Anlagen, die Strom aus dem Netz beziehen, ist der Betriebskostenzuschuss auf 90 % der nachgewiesenen Stromkosten begrenzt. Die Vergütung für Wärmepumpen und Solarthermieanlagen ist auf 10 Jahre begrenzt.

4.5.3.2 Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz

Durch die Wärmeerzeugung mittels eines oder mehrerer Blockheizkraftwerke (BHKW) mit Biomethan kann die im Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) verankerte Förderung für den Bau von Wärmenetzen (§ 18 ff. KWKG) für einen geplanten Aus- oder Neubau eines Wärmenetzes berücksichtigt werden. Der Fördersatz beträgt 40 % der Investitionskosten für den Trassenbau (Rohr- und Tiefbau), die hydraulischen Anlagenteile sowie die Mess-, Steuer- und Regeltechnik. Nicht förderfähig sind Entnahmetechnik, Heizwerke und Planung. Voraussetzung ist zum einen, dass mindestens 75 % der Wärme aus einer Kombination von KWK-Anlagen, EE und/oder Abwärme stammen. Zum anderen muss die KWK-Anlage allein mindestens 10 % des Wärmeabsatzes liefern. Die Quote muss innerhalb von 36 Monaten nach Inbetriebnahme erreicht werden.

4.5.3.3 Landesprogramm Wirtschaft – Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme

Das Landesprogramm Wirtschaft – Nachhaltige Wärmeversorgungssysteme wird finanziert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE). Mit dieser Maßnahme werden Vorhaben gefördert, welche den Neu- und Ausbau von Wärmenetzen und den Einsatz erneuerbarer Energien in diesen berücksichtigen. Die Höhe des Zuschusses beträgt für Erzeugungsanlagen, Wärmespeicher und Verteilnetze bis zu 40 % der förderfähigen Kosten. Besteht ein besonderes landespolitisches Interesse, kann der Zuschuss auf maximal 50 % erhöht werden. Die Investitionskosten des Vorhabens müssen mindestens 50.000 € und dürfen höchstens 1.000.000 € betragen.

4.5.4 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG

In diesem Abschnitt werden die entwickelten Konzepte zur Wärmebereitstellung bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit gegenübergestellt. Bei den Vollkosten, über die verschiedene Konzepte und Netze miteinander verglichen werden können, werden alle jährlichen Kosten auf die benötigte Wärme normiert. Sie setzen sich ausfolgenden Bestandteilen zusammen:

1. Kapitalgebundene Kosten (Annuitäten der Investitionen)
2. Betriebsgebundene Kosten (Betrieb, Wartung und Instandhaltung der Anlagen)
3. Bedarfsgebundene Kosten (Strom- und Brennstoffkosten)
4. Erlöse (z.B. Betriebskostenförderung BEW)

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit beruht auf der VDI 2067 Richtlinie (Verein Deutscher Ingenieure, 2012) und berücksichtigt angenommene Preissteigerungen für Wartung oder Brennstoffe, Reinvestitionen und Restwerte der Anlagen. Zentrale Annahmen, die zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes getroffen wurden, werden in Tabelle 4-12 dargestellt.

Tabelle 4-12: Übersicht über zentrale Annahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung

Bezeichnung	Wert
Betrachtungszeitraum (Vorgabe BEW)	30 a
Zinssatz	3,6 %/a
Preissteigerung Brennstoffe	2 %/a
Preissteigerung Wartung, Instandhaltung	3 %/a
Erdgas	9 ct/kWh
Netzstrom	20 ct/kWh
PV -Strom Bezug	9,8 ct/kWh
Kosten HHS	180 €/t
Baukostenzuschuss	17.500 €

Der Baukostenzuschuss ist als Betrag zu verstehen, der vom Anschlussnehmer für den Anschluss an das Wärmenetz inklusive Übergabestation gezahlt werden muss. Es ist zu beachten, dass dieser für die Berechnung dieses Berichtes angenommen wurde und somit nicht als festgesetzter Wert zu verstehen ist. Die Investitionskosten für den Bau des Wärmenetzes ergeben sich aus einer Entwurfsplanung mit aktuellen Preisen der einzelnen Gewerke. Für die beim Wärmenetzbau benötigten Erdarbeiten ist die konservative Annahme getroffen worden, dass 100 % durch Schwarzdecke verlegt werden muss. Die Gesamtkosten sind Tabelle 4-13 zu entnehmen.

Tabelle 4-13: Investitionskosten des Wärmenetzes

Bezeichnung	Nettoinvestition [€]
Fernwärmeleitung (4,2 km)	5.199.000
Hausanschlüsse 100 % (173)	2.249.000
Gesamtinvestition	**7.448.000**
Förderung	2.979.000
Gesamtinvestition nach Förderung	**4.469.000**

Die Förderhöhe der BEW wird neben der allgemeinen Förderhöhe, vgl. Abschnitt 4.5.3, durch die Wirtschaftlichkeitslücke des jeweiligen Konzeptes gegenüber einem kontrafaktischen Fall begrenzt. Ist diese kleiner als die allgemeine Förderhöhe, ist sie der limitierende Faktor. Sie muss daher mit dem für die Investitions- und Betriebskostenförderung zur Verfügung stehenden Tool ermittelt werden. Für die Berechnungen der Konzepte in diesem Bericht wurde davon ausgegangen, dass sowohl für die Investition als auch für die Betriebskosten die vollen Förderbeträge in Anspruch genommen werden können. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie muss die Wirtschaftlichkeitslücke anhand vorgegebener Werte genau untersucht werden.

Es wurde angenommen, dass der Spitzenlastkessel ausschließlich mit Erdgas betrieben wird und bis 2040 auf ein erneuerbares und damit umweltfreundliches Gas umgestellt wird, was dem Zielbild einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung entspricht. Dennoch ist der Betrieb des Gesamtsystems konzeptübergreifend so ausgelegt, dass entsprechend der Vorgabe der BEW maximal 10 % des Wärmebedarfs durch einen fossil betriebenen Wärmeerzeuger gedeckt werden. Dies ist notwendig, um die Förderfähigkeit des Betriebs zu erhalten. Die genaue Auslegung der jeweiligen Komponenten ist den nachfolgenden Tabellen zu entnehmen. Für die Investitionsförderung ist zu beachten, dass nicht alle Komponenten förderfähig sind. Der Gaskessel gilt zwar als klimaneutral, wenn er mit Biomethan betrieben wird, ist aber nicht Gegenstand der BEW. Auch der Heizstab gehört zu den nicht förderfähigen Komponenten. Die übrigen aufgeführten Komponenten werden mit 40 % gefördert.

SZENARIO 1: WÄRMEPUMPE

Tabelle 4-14 zeigt die Dimensionierung und Investitionskosten der Komponenten des ersten Konzeptes.

Tabelle 4-14: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.1

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition [€]
Spitzenlastgaskessel	2.000 kW_{th}	205.000
Wärmepumpen gesamt	1.050 kW_{th}	867.000
Wärmespeicher	800 m^3	254.000
Heizhaus	90 m^2	183.000
Unvorhergesehenes Wärmeerzeugung (10 %)		242.000
Gesamtinvestition Erzeugung		**1.659.000**
Gesamtinvestition nach Förderung		**1.138.000**

Die Aufteilung der für die Wärmebereitstellung benötigten elektrischen Energie und thermischen Energie in diesem Konzept ist Tabelle 4-15 zu entnehmen. Die Bezugsmengen ergeben sich aus dem Erzeugerlastgang der Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 2.500 kW. Die berechneten Kosten gelten im ersten Jahr, für die nachfolgenden Jahre wird die Preissteigerung nach der VDI 2067 berechnet.

Tabelle 4-15: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.1

Bezeichnung	Energieart	Energiebezug [kWh/a]	Kosten [€/a]
Spitzenlastkessel	thermisch	630	56.880
PV-Bezug	elektrisch	610	59.500
Netzbezug	elektrisch	1.540	307.520
Gesamt		**2.780**	**423.900**

Die folgende Tabelle zeigt die jährlichen Betriebskostenzuschüsse für die ersten 10 Jahre des Szenarios. Bei der Nutzung von erneuerbarem Strom wird die Vergütung für jede erzeugte Kilowattstunde Wärme vollständig angerechnet. Beim Netzstrombezug hingegen wird nur der Anteil der Umweltwärme vergütet, also die Differenz zwischen der erzeugten Wärme und dem Strombedarf der Wärmepumpe.

Tabelle 4-16: Jährliche Betriebskostenförderung der Wärmepumpen bei 100 % Anschlussquote – Sz.1

Bezeichnung	Vergütung [ct/kWh_{th}]	Betriebskostenförderung [€/a]
EE-Bezug	2,94	45.750
Netzbezug	8,83	211.790
Gesamt		**257.540**

SZENARIO 2: WÄRMEPUMPE + HOLZHACKSCHNITZELANLAGE + HEIZSTAB

Tabelle 4-17 zeigt die Dimensionierung und Investitionskosten der Komponenten des ersten Konzeptes.

Tabelle 4-17: Dimensionierung und Investitionskosten der Wärmeerzeugung – Sz.2

Bezeichnung	Auslegung	Nettoinvestition [€]
Spitzenlastgaskessel	2.000 kW_{th}	205.000
Heizstab	500 kW_{th}	51.000
Wärmepumpe	500 kW_{th}	413.000
Holzhackschnitzelanlage	550 kW_{th}	419.000
Wärmespeicher	800 m^3	254.000
Heizhaus	90 m^2	183.000
Unvorhergesehene Wärmeerzeugung (10 %)		152.000
Gesamtinvestition Erzeugung		**1.677.000**
Gesamtinvestition nach Förderung		**1.149.000**

Die Aufteilung der für die Wärmebereitstellung benötigten elektrischen Energie und thermischen Energie in diesem Konzept ist Tabelle 4-18 zu entnehmen. Die Bezugsmengen ergeben sich aus dem Erzeugerlastgang der Photovoltaikanlage. Die berechneten Kosten gelten im ersten Jahr, für die nachfolgenden Jahre wird die Preissteigerung nach der VDI 2067 berechnet.

Tabelle 4-18: Jährlicher Energiebezug bei 100 % Anschlussquote – Sz.2

Bezeichnung	Energieart	Energiebezug [MWh/a]	Kosten [€/a]
Spitzenlastkessel	thermisch	557	50.110
Holzhackschnitzel	thermisch	2.160	74.010
PV-Bezug	elektrisch	552	54.090
Netzbezug	elektrisch	860	172.070
Gesamt		**4.129**	**350.280**

Die folgende Tabelle stellt die Höhe der jährlichen Betriebskostenzuschüsse für die durch die Wärmepumpe erzeugt Wärme für die ersten 10 Jahre des Szenarios dar.

Tabelle 4-19: Jährliche Betriebskostenförderung der Wärmepumpe bei 100 % Anschlussquote – Sz.2

Bezeichnung	Vergütung ct/kWh_{th}	Betriebskostenförderung [€/a]
EE-Bezug	2,94	36.470
Netzbezug	8,78	118.530
Gesamt		**155.000**

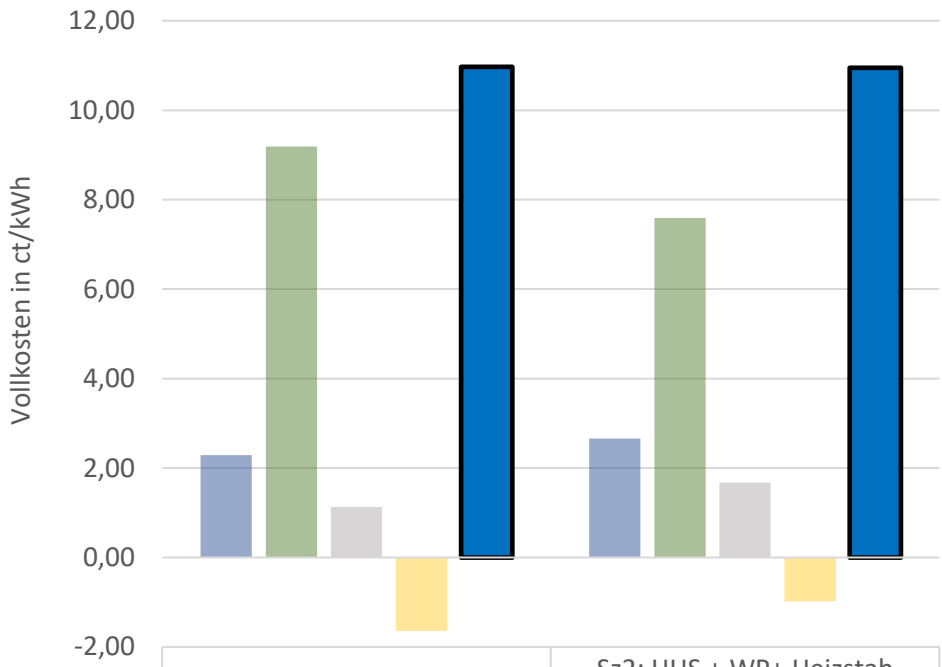
ZUSAMMENFASSUNG

Die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Szenarien wurde auf Basis der VDI 2067 berechnet, welche die Bedarfs-, Betriebs- und Kapitalkosten sowie die Erlöse berücksichtigt. Ein zentraler Punkt der Berechnungen ist die Betriebskostenförderung der BEW, die für die ersten 10 Jahre gewährt wird und zu den aufgeführten Vergütungen führt. Diese Förderung verringert die Betriebskosten der Wärmeerzeugung und spielt eine wichtige Rolle in der Wirtschaftlichkeit der einzelnen Szenarien. Die bedarfsgebundenen Kosten und sind in Tabelle 4-20 dargestellt.

