zeitenºgrad

# Abschlussbericht

–

## Integriertes energetisches Quartierskonzept für die Gemeinde Mühbrook

# Impressum

**Auftraggeber**:

Gemeinde Mühbrook
Unter den Linden 2
24582 Mühbrook

Ansprechpartner:
Bürgermeister Andreas Schilling

---

**Auftragnehmer**:

zeiten°grad
KOMPETENZ IM KLIMASCHUTZ

Zeiten°Grad
Krug und Poggemann GbR
Holtenauer Straße 76
24105 Kiel

Ansprechpartner*innen:
Dr. Sebastian Krug
(Geschäftsführer)

Jan Möller
(Senior Consultant)

---

**mit Unterstützung von:**

Energieberatung Asbahr

Energieberatung Asbahr
Inh. Jan Asbahr, Ingenieur M.A.
Hauptstraße 26
25582 Hohenaspe

Ansprechpartner: Jan Asbahr
(Inhaber und Geschäftsführer)

---

**Sowie:**

RECASE Regenerative Energien GmbH
Rendsburger Straße 54 C
24866 Busdorf
Ansprechpartner:
Niklas Gäthje
(Projektingenieur Energy Systems)

Mitja Klatt

(Projektingenieur Energy Systems)

und

SolarHub GmbH
Bäumleacker 9
79117 Freiburg

Ansprechpartner: Daniel Watz
(Geschäftsführer)

**Anmerkung**:

Zur effizienten und zielführenden Auftragsbearbeitung bedient sich Zeiten°Grad modernster Techniken und Arbeitsweisen. In diesem Rahmen kommen bei der Erstellung von Dokumenten, Texten und Grafiken u. a. auch KI-basierte Softwareanwendungen zum Einsatz.

Veröffentlichungsdatum: [Veröffentlichungsdatum].

# Inhalt

Abbildungsverzeichnis ..... 5
Tabellenverzeichnis ..... 6
1. Zusammenfassung ..... 7
2. Einleitung ..... 9
2.1. Anlass und Zielsetzung ..... 9
2.2. Quartiersbeschreibung ..... 9
3. Methodik ..... 15
4. Ausgangsanalyse ..... 16
4.1. Wärme ..... 16
4.2. Strom ..... 19
4.3. Stromverbrauch ..... 19
4.4. Analyse der Mobilitätssituation ..... 22
5. Energie- und Treibhausgasbilanz ..... 28
5.1. Methodik ..... 28
5.2. Bilanz ..... 28
6. Potenzialanalyse ..... 32
6.1. Musterhäuser ..... 32
6.2. Wärmeversorgungsvarianten für Mühbrook ..... 41
6.3. Stromwende ..... 45
6.4. Mobilitätswende ..... 52
6.5. Konsumwende ..... 55
6.6. Klimaanpassung ..... 55
6.7. $CO_2$-Ausgleich ..... 57
7. Maßnahmen ..... 59
7.1. Maßnahmenübersicht ..... 59
7.2. Maßnahmenblätter nach Handlungsfeldern ..... 60
8. Öffentlichkeitsbeteiligung ..... 99
8.1. Durchgeführte Veranstaltungen ..... 99
8.2. Bürger*innenbeteiligung und Informationsbereitstellung ..... 103
8.3. Pressebeiträge ..... 103
8.4. Verlosungen für Energiechecks ..... 103

9. Hemmnisse und Lösungsansätze ..... 104
9.1. Fehlende Umsetzungskapazität ..... 104
9.2. Individuelle, dezentrale Wärmeversorgung ..... 105
10. Aussagen zu Kontrolle und Monitoring ..... 106
10.1. Verantwortlichkeiten und Umsetzung der Maßnahmen ..... 106
11. Fazit ..... 108
12. Handlungsempfehlung ..... 108
13. Literaturverzeichnis ..... 109
14. Anlagen ..... 112

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gebäudekategorisierung Mühbrook Zentrum ..... 11
Abbildung 2: Bevölkerungsverteilung in Mühbrook ..... 12
Abbildung 3: Starkregenkarte Zentralmühbrook (Quelle: MEKUN, 2024) ..... 14
Abbildung 4: Starkregenkarte Hohenhorst (MEKUN, 2024) ..... 14
Abbildung 5: Vorgehensweise bei der Quartierskonzepterstellung ..... 15
Abbildung 6 Verteilung der Energieträger in Mühbrook ..... 16
Abbildung 7: Wärmeliniendichte Mühbrook Zentrum ..... 18
Abbildung 8: Wärmeliniendichte Hohenhorst ..... 18
Abbildung 9: Stromverbrauch nach Kategorien in einem Durchschnittshaushalt ..... 19
Abbildung 10: PV-Anlagen auf Dächern im Quartier ..... 20
Abbildung 11 Verteilung der PV-Anlagen nach Anlagengröße in Mühbrook ..... 21
Abbildung 12: Fahrradstellplätze am Bahnhof Bordesholm ..... 23
Abbildung 13 Pendlerströme in Mühbrook ..... 24
Abbildung 14: Radweg an der Bundesstraße bei Mühbrook ..... 25
Abbildung 15: Beleuchteter Fuß- und Wanderweg ..... 26
Abbildung 16: Verbindungsstraße Mühbrook – Hohenhorst ..... 26
Abbildung 17 Aufteilung der $CO_2$-Emissionen nach Sektoren in Tonnen pro Jahr ..... 29
Abbildung 18 Musterhaussanierung: Primärenergiebedarf ..... 34
Abbildung 19: Kerndämmung: Einbau und Dämmmaterial ..... 36

Abbildung 20: Endenergie nach Anwendungsbereichen im privaten Haushalt ..... 37
Abbildung 21: $CO_2$-Emissionen durch Feuerungsanlagen in privaten Haushalte ..... 38
Abbildung 22: Jahresmittel der Windgeschwindigkeiten in 10m Höhe ..... 48
Abbildung 23 Auszug aus dem Solardachkataster KSA RD-ECK ..... 51
Abbildung 24: Ideensammlung aus der Auftaktveranstaltung ..... 100
Abbildung 25: aktive Bürgerbeteiligung mit Zeiten°Grad ..... 100
Abbildung 26: Vortrag der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein zur Eigenversorgung ..... 102
Abbildung 29: Beispiele der „Energie-Checks“ Kurzbericht ..... 104

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Strombedarf und Stromerzeugung im Quartier ..... 20
Tabelle 2 Aufstellung der Photovoltaikanlagen in Mühbrook. ..... 21
Tabelle 3: Übersicht der für das Quartier relevanten Emissionsfaktoren ..... 28
Tabelle 4 $CO_2$eq-Bilanz für die Gemeinde Mühbrook ..... 29
Tabelle 5 Zielwerte 2030 ..... 30
Tabelle 6 Zielwerte 2040 ..... 31
Tabelle 7 Übersicht der Untersuchten Musterhäuser in Mühbrook ..... 33
Tabelle 8 Vergütungssätze für PV-Dachanlagen ..... 52

# 1. Zusammenfassung

**Ausgangslage und Ziel des Konzepts**

Die Gemeinde Mühbrook hat mit Unterstützung durch das Beratungsunternehmen Zeiten°Grad ein integriertes energetisches Quartierskonzept (IEQK) erarbeiten lassen. Ziel dieses Konzepts ist es, Mühbrook auf dem Weg zur klimaneutralen Energieversorgung zu unterstützen – insbesondere im Wärmesektor, der den größten Anteil am Endenergieverbrauch und an den Treibhausgasemissionen aufweist.

Der Fokus liegt auf einer detaillierten Analyse des Gebäudebestands, der aktuellen Wärme- und Stromversorgung sowie auf der Identifikation realistischer und wirtschaftlicher Maßnahmen zur Reduktion von $CO_2$-Emissionen. Neben technischen Aspekten standen insbesondere soziale Akzeptanz, Transparenz und Beteiligung im Mittelpunkt der Konzeption. Die kommunalpolitischen Akteure erhalten mit dem IEQK eine fundierte Entscheidungsgrundlage für zukünftige Maßnahmen im Bereich Klimaschutz und nachhaltiger Quartiersentwicklung.

**Energetische Ausgangssituation**

Mühbrook ist ländlich geprägt mit einer lockeren Bebauung durch überwiegend Ein- und Zweifamilienhäuser. Die Wärmeversorgung erfolgt derzeit größtenteils über fossile Heizsysteme – vor allem Öl- und Gasheizungen. Ein kleiner Teil der Gebäude nutzt bereits regenerative Heiztechnologien wie Wärmepumpen oder Biomasseheizungen. Auch in der Stromversorgung dominiert der Netzbezug, wobei durch Photovoltaikanlagen auf Wohnhäusern und einem Solarpark bereits ein nennenswerter Anteil des Stroms regenerativ erzeugt wird.