Tabelle 4-20: Jährliche Bedarfskosten der Konzepte bei 100 % Anschlussquote

Konzept	Bedarfskosten [€/a]	Verbrauchskosten abzüglich Betriebskostenförderung [€/a]
Sz1: WP	423.900	338.050
Sz2: WP + HHS + Heizstab	350.270	298.600

Betrachtet man die bedarfsgebundenen, betriebsgebundenen und kapitalgebundenen Kosten sowie die Erlöse zusammen, so ergeben sich die in Abbildung 4-17 dargestellten Wärmegestehungskosten (WGK) bei einem Anschlussquote von 100 %. Hierbei ist zu beachten, dass es sich nicht um einen Endkundenpreis, sondern lediglich um die Gestehungskosten handelt. Der Endkundenpreis wäre aufgrund der Netzverluste höher und läge in Szenario 1 bei 100 % Anschlussquote bei ca. 13,38 ct/kWh, in Szenario 2 bei ca. 13,35 ct/kWh.



	Sz1: WP [ct/kWh]	Sz2: HHS + WP+ Heizstab [ct/kWh]
Kaptialgebundene Kosten	2,29	2,66
verbrauchsgebundene Kosten	9,19	7,59
betriebsgebundene Kosten	1,13	1,68
Erlöse	-1,64	-0,99
Vollkosten gesamt	10,97	10,95

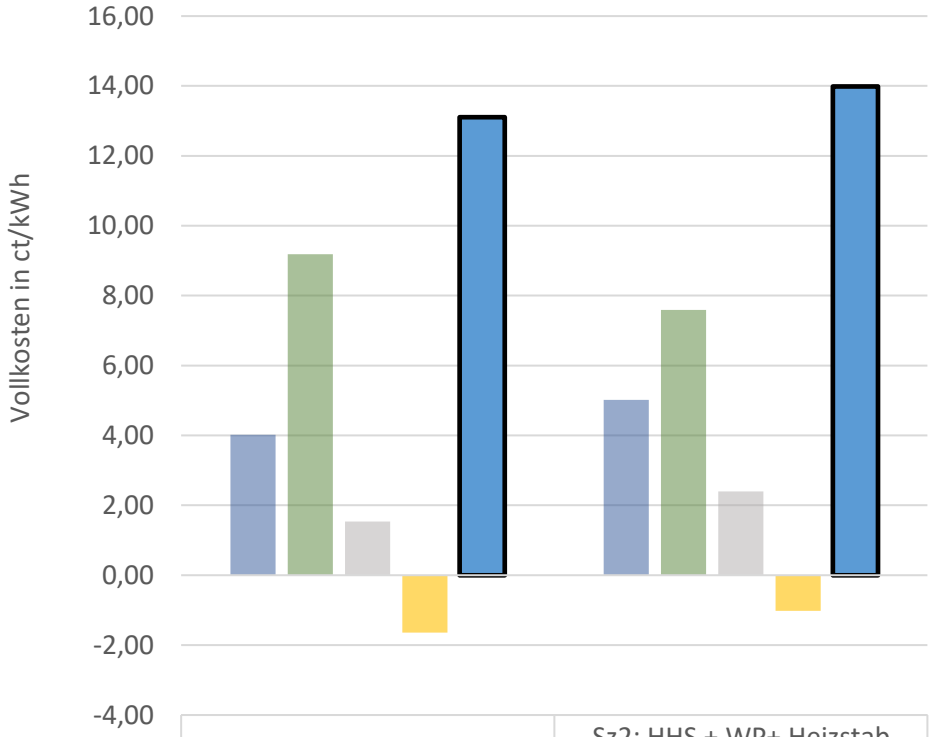
Abbildung 4-17: Wärmegestehungskosten der Versorgungsszenarien bei einer Anschlussquote von 100 %

In Abbildung 4-18 werden die bedarfs-, betriebs- und kapitalgebundenen Kosten sowie die Erlöse bei einer Anschlussquote von 70 % dargestellt. Diese Quote ist in der Praxis realistischer umsetzbar als eine Anschlussquote von 100 %. Im Vergleich zur vorherigen Abbildung, die eine vollständige Netzabdeckung (100 % Anschlussquote) annimmt, verändern sich bei 70 % Anschlussquote vor allem die Anzahl der Hausanschlüsse sowie die Wärme- und Strommengen, die ins Netz eingespeist und verbraucht werden.

Jedoch bleibt die Dimensionierung des Wärmenetzes, wie die Hauptverteiltrasse, sowie die Wärmeerzeuger unverändert. Dies führt dazu, dass sowohl die kapitalgebundenen Kosten als auch die betrieblichen Aufwendungen im Verhältnis zur Anzahl der angeschlossenen Haushalte ansteigen. Der Grund hierfür liegt in den Fixkosten, die auch bei einer reduzierten Anschlussquote vollständig getragen werden müssen.

Es ist daher wichtig, bei der Planung eines Wärmenetzes nicht nur eine möglichst hohe Anschlussquote anzustreben, sondern auch die Fixkosten möglichst gering zu halten, um die Wirtschaftlichkeit des Projekts langfristig zu sichern.

Auch hier sind die lediglich die Gestehungskosten abgebildet. Der Endkundenpreis läge in Szenario 1 bei 70 % Anschlussquote bei ca. 15,99 ct/kWh, in Szenario 2 bei ca. 17,06 ct/kWh.



	Sz1: WP [ct/kWh]	Sz2: HHS + WP+ Heizstab [ct/kWh]
Kaptialgebundene Kosten	4,02	5,01
verbrauchsgebundene Kosten	9,19	7,59
betriebsgebundene Kosten	1,54	2,40
Erlöse	-1,64	-1,02
Vollkosten gesamt	13,11	13,99

Abbildung 4-18: Wärmegestehungskosten der Versorgungsszenarien bei einer Anschlussquote von 70 %

4.5.5 SENSITIVITÄTSANALYSE

Die Vollkosten der verschiedenen Konzepte sind stark abhängig von der Anzahl der Anschlussnehmer. Je mehr Mitglieder des Quartiers sich an das Wärmenetz anschließen, desto höher wird die Liniendichte. Wie bereits in Abschnitt 4.5.1 erwähnt wirkt sich eine höhere Liniendichte auf den Endkundenpreis aus. Diese Sensitivitätsanalyse zeigt auf, wie sich die Anschlussquote auf die Kosten für die Anschlussnehmer auswirken kann. Die Preisentwicklung bei den verschiedenen Konzepten ist Abbildung 4-19 zu entnehmen. Zur Darstellung dieser wurden die Wärmemenge und die Kosten für die Hausanschlüsse je nach Anschlussquote variiert. Die hier gezeigten Preise werden benötigt, um einen Betrieb des Wärmenetzes über 30 Jahre zu ermöglichen, bei dem kein Gewinn erzielt wird. Es ist deutlich zu sehen, dass vor allem im Bereich zwischen 30 % und 50 % erhebliche Preissenkungen durch zusätzliche Anschlussnehmer erzielt werden können.

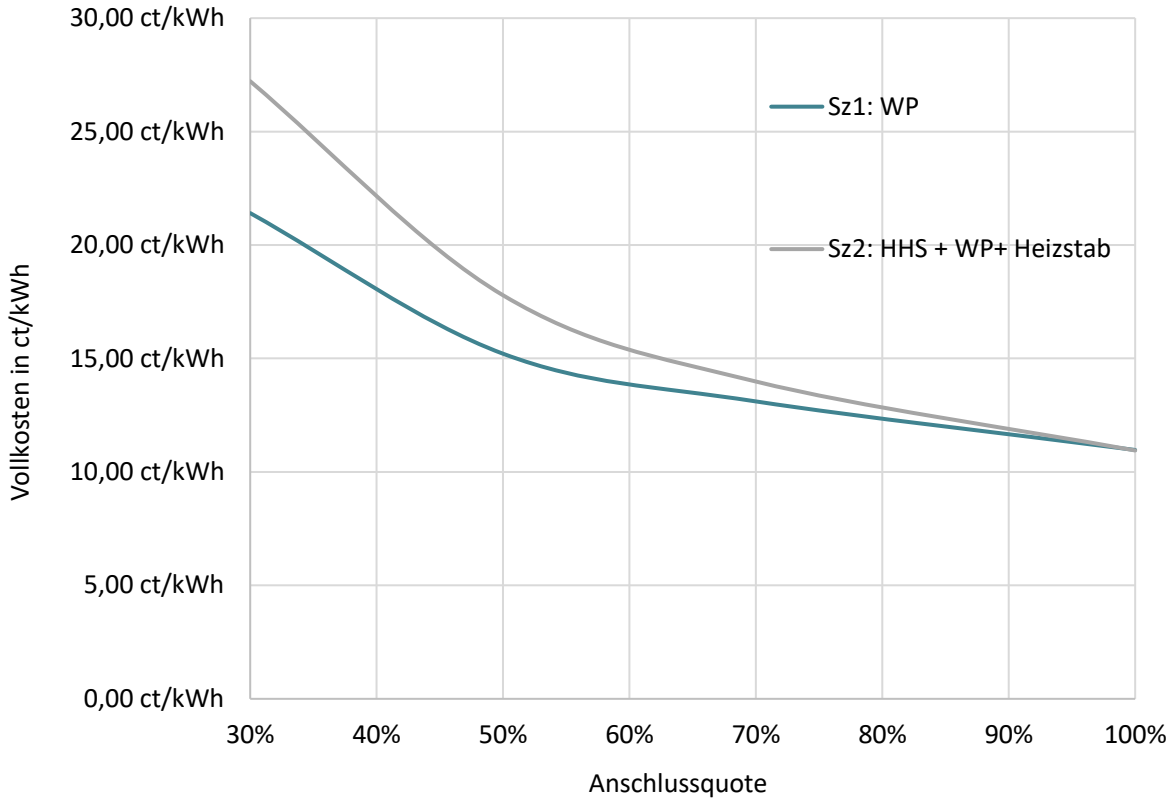


Abbildung 4-19: Abhängigkeit der Vollkosten von der Anschlussquote

Wie in Abbildung 4-18 und Abbildung 4-17 ersichtlich, machen die verbrauchsgebundenen Kosten stets den größten Anteil der Vollkosten aus. Dies verdeutlicht, dass der größte Hebel zur Kostensenkung für den Endkunden – und damit zur Erreichung eines realistischen Preismodells – in der Reduzierung dieser Kosten liegt. Um die verbrauchsgebundenen Kosten nachhaltig zu senken, muss Netzstrom (hier mit 20 Cent/kWh angesetzt) durch kostengünstige regenerative Energiequellen ersetzt werden.

4.5.6 KLIMAVERTRÄGLICHKEIT

Ziel dieser Studie ist, einen möglichen Pfad zur CO_2-Neutralität der Gemeinde Fitzbek aufzuzeigen. Neben dem vorgestellten, möglichen Wärmenetz werden auch andere Sektoren und Lösungen untersucht, welche in ihrer Gesamtheit zur CO_2-Reduktion beitragen. In diesem Absatz werden drei wichtige Indikatoren zur Klimaverträglichkeit in Bezug auf das konzipierte Wärmenetz genauer untersucht:

- Spezifische CO_2-Emission
- Anteil erneuerbarer Energie
- Primärenergiefaktor

SPEZIFISCHE CO_2-EMISSION

Das Gebäudeenergiegesetz aus dem Jahr 2023 gibt vor, mit welchen Emissionsfaktoren verwendete Energieträger verrechnet werden. Es werden die Faktoren für fossile und biogene Brennstoffe, sowie Strom aufgeführt. Netzstrom wird beispielsweise mit 560 g CO_2-Äquivalent pro kWh angegeben. Der Strombezug aus gebäudenahen, erneuerbaren Anlagen wie Photovoltaik oder Windkraft kann mit 0 g/kWh angesetzt werden. Bereits bei der heutigen Stromerzeugung liegt der Emissionsfaktor für Netzstrom unter dem anzusetzenden Wert von 560 g/kWh. Der CO_2-Faktor für Netzstrom wird die nächsten Jahre weiter sinken, mit dem Ziel 2035 0 g/kWh zu erreichen.

In Tabelle 4-21 sind die verwendeten CO_2-Emissionsfaktoren und die daraus resultierenden spezifischen und absoluten CO_2-Emissionen des Wärmenetzes bei einer Sanierungsrate von 2 % bis zum Jahr 2045 dargestellt. Es wird davon ausgegangen, dass das Ziel der Bundesregierung, den Stromsektor bis 2035 zu dekarbonisieren erreicht wird und der CO_2-Emissionsfaktor für Netzstrom auf 0 g/kWh sinkt. Bis dahin wird eine lineare Abnahme des CO_2-Äquivalents angenommen. Die spezifischen CO_2-Faktoren wurden auf Basis der im jeweiligen Szenario eingesetzten Energiemengen und der in der Tabelle 3-13 angegebenen CO_2-Faktoren berechnet. Die Werte basieren auf einem Anschlussquote von 100 %. Es wird davon ausgegangen, dass der Erdgasanteil spätestens ab 2045 vollständig durch Biogas ersetzt wird.

Tabelle 4-21: CO_2-Emission für die erzeugte Wärme

	Energieträger	2025	2030	2035	2040	2045
	Wärmeabsatz (MWh/a)	5.921	5.404	5.019	4.671	4.356
	Netzstrom [g/kWh]	560	280	0	0	0
	Erneuerbarer Strom [g/kWh]	0	0	0	0	0
	Holz [g/kWh]	20	20	20	20	20
	Biogas [g/kWh]	140	140	140	140	140
	Erdgas [g/kWh]	240	240	240	240	140
Sz.1	spez. CO_2-Emission [g/kWh]	171	99	26	26	15
	CO_2-Emission [t/a]	**1.013**	**534**	**129**	**120**	**65**
Sz.2	spez. CO_2-Emission [g/kWh]	102	61	21	20	20
	CO_2-Emission [t/a]	**603**	**332**	**103**	**96**	**89**

Szenario 1 weist anfänglich die höchsten CO_2-Emissionen auf, bedingt durch den derzeit hohen Emissionsfaktor für Netzstrom von 560 g/kWh, was im Jahr 2025 zu Emissionen von 1.013 t/a führt. Ab 2035 sinken die Emissionen jedoch signifikant, da der Emissionsfaktor für Netzstrom auf 0 g/kWh reduziert wird. Dadurch verringern sich die Emissionen in Szenario 1 bis 2045 auf 65 t/a.

Im Vergleich dazu weist Szenario 2 von Beginn an geringere Emissionen auf, da die spezifischen CO_2-Emissionen hier von 603 t/a im Jahr 2025 auf 89 t/a im Jahr 2045 sinken. Beide Szenarien profitieren von dem kontinuierlich sinkenden CO_2-Emissionsfaktor des Netzstroms, der maßgeblich zur Reduktion der Gesamtemissionen beiträgt. Aufgrund des höheren Anteils der Wärmepumpe an der Wärmebereitstellung in Szenario 2 sind die Emissionen im Jahr 2045 geringer als im ersten Szenario.

ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIE

Für den Betrieb der Wärmepumpe wird ein geringer Anteil an Netzstrom benötigt. Dieser wird mit einem regenerativen Anteil von 52 % angesetzt, was dem Anteil im deutschen Strommix im Jahr 2023 entspricht (Umweltbundesamt, 2024). Der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung ist in Tabelle 4-22 dargestellt.

Tabelle 4-22: Anteil erneuerbarer Energie im Wärmenetz

	Energie	erneuerbar	nicht erneuerbar
Szenario 1 [MWh]	5.921	4.548	1.373
Anteil [%]		**76,81**	**23,19**
Szenario 2 [MWh]	5.921	4.950	971
Anteil [%]		**83,59**	**16,41**

Die beiden Szenarien liegen mit Anteilen von 76,81 % (Sz.1) bzw. 83,59 % (Sz.2) erneuerbarer Energien nah beieinander, wobei Szenario 1 einen niedrigeren Wert als Szenario 2 aufweist. Diese Unterschiede existieren jedoch, wie im vorherigen Abschnitt dargestellt, primär zu Beginn. Mit der fortschreitenden Entwicklung und Integration erneuerbarer Energien in das öffentliche Stromnetz ist zu erwarten, dass sich diese Verhältnisse im Laufe der Zeit unterschiedlich entwickeln werden.

PRIMÄRENERGIEFAKTOR

Liegt der ermittelte Primärenergiefaktor unter 0,3, kann der Wert von 0,3 für jeden Prozentpunkt des Anteils der im Wärmenetz genutzten Wärme, der aus erneuerbaren Energien oder Abwärme erzeugt wird, um 0,001 verringert werden (§ 22 Absatz (3) GEG). Da die Leistung der Großwärmepumpe einen Wert von 500 kW übersteigt, ist gemäß §22 Absatz (2) GEG für den netzbezogenen Strom der Primärenergiefaktor für den nicht erneuerbaren Anteil von 1,2 zu verwenden. Für Wärme, welche durch gasförmige Biomasse aus dem Erdgasnetz in hocheffizienten KWK-Anlagen erzeugt wird, ist ein Primärenergiefaktor von 0,5 anzusetzen (§ 22 Absatz (1) GEG).

Tabelle 4-23 zeigt die Eingangsparameter und Ergebnisse der Berechnung des Primärenergiefaktors für die Wärmelieferung. Der niedrigste Primärenergiebedarf ergibt sich in Szenario 2, da hier ein Großteil der Wärme durch Holz erzeugt wird, für welchen ein Primärenergiefaktor von 0,2 anzusetzen ist.

Tabelle 4-23: Berechnung des Primärenergiefaktors

	Energieträger	Energie [MWh/a]	Primärenergie-faktor	Primärenergie [MWh/a]
Sz.1	Netzstrom (nicht erneuerbar)	741	1,200	889
	Netzstrom (erneuerbar)	796	0,000	-
	PV-Strom	607	0,000	-
	Umweltwärme durch WP	3.203	0,000	-
	Erdgas Spitzenlast	632	1,100	695
	davon Erzeugungsverluste	57		
	Wärmelieferung	**5.921**	**0,268**	**1.585**
§ 22 Primärenergiefaktor nach Kappung			**0,223**	
Energieträger		**Energie [MWh/a]**	**Primärenergie-faktor**	**Primärenergie [MWh/a]**
Sz.2	Netzstrom (nicht erneuerbar)	415	1,200	498
	Netzstrom (erneuerbar)	446	0,000	-
	PV-Strom	460	0,000	-
	Umweltwärme durch WP	2.280	0,000	-
	Erdgas Spitzenlast	557	1,100	612
	Holz	2.160	0,200	432
	davon Erzeugungsverluste	57		
	Wärmelieferung	5.921	0,260	1.542
§ 22 Primärenergiefaktor nach Kappung			**0,216**	

4.5.7 ZEITPLAN UND UMSETZUNG

Bevor die Gemeinde Fitzbek beschließt, ein Wärmenetz zu bauen, das den Ortskern erschließt, muss eine zentrale Entscheidung getroffen werden: **Wer wird das Wärmenetz planen, bauen und betreiben?** Diese Frage bezieht sich auf das Betreibermodell, das im Vorfeld festgelegt werden muss. Hierbei hat die Gemeinde verschiedene Optionen, die von der vollständigen Übertragung an ein externes Unternehmen bis zur Eigenverantwortung der Gemeinde oder Bürgergenossenschaften reichen (siehe Kapitel 4.5.8 Mögliche Betreibermodelle).

In einem ersten Schritt muss die Kommune daher entscheiden, welche Rolle sie selbst bei der Umsetzung des Wärmenetzes einnehmen möchte. Dabei gibt es verschiedene Entscheidungsbereiche: die Rolle des Initiators, des Investors oder die Beteiligung an einer Betreibergesellschaft.

Sobald das Betreibermodell festgelegt ist, können die weiteren Schritte zur Umsetzung des Wärmenetzes erfolgen. Diese sind typischerweise in mehrere Bauphasen unterteilt. Zunächst werden Gebiete erschlossen, die in der Nähe der zukünftigen Heizzentrale liegen und ein hohes Absatzpotenzial aufweisen. Weitere Bauabschnitte folgen, wobei die Anschlussquote entscheidend ist: Gebiete mit hoher Anschlussbereitschaft werden zuerst erschlossen.

Die Umsetzung lässt sich in die folgenden Phasen unterteilen:

0. **Betreibermodell und Fördermittelakquise**

   Bevor das Wärmenetz geplant und gebaut wird, muss das Betreibermodell festgelegt werden (siehe Kapitel 4.5.9). Anschließend wird eine Machbarkeitsstudie im Rahmen der **Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)** (Modul 1) durchgeführt. Diese Studie ist Voraussetzung für die spätere Beantragung von Modul 2, der Förderung für Neubau und Bestandsnetze.

1. **Kundengewinnung**

   Die Wirtschaftlichkeit des Wärmenetzes hängt stark von der Akzeptanz und Anschlussbereitschaft der Anwohner ab. In dieser Phase muss die Gemeinde aktiv Kunden für den ersten Bauabschnitt gewinnen. Dies stellt einen der wichtigsten Schritte dar.

2. **Planungsphase**

   Abhängig von der Kundengewinnung wird das Wärmenetz konkret geplant. Dabei kann es sinnvoll sein, einige Straßenzüge früher oder später zu erschließen, je nach Anschlussbereitschaft.

3. **Bauphase 1**

   Der Bau des ersten Abschnitts des Wärmenetzes beginnt.

4. **Inbetriebnahme des ersten Bauabschnitts**

   Sobald der Bauabschnitt abgeschlossen ist, werden die angeschlossenen Kunden mit Wärme versorgt.

Diese Schritte wiederholen sich für die folgenden Bauabschnitte. Wie genau die Abschnitte gewählt werden, hängt vom festgelegten Betreibermodell und der Kundenakquise ab. In der Regel dauert die Erschließung des gesamten Ortes etwa vier Jahre, kann jedoch je nach Verlauf des Projektes und der Akzeptanz variieren.

4.5.8 MÖGLICHE BETREIBERMODELLE

Bevor ein Wärmenetz in Fitzbek realisiert werden kann, muss festgelegt werden, wer für Planung, Bau und Betrieb verantwortlich ist. Diese Entscheidung betrifft das sogenannte **Betreibermodell**, das maßgeblich die Rolle der Gemeinde und anderer Akteure festlegt. Im Folgenden werden die möglichen Betreibermodelle im Detail beschrieben:

100 % EXTERNES UNTERNEHMEN

In diesem Modell übernimmt ein **externes Unternehmen** vollständig die Verantwortung für Planung, Bau und Betrieb des Wärmenetzes. Die Gemeinde tritt als **Initiator** auf und schafft die Rahmenbedingungen, damit ein solches Projekt realisiert werden kann. Ihre Aufgaben beschränken sich auf die Bereitstellung von Flächen, die Organisation von Veranstaltungen zur Bürgerinformation und Unterstützung durch politische Beschlüsse. Die operative Umsetzung liegt vollständig beim externen Partner. Dies kann z.B. ein spezialisiertes Energieunternehmen sein.

Rolle der Gemeinde: Initiator, Unterstützung bei Flächenbereitstellung, Bürgerkommunikation (z.B. Bürgermeisterbrief, Veranstaltungen).

Vorteile:

- Geringes finanzielles Risiko für die Gemeinde.
- Wenig organisatorischer Aufwand für die Verwaltung.
- Know-how und Expertise des externen Partners.

Nachteile:

- Geringer Einfluss auf die Gestaltung und den Betrieb des Wärmenetzes.
- Möglicherweise geringere Identifikation der Anwohnerschaft mit dem Projekt.
- Externes Unternehmen könnte primär gewinnorientiert agieren, was sich auf Preise auswirken kann.

Beispiel: Ein Wegerechtsvertrag wird geschlossen, und die Gemeinde agiert als Kunde des Unternehmens (Wärmekunde).

BÜRGERGENOSSENSCHAFT

Die **Bürgergenossenschaft** stellt ein Modell dar, bei dem die Bürgerinnen und Bürger der Gemeinde aktiv an Planung, Bau und Betrieb des Wärmenetzes beteiligt sind. Die Gemeinde ist weiterhin **Initiator**, übernimmt aber auch eine koordinierende Rolle, indem sie beispielsweise Veranstaltungen organisiert und unterstützend tätig ist. Die Genossenschaft selbst besteht aus Bürgern, die sowohl als **Miteigentümer** als auch als **Wärmekunden** agieren.

Rolle der Gemeinde: Initiator, Koordinator, möglicherweise selbst Genossenschaftsmitglied.

Vorteile:

- Hohe Identifikation der Anwohnerschaft mit dem Projekt.
- Demokratische Entscheidungsstrukturen innerhalb der Genossenschaft.
- Einnahmen und Gewinne bleiben in der Region.

Nachteile:

- Höherer organisatorischer Aufwand für die Gemeinde, insbesondere bei der Gründungsunterstützung der Genossenschaft.
- Finanzierung muss durch die Genossenschaftsmitglieder gestemmt werden.
- Möglicherweise fehlt das technische Know-how für Planung und Betrieb, was durch externe Beratung ausgeglichen werden muss.

Beispiel: Die Gemeinde unterstützt die Genossenschaft durch Bereitstellung von Flächen und politische Unterstützung. Die Bürger sind sowohl Betreiber als auch Kunden und treffen gemeinschaftlich Entscheidungen.

100% KOMMUNE

In diesem Modell übernimmt die Gemeinde als **Investor** die Planung, den Bau und den Betrieb des Wärmenetzes. Dies erfolgt entweder über eine eigene Betriebseinheit oder durch **Contracting** mit Dritten. Zwar erfordert das Modell hohes finanzielles und organisatorisches Engagement, bietet der Gemeinde jedoch maximale Kontrolle.

Rolle der Gemeinde: Vollständiger Investor und Betreiber, alternativ Vergabe von Aufgaben an Dritte.

Vorteile:

- Maximale Kontrolle über die Ausgestaltung, Betrieb und Preisstruktur des Wärmenetzes.
- Einnahmen aus dem Betrieb bleiben bei der Gemeinde.
- Potenziell hohe Akzeptanz, da die Gemeinde als vertrauenswürdiger Akteur auftritt.

Nachteile:

- Hohe finanzielle Risiken und Vorleistungen.
- Erheblicher Planungs- und Organisationsaufwand.
- Die Gemeinde muss eigenes Know-how oder externe Beratung zur Umsetzung nutzen.

Beispiel: Die Gemeinde baut und betreibt das Netz selbst oder schließt Verträge mit einem spezialisierten Unternehmen ab, das im Auftrag der Gemeinde agiert.

BETEILIGUNG AN BETREIBERGESELLSCHAFT

In diesem Modell beteiligt sich die Gemeinde an einer **privatrechtlichen Gesellschaft**, wie beispielsweise einer **GmbH** oder einer **GmbH & Co. KG**, die das Wärmenetz betreibt. Die Gemeinde übernimmt Anteile an der Gesellschaft und ist somit Miteigentümerin, teilt aber die Verantwortung und Risiken mit anderen Gesellschaftern. Die GmbH & Co. KG ist eine Mischform, in der die GmbH als vollhaftender Gesellschafter (Komplementär) auftritt, während die Gemeinde und andere Beteiligte als Kommanditisten nur mit ihrer Einlage haften.