Die energetische Bilanz zeigt, dass insbesondere der Wärmesektor mit ca. 6,3 GWh/a den Großteil des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht. Damit ist er zugleich der Hauptverursacher der kommunalen $CO_2$-Emissionen. Im Bereich der Stromversorgung sind bereits erste Fortschritte zu verzeichnen, insbesondere durch den Ausbau von PV-Anlagen.

**Prüfung zentraler und dezentraler Wärmeversorgungsoptionen**

Ein zentrales Element des IEQK war die Prüfung, ob ein Nahwärmenetz für die Gemeinde wirtschaftlich und technisch umsetzbar ist. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass die Siedlungsstruktur von Mühbrook – mit geringer Wärmeliniendichte, großen Grundstücken und dezentraler Bebauung – nicht geeignet ist für ein flächendeckendes Nahwärmenetz. Selbst im verdichteten Kernbereich sind die Dichtewerte nicht ausreichend, um einen wirtschaftlichen Netzbetrieb dauerhaft sicherzustellen. Diese Einschätzung basiert auf Berechnungen zur Wärmeliniendichte, praktischer Erfahrung sowie Vergleichszahlen der KfW und des Landes Schleswig-Holstein.

Das Konzept kommt daher zu dem Schluss, dass dezentrale Lösungen, d. h. die individuelle Heizungsumstellung in den einzelnen Gebäuden, der sinnvollste Weg zur Wärmewende in Mühbrook ist. Entscheidend ist dabei, die Eigentümer*innen bei der Auswahl, Finanzierung und Umsetzung klimafreundlicher Heizsysteme zu unterstützen.

**Bedeutung der sozialen Akzeptanz und Mitnahme der Bevölkerung**

Da die Wärmewende in Mühbrook nicht zentral organisiert werden kann, kommt der Mitwirkung der Bevölkerung eine Schlüsselrolle zu. Nur wenn möglichst viele Haushalte bereit sind, ihre fossilen Heizungen zu erneuern und auf regenerative Systeme umzustellen, kann die Gemeinde ihre Klimaschutzziele erreichen. Damit dies gelingt, ist eine zielgruppengerechte Ansprache, transparente Kommunikation und konkrete Unterstützung notwendig.

Das IEQK betont, dass die Gemeinde die Bürgerinnen und Bürger aktiv begleiten muss – durch Energieberatungen, Informationsveranstaltungen und die Schaffung von Anreizen. Die bisherigen Beteiligungsformate (Workshops, Befragungen, Verlosungen von Energiechecks etc.) zeigen, dass grundsätzlich eine hohe Offenheit in der Bevölkerung für klimafreundliche Maßnahmen vorhanden ist – vorausgesetzt, sie sind wirtschaftlich tragfähig und nachvollziehbar.

**Maßnahmenfokus: Gebäudesanierung und Heizungstausch**

Ein zentraler Baustein des Konzepts ist die Unterstützung bei energetischen Sanierungen und dem Heizungstausch in privaten Wohngebäuden. Hier liegt das größte $CO_2$-Einsparpotenzial und gleichzeitig die größte Herausforderung. Viele Gebäude in Mühbrook sind sanierungsbedürftig, gleichzeitig fehlt es Eigentümer*innen häufig an Orientierung, wie ein systematischer Sanierungsfahrplan aussehen kann und welche Fördermittel zur Verfügung stehen.

Die Maßnahmenblätter im IEQK stellen eine Vielzahl an Handlungsmöglichkeiten dar – abgestimmt auf unterschiedliche Gebäudetypen, Investitionshöhen und Förderkulissen. Als besonders wirkungsvoll hebt das Konzept die Maßnahme W3: "Bündelausschreibung für Heizungstausch und Sanierung" hervor. Diese Maßnahme ermöglicht es der Gemeinde, gemeinsam mit interessierten Haushalten eine koordinierte Ausschreibung für mehrere Sanierungen oder Heizungserneuerungen zu organisieren. Dadurch lassen sich Skaleneffekte erzielen, Planungskosten senken und die Attraktivität für Handwerksbetriebe steigern. Gleichzeitig wird die Umsetzung für Eigentümer*innen vereinfacht und die Motivation durch das Gemeinschaftsgefühl gestärkt.

**Ausblick**

Das IEQK bietet der Gemeinde Mühbrook eine realistische, sozial verträgliche und wirtschaftlich tragfähige Grundlage, um den Weg in eine klimafreundliche Zukunft aktiv zu gestalten. Die Erkenntnisse aus dem Konzept ermöglichen es der Kommunalpolitik, zielgerichtet Maßnahmen zu fördern und umzusetzen – im Schulterschluss mit der Bürgerschaft.

Im nächsten Schritt ist es nun Aufgabe der politischen Gremien, die Prioritäten für die Umsetzung zu setzen, Fördermittel zu akquirieren und konkrete Strukturen (z. B. eine koordinierende Stelle) zu etablieren, um die Wärmewende in Mühbrook Schritt für Schritt gemeinsam mit den Menschen vor Ort zu realisieren.

# 2. Einleitung

## 2.1. Anlass und Zielsetzung

Die globalen Auswirkungen des Klimawandels auf Menschen und Umwelt sind unübersehbar und weltweit besteht Einigkeit darüber, dass es notwendig ist, die Emission von Treibhausgasen (THG) signifikant zu verringern. In Deutschland sorgen steigende Energiepreise und neue gesetzliche Vorgaben derzeit für eine verstärkte öffentliche Auseinandersetzung mit den Themen Klimaschutz, Anpassung an den Klimawandel und Nachhaltigkeit. Besonders die Sicherstellung einer zuverlässigen Versorgung mit Energie aus erneuerbaren Quellen zieht die Aufmerksamkeit von Regierung, Wirtschaft und Bürgern auf sich und konfrontiert sie mit verschiedenen Schwierigkeiten.

Das vorliegende Quartierskonzept zielt darauf ab, die Grundlagen für eine umweltfreundliche Energieversorgung in der Gemeinde Mühbrook zu schaffen und zugleich die Rate der Gebäudesanierungen zu steigern. Es berücksichtigt technische, ökologische, ökonomische, städtebauliche, naturschutzrelevante und soziale Faktoren. Somit dient das Konzept als solide Basis und Wegweiser für die zukünftige Planung energetischer Sanierungsmaßnahmen in der Gemeinde Mühbrook.

## 2.2. Quartiersbeschreibung

### 2.2.1. Lage und Charakterisierung

Die Gemeinde Mühbrook liegt im Herzen von Schleswig-Holstein im Kreis Rendsburg-Eckernförde, südwestlich der Landeshauptstadt Kiel. Umgeben von Wäldern und Feldern, bewahrt Mühbrook seinen ländlichen Charme, bietet aber gleichzeitig eine gute Anbindung an die Bundesstraße 4 und die Bahnstrecke Kiel-Neumünster, die durch die Nähe zur Gemeinde verlaufen. Der Ort besteht im Wesentlichen aus dem Kerngebiet Mühbrook und dem Ortsteil Hohenhorst.

Mühbrook ist überwiegend durch Ein- und Mehrfamilienhäuser geprägt, wobei die Wohnbebauung locker verteilt ist und sich in die dörfliche Struktur der Gemeinde einfügt. Naturnahe Flächen und der angrenzende Einfelder See im Landschaftsschutzgebiet bieten zahlreiche Möglichkeiten zur Erholung und tragen zur Lebensqualität bei. Das Gebiet zeichnet sich durch eine Mischung aus traditioneller ländlicher Lebensweise und modernen Ansätzen im Bereich der erneuerbaren Energien aus. In der Gemeinde finden sich bereits erste Ansätze zur Nutzung von Photovoltaikanlagen, was das lokale Interesse an nachhaltiger Energieversorgung unterstreicht.

Trotz der ruhigen Lage stellt die gute Erreichbarkeit über die nahegelegene Bundesstraße eine Verbindung zu den umliegenden Städten sicher. Damit bietet die Gemeinde sowohl ländliche Ruhe als auch die Möglichkeit zur schnellen Anbindung an größere urbane Zentren.

*Abbildung 1: Lage der Gemeinde Mühbrook mit den Ortsteilen (Quelle: Zeiten°Grad, Greenventory).*

### 2.2.2. Gebäudebestand

Im Quartier der Gemeinde Mühbrook befinden sich insgesamt 238 Gebäude, die in verschiedene Nutzungsarten unterteilt werden können. Der Großteil dieser Gebäude besteht aus privaten Wohngebäuden, welche etwa 93% des Gesamtbestands ausmachen. Darüber hinaus gibt es landwirtschaftlich genutzte Gebäude, die rund 3% des Bestands darstellen, sowie etwa 4% sonstige Gebäude, die gewerbliche oder öffentliche Zwecke erfüllen.

Die durchschnittliche, beheizte Wohnfläche pro Gebäude beträgt in der Gemeinde Mühbrook ca. 178 Quadratmeter. Dieser Wert wurde durch die Analyse vorhandener Daten der Anwohner*innenbefragung ermittelt. Bei eben dieser Befragung ergab sich eine Verteilung von 2,6 Personen pro Haushalt, was eine durchschnittliche Wohnfläche von 68,5m² pro Person bedeutet und somit über dem Durchschnitt sowohl in Schleswig-Holstein als auch bundesweit liegt. In Schleswig-Holstein beträgt die durchschnittliche Wohnfläche pro Person ungefähr 49,1 m² (Investitionsbank Schleswig-Holstein (IB.SH) 2025), während dieser Wert bundesweit etwa 47,5 m² beträgt (Stand 2023) (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2025).

Obwohl die Gemeinde Mühbrook keine offiziellen Baudenkmale hat, trägt die gut erhaltene ländliche Bausubstanz zur besonderen Wohnqualität und zum Charme der Gemeinde bei. Viele Gebäude, insbesondere Einfamilienhäuser, sind bereits für energetische Sanierungsmaßnahmen geeignet und bieten Potenzial für die Installation v on Photovoltaikanlagen, was die nachhaltige Entwicklung der Gemeinde unterstützt.

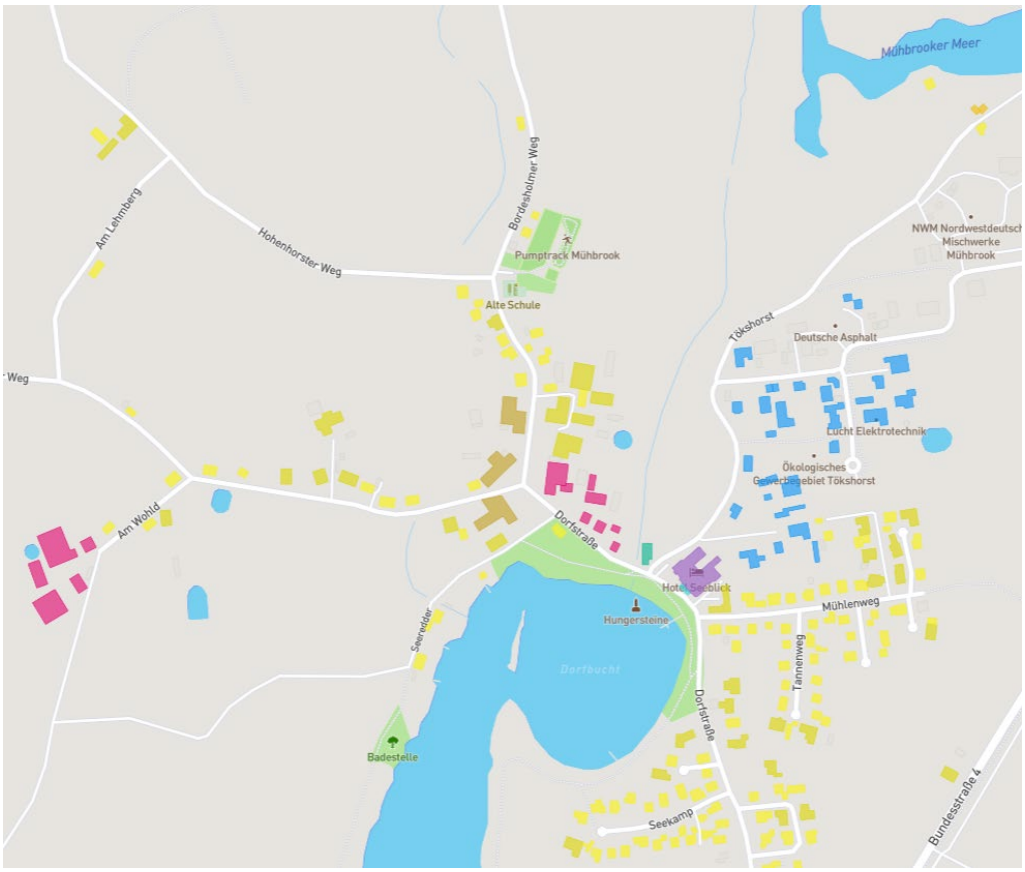



*Abbildung 1: exemplarische Gebäudekategorisierung in Mühbrook Zentrum. Gelb: Private Haushalte, rosa: landwirtschaftliche Gebäude, blau: Gewerbe lila: Dienstleistung (Quelle: Greenventory)*

### 2.2.3. Demographie

Die Gemeinde Mühbrook hat 552 Einwohner*innen. Die Geschlechterverteilung ist nahezu ausgeglichen: 279 Männer und 273 Frauen. Das Durchschnittsalter beträgt 45,6 Jahre, was auf eine mittlere Altersstruktur hinweist.

Die Bevölkerungsstruktur zeigt, dass 18,8 % der Menschen unter 18 Jahren sind, während die Altersgruppe der 18- bis 24-Jährigen nur 6,5 % ausmacht. In der Altersgruppe der 25- bis 29-Jährigen befinden sich 3,3 % der Bevölkerung. Der größte Anteil entfällt auf die 50- bis 64-Jährigen mit 28,8 %, gefolgt von den 30- bis 49-Jährigen, die 21,6 % der Bevölkerung ausmachen. Die über 65-Jährigen stellen einen nahezu gleichgroßen Anteil von 21,0 % (Statistikamt Nord: Meine Region - Datenanzeige für Mühbrook 2025Stand 31.12.2023).

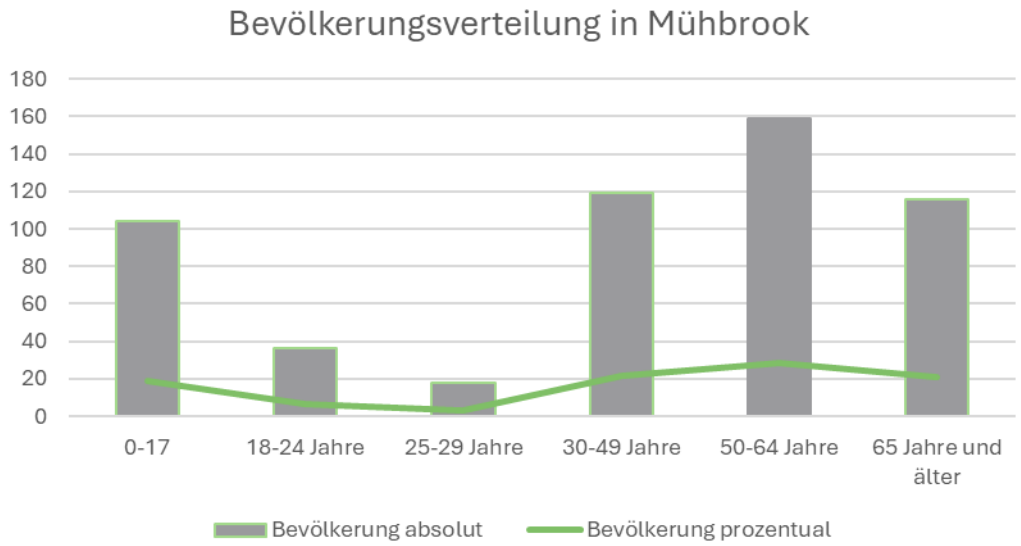



*Abbildung 2: Bevölkerungsverteilung in Mühbrook (eigene Darstellung nach Statistikamt Nord, 2024)*

### 2.2.4. Städtebauliche Rahmenbedingungen

Die städtebaulichen Rahmenbedingungen in der Gemeinde Mühbrook sind stark durch ihre ländliche Struktur und großflächige Grundstücke geprägt. Die durchschnittliche Flurstücksgröße liegt bei rund 6.932 m², was auf eine weitläufige Bebauung und landwirtschaftlich genutzte Flächen hinweist (Gemarkung Mühbrook / Schleswig-Holstein / Geoindex.io .