Rolle der Gemeinde: Anteilseigner an der Betreibergesellschaft, möglicherweise in einer beratenden Funktion in der Geschäftsführung.

Vorteile:

- Geteiltes finanzielles Risiko.
- Die Gemeinde hat Mitspracherechte, ohne die volle Verantwortung zu tragen.
- Die Struktur kann flexibel gestaltet werden (z.B. Beteiligung privater Investoren).

Nachteile:

- Weniger Einfluss als im Modell "100% Kommune".
- Potenziell komplexere Entscheidungsfindung, da mehrere Gesellschafter beteiligt sind.

Beispiel: Die Gemeinde beteiligt sich an einer GmbH, die von einem Energieversorger oder einer Gruppe von Investoren gegründet wurde, und übernimmt einen bestimmten Prozentsatz der Anteile.

ZUSAMMENFASSUNG DER BETREIBERMODELLE

Die Wahl des Betreibermodells ist entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung eines Wärmenetzes in Fitzbek. Jedes Modell bringt unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich, insbesondere hinsichtlich des finanziellen Risikos, der organisatorischen Verantwortung und der Einbindung der Bürgerinnen und Bürger. Es ist daher wichtig, dass die Gemeinde frühzeitig Gespräche führt, um die verschiedenen Optionen zu bewerten und die beste Lösung für ihre spezifischen Bedürfnisse und Möglichkeiten zu finden.

4.6 MOBILITÄT

In diesem Abschnitt werden mehrere Möglichkeiten zur Reduktion der CO_2-Emissionen im Bereich der Mobilität in Fitzbek betrachtet und beschrieben. Es werden verschiedene Handlungsoptionen aufgezeigt, die zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität in Fitzbek beitragen können.

4.6.1 INDIVIDUELLER PERSONENKRAFTVERKEHR

Anfang 2024 waren in der Gemeinde Fitzbek laut Kraftfahrt-Bundesamt 273 Pkw zugelassen, davon kein gewerbliches Fahrzeug (Kraftfahrt-Bundesamt, 2024). Diese Studie konzentriert sich auf nachhaltige Mobilität, insbesondere batterieelektrische Fahrzeuge. Da der Strombedarf und die CO_2-Emissionen der Elektroautos bereits im Stromlastgang berücksichtigt sind, werden hier ausschließlich die 229 Diesel- und Benzinfahrzeuge analysiert. Gas- und Hybridfahrzeuge werden aufgrund ihrer geringen Zahl nicht weiter betrachtet.

Für den ländlichen Raum gibt das Bundesministerium für Digitales und Verkehr eine durchschnittliche Jahresfahrleistung von 15.900 km pro Pkw an (BMDV, 2018) Angesichts der verstärkten Homeoffice-Nutzung durch die Corona-Pandemie wird diese um 10 % auf 14.310 km/a reduziert. Die Emissionen pro kWh Benzin basieren auf Daten des Umweltbundesamtes(Umweltbundesamt, 2022).

Für die Abschätzung der CO_2-Einsparungen im individuellen Personenverkehr bis zum Jahr 2050 werden 3 Mobilitätsszenarien aufgestellt:

1. Szenario 1:
   In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2050 alle PKW innerhalb der Gemeinde elektrisch betrieben werden.
2. Szenario 2:
   Bis zum Jahr 2050 werden 80 % der PKW batterieelektrisch betrieben.
3. Szenario 3:
   In diesem Szenario werden im Jahr 2050 60 % der PKW batterieelektrisch betrieben.

Für die Berechnung der CO_2-Emissionen der batterieelektrisch betriebenen Fahrzeuge wird in dieser Betrachtung davon ausgegangen, dass die Fahrzeuge mit Strom aus dem Stromnetz geladen werden. Die Ergebnisse dieses Vergleichs werden in Abbildung 4-20 dargestellt. Neben der Entwicklung der CO_2-Emissionen kann der Abbildung die angenommenen E-Fahrzeuganzahl bis 2050 entnommen werden.

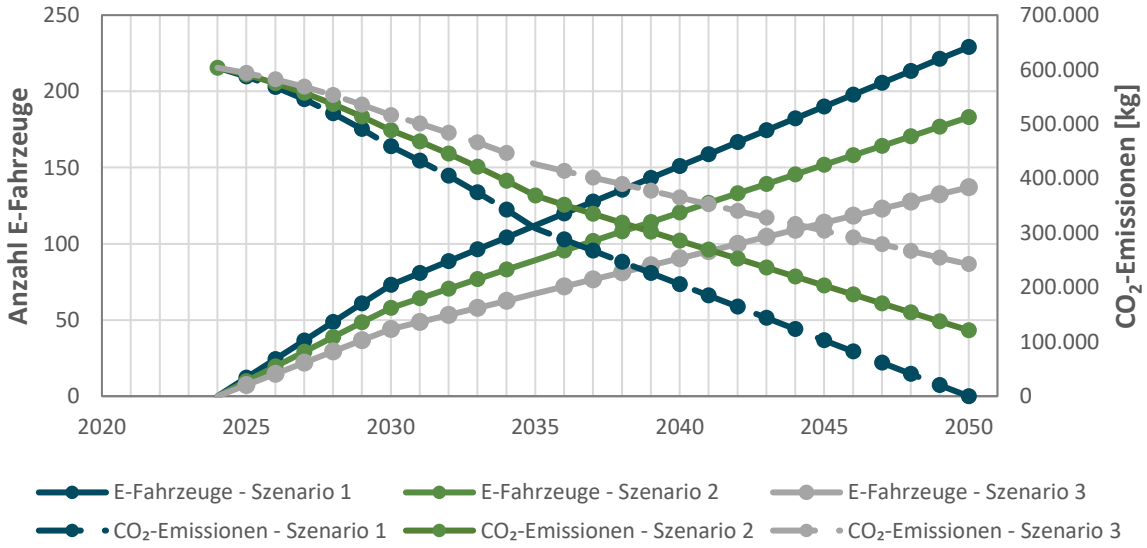


Abbildung 4-20: Entwicklung der PKW-CO2-Emissionen bis zum Jahr 2050

4.6.2 AUSWERTUNG DER UMFRAGE

Im Rahmen der durchgeführten Umfrage wurden auch spezifische Fragen zur Mobilität in Fitzbek gestellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Umfrage detailliert dargestellt und analysiert, um die aktuellen Mobilitätsbedürfnisse und -präferenzen der Bewohner zu verdeutlichen.

Von den 173 Gebäuden im Quartier haben 76 an der Umfrage teilgenommen, was einer Beteiligungsquote von 44 % entspricht. Abbildung 4-21 zeigt die Anzahl der Fahrzeuge, die laut der Umfrageteilnehmer pro Haushalt genutzt werden.

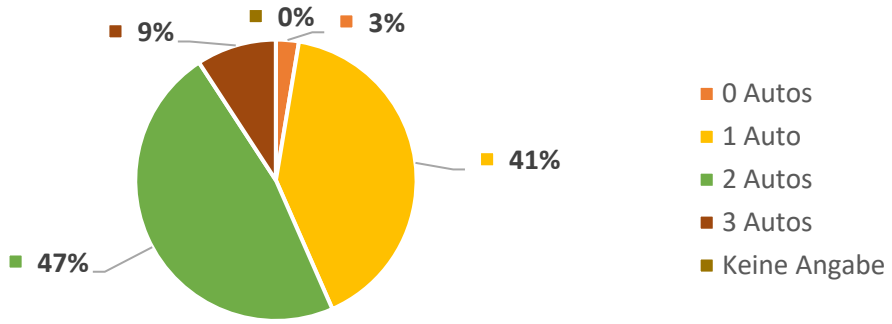


Abbildung 4-21: Verteilung der Fahrzeuganzahl in den Haushalten der Umfrageteilnehmer

Laut Umfrage besitzen 31 Haushalte (41 %) ein Fahrzeug, 36 Haushalte (47 %) haben zwei Fahrzeuge, 7 Haushalte (9 %) besitzen drei Fahrzeuge und 2 Haushalte (3 %) verfügen über keinerlei Fahrzeuge. Unter den Umfrageteilnehmern verfügt keiner der Haushalte über mehr als drei Fahrzeuge. Diese Verteilung zeigt, dass viele Haushalte mehrere Fahrzeuge nutzen, was auf eine hohe Abhängigkeit vom Individualverkehr hinweist.

Die aus der Umfrage errechnete durchschnittliche zurückgelegte Fahrtdistanz eines Fahrzeuges liegt bei 14.364 km pro Jahr. Dieser Wert entspricht ca. dem Durchschnitt und deutet darauf hin, dass die Bewohner von Fitzbek auf ihre Fahrzeuge angewiesen sind. Dies könnte auf lange Arbeitswege, Besorgungen, Freizeitaktivitäten oder mangelnde Alternativen im öffentlichen Nahverkehr hinweisen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, sowohl die bestehende Infrastruktur zu optimieren als auch nachhaltige Mobilitätsalternativen zu fördern. Eine Möglichkeit zur Optimierung stellt die Umstellung auf Elektrofahrzeuge da.

Von den befragten Haushalten gaben 11 Haushalte an, bereits ein Elektroauto zu besitzen. Demgegenüber stehen 65 Haushalte, die derzeit kein Elektroauto in ihrem Besitz haben. Dies zeigt, dass Elektrofahrzeuge momentan nur in einer kleinen Minderheit der Haushalte vertreten sind.

Die Umfrage ergab zudem Einblicke in die Bereitschaft der Haushalte, in Zukunft ein Elektrofahrzeug anzuschaffen. Die Ergebnisse sind der Tabelle 4-24 zu entnehmen.

Tabelle 4-24: Interesse an Elektrofahrzeugen

Anschaffung E-Auto	Anzahl der Haushalte
Ja	4
Nein	43
Vielleicht	18
Keine Angabe	11

Die Ergebnisse zeigen, dass von befragten Haushalten in Fitzbek 4 Haushalte aktuell bereit sind, ein Elektrofahrzeug anzuschaffen. Im Gegensatz dazu lehnen 43 Haushalte den Kauf eines E-Autos ab, während immerhin 18 Haushalte noch unentschlossen sind und eventuell eine Anschaffung in Betrachtung ziehen. Zudem gaben 11 Haushalte keine Antwort auf die Frage. Diese Daten verdeutlichen, dass ein gewisses Potential für eine erhöhte Verbreitung von Elektrofahrzeugen im Quartier besteht. Obwohl derzeit nur eine Minderheit der Haushalte fest entschlossen ist, ein E-Auto zu kaufen, zeigt der Anteil der Unentschlossenen, dass gezielte Maßnahmen und Anreize möglicherweise zu einem Anstieg der Akzeptanz führen könnten. Angesichts der durchschnittlichen Fahrtdistanz der Bewohner wird die Notwendigkeit für effiziente und nachhaltige Verkehrslösungen besonders deutlich. Im Folgenden werden mögliche Maßnahmen zur Optimierung der Mobilität in Fitzbek detaillierter betrachtet.

4.6.3 CARSHARING

Carsharing ist ein bereits etabliertes Angebot im urbanen Raum. Hier ist der Parkraum knapp und alltägliche Wege können in der Regel mit kurz getakteten öffentlichen Verkehrsmitteln, zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegt werden. Dementsprechend kann die Pkw-Nutzung die Ausnahme darstellen und ist zudem in vielen Fällen flexibel planbar (geringer Gleichzeitigkeitsfaktor). Wenige Fahrzeuge sind daher in der Lage, einen großen Teil der motorisierten Mobilitätsbedürfnisse der Stadtbewohner abzudecken. Anders im ländlichen Raum: Hier ist die Zahl der privaten Stellplätze bezogen auf die Einwohnerzahl deutlich höher und die Wege des täglichen Bedarfs, z.B. zum Arbeitsplatz oder zur nächsten Einkaufsmöglichkeit, sind deutlich länger. Gleichzeitig ist die Taktung des öffentlichen Verkehrs deutlich geringer. Dementsprechend liegt die Nutzung des Pkw nahe und ist für viele Einwohner das alltägliche Verkehrsmittel. Um die Mobilitätsbedürfnisse zu befriedigen, wäre demnach eine höhere Anzahl an Fahrzeugen notwendig. Dennoch besitzen Haushalte in Deutschland Zweit- oder sogar Drittautos, die nur wenig genutzt werden. Hier kann die Nutzung von Carsharing-Angeboten auch im ländlichen Raum sinnvoll sein und zur CO2-Reduktion beitragen.

Ein mögliches Modell in Schleswig-Holstein ist das Dörpsmobil. Beim Dörpsmobil handelt es sich um ein Carsharing Angebot für elektrische Fahrzeuge. Das Modell ist zum ersten Mal in der Gemeinde Klixbüll (Kreis Nordfriesland) 2016 umgesetzt worden und seitdem in mehreren Ortschaften in ganz Schleswig-Holstein zu finden. Die Fahrzeuge werden mit Ökostrom geladen, idealerweise direkt aus eigenen Anlagen, die direkt vor Ort nachhaltigen Strom bereitstellen. (Dörpsmobil SH, 2020)

Für die Umsetzung eines Dörpsmobil gibt es drei mögliche Betreibermodelle:

- Vereinsbasiert:
  Ein vor Ort gegründeter Verein (oder bestehender Verein) übernimmt alle Angelegenheiten hinsichtlich des Dörpsmobil
- Gemeindlich
- Privat/Informell/Gewerblich

Die Buchung eines Fahrzeugs erfolgt über eine App oder eine Internetseite. Für die Bezahlung sind verschiedene Abrechnungsmodelle denkbar. Dazu gehören beispielsweise Vereinsbeiträge, Kilometerpauschalen, Stundenpauschalen oder Tagestarife. Kostenpunkte wie Service, Versicherung oder Ersatzteilbeschaffung sind im Preis enthalten. Aufgrund des sehr umfangreichen Informationsmaterials von Dörpsmobil SH wird an dieser Stelle auf den Leitfaden für elektromobiles Carsharing im ländlichen Raum (Dörpsmobil SH, 2020) verwiesen. Dieser enthält alle wichtigen Informationen zur Bedarfsermittlung, zur Auswahl eines Betreibermodells, zur Umsetzungsplanung oder zum Betrieb.