Diese großzügigen Grundstücke bieten theoretisch Potenzial für Bauverdichtungen, allerdings gibt es derzeit keine konkreten Pläne zur Erschließung neuer Wohngebiete außerhalb der bereits vorgesehenen Flächen für erneuerbare Energien, insbesondere für Photovoltaikanlagen.[1]

Die aktuellen städtebaulichen Entwicklungen konzentrieren sich in Mühbrook vor allem auf den Ausbau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Die Gemeinde verfolgt das Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen und dabei durch Ausgleichsmaßnahmen die Biodiversität zu fördern (Pro Regione GmbH 2023). Gleichzeitig bleibt Mühbrook seiner ländlichen Identität treu, da die Bebauung und Nutzung der Flächen stark auf die landwirtschaftliche Prägung und das naturnahe Umfeld abgestimmt sind.

Die Bodenrichtwerte für Mühbrook haben sich in den letzten Jahren stabilisiert und liegen derzeit bei etwa 120 €/m² was im Vergleich zu städtischen Gebieten relativ moderat ist. Dies spiegelt die

[1] Siehe Amt Bordesholm: Bebauungspläne der Gemeinde Mühbrook, siehe: https://www.bordesholm.de/unsere-gemeinden/muehbrook/bebauungsplaene [zuletzt abgerufen: 28.03.2025].

ländliche Lage wider, die zwar gute Anbindungen an Städte wie Kiel und Neumünster bietet, aber dennoch ein ruhiges und naturnahes Umfeld bewahrt.

### 2.2.5. Klimatische Faktoren

**Auswirkungen in Schleswig-Holstein**

Die Auswirkungen des Klimawandels sind in Schleswig-Holstein in verschiedenen Bereichen spürbar. Biologische Vielfalt, Wasserwirtschaft, Küstenschutz, Landwirtschaft, Tourismus und Verkehr stehen zunehmend unter Druck, weshalb auf Landes- und kommunaler Ebene Anpassungsstrategien entwickelt werden.

**Temperatur**

Im Verlauf der letzten Jahrzehnte hat sich die durchschnittliche Jahrestemperatur in Schleswig-Holstein um etwa 1,3 °C erhöht, was zu einer Zunahme von heißen Sommertagen und einer Verringerung von Frosttagen führte (Deutscher Wetterdienst (DWD) 2023). Diese Entwicklung ist mit Risiken für die menschliche Gesundheit und die Infrastruktur verbunden, da längere und intensivere Hitzeperioden erwartet werden. Diese Hitzeperioden sind häufig mit Trockenphasen verbunden, was zu Herausforderungen für die Landwirtschaft und die Wasserverfügbarkeit führt.

**Meeresspiegel**

Entlang der Ostseeküste stieg der Meeresspiegel im letzten Jahrhundert um etwa 16 cm an (Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND 2022). Prognosen des Weltklimarats (IPCC) zeigen, dass bis zum Ende des 21. Jahrhunderts ein weiterer Anstieg von 1 bis 2 Metern möglich ist, was erhebliche Folgen für den Küstenschutz mit sich bringt (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2021) .

**Niederschlagsextreme**

Zusätzlich deuten Klimaprojektionen auf eine Zunahme der jährlichen Niederschlagsmengen um mehr als 10 % hin, insbesondere im Winter. Mit der Häufung von Starkregenereignissen wird das Risiko für Überschwemmungen und die Belastung der Wasserwirtschaft in Schleswig-Holstein weiter steigen.

**Starkregenkarte**

Zusätzlich zur prognostizierten Zunahme von Starkregenereignissen hat das Land Schleswig-Holstein während der Projektlaufzeit eine Starkregenkarte für das gesamte Bundesland online veröffentlicht.[2] Diese Karte stellt für jedes potenzielle Überflutungsgebiet die Intensität sowie die möglichen Fließgeschwindigkeiten dar. Die Überflutungsgebiete sind insbesondere an bestehenden Wasserflächen und Flussläufen, wie dem Steingraben, deutlich erkennbar.

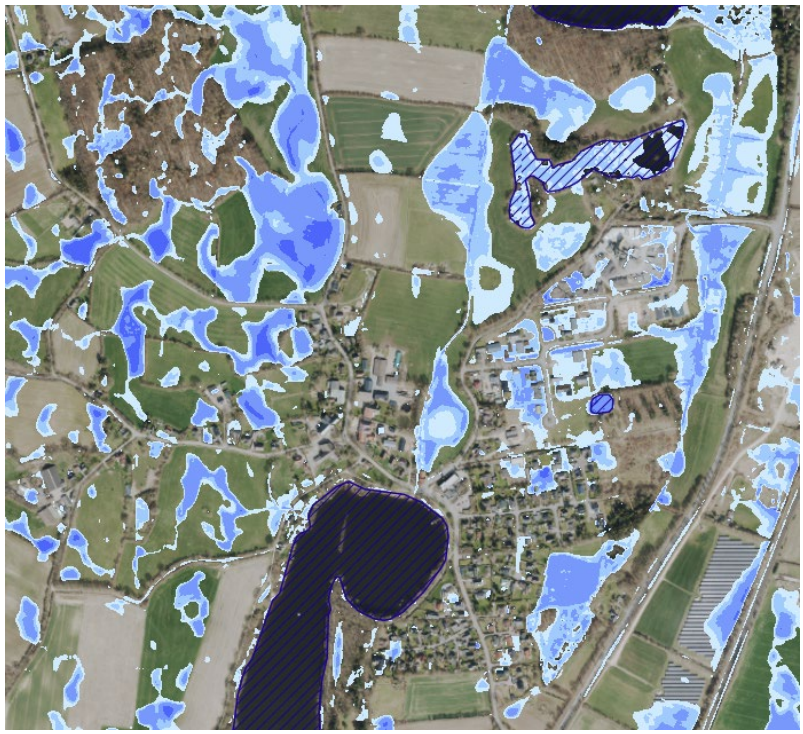


*Abbildung 3: Starkregenkarte Zentralmühbrook (Quelle: MEKUN, 2024)*

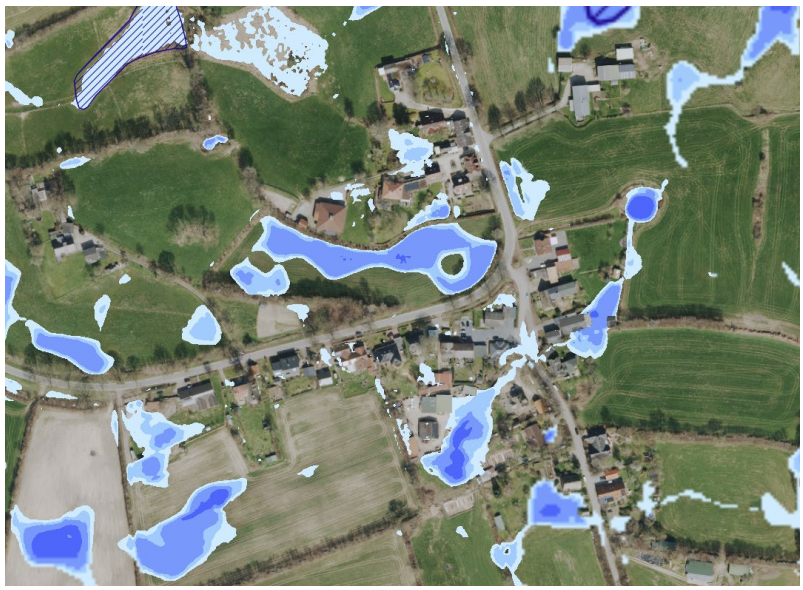


*Abbildung 4: Starkregenkarte Hohenhorst (MEKUN, 2024)*

[2] Siehe: https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/themen/kueste-wasser-meer/wasserstarkSH/starkregen [zuletzt abgerufen: 28.03.2025].

# 3. Methodik

Die Entwicklung eines energetischen Quartierskonzepts beginnt mit einer umfassenden Bestandsaufnahme, bei der relevante Daten aus verschiedenen Quellen zusammengetragen werden. Hierzu zählen Informationen von der Kommunalverwaltung, regionalen Energieversorgern, Schornsteinfegerbetrieben, den unteren Naturschutz- und Bodenbehörden, dem Marktstammdatenregister, der Kfz-Zulassungsstelle sowie von Anwohner*innen. Diese Daten bilden die Grundlage für eine detaillierte Analyse, die Aufbereitung in einem digitalen Quartiersmodell und die Berechnung der Energie- und Treibhausgasbilanz. Für das vorliegende Konzept kam die Software von Greenventory zum Einsatz, um einen digitalen Zwilling des Quartiers zu erstellen.