Durch die Nutzung von Carsharing Angeboten kann, bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 7,7 l/100 km Benzin, mit einem elektrischen Fahrzeug ca. 20 kg CO_2 auf 100 km eingespart werden. Darüber hinaus kann ein elektrisches Carsharing Angebot der Anwohnerschaft durch Ausprobieren und Testen einen Einstieg in die eigene Elektromobilität bieten und somit die Transformation der Mobilität innerhalb der Gemeinde vorantreiben.

4.6.4 UNTERSTÜTZUNG DES RADVERKEHRS

Fahrradfahren ist gesund, unkompliziert und klimafreundlich. Das Umweltbundesamt schätzt, dass die PKW-Nutzung durch das Fahrradfahren um 30 % nachlassen könnte (Umweltbundesamt, 2021). Obwohl dieser Wert eine Abschätzung für deutsche Ballungsgebiete ist und sich der Wert nicht direkt auf Fitzbek übertragen lässt, ist zu erahnen, dass der Ausbau des Radverkehrs ein großes Potenzial zur Reduktion der CO_2-Emissionen hat. Wer täglich 1 km Fahrrad fährt und dafür das Auto stehen lässt spart jährlich ca. 80 kg CO_2 ein.

Folgend werden einige Optionen zur Unterstützung des Radverkehrs Fitzbek aufgeführt:

- **Ausbau und Beleuchtung von Radwegen**
  Radwege geben Radfahrern Sicherheit und machen das Fahrradfahren attraktiver. Die Beleuchtung ländlicher Radwege kann gerade im Winter, wenn es spät hell und früh dunkel wird, das Radfahren zu einer attraktiven Alternative zum Auto machen.
- **Schaffen von Abstellplätzen für Fahrräder**
  An zentralen Orten innerhalb des Ortes, vor allem bei Anbindungsstellen an den ÖPNV, sollten zusätzliche Möglichkeiten geschaffen werden das Fahrrad abzustellen. Die Errichtung zusätzlicher PKW-Parkplätze kostet die Gemeinde zwischen 2.000 und 3.000 €. Auf der gleichen Fläche können für wesentlich geringere Kosten bis zu acht Fahrräder abgestellt werden. (Umweltbundesamt, 2021)
- **Service-Angebote**
  Anbieten/Eröffnen einer Service-Station für Reparaturen am Fahrrad
  Aufstellen eines Schlauchautomaten oder einer stationären Luftpumpstation
- **E-Bike-Sharing**
  Die Investitionskosten für E-Fahrräder sind deutlich höher als die eines herkömmlichen Fahrrads. E-Bike-Sharing kann eine Möglichkeit darstellen der Anwohnerschaft und Gästen die Nutzung von E-Bikes zu ermöglichen. Es gibt bereits Container-Lösungen, bei denen die E-Bikes in einem Container gelagert werden und zur Abholung bereitstehen. Auf dem Dach können PV-Module installiert werden, um die Fahrräder mit nachhaltigem Strom zu laden. Eine Buchung der Fahrräder wäre beispielsweise ebenfalls über eine App möglich.
- **Kampagnen für Fahrräder**
  Die Aufklärung über nachhaltige Mobilität beginnt bereits im Kindergarten bzw. in der Schule. Aufklärung über die Vorteile des Radfahrens, Wettbewerbe oder die Errichtung von Fahrradparcours kann bereits früh zu einer Begeisterung für das Fahrradfahren beitragen.

Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs werden über das Klimaschutzprogramm 2030, insbesondere das „Sonderprogramm Stadt und Land“, gefördert. Zur Unterstützung des Radverkehrs sind bis 2023 insgesamt Mittel in einer Höhe von 1,46 Milliarden € vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr zur Verfügung gestellt worden. Mit den Bundeshaushalten 2023 und 2024 wurde das „Sonderprogramm Stadt und Land“ bis 2030 verstetigt. Detaillierte Informationen zur Förderung des Radverkehrs werden vom Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V. oder vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr bereitgestellt (ADFC, 2020; Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2024)

4.6.5 ERRICHTEN ÖFFENTLICHER LADESTATIONEN

Obwohl die Struktur in Fitzbek vermuten lässt, dass die überwiegende Mehrheit der Anwohner ihre Elektrofahrzeuge direkt am eigenen Haus aufladen kann, ist dies sicherlich nicht für alle Anwohner der Fall. Durch die Errichtung einer oder mehrerer öffentlicher Ladesäulen an zentralen Orten in der Gemeinde wird auch den Einwohnern ohne eigene Lademöglichkeit ein unkomplizierter Umstieg auf Elektromobilität ermöglicht. Darüber hinaus wird Besuchern die Möglichkeit geboten, ihre Fahrzeuge direkt in der Gemeinde aufzuladen. Mit der zukünftigen Entwicklung hin zur Elektromobilität ist ein steigender Bedarf zu erwarten und die Installation weiterer Ladepunkte sinnvoll.

AC-Ladestationen, die mit Wechselstrom arbeiten, haben typischerweise eine Ladeleistung zwischen 11 und 22 kW und stellen eine akzeptable Lademöglichkeit dar. Ein Elektrofahrzeug mit einer Speicherkapazität von 50 kWh kann an solchen Stationen in weniger als 1,5 h von 20 auf 80 % aufgeladen werden. Für schnellere Ladevorgänge werden DC-Schnellladestationen eingesetzt. Diese Ladestationen arbeiten mit Gleichstrom und haben typischerweise eine Ladeleistung von mindestens 50 kW. Da viele Elektrofahrzeuge bereits mit deutlich höheren Ladeleistungen geladen werden können, sind moderne Schnelllader häufig mit Ladeleistungen von über 150 kW ausgestattet. Ladevorgänge an solchen Ladestationen sind bereits nach 15 bis 30 Minuten abgeschlossen.

4.6.6 ÖFFENTLICHER PERSONENNAHVERKEHR

Tabelle 4-25 zeigt für unterschiedliche Verkehrsmittel die verursachten Treibhausgasemissionen (CO_2, CH_4 und N_2O) in Gramm pro Personenkilometer [g/Pkm] CO_2-Äquivalent in Abhängigkeit ihrer jeweiligen Auslastung im Jahr 2019 – vor der Coronapandemie. Es zeigt sich, dass trotz der höchsten Auslastung das Flugzeug für Inlandflüge mit 214 g/Pkm die meisten CO_2-Emissionen verursacht und somit das klimaschädlichste Transportmittel darstellt. Bei einer durchschnittlichen Belegung von 1,4 Personen pro PKW verursacht der PKW 154 g/Pkm – allerdings zeigt sich an dieser Stelle das Potenzial für Carsharing und Fahrgemeinschaften, da eine Zunahme der Personenanzahl die Emission pro Personenkilometer weiter reduziert.

Tabelle 4-25: Vergleich der CO_2-Emissionen verschiedener Verkehrsmittel (UBA, 2021)

Verkehrsmittel	Treibhausgase	Auslastung
PKW	154,00 g/Pkm	1,4 Pers./PKW
Flugzeug, Inland	214,00 g/Pkm	70,00 %
Eisenbahn, Fernverkehr	29,00 g/Pkm	56,00 %
Linienbus, Fernverkehr	29,00 g/Pkm	54,00 %
Sonstige Reisebusse	36,00 g/Pkm	55,00 %
Eisenbahn, Nahverkehr	54,00 g/Pkm	28,00 %
Linienbus, Nahverkehr	83,00 g/Pkm	18,00 %
Straßen-, Stadt- und U-Bahn	55,00 g/Pkm	19,00 %

Für den öffentlichen Personennahverkehr lassen sich aus Tabelle 4-25 zwei wichtige Punkte ableiten. Der ÖPNV, egal ob Bahn oder Bus, verursachte 2019 die geringsten CO_2-Emissionen pro Personenkilometer. Zudem zeigt sich, dass gerade der ÖPNV ein enormes Potenzial für weitere CO_2-Einsparungen hat.

Eine Möglichkeit den ÖPNV zu fördern wäre eine Fahrplan- und Taktverdichtung, durch die das ÖPNV-Angebot flexibler gestaltet werden kann. Fitzbek ist in dieser Hinsicht nicht direkt handlungsfähig, kann aber Verbesserungsvorschläge erarbeiten. Darüber hinaus sollte bei zentralen Bushaltestellen die Möglichkeit geschaffen werden Fahrräder abzustellen und über mehrere Stunden stehen zu lassen.

5 UMSETZUNG

Zentrales Element der Umsetzung war bis Ende 2023 das sich direkt an das Quartierskonzept anschließende Sanierungsmanagement. Durch die Haushaltsmittelkürzung im Jahr 2024 ist die Beantragung für die Fördermittel über das Programm KfW432 nun nicht mehr möglich und ist im Jahr 2025 auch nicht vorgesehen. Hierdurch werden sich die wenigsten Gemeinden die Einrichtung eines Sanierungsmanagements leisten können.

Die Umsetzung der Maßnahmen sollte nichtsdestotrotz vorangetrieben werden. Nachfolgend wird beschrieben, welche Bausteine probate Mittel sind, um in der Umsetzung zum Erfolg zu kommen.

Die in diesem Konzept formulierten Maßnahmen sollten zunächst einzelnen Arbeitsgruppen (Peer Groups) zugeordnet werden. Die Peer Groups gehen aus den Reihen der Lenkungsgruppe und engagierter Bürger_innen hervor. Die Vorteile sind eine größere Akzeptanz der Bürger_innen und eine Entkopplung von Änderungen in der Zusammensetzung des Gemeinderates.

Das zweite Element der Umsetzung sind die regionalen und überregionalen Firmen, die im hohen Maße kooperieren müssen und für eine wirklich integrierte Quartiersversorgung übergeordnet gesteuert werden müssen. Diese Steuerung ist Aufgabe der Gemeindeverwaltung. Als Kontrollinstanz soll hier immer die Lenkungsgruppe agieren.

5.1 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Öffentlichkeitsarbeit ist ein zentraler Punkt in jedem energetischen Quartierskonzept und in der nachgelagerten Umsetzung der Maßnahmen. Die Öffentlichkeit in Form von Bewohner_innen des Quartiers, Inhaber_innen großer Liegenschaften, Unternehmen oder wohnungswirtschaftlichen Akteuren und die Gewinnung und Mitnahme dieser ist ein großer Faktor beim Erreichen der gesetzten Ziele.

Gelingt es nicht, die Bevölkerung mitzunehmen, kann z.B. eine ausreichende Steigerung der Sanierungsrate in der Regel nicht erreicht werden. Auch bei einer Errichtung eines Wärmenetzes ist eine transparente und kontinuierliche Kommunikation mit der Bevölkerung ein Schlüssel zur Erhöhung der Anschlussdichte. Ebenso ist die Abstimmung und Identifikation von möglichen Synergieeffekten ein zentrales Thema.

5.1.1 AUFKLÄRUNG UND UNTERSTÜTZUNG DER BEWOHNER_INNEN

Bei der Ansprache der Bevölkerung zeigt sich oft, dass sich viele bereits Gedanken über energetische Sanierungen machen, aber oft die finanziellen Mittel oder das Wissen über Fördermöglichkeiten fehlen. Ein Ansatz hierfür wäre die kostenlose Unterstützung der Bevölkerung bei der Akquise von Fördermitteln. Dieses Angebot sollte breit kommuniziert werden, z.B. über Aushänge, Anzeigen oder soziale Medien. Berührungsängste bei der Antragstellung müssen abgebaut werden. In einer kleinen Gemeinde wie Fitzbek kann auch ein Mund-zu-Mund-Effekt helfen, wenn erfolgreiche Antragsteller ihre Erfahrungen weitergeben und den Prozess entmystifizieren.

Die Darstellung der Amortisation ist ein starkes Mittel in der Öffentlichkeitsarbeit. Viele sehen nur die initialen Kosten, übersehen aber den langfristigen Nutzen. Öffentlichkeitsveranstaltungen, Informationsmaterialien oder persönliche Energieberatungen können helfen, dieses Bewusstsein zu fördern. Das Aufzeigen von verschiedenen investiven Maßnahmen, kategorisiert in gering, mittel und hoch investiv ist zu empfehlen. So lässt sich für jede Person, unabhängig vom finanziellen Status, ein Handlungsfeld abbilden, um energetische Einsparungen vorzunehmen. Hierfür ließen sich die in diesem Bericht dargestellten Mustersanierungen gut nutzen.

Eine kostenfreie oder vergünstigte initiale Energieberatung kann maßgeblich zur erfolgreichen Öffentlichkeitsarbeit beitragen. Im Sanierungsmanagement hat sich diese Maßnahme als wirkungsvoll erwiesen, um die Bevölkerung zu erreichen. Ohne ein solches Management stellt sich jedoch die Frage der Finanzierung. Ziel der Beratung ist es, fachfremde Personen aufzuklären, Potenziale ihrer Immobilie zu identifizieren und offene Fragen zu klären. Dabei können Empfehlungen gegeben und eine dauerhafte Ansprechperson etabliert werden, die Privatpersonen im Projektverlauf unterstützt.