*Abbildung 5: Übersicht zur Vorgehensweise bei der Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts (Quelle: Zeiten°Grad)*

Neben der quantitativen Datenerhebung fand ein Auftaktworkshop mit Anwohner*innen sowie weiteren relevanten Akteuren statt, um gemeinsam Maßnahmen für die definierten Handlungsfelder zu erarbeiten. In diesem Rahmen wurden sowohl Herausforderungen als auch mögliche Energiequellen für die Wärmeversorgung besprochen. Auf Basis der Energie- und Treibhausgasbilanz sowie der Workshop-Ergebnisse wurde eine Potenzialanalyse durchgeführt. Die Potenziale wurden in die Bereiche Stromwende, Wärmewende, Mobilitätswende, Konsumwende, $CO_2$-Bindung und Klimaanpassung untergliedert.

Die größten Einsparmöglichkeiten und der größte klimaschutzrelevante Nutzen wurden in den Bereichen Strom- und Wärmewende identifiziert. Daher wurde diesen Feldern besondere Bedeutung beigemessen. Um die Beteiligung der Bevölkerung zu fördern, wurden während der Konzeptphase zehn Energieberatungen über die Verbraucherzentrale sowie zehn Photovoltaik-Beratungen durch SolarHub verlost. Zusätzlich wurden für fünf exemplarische Baualtersklassen Musterhaussanierungskonzepte entwickelt. Diese dienen als Vorlagen, um Sanierungswissen zu vermitteln und die Wärmewende gemeinschaftlich voranzutreiben.

Ein weiterer zentraler Bestandteil der Analyse war die Berechnung verschiedener Wärmenetzoptionen. Die identifizierten Potenziale und die gewonnenen Erkenntnisse aus der Bestandsaufnahme wurden genutzt, um unterschiedliche Netzvarianten zu bewerten.

Während der Phase der Maßnahmenentwicklung wurde ein detaillierter Maßnahmenkatalog ausgearbeitet, der folgende Schwerpunkte umfasst:

1. Maßnahmen zur energetischen Sanierung von Gebäuden,
2. Konzepte zur Energieversorgung und infrastrukturelle Optimierungen,
3. Nachhaltige Mobilitätslösungen,
4. Strategien zur Klimaanpassung sowie zur umweltfreundlichen Quartiersentwicklung.

Die Maßnahmen wurden an die spezifischen Gegebenheiten des Quartiers angepasst und systematisch dargestellt, um eine möglichst effiziente Umsetzung zu ermöglichen. Neben einer qualitativen Beschreibung wurden quantitative Analysen durchgeführt, um die erwarteten $CO_2$-Einsparungen, den zeitlichen und personellen Aufwand sowie die finanziellen Erfordernisse zu bewerten. Zudem wurden die Maßnahmenblätter so strukturiert, dass sie den Anforderungen der KfW-Bankengruppe entsprechen, insbesondere in Bezug auf potenzielle Fördermöglichkeiten.

Das daraus resultierende Quartierskonzept stellt eine strukturierte Zusammenfassung der Analyseergebnisse, Potenzialbewertung und Maßnahmenentwicklung dar. Es dient als fundierte Entscheidungsgrundlage für die künftige Planung und Umsetzung und bietet eine praxisnahe Orientierung für eine nachhaltige Entwicklung des Quartiers.

# 4. Ausgangsanalyse

Die Ausgangsanalyse bildet die Grundlage für die energetische Bewertung des Quartiers Mühbrook. Sie umfasst eine detaillierte Bestandsaufnahme der aktuellen Wärme- und Stromversorgung sowie der bereits bestehenden erneuerbaren Energiequellen. Darüber hinaus wird die Mobilitätssituation im Quartier analysiert, um bestehende Verkehrsstrukturen zu bewerten und Möglichkeiten für eine nachhaltigere Mobilität zu identifizieren. Durch die Erhebung und Analyse dieser Daten lassen sich zentrale Herausforderungen identifizieren und gezielte Maßnahmen ableiten, um die Energieeffizienz des Quartiers nachhaltig zu verbessern.

## 4.1. Wärme

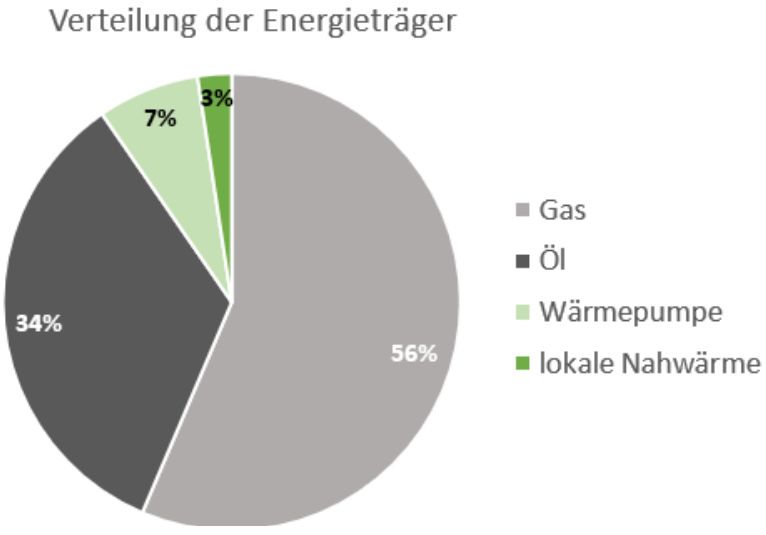



*Abbildung 6 Verteilung der Energieträger in Mühbrook*

Die Wärmeversorgung in Mühbrook ist geprägt von einer überwiegenden Bebauung mit Einfamilienhäusern. Die Hauptenergiequellen für die Beheizung dieser Gebäude sind Erdgas und Heizöl, was zeigt, dass fossile Brennstoffe derzeit den größten Anteil an der Wärmeversorgung ausmachen. Bei den fossilen Energieträgern dominieren weiterhin Gas und Heizöl. Ein kleinerer, aber wachsender Anteil der Wärme wird bereits durch Wärmepumpen bereitgestellt. Zudem gibt es in der Dorfstraße ein kleines

privates Nahwärmenetz, das auf der Basis von Holzhackschnitzeln betrieben wird. Dieses versorgt mehrere Gebäude eines einzelnen Besitzers und stellt eine nachhaltige Alternative zur fossilen Wärmeversorgung dar.

Die Datenbasis für den Gasverbrauch wurde von der Versorgungsbetrieben Bordesholm (VBB) zur Verfügung gestellt und durch weitere Quellen wie Verbraucherbefragungen, Analysen der Kehrbücher der Schornsteinfeger, sowie einem Abgleich mit dem Wärmekatasters der Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde gGmbH ergänzt. Die Hochrechnung aller erfassten Daten erfolgt für das gesamte Projekt-Gebiet und ergab einen jährlichen Gesamtwärmebedarf von ca. 6,5 GWh.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Energieversorgung in Mühbrook derzeit noch stark auf fossilen Energieträgern basiert. Gleichzeitig gibt es jedoch bereits einen Anteil an erneuerbaren und alternativen Energiequellen.

**Wärmeverbrauchs- und Wärmeliniendichten**

In der Praxis haben sich zwei Kennzahlen als wertvolle Indikatoren für die Bewertung der Eignung eines Gebiets für eine zentrale Wärmeversorgung etabliert: die Wärmebedarfsdichte und die Wärmeliniendichte.

Die Wärmebedarfsdichte beschreibt den geschätzten Wärmebedarf pro Flächeneinheit – etwa für ein Quartier oder Baugebiet. Ein Richtwert von 150 MWh pro Hektar und Jahr dient als grobe Orientierung dafür, ob ein Gebiet für eine zentrale Wärmeversorgung geeignet ist (MELUND SH 2014). Ein hoher Wert spricht für eine hohe Energienachfrage, was die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes verbessern kann.

Die Wärmeliniendichte gibt an, wie viel Wärmeenergie pro Meter Trassenlänge im Jahr verteilt wird. Ein Richtwert von 500 kWh pro Meter Trasse und Jahr, wie ihn auch die KfW nutzt, zeigt an, ob die Wärme effizient über das Netz transportiert werden kann. Eine hohe Wärmeliniendichte bedeutet geringere Wärmeverluste und niedrigere Betriebskosten, wodurch die Wirtschaftlichkeit des Netzes verbessert wird (MELUND SH 2014).

Diese beiden Kennzahlen ermöglichen eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Planung eines Wärmenetzes. Je höher die Dichtewerte, desto effizienter lässt sich Wärmeenergie verteilen, was sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile mit sich bringt.

Für das Kerngebiet Mühbrook wurden die spezifischen Wärmeliniendichten für einzelne Straßenzüge berechnet, um die Netzfähigkeit detailliert zu bewerten.

*Abbildung 7: Wärmeliniendichte Mühbrook Zentrum (Quelle: Greenventory)*

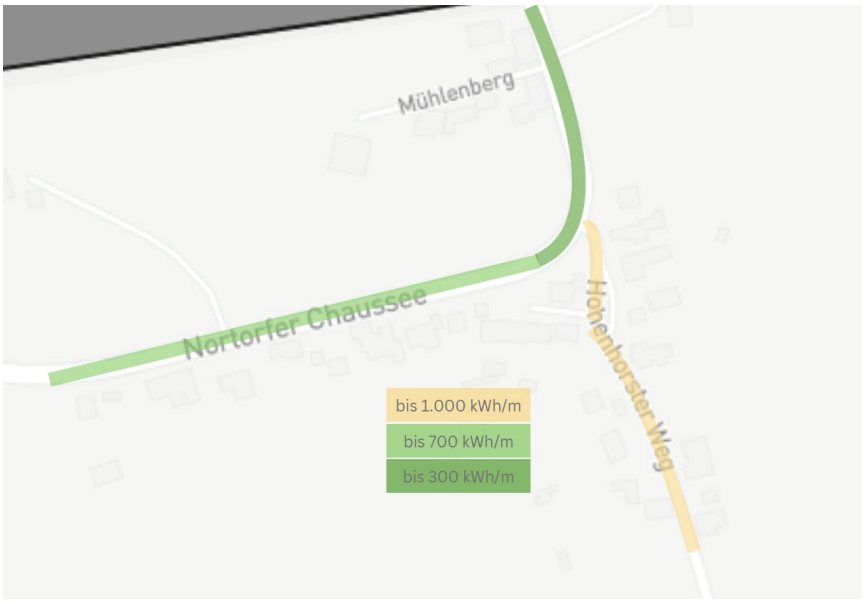



*Abbildung 8: Wärmeliniendichte Hohenhorst(Quelle: Greenventory)*

## 4.2. Strom

Die Stromversorgung spielt eine zentrale Rolle in der energetischen Betrachtung des Quartiers Mühbrook. Neben dem Verbrauch durch Haushalte, und Unternehmen und öffentliche Einrichtungen (hauptsächlich durch die Straßenbeleuchtung) ist die lokale Stromerzeugung ein wichtiger Faktor für die nachhaltige Entwicklung des Quartiers. Die Analyse umfasst den aktuellen Stromverbrauch, die vorhandene Erzeugungsinfrastruktur sowie die Potenziale für eine effizientere Nutzung und den Ausbau erneuerbarer Energien.

## 4.3. Stromverbrauch

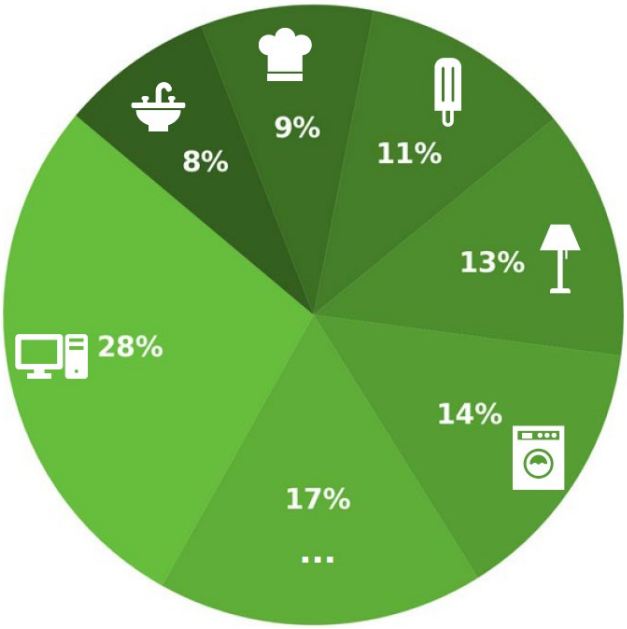



*Abbildung 9 Visualisierung der Aufteilung des Stromverbrauchs in einem durchschnittlichen deutschen Privathaushalt nach unterschiedlichen Kategorien (Quelle: BDEW 2021)*

Der Stromverbrauch in Mühbrook wurde anhand einer Anwohner*innen-befragung erfasst und durch statistische Daten aus der Software Greenventory ergänzt, um eine möglichst umfassende Daten-grundlage für das Untersuchungs-gebiet zu erhalten.

Insgesamt wurden 34 ausgefüllte Fragebögen zurückgesendet, was etwa 14 % der privaten Haushalte des Quartiers entspricht. Von diesen gaben 29 Haushalte ihre Stromverbrauchswerte an. Basierend auf diesen Angaben wurde ein durchschnittlicher jährlicher Stromverbrauch von rund 3.366 kWh pro Haushalt ermittelt, was in etwa dem deutschen Durchschnittsverbrauch von 1.400 kWh pro Person entspricht (Stromverbrauch im Haushalt 2024). Diese Werte bilden eine solide Basis für die Hochrechnung auf das gesamte Quartier.

Da das Quartier insgesamt 250 private Haushalte umfasst, lässt sich ein jährlicher Gesamtstromverbrauch von etwa 841,5 MWh ableiten. Laut einer Analyse des Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) 2021) verteilt sich der Stromverbrauch in einem durchschnittlichen deutschen Privathaushalt auf verschiedene Anwendungsbereiche: 28 % entfallen auf Unterhaltungselektronik wie Computer, Fernseher und Audiosysteme, 17 % auf sonstige elektrische Geräte, 14 % auf Waschmaschinen und Trockner, 13 % auf die Beleuchtung, 11 % auf Kühl- und Gefriergeräte, 9 % auf das Kochen und 8 % auf Geschirrspüler (Abbildung 9). Diese Aufschlüsselung verdeutlicht, dass der Strombedarf maßgeblich durch die Nutzung verschiedener Haushaltsgeräte beeinflusst wird, wobei insbesondere die Unterhaltungselektronik und Haushaltsgeräte den größten Anteil am Gesamtverbrauch ausmachen.

*Tabelle 1: Strombedarf und Stromerzeugung im Quartier (*Werte beziehen sich auf die Gemeinde Mühbrook excl. der ENERPARC PV Parks)*

| | Strom-bedarf | Stromer-zeugung |
|---|---|---|
| **Anzahl Haushalte / Anlagen** | 250 | 89* |
| **MWh / Jahr** | 3.366 MWh | 0,795 MWh |

### 4.3.1. Strombezug

Die Auswertung der Umfrage im Quartier zeigt, dass 14 Haushalte angaben, Ökostrom zu beziehen, während 19 Haushalte konventionellen Strom nutzen. Drei Haushalte machten keine Angaben zu ihrem Stromanbieter. In Deutschland setzt sich der konventionelle Strommix aus verschiedenen Energiequellen zusammen. Im Jahr 2023 betrug der Anteil erneuerbarer Energien 56 %, während fossile Energieträger 42,5 % ausmachten und 1,5 % auf Kernenergie entfielen (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2023). Dies verdeutlicht, dass der Strommarkt noch immer maßgeblich von fossilen Brennstoffen geprägt ist, jedoch erneuerbare Energien bereits eine bedeutende Rolle spielen. Ab 2024 wird durch den Atomausstieg kein Strom aus Kernenergie mehr ins Netz eingespeist.
Es konnte nicht festgestellt werden, welche Art von Ökostrom die Haushalte im Quartier konkret beziehen. In vielen Fällen greifen Verbraucher – häufig aus Unkenntnis – auf bilanzierten Ökostrom zurück, da dieser in der Regel kostengünstiger ist als zertifizierter Ökostrom. Während zertifizierter Ökostrom direkt aus erneuerbaren Energiequellen stammt und durch Herkunftsnachweise überprüft wird, basiert bilanzierter Ökostrom auf einer rechnerischen Deckung des Verbrauchs durch erneuerbare Energien. Dabei besteht der tatsächlich gelieferte Strom aus einer Mischung unterschiedlicher Energiequellen. Dies verdeutlicht, dass nicht alle Ökostromtarife gleichermaßen zur Energiewende beitragen.

### 4.3.2. Stromerzeugung

*Abbildung 10: Beispiele für Photovoltaik-Anlage auf den Dächer im Quartier (Quelle: eigene Bilder)*

Laut Marktstammdatenregister sind in der Gemeinde Mühbrook aktuell (Stand Februar 2025) 89 private Photovoltaikanlagen als aktiv gemeldet. Die insgesamt installierte Leistung dieser Anlagen beträgt 879 Kilowatt Peak (kWp). In Abbildung 10 werden exemplarisch einige PV-Anlagen in Mühbrook dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass auch der große Solarpark in diese Bilanz einbezogen wurde.