5.1.2 UNTERSTÜTZUNG DER ENERGIEVERSORGER

Die Vermittlerrolle muss nicht nur im Kleinen, sondern auch im Großen wahrgenommen werden. Aus Vorgängerprojekten ist bekannt, dass die Energieversorger in der Außendarstellung und Kommunikation gegenüber und mit der Bevölkerung nicht immer optimal agieren. Die Notwendigkeit einer Unterstützung durch externe Akteure an dieser Stelle muss immer im Einzelfall geprüft werden.

5.1.3 BAUSTEINE DER ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Im Allgemeinen können als Standard einfache Bausteine zur Erfüllung einer umfassenden Öffentlichkeitsarbeit angesetzt werden.

Lenkungsgruppe

Die Einrichtung einer stets aktiven Lenkungsgruppe ist äußerst wichtig. Dabei sollte darauf geachtet werden, Vertreter_innen aller Interessengruppen mit einzubeziehen. Dies können unter anderem private Bürger_innen, Energiedienstleister, kommunale Politiker_innen, lokales Gewerbe oder wohnungswirtschaftliche Unternehmen sein. Die Einbeziehung der privaten Bürger_innen soll an dieser Stelle hervorgehoben werden. Die Lenkungsgruppe muss aktiv in die Prozesse mit einbezogen und regelmäßig informiert werden. Zusätzlich sollte die Lenkungsgruppe nicht als statisch angenommen, sondern auch für neue Mitglieder offen sein und durch diese ergänzt werden können, sodass die Interessenslage verschiedener Peergroups der Gemeinde stetig gut abgebildet werden und vertreten sind.

Informationsveranstaltungen

Veranstaltungen für die breite Öffentlichkeit sind wichtig, um die Bevölkerung zu informieren, über Projektverläufe aufzuklären und einen Raum für Fragen, Bedenken und Kritik zu schaffen. Hier soll wieder die Transparenz und Mitnahme der Privatpersonen hervorgehoben werden.

Pressemitteilungen

Mitteilungen in der lokalen Presse sind für die Ankündigung von Veranstaltungen von großer Bedeutung. Zu Beginn des Projektes sollte die lokale Presse gesichtet und die entsprechenden Ansprechpartner_innen ermittelt werden. Im Quartier Fitzbek gibt es kein lokales Blatt, welches genutzt werden kann, um Informationen und Ankündigungen an die Bevölkerung zu vermitteln, sodass hier daher andere Medien genutzt werden müssen, um den Informationsfluss aufrecht zu halten.

Flugblätter

Die Verteilung von Flugblättern oder Broschüren ist ein effektives Mittel um die Aufmerksamkeit der Bürger_innen zu erhalten. Hier können Ankündigungen gemacht oder allgemein informiert werden. Durch die Größe des Quartiers ist die Verteilung von Flugblättern durch Mitglieder der Lenkungsgruppe darstellbar. Auch das Beilegen zur Zeitung oder das Verteilen durch Zeitungsausträger_innen ist ein guter Weg für die Verteilung.

Beschilderung

Das Projekt nach außen zu tragen und nicht im Stillen zu agieren ist wichtig, um zu zeigen, dass vor Ort etwas passiert. Ein Schild an einer privaten oder öffentlichen Baustelle, die auf die Tätigkeiten im Ort hinweist, kann in den Köpfen einen Anstoß setzten. Auch Aushänge an öffentlichen Plätzen oder die Auszeichnung von zentralen Punkten des Projektes sollten in Betracht gezogen werden.

Beratung

Individuelle Beratungen helfen dabei, die Berührungsängste mit der Thematik zu nehmen und kleine Projekte voranzutreiben. Fragen klären, auf individuelle Probleme eingehen und unterstützend zur Hand gehen sind hier die wichtigsten Aspekte der Kommunikationsarbeit.

Soziale Medien

Wenn es vor Ort bereits Gruppen oder Kanäle der sozialen Medien gibt, sollten diese unbedingt genutzt werden. Vor allem die jüngere Generation der Bürger_innen sollte sich so einfacher erreichen lassen und zum Mitmachen animierbar sein.

5.2 CONTROLLING-KONZEPT

Als übergeordnete Kenngröße des Projekterfolges sollte die Reduktion des CO_2-Austoßes stehen. Eine fortlaufende Kontrolle und Aktualisierung der Energie- und CO_2-Bilanz sind ein guter Weg, um den Erfolg der vorgeschlagenen Maßnahmen zu dokumentieren. Nach der Fertigstellung des Quartiers-konzeptes sollte eine regelmäßige Erfolgskontrolle durchgeführt werden. Hier schlagen wir eine Kooperation mit dem CO_2-Compass vor. Der CO_2-Compass ist eine Initiative, die sich das Ziel gesetzt hat, die Erfolge der Energiewende in Kommunen in einer App zu visualisieren, um so der Gemeinde-verwaltung und den Bürger_innen ein kontrollierendes und gleichzeitig motivierendes Werkzeug in die Hand zu geben.

Ziele aus den einzelnen Bereichen sollten regelmäßig an die Bürger_innen kommuniziert und auf Kanälen der Gemeinde veröffentlicht werden. Hierfür ist es ratsam eine Verantwortlichkeit zu kommunizieren. Ein „Kümmerer“ vor Ort sollte für die Erfolgskontrolle eingesetzt werden.

5.2.1 GEBÄUDESANIERUNG & HEIZUNGSAUSTAUSCH

Eine lückenlose Kontrolle des Sanierungsfortschritts im Quartier ist nicht einfach umzusetzen. Ein Indikator für den fortschreitenden Sanierungserfolg können u.a. die im Quartier installierten Anlagen zur Wärmeerzeugung sein. Diese können über den Schornsteinfeger erfasst und jährlich verglichen werden. Aus der Art des Brennstoffs und der Leistung der Anlagen lassen sich Rückschlüsse auf die CO_2-Einsparung durch die energetische Gebäudesanierung ziehen.

Darüber hinaus empfiehlt es sich, regelmäßig einen aktuellen Stand der Bezugsdaten beim Gasnetzbetreiber einzuholen. Hierbei sind die Anzahl der Anschlussstellen und die verbrauchte Gasmenge zu bewerten. Ein Rückgang der Anschlussstellen lässt auf einen steigenden Anteil regenerativer Wärmeerzeugung bzw. Wärmepumpen schließen. Eine Abnahme der verbrauchten Gasmenge bei gleicher Anzahl von Anschlussstellen deutet auf eine Zunahme der durchgeführten Sanierungen an der Gebäudehülle hin. Zusätzlich kann eine im Quartier eingesetzte verantwortliche Person über die Durchführung und Dokumentation von Energieberatungen eine Aussage über potenziell durchgeführte energetische Maßnahmen im Quartier treffen.

5.2.2 WÄRMENETZ

Bei dem potenziellen Bau eines Wärmenetzes ist ein Controlling der laufenden Maßnahmen in verschiedener Hinsicht möglich. Dadurch kann die Entwicklung der Anzahl der Anschlussstellen als Kennzahl betrachtet werden, genau wie die Anzahl der erschlossenen Gebiete. Die primäre Entwicklung der Anschlussstellen wird vom Wärmenetzbetreiber überwacht und auch berichtet. So kann genau bestimmt werden, welcher Anteil der Gemeinde an das Netz angeschlossen ist und ob die selbst gesetzten Ziele hinsichtlich der Anschlussquote erreicht werden.

Außerdem sollte die Wärmeversorgung hinsichtlich der Energieträger überwacht werden. Auf diese Weise kann überprüft werden, ob der tatsächliche Erzeugungsmix den ursprünglichen Annahmen entspricht.

5.2.3 STROM

Beim Controlling der verursachten CO_2-Menge über den Verbrauch von Strom kann als erster Schritt die Anzahl und Leistung der neu installierten PV-Anlagen innerhalb der Gemeinde evaluiert und im zeitlichen Verlauf dargestellt werden. Über den Netzbetreiber oder Smartmeter können darüber hinaus die Stromverbräuche ausgewertet werden. Diese Auswertungen können ebenfalls, mit Angabe der eingesparten CO_2-Menge im Vergleich zu den Vorjahren, veröffentlicht werden.

Bei einem bilanziellen Stromprodukt über ein potenzielles Bürgerenergiewerk kann die Anzahl der abgeschlossenen Verträge sowie die bereitgestellte Energie kommuniziert werden. Auf diese Weise kann ausgewertet werden, welcher Anteil des Strombedarfs von Fitzbek bereits über das lokale Bürgerenergiewerk lokal erzeugt und verbraucht wird.

5.2.4 MOBILITÄT

Bei der Mobilität gibt es verschiedene Controlling Möglichkeiten, die sich auf die verschiedenen Bereiche (z.B. individueller Personenkraftverkehr) beziehen:

- Anzahl gemeldeter E-Fahrzeuge (über das Kraftfahrtbundesamt)
- Auslastung des Carsharing-Angebotes (wie z.B. des Dörpsmobils)
- Stromabnahme an öffentlichen Ladesäulen (Mobilitätsstation)
- Auslastung des Nahverkehrs

5.3 UMSETZUNGHEMMNISSE

Im Folgenden werden Umsetzungshemmnisse für die verschiedenen Maßnahmenbereiche kategorisiert dargestellt und beschrieben. Zusätzlich werden Überwindungsmöglichkeiten aufgezeigt.

5.3.1 ENERGETISCHE SANIERUNG

Die Umsetzungshemmnisse im Bereich der energetischen Sanierung wurden in die vier Kategorien „Persönliche“, „Finanzielle“, „Bauliche“ und „Sonstige“ aufgeteilt. Als persönliche Hemmnisse werden solche angesehen, welche die Bedenken der Immobilienbesitzer zu Durchführung und Ergebnissen der Energieeffizienzmaßnahmen beschreiben. Finanzielle Hemmnisse beschreiben ökonomische Gesichtspunkte und die finanzielle Ausgangssituation der Immobilienbesitzer. Bauliche Hemmnisse betreffen die Umsetzbarkeit der Maßnahmen, die durch Auflagen oder bautechnische Gründe eingeschränkt werden.

Persönliche Hemmnisse

- Energetischer Zustand der Immobilie ist nicht oder nur geringfügig bekannt (kein Problembewusstsein)
- Fehlendes Interesse am Thema „Energetische Sanierung“
- Fehlendes Umweltbewusstsein
- Unterschätzung des Einsparpotenzials
- Andere Prioritäten zur energetischen Sanierung (Investitionen wie Auto, Urlaub, soziale Absicherung)
- Befürchtung einer fachlichen Beratung eines Sachverständigen, die weder vollumfänglich noch unabhängig informiert
- Sorge vor negativen Ergebnissen der energetischen Sanierung (Bauschäden, Ästhetik, Komfortverlust, mangelhaft ausgeführte Arbeiten)
- Überforderung durch Vielschichtigkeit der Zusammenhänge der technischen, finanziellen und zeitlichen Aspekte
- Vorurteile gegenüber neuen Technologien
- Befürchtungen von Komfortverlust während der Bauarbeiten
- Lange Unbewohnbarkeit der Immobilie

Finanzielle Hemmnisse

- Geringe Wirtschaftlichkeit der Sanierung, Unklarheit zu Kosten/Wirtschaftlichkeit
- Enorme Preissteigerung im Bereich Baustoffe und Sanierung
- Zu hohe Investitionskosten/zu schwaches Einkommen
  - Hohe Kosten der Maßnahmen können zu alternativen Maßnahmen mit geringerer Energieeffizienz bzw. höherer Umweltbelastung führen
- Teilweise lange Amortisationszeiten → langfristige Bindung von Kapital
  - Bedenken bei älteren Menschen, dass es sich für sie nicht mehr lohnt
- Ältere Menschen erhalten keinen Kredit für eine Maßnahme
- Vermieter ziehen keinen direkten Nutzen aus energetischer Sanierung
- Die Förderantragsstellung stellt einen großen Aufwand dar → nicht niederschwellig
  - Unübersichtlich, undurchsichtig, kompliziert, aufwändig
  - Externe Unterstützung notwendig
  - Bei Förderung für Gebäudehülle ist externe Beantragung Voraussetzung

Bauliche Hemmnisse

- Architektonische oder bautechnische Gründe, die die Durchführung verhindern/erschweren
- Dringlichere bauliche Vorhaben müssen umgesetzt werden
- Einschränkung durch Denkmalschutz
- Geringe Verfügbarkeit von Fachkräften für die Umsetzung

Da die Überwindungsmöglichkeiten oft mehrere dieser Bereiche betreffen, wurden diese zusammenhängend als allgemeine Lösungen formuliert.

Überwindungsmöglichkeiten

- Kostenlose energetische Erstberatungen mit individuell angepassten Sanierungsvorschlägen
- Vorführung bereits sanierter Immobilien
    - Hinweis/Aufzeigen des Komfortgewinns
- Öffentliche Informationsveranstaltungen oder Onlineportal mit Informationen zu:
    - Energetische Zustände
    - Möglichkeiten und Vorteile einer energetischen Sanierung
    - (typische) technische Umsetzungsmöglichkeiten
    - Finanzielle Anreize und Fördermöglichkeiten
    - Komfortgewinn
- Unabhängige Unterstützung bei Antragstellung von Fördermitteln
- Einsatz eines Sanierungsmanagers zur Betreuung der Immobilienbesitzer
- Zusätzliche kommunale Angebote zur finanziellen Förderung und Beratung energetischer Sanierungsmaßnahmen
- Bewerbung und Durchführung von Webinaren zum Thema „energetische Sanierung“
- Änderung der rechtlichen, politischen und bürokratischen Rahmenbedingungen, zur Vereinfachung der Förderanträge/Erhöhung der Flexibilität
- Erweiterung des Sanierungshorizontes
- Beratung/Hinweis zu Mieteinnahmenerhöhung

5.3.2 WÄRMENETZ

Wie bereits bei den Hemmnissen der energetischen Sanierung werden die Hemmnisse eines Wärmenetzes in unterschiedliche Kategorien aufgeteilt. Persönliche Hemmnisse stellen eben jene dar, die Anwohner an einem Anschluss an das Wärmenetz hindern. Unter sonstigen Hemmnissen werden alle baulichen und finanziellen Hemmnisse bei der Planung und Errichtung eines Wärmenetzes aus Betreibersicht zusammengefasst.