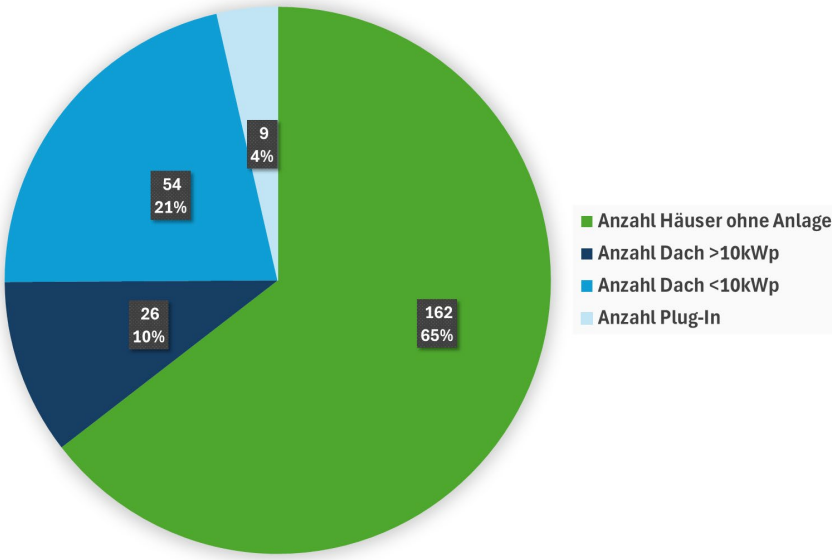



*Abbildung 11 Verteilung der Photovoltaikanlagen in Mühbrook nach Größe der Anlage. 65% der Gebäude haben noch keine PV-Anlage. Plug-In-Anlagen oder auch Balkonanlagen bezeichnen PV-Anlagen mit maximal 800 Wp. Die Photovoltaik-Freiflächenanlagen von Enerparc werden hier nicht berücksichtigt.*

Die Stromerzeugung einer Photovoltaikanlage wird durch verschiedene Einflussfaktoren bestimmt, darunter die Intensität der Sonneneinstrahlung, der Neigungswinkel und die Ausrichtung der Module, mögliche Verschattungen, der Wirkungsgrad des Systems sowie die lokalen Wetterbedingungen. In Deutschland liegt der durchschnittliche Jahresertrag einer PV-Anlage je nach Standort und Rahmenbedingungen zwischen 800 und 1200 kWh pro installiertem Kilowattpeak (kWp).

Da die Sonneneinstrahlung in Norddeutschland im Vergleich zu südlichen Regionen Deutschlands geringer ausfällt, wird für die Berechnung des Stromertrags ein konservativer Wert von 850 kWh/kWp pro Jahr herangezogen. Dieser Ansatz berücksichtigt die klimatischen Bedingungen der Region und ermöglicht eine realistische Einschätzung des potenziellen Energieertrags der installierten Photovoltaikanlagen in Mühbrook.

*Tabelle 2 Aufstellung der Photovoltaikanlagen in Mühbrook.*

| | <10 kWp | >10 kWp | Enerparc |
|---|---|---|---|
| Anzahl | 54 | 26 | 2 |
| kWp | 362 | 517 | 9.271 |
| MWh / a | 308 | 439 | 7.881 |

### 4.3.3. Straßenbeleuchtung

In diesem Quartier wurde die Straßenbeleuchtung vollständig auf LED-Technologie umgestellt. Die Modernisierung bringt für Kommunen zahlreiche Vorteile mit sich:

- **Energie- und Kosteneinsparungen:** LED-Straßenleuchten sind besonders energieeffizient und können den Stromverbrauch um bis zu 70 % senken. Dies führt zu erheblichen Einsparungen im kommunalen Haushalt.
- **Längere Lebensdauer und geringerer Wartungsaufwand:** LEDs haben eine durchschnittliche Lebensdauer von bis zu 100.000 Stunden, wodurch Wartungsarbeiten seltener erforderlich sind und die Betriebskosten langfristig sinken.
- **Bessere Lichtqualität und erhöhte Sicherheit:** LED-Leuchten bieten eine gleichmäßige Ausleuchtung mit hoher Farbwiedergabe, was die Sichtverhältnisse für Verkehrsteilnehmende verbessert und die allgemeine Verkehrssicherheit erhöht.
- **Umweltschonend:** Dank ihres geringen Energieverbrauchs und der langen Lebensdauer tragen LEDs zur Reduzierung von $CO_2$-Emissionen bei. Zudem enthalten sie keine umweltschädlichen Substanzen wie Quecksilber.
- **Reduzierte Lichtverschmutzung:** Die gezielte Steuerung und präzise Ausrichtung der LED-Leuchten minimieren unnötiges Streulicht, was sowohl die Tierwelt schützt als auch die nächtliche Lebensqualität der Anwohner*innen verbessert.

Die Umstellung auf LED-Technologie stellt somit eine nachhaltige und wirtschaftlich sinnvolle Investition dar. Gleichzeitig dient sie als anschauliches Beispiel für energieeffiziente Maßnahmen, die Anwohner*innen dazu inspirieren können, selbst aktiv zur Energiewende beizutragen.

## 4.4. Analyse der Mobilitätssituation

Die Gemeinde Mühbrook verfügt über eine Mobilitätsinfrastruktur, die sowohl den öffentlichen Personennahverkehr als auch den motorisierten Individualverkehr umfasst. Gleichzeitig werden alternative Mobilitätsformen beleuchtet sowie bestehende Defizite und Optimierungsmöglichkeiten analysiert.

### 4.4.1. Bahnverkehr

Mühbrook selbst hat keinen Bahnhof. Der nächstgelegene Bahnhof befindet sich in Bordesholm, etwa 5 Kilometer entfernt. Bordesholm bietet häufige Regionalverbindungen, insbesondere über die RE7 und RE70 Linien, die nach Kiel und Neumünster (und weiter nach Hamburg) verkehren. Züge nach Kiel fahren etwa im 30-Minuten-Takt, was die Anbindung an größere Städte für Pendler komfortabel gestaltet.

Mit den öffentlichen Verkehrsmitteln ließe sich von Mühbrook aus der Bahnhof Bordesholm am besten mit der Buslinie 783 erreichen, die regelmäßige Verbindungen zwischen Mühbrook und dem Bahnhof Bordesholm bietet.

Jedoch ist die Verbindung bzgl. Fahrzeit und Taktung in der Realität häufiger nicht das erste Wahl, so dass Bewohner*innen auf den PKW oder das Fahrrad ausweichen werden. Hierzu bietet der

Bahnhof Bordesholm sowohl Parkmöglichkeiten für PKW, erfreulicherweise auch eine große Möglichkeit an Abstellmöglichkeiten für Fahrräder.

*Abbildung 12: Fahrradstellplätze am Bahnhof Bordesholm (Quelle: eigene Darstellung, 2024)*

### 4.4.2. Busverkehr

Die Busverbindungen in Mühbrook sind ein zentrales Element zur Stärkung der Mobilität in dieser ländlichen Region, insbesondere durch die Linien 783 und 760. Diese Verbindungen schaffen wichtige Anschlüsse zu benachbarten Orten wie Bordesholm und Neumünster.

**Linie 783 (Autokraft Kiel GmbH)**: Die Buslinie 783 verbindet Mühbrook direkt mit Bordesholm und Neumünster und ist von Montag bis Freitag in Betrieb. Die Fahrt beginnt typischerweise am Gymnasium Einfeld in Neumünster und verläuft durch mehrere Haltestellen, darunter Mühbrook Süd, Mühbrook Seeblick und Mühbrook Gewerbegebiet, bevor sie am Bahnhof Bordesholm endet. Die Linie fährt etwa zwischen 6:29 und 17:29 Uhr und hat eine Frequenz von rund 2 Stunden pro Fahrt.

**Linie 760**: Diese Linie deckt ebenfalls die Strecke Bordesholm ab und bedient verschiedene Haltestellen im Bereich Mühbrook und Bordesholm. Sie verkehrt täglich und bietet etwa zwischen 8:00 und 20:00 Uhr regelmäßige Verbindungen, an Samstagen jedoch schon ab 6:02 Uhr (Moovit).

### 4.4.3. Motorisierter Individualverkehr (MIV)

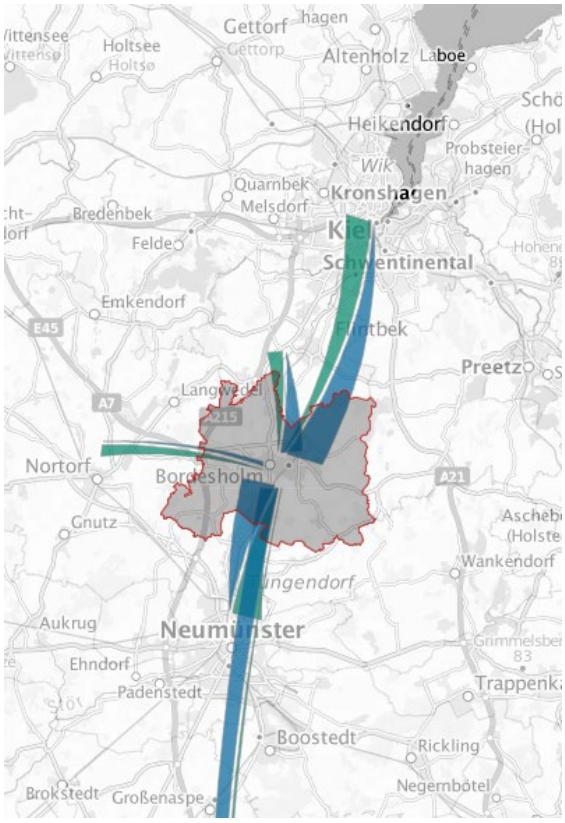



*Abbildung 13 Ein- und Auspendlerströme des Amtes Bordesholm mit der Gemeinde Mühbrook (https://pendleratlas.statistikportal.de/, 2024)*

Im ländlichen Raum, wie in der Gemeinde Mühbrook, spielt der motorisierte Individualverkehr (MIV) eine zentrale Rolle für die Mobilität der Bewohnerinnen und Bewohner. Aufgrund begrenzter öffentlicher Verkehrsanbindungen sind viele Menschen auf private Fahrzeuge angewiesen, um alltägliche Wege zurückzulegen. Aktuelle spezifische Daten zur Verteilung der Antriebsarten – Elektro, Benzin, Diesel etc. – in Mühbrook liegen trotz intensiver Nachfrage nicht vor. Daher wurde auf allgemeine Annahmen zurückgegriffen.

In Schleswig-Holstein ist der Anteil von Elektrofahrzeugen in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. So lag der Anteil der Elektroautos bei den Neuzulassungen im Jahr 2020 bei rund 17 % (KielRegion 2021). Dennoch dominieren im ländlichen Raum weiterhin Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren. Studien zeigen, dass die Mehrheit der Nutzer von E-Mobilen in klein-städtischen bis ländlichen Gebieten lebt, was auf ein wachsendes Interesse an Elektromobilität auch außerhalb urbaner Zentren hindeutet.

Basierend auf diesen Informationen können wir annehmen, dass in ländlichen Gemeinden wie Mühbrook der Großteil der Fahrzeuge noch mit Benzin oder Diesel betrieben wird, während der Anteil an Elektrofahrzeugen zwar wächst, aber noch vergleichsweise gering ist.

Trotz der relativ guten Erreichbarkeit des Bahnhofes, lässt sich anhand der Ein – und Auspendlerkarte des Amtes Bordesholm erkennen, dass die Berufsgruppe der Pendler*innen einen hohen Anteil an den MIV ausmachen (Abbildung 13).

2019 wurde direkt an der Bushaltestelle Seeblick eine sogenannte Mitfahrbank aufgestellt – damals die erste ihrer Art im Amt Bordesholm.[3] Eine Mitfahrbank ist eine Sitzbank, meist an gut sichtbaren Orten aufgestellt, auf der Menschen Platz nehmen, um Autofahrer*innen zu signalisieren, dass sie eine Mitfahrgelegenheit suchen. Informationen, wie oft diese – bspw. von Pendler*innen – genutzt wird und zu welchen Orten die Menschen andere Personen mitnehmen, liegen allerdings nicht vor.

In Mühbrook selbst sind aktuell keine Carsharing-Standorte verzeichnet. Allerdings gründete sich 2024 im nahegelegenen Bordesholm der Verein „Dörpsmobil Bordesholm“[4], welcher seit Juli 2024 ein E-Auto zur gemeinschaftlichen Nutzung für seine Mitglieder*innen anbietet. Carsharing-Modelle

[3] Siehe: https://www.kn-online.de/lokales/rendsburg-eckernfoerde/die-einladung-zum-mitnehmen-UPUTF2M7P6FIPCREQG4L3SHWAU.html [zuletzt abgerufen: 28.03.2025]
[4] Siehe: https://doerpsmobil-bordesholm.de/ [zuletzt abgerufen: 28.03.2025]

wie dieses ermöglichen individuelle Mobilität, ohne dass jede Person ein eigenes Auto besitzen muss, und tragen so dazu bei, dass insgesamt weniger Autos benötigt werden und Fahrzeuge seltener ungenutzt herumstehen.

### 4.4.4. Radverkehr

Die Analyse der bei der Befragung zurückgesendeten 34 Fragebögen zeigt eine breite Verteilung im Fahrradbesitz. Jedoch kann man festhalten, dass die meisten Haushalte mindestens ein und öfter auch mehrere Fahrräder. Dabei wird deutlich, dass konventionelle Fahrräder den Hauptanteil ausmachen, während elektrische Fahrräder in geringerer Anzahl vorhanden sind. Einige Haushalte verfügen jedoch über ein oder zwei E-Bikes, was darauf hinweist, dass E-Bikes in dieser Gemeinde zunehmend als Ergänzung zu herkömmlichen Fahrrädern genutzt werden.

In Mühbrook selbst gibt es keine expliziten Radwege, so dass die Fahrradfahrer*innen sich die Straßen mit dem Autoverkehr teilen müssen. Das weist auf eine mögliche Konfliktsituation hin, wobei durch den geringen Durchgangsverkehr das Risiko als geringer eingeschätzt werden darf.

Positiv hervorzuheben ist jedoch, dass an der Bundesstraße ein eigenständiger Radweg gebaut wurde, um diese beschriebene Konflikt- und Gefahrensituation auszuschließen.

Das verbessert weiterhin die angesprochene Möglichkeit den Bahnhof Bordesholm mit dem Fahrrad zu erreichen, da diese Verbindung entlang der Bundesstraße verläuft.

*Abbildung 14: Getrennter Radweg an der Bundesstraße bei Mühbrook ( Quelle: Eigene Aufnahmen, 2024)*

### 4.4.5. Fußverkehr

Ein attraktiver Fußverkehr ist für die Gemeinde wichtig, um den sozialen Zusammenhalt zu fördern und eine gesunde Lebensweise zu unterstützen. In Mühbrook findet man im Ortskern ein gut beleuchtetes Gehwegnetz, welches in gutem Zustand ist. Dies ist besonders für ältere Menschen oder Familien mit Kindern relevant, die auf sichere und zugängliche Wege innerhalb der Gemeinde angewiesen sind.

*Abbildung 15: beidseitiger, beleuchteter Fußweg, ergänzt um einen Wanderweg ( Quelle: Eigene Aufnahmen, 2024)*

Weitere Maßnahmen könnten sein, auch die Randbereiche und Verbindungsstraßen wie beispielsweise zwischen dem zentralen Ortsteils in Mühbrook und Hohenhorst auch in der Form auszubauen, um die innergemeindliche Anbindung zu Fuß attraktiver zu machen und gleichzeitig die Sicherheit zu erhöhen.

*Abbildung 16: Verbindungsstraße zwischen Ortskern Mühbrook und Hohenhorst(Quelle: Eigene Aufnahmen, 2024)*

### 4.4.6. Tempo 30 und Verkehrsberuhigung in Mühbrook

Die Gemeinde Mühbrook hat bereits mehrere Maßnahmen zur Verkehrsberuhigung und Geschwindigkeitsreduzierung umgesetzt. So wurden in den Straßen "Unter den Linden" und "Waldwiese" verkehrsberuhigte Bereiche eingerichtet, während in den Straßen "Mühlenweg", "Tannenweg" und "Eichenweg" Tempo-30-Zonen bestehen.

Im September 2024 führte die Gemeinde eine Bürgerbefragung zur Erweiterung von Tempo-30-Zonen durch. Die Ergebnisse dieser Befragung wurden in der Sitzung der Gemeindevertretung am 25. September 2024 vorgestellt und fanden Zustimmung.

Die aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen ermöglichen es Kommunen, eigenständig Tempo-30-Zonen einzurichten, insbesondere in sensiblen Bereichen wie Wohngebieten