Persönliche Hemmnisse

- Akzeptanz
- Angst vor starken Preissteigerungen in der Zukunft (Abhängigkeit vom Betreibenden des Netzes), welche stark durch die tatsächlich hohen Preissteigerungen bei vorwiegend fossil betriebenen Netzen zu Beginn des Ukrainekonfliktes gefördert wurde
- Investitionskosten für den Anschluss an das Wärmenetz
- Vorurteile gegenüber neuen Technologien
- Fehlendes Interesse am Thema – Kein ausreichendes Verständnis für die Funktion eines Wärmenetzes und als Folge Angst um Versorgungssicherheit
- Fehlendes Umweltbewusstsein
- Unterschätzung des finanziellen Einsparpotenzials bei hoher Anschlussquote

Sonstige Hemmnisse

- Hohe initiale Investitionskosten für den Bau des Wärmenetzes & der Erzeugungsanlagen
- Bestehendes Risiko, keinen Betreiber für das Wärmenetz zu finden
- Bei geringen Anschlussquoten können Kostensteigerungen bei Investitionen oder dem Energieeinkauf zu einer Unwirtschaftlichkeit des Wärmenetzes führen
- Es findet sich kein passender Standort für Heizzentrale (Sollte kein passender Standort in der Nähe der Gemeinde gefunden werden, kann eine lange Zuleitung die Vollkosten des Netzes erhöhen)
- Es kommt zu keiner Einigung mit Betreibern von Wind- oder PV-Anlagen (zur Versorgung des Wärmenetzes mit EE-Strom)
- Die Errichtung eigener regenerativer Stromquellen kann auf Grund von Flächenverfügbarkeit oder anderen Faktoren nicht umgesetzt werden

Überwindungsmöglichkeiten

- Die Aufklärungsmöglichkeiten über eine mögliche Wärmenetzplanung stellt einen wichtigen Teil bei der Überwindung der vorgestellten Hemmnisse dar. Über Informationsaushänge, Kampagnen und Infoabende kann den Anwohnenden die Unsicherheit bei dem Thema genommen werden und so die Akzeptanz erhöht werden.
- Darüber hinaus kann sich die Gemeinde in einem frühen Stadium der Projektentwicklung mit öffentlichen Liegenschaften für einen Anschluss an das Wärmenetz entscheiden und sich bestenfalls an einer möglichen Betreibergesellschaft beteiligen. So wird eine entsprechende Signalwirkung innerhalb der Gemeinde erzeugt. Zusätzlich kann durch eine Beteiligung an der Betreibergesellschaft ein nachhaltiger und für die Anschlussnehmer fairer Betrieb des Wärmenetzes gewährleistet werden.
- Dafür sollte direkt mit Beginn einer Wärmenetzplanung der Austausch mit Flächeneigentümern und Betreibern von Wind- oder PV-Anlagen in der Umgebung begonnen werden.
- Einbindung von Förderprogrammen und Zuschüssen
- Förderung von Eigeninitiativen, wie z.B. durch Gründung von Bürgerenergieprojekten

5.3.3 STROM

Folgende Hemmnisse sind bei der Stromversorgung in Fitzbek wesentlich:

- Marktlage PV: Aktuell sind die Preise für Module niedrig, die Kosten für Dienstleister jedoch hoch
- Aktuelle Strompreisentwicklung: Für ein Bürgerenergiewerk und die Vermarktung bilanzieller Stromprodukte sorgen die aktuellen Strompreise an der Börse und die Unsicherheit für die weitere Preisentwicklung dafür, dass aktuell wahrscheinlich keine günstigen Stromtarife angeboten werden könnten
- Umsetzung Bürgerenergiewerk: Stakeholder finden, einbinden und verantworten (koordinativer Aufwand)

5.3.4 MOBILITÄT

Im Bereich der Mobilität werden die Hemmnisse aufgeteilt nach individuellem Personenkraftverkehr, ÖPNV und Carsharing.

Individueller Personenkraftverkehr

- Angst vor fehlender oder nicht ausreichender Ladeinfrastruktur
- Angst vor nicht ausreichender Reichweite von E-Autos
- Image des E-Autos: *„Kleines Spielzeug Auto.“*
- Aktuell haben E-Fahrzeuge ein deutlich höheres Investment als herkömmliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor
- Lieferschwierigkeiten (frühzeitige Planung und Flexibilität)

ÖPNV

- Komforteinbußen durch Abhängigkeit von Fahrplänen
- Fehleinschätzung bei der Höhe der Kosten
  → Fahrtkosten werden häufig nicht mit den Gesamtkosten einer eigenen Fahrzeughaltung, sondern mit aktuellen Brennstoffpreisen verglichen
- Angst vor nicht ausreichender Verfügbarkeit des ÖPNV im öffentlichen Raum

Carsharing (Dörpsmobil)

- Verantwortlichkeiten
- Abschreckung durch logistischen Aufwand (zusätzlich App installieren, buchen, hinfahren, …)
- Akzeptanz von Carsharing Angeboten
  → Aufklärung und Werbung, Erfahrungsaustausch

5.3.5 ALLGEMEINE HEMMNISSE

Zu allgemeinen Hemmnissen gehören die folgenden:

- Aktive Akteure vor Ort (Kümmerer vor Ort)
  → direkt am Anfang der Umsetzungsbegleitung Verantwortliche_n wählen/bestimmen
- Verfügbarkeit Ressourcen (Mensch wie Rohstoff)
  → frühzeitige, langfristige Planung, kurze Entscheidungswege → Kontingente sichern
- Unsicherheit am Markt
  - Preissteigerungen / Unsicherheiten in Anwohnerschaft
- Akzeptanz schaffen bei lokalen Playern (konkretisiert in jeweiligen Punkten)
  - Überwindung: Kampagnen und Infos (Im Idealfall aus dem Dorf heraus)

5.4 SANIERUNGSMANAGEMENT

Das Sanierungsmanagement sollte im direkten Anschluss an die Fertigstellung dieses Konzeptes zur Begleitung der Umsetzung und detaillierten Ausarbeitung der formulierten Maßnahmen starten, um ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen. Wie bereits beschrieben wird es in der näheren Zukunft kein bezuschusstes Sanierungsmanagement geben. Die konkrete Umsetzung der im Quartierskonzept erarbeiteten Maßnahmen ist dadurch gefährdet. Für die Umsetzung ist die Gemeinde nun auf aktive und engagierte Akteure angewiesen, die nach der Beendigung des Quartierskonzeptes weiter machen und die Dekarbonisierung der Gemeinde Fitzbek vorantreiben.

Zusammengefasst lauten die Aufgaben, die von einem Sanierungsmanager übernommen werden sollten, wie folgt:

- Gesamtkoordination
- Vernetzung der Akteure
- Bürgerbeteiligung
- Informations- und Öffentlichkeitsarbeit
- Projektmanagement/Qualitätsmanagement in der Maßnahmenumsetzung
- Beratung vor Ort
- Monitoring/Evaluation
- Integration in ein umfassendes kommunales Klimaschutzmanagement

5.5 UMSETZUNGSPLAN

Im Folgenden wird ein detaillierter Umsetzungsplan definiert, der die Maßnahmen, deren Priorität und die zuständigen Akteure sowie einen Zeitplan enthält. Die Priorität wird durch die Darstellung von Bäumen beschrieben, wobei drei Bäume die höchste Priorität darstellen und ein Baum die niedrigste. Die Maßnahme mit der höchsten Priorität im Bereich der Wärmeversorgung ist der Bau eines Wärmenetzes. Hierfür ist es neben der Kundenakquise von zentraler Bedeutung ein geeignetes Betreibermodell zu finden. Die Sanierung von Wohngebäuden sowie Einzelversorgungslösungen sind Maßnahmen mit mittlerer Priorität. Die Beratung und Begleitung bei der Umsetzung von erneuerbaren dezentralen Heizungsvarianten ist ein zentraler Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität in Fitzbek. Wesentliche Bestandteile dieser Maßnahme sind die Unterstützung bei der Fördermittelakquise und die Durchführung von Informationsveranstaltungen. Hierbei werden vor allem auch die Bewohner_innen der nicht im Ortskern liegenden Randsiedlungen auf dem Weg zur Klimaneutralität unterstützt.

Tabelle 5-1: Umsetzungsplan - Wärme

Nr.	Maßnahme	Akteure	Zeitraum	Priorität
	Wärme			
1.	**Zentrale Wärmeversorgung**			
	• Findung eines Betreibermodells (z.B. Gemeindeenergiewerk)	Gemeinde	2. Halbjahr 2025	
	• Machbarkeitsstudie nach BEW - Modul 1	Planungsbüro	1. Halbjahr 2026	
	• Kundenakquise	Gemeinde / Betreiber	ab 2. Halbjahr 2026	
	• Informationsveranstaltungen und Aufklärungskampagnen	Beratungsunternehmen	fortlaufend	
	• Realisierung des Netzes (Beginnend mit Antragsstellung BEW – Modul 2)	Betreiber / Planungsbüro / Gemeinde	ab 2. Halbjahr 2026	
2.	**Dezentrale Wärmeversorgung**			
	• Kostenlose initiale und individuelle Beratungsangebote für Bewohner_innen	Planungsbüro / Gemeinde	Fortlaufend	
	• Unterstützung bei Fördermittelakquise und Umsetzung	Gemeinde / Bauunternehmen		
3.	**Sanierung Wohngebäude**			
	• Kostenlose initiale und individuelle Beratungsangebote für Bewohner_innen	Eigentümer / Bauunternehmen		
	• Unterstützung bei der Fördermittelakquise	Eigentümer / Bauunternehmen		
	• Dokumentation der Beratungen als Monitoring-Tool	Gemeinde / Beratungsunternehmen	Fortlaufend	
	• Informationsveranstaltungen	Gemeinde / Beratungsunternehmen		

Im Bereich der Stromversorgung hat die Errichtung und Nutzung erneuerbarer Energieanlagen im Quartier die höchste Priorität. Dazu gehören die Installation von Freiflächen-PV-Anlagen, die Nutzung lokaler EE-Anlagen zur Stromlieferung und die Überprüfung der Genehmigungsfähigkeit der Flächen. Diese Maßnahmen erfordern eine langfristige Planung und Umsetzung. Die Maßnahmen mit niedrigerer Priorität im Bereich Strom sind der Vertrieb regionaler EE-Produkte und die Nutzung von PV-Dachanlagen und Speichertechnologien für Einzellösungen. Diese beinhalten die Gründung eines Bürger- oder Gemeindewerkes, die Erstellung von Produktportfolios sowie die Unterstützung bei Eigenversorgungslösungen.

Tabelle 5-2: Umsetzungsplan - Strom

Nr.	Maßnahme	Akteure	Zeitraum	Priorität
	Strom			
4.	**Errichtung Erneuerbarer Energien zur Nutzung im Quartier**			
	• Gewinnung lokaler EE-Anlagen zur Stromlieferung für das Quartier	Gemeinde	2. Halbjahr 2025	
	• Akquirieren von Flächen und Prüfen der Genehmigungsfähigkeit	Planungsbüro, Gemeinde	ab 2. Halbjahr 2025	
	• Errichtung eigener PV-Anlagen	Planungsbüro, Gemeinde	ab 1. Halbjahr 2026	
	• Umsetzungsbegleitung bei der Errichtung	Planungsbüro, Gemeinde	1. Halbjahr 2026 – 1. Halbjahr 2028	
5.	**Vertrieb regionaler EE-Produkte**			
	• Gründung eines Bürgerenergiewerkes/Gemeindewerkes	Gemeinde	2. Halbjahr 2025	
	• Erstellung der Produktportfolios (Haushaltsstromtarif, Mobilitätstarif und Wärmepumpentarif)	Marketingagentur, Planungsbüro	1. Halbjahr 2026	
	• Werbung & Vermarktung	Marketingagentur	1. Halbjahr 2026	
6.	**PV-Dachanlagen & Speichertechnologien für Einzellösung**			
	• Ergänzend zu Nummer 3 (Sanierung Wohngebäude)	Planungsbüro	fortlaufend	
	• Unterstützung bei Eigenversorgungslösungen	Planungsbüro, Bauunternehmen		

Die Maßnahmen im Bereich Mobilität und Städteplanung haben eine niedrige Priorität, da der Nutzen einer Umsetzung im Vergleich zu den anderen Maßnahmen und dem damit verbundenen Aufwand geringer ist. Die Klimaanpassungsmaßnahmen zielen darauf ab, die Lebensqualität und Umweltbedingungen im Quartier zu verbessern. Eine umfangreichere Liste aller empfohlenen städtebaulichen Maßnahmen kann dem Abschnitt 2.2.6 entnommen werden.

Tabelle 5-3: Umsetzungsplan - Mobilität & Städteplanung

Nr.	Maßnahme	Akteure	Zeitraum	Priorität
	Mobilität & Städteplanung			
7.	**Förderung der Elektromobilität innerhalb der Gemeinde**			
	• Beratung zur Errichtung privater Ladesäulen	Gemeinde / Beratungsunternehmen	fortlaufend	
	• Errichtung öffentlicher Ladesäulen	Gemeinde / Energieversorger	ab 2. Halbjahr 2025	
	• Aufklärungskampagnen zu Vorurteilen gegenüber der Elektromobilität	Gemeinde / Beratungsunternehmen	fortlaufend	
8.	**Carsharing**			
	• Umfragen und Informationsveranstaltungen zur Bedarfsermittlung organisieren	Gemeinde / Beratungsunternehmen	1. Halbjahr 2026	
	• Carsharing Angebot schaffen	Gemeinde / Carsharing-Anbieter	2. Halbjahr 2026	
9.	**Radverkehr**			
	• Ausbau und Beleuchtung von Radwegen, die in und aus dem Quartier führen	Gemeinde / Bauunternehmen	1. Halbjahr 2027	
	• Serviceangebot für Fahrräder schaffen (Reparatur- und Luftpumpstationen)	Gemeinde / lokale Unternehmen	2. Halbjahr 2025	
	• Errichten von Abstellmöglichkeiten für Fahrräder an zentralen Orten	Gemeinde / Bauunternehmen	2. Halbjahr 2025	
10.	**Städtebauliche Maßnahmen**			
	• Entsiegelung von Flächen	Gemeinde / Bauunternehmen	1. Halbjahr 2027	
	• Pflanzung von Gehölzen, die mit Wetterextremen zurechtkommen	Gemeinde / lokale Unternehmen	fortlaufend	
	• Anlage von artenreichen Beständen	Gemeinde / lokale Unternehmen	fortlaufend	

6 LITERATURVERZEICHNIS

ADAC e.V. (08. 11 2024). *Top 30: Das sind die sparsamsten Plug-in-Hybride*. Von https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/autokosten/sparsamste-plug-in-hybride/ abgerufen

ADFC. (2020). Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club - Förderung kommunaler Radverkehrsinfrastruktur. Abgerufen am 8. Juli 2022 von https://www.adfc.de/artikel/foerderung-kommunaler-radverkehrsinfrastruktur

BAFA. (2021). Informationsblatt CO2-Faktoren .

BAFA. (2. August 2022). Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): EU Kommission genehmigt Förderung von grünen Fernwärmenetzen. (B. f. Ausfuhrkontrolle, Hrsg.) Von https://www.bafa.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/Energie/Energieeffizienz_waermenetze/20220822.html abgerufen

BDEW. (2016). *Leitfaden - Abwicklung von Standardlastprofilen Gas.* Berlin: Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft.

BGW, B. d.-u. (2006). *Anwendung von Standardlastprofilen zur Belieferung nicht-leistungsgemessener Kunden.* Berlin und Brüssel: wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH.

BMDV. (Dezember 2018). Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur - Mobilität in Deutschland. Abgerufen am 5. Juli 2022 von http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Tabellenband_Deutschland.pdf

BMKW. (14. Juli 2022). *65 Prozent erneuerbare Energien beim Einbau von neuen Heizungen ab 2024.* https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/65-prozent-erneuerbare-energien-beim-einbau-von-neuen-heizungen-ab-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Von https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/65-prozent-erneuerbare-energien-beim-einbau-von-neuen-heizungen-ab-2024.pdf?__blob=publicationFile&v=6 abgerufen

BMWi. (2021). *Energieeffizienz in Zahlen - Entwicklungen und Trends in Deutschland 2021.*

BMWK. (2023). *Bundesministerium für Wirtschaft und Klima.* Von Photovoltaik Strategie: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-stategie-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=6 abgerufen

BNetzA. (24. März 2023). *Marktstammdatenregister*. Von https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Startseite/ abgerufen

Böhm, T. d. (2022). Von https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/421/644 abgerufen

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie . (2024). Von Geoportal.de abgerufen

Bundesamt für Naturschutz (BfN). (15. November 2024). *Schutzgebiete Deutschland - Kartenanwendung*. Von https://geodienste.bfn.de/schutzgebiete?lang=de abgerufen

Bundesministerium für Digitales und Verkehr. (2024). *Flächendeckende Fahrradinfrastruktur durch das Sonderprogramm „Stadt und Land“*. Von https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Radverkehr/flaechendeckende-fahrradinfrastruktur-sonderprogramm-stadt-und-land.html abgerufen

Bundesnetzagentur. (2023). Anzulegende Werte für Solaranlagen November 2021 bis Januar 2022.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft. (2021). BDEW-Heizkostenvergleich Altbau 2021. Abgerufen am 5. Mai 2022 von https://www.bdew.de/media/documents/BDEW-HKV_Altbau.pdf

C.A.R.M.E.N e.V. (12. 02 2024). *Heizungsmodernisierung - ein Kostenvergleich.* Abgerufen am 10. Juni 2022 von https://www.carmen-ev.de/2024/02/12/heizungsmodernisierung-im-einfamilienhaus-ein-kostenvergleich/

C.A.R.M.E.N. e.V. (2023). *Freiflächen-Photovoltaikanlagen Leitfaden.* Straubing.

CDC, D. C. (2024). *Stundenmittel der Stationsmessungen der Windrichtung in ca. 10 m Höhe in Grad für Deutschland.*

DA Nord. (2024). Von https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/Anonym/index.html?lang=de#/ abgerufen

DEPI. (2023). *DEPI-Informationsblatt - Heizenergiebedarfsberechnung mit Herstellerkennwerten.* Von https://depi.de/nginx-ada-assets/47652d27-31f0-44bc-9ec1-b0d2459f52e2 abgerufen

Digitaler Atlas Nord. (2024). Von https://danord.gdi-sh.de/viewer/resources/apps/appuebersicht/index.html?lang=de abgerufen

Dörpsmobil SH. (2020). Ein Leitfaden für elektromobiles Carsharing im ländlichen Raum. Abgerufen am 4. Juni 2022 von https://www.doerpsmobil-sh.de/fileadmin/user_upload/Anlage_Doerpsmobil_Leitfaden_Dez_2020.pdf

EEG vom 8. Mai 2024. (08. 05 2024).

Energie Codes und Services GmbH. (kein Datum). *Ladensäulenregister.* Von https://ladesaeulenregister.de/ abgerufen

Fraunhofer ISE. (14. Februar 2020). PVT - Status Quo für den Anwendermarkt. Abgerufen am 2. August 2022 von https://www.getec-freiburg.de/fileadmin/content/GETEC/PDF_Dokumente/Vortraege_2020/FR_PVT_KramerK_final_V2.pdf

Fraunhofer ISI. (2022). *Neuere Plug-in Hybridfahrzeuge weichen beim Kraftstoffverbrauch noch stärker von Testzyklen ab als frühere Modelle*. Von https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2022/presseinfo-16-Kraftstoffverbrauch-Plug-in-Hybridfahrzeuge.html abgerufen

Frischknecht, R. e. (2012). Primärenergiefaktoren von Energiesystemen.

Gebäude Energieberater. (10. 04 2024). *Verband klagt über schwache Sanierungsrate* . Von https://www.geb-info.de/expertenwissen/verband-klagt-ueber-schwache-sanierungsrate abgerufen

Gebäudetypologie-SH. (2012). *Gebäudetypologie Schleswig-Holstein: Leitfaden für wirtschaftliche und energieeffiziente Sanierungen verschiedener Baualtersklassen.* Kiel: Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen.

GEG. (2022). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz).*

Gemeinde Fitzbek. (1999). *Gemeinde Fitzbek.* Von https://www.fitzbek.de/ abgerufen

hvv Hamburger Verkehrsverbund Gesellschaft mbH. (15. November 2024). *Linienfahrplan*. Von https://www.hvv.de/de/linienfahrplan abgerufen

ifeu. (2014). *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland.* Heidelberg.

Kleinertz, B. F. (2019). Vergleich und Bewertung verschiedener Speicherkonzepte für Nahwärmenetze der 4. Generation. *Vortrag im Rahmen der 11. Internationalen Energiewirtschaftstagung IEWT vom 13. – 15. Februar 2019 in Wien*.

Kraftfahrt-Bundesamt. (2024). *Zulassungsbezirke und Gemeinden 2024.* Von https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/ZulassungsbezirkeGemeinden/zulassungsbezirke_node.html abgerufen

Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein. (kein Datum). Von https://www.lwbv.de/lwbv/wp-content/uploads/2018/07/Wasserverbaende.pdf abgerufen

M. Dietmannsberger, M. F. (2017). *Anforderungen an das Stromnetz durch Elektromobilität, insbesondere Elektrobusse, in Hamburg: Metastudie im Auftrag von Stromnetz Hamburg GmbH, Hamburger Hochbahn AG und Verkehrsbetriebe Hamburg Holstein GmbH.* Hamburg.

Meteonorm. (2024). *https://meteonorm.com/meteonorm-version-8.*

MIKWS SH. (13. 06 2024). Von Windenergienutzung (Räumliche Steuerung): https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/energie/windenergie-raeumliche-steuerung/Downloads/karte_potenzialflaechen.html?nn=9561f157-9597-43c1-912c-10292bb5f53e abgerufen

MILIG SH. (31. 12 2020). *Teilaufstellung des Regionalplans für den Planungsraum II in Schleswig-Holstein Kapitel 5.7 (Windenergie an Land).* Von https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/L/landesplanung/raumordnungsplaene/raumordnungsplaene_wind/fh_teilfortschreibung_lep_wind_RP2 abgerufen

MILIG SH. (01. 09 2021). *Grundsätze zur Planung von großflächigen Solar-Freiflächenanlagen im Außenbereich.* Von https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/S/stadtenwicklung-staedtebau/Downloads/erlass_SolarFreiflaechenanlagen.pdf?__blob=publicationFile&v=1 abgerufen

Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur des Landes Schleswig-Holstein. (2024). *Schleswig-Holstein Umweltportal* . Von https://umweltportal.schleswig-holstein.de/kartendienste;jsessionid=1A66A9F29A1CFB948C1E85570B1DA43D?lang=de&topic=thnaturschutz&bgLayer=sgx_geodatenzentrum_de_de_basemapde_web_raster_grau_DE_EPSG_25832_ADV&layers=b0c7bdcfc2a12dcd2015c5c986e92834&E=541031 abgerufen

Ministerium für Energiewende, Landschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND). (15. November 2024). *Umweltportal Schleswig-Holstein*. Von https://umweltportal.schleswig-holstein.de/kartendienste abgerufen

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. (2020). *Braunerde. Steckbriefe Brandenburger Böden.*

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. (2020). *Pseudogley. Steckbriefe Brandenburger Böden.*

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg. (2020). *Vega-Gley. Steckbriefe Brandenburger Böden.*

Ministerium für Umwelt, K. u.-W. (2019). Freiflächensolaranlagen. Handlungsleitfaden. Stuttgart.

Naturpark Aukrug e.V. (kein Datum). *Fitzbek im Naturpark Aukrug.* Von https://www.naturpark-aukrug.com/naturpark-aukrug/gemeinden/fitzbek abgerufen

OpenStreetMap - Karte. (2024). Von OpenStreetMap Deutschland - Karte abgerufen

Sattistikamt Nord . (2023). *Regionaldaten für Fitzbek*. Von https://region.statistik-nord.de/detail/0010000000000000000/1/354/1347/ abgerufen

Solarthermalworld. (8. Dezember 2021). Abgerufen am 2. August 2022 von https://solarthermalworld.org/news/between-three-and-eight-million-heat-pumps-2030/

Statista. (27. Januar 2022). Abgerufen am 6. Juli 2022 von https://de.statista.com/statistik/daten/studie/484054/umfrage/durchschnittsverbrauch-pkw-in-privaten-haushalten-in-deutschland/

Statistikamt Nord. (2022). *Regionaldaten für Fitzbek - Gebäude und Wohnungsbestand*. Von https://region.statistik-nord.de/detail/0000000010000000000/1/354/1347/ abgerufen

Statistische Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. (2022). *Statistikamt Nord.* Von https://region.statistik-nord.de/detail/0000000010000000000/1/352/1139/ abgerufen

TGA-Praxis. (12. Mai 2022). PVT-Wärmepumpensysteme für Mehrfamilienhäuser. Abgerufen am 2. August 2022 von https://www.tga-praxis.de/sites/default/files/public/data-fachartikel/MGT_2022_05_PVT-Waermepumpensysteme-_fuer-Mehrfamilienhaeuser_12-15.pdf

UBA. (November 2021). Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland. Abgerufen am 8. Juli 2022 von https://www.umweltbundesamt.de/bild/vergleich-der-durchschnittlichen-emissionen-0

Uhland, T. S. (2020). *energieagentur-suedwest.* Von https://www.energieagentur-suedwest.de/files/2020_05_solar_cluster_bw__pv-netzwerk_photovoltaik_in_kommunen_-_broschuere_online_final.pdf abgerufen

Umweltbundesamt. (3. März 2021). Radverkehr. Abgerufen am 7. Juli 2022 von https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/radverkehr#vorteile-des-fahrradfahrens

Umweltbundesamt. (2022). *CO2-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe.* Von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_28-2022_emissionsfaktoren-brennstoffe_bf.pdf abgerufen

Umweltbundesamt. (2024). *Energieeffizienz in Zahlen - Entwicklung und Trends in Deutschland 2023.* Von https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=3 abgerufen

Umweltbundesamt. (März 2024). *Erneuerbare Energien in Deutschland 2023*. Abgerufen am 27. März 2023 von https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erneuerbare-energien-in-deutschland-2023

VDEW. (1999). *Representative VDEW-Lastprofile.* Frankfurt (Main): Verband der Eletrizitätswirtschaft e. V.

Verein Deutscher Ingenieure. (2012). *Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung.*

wegatech. (2024). *Photovoltaik Ertrag - Die wichtigsten Einflussfaktoren im Überblick*. Von https://www.wegatech.de/ratgeber/photovoltaik/grundlagen/ertrag/ abgerufen

Wietschel, M., Preuß, S., Kunze, R., & Keller, M. (2022). *Laden von Elektrofahrzeugen in Deutschland mit.* Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Wirth, D. H. (2023). *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland.* Freiburg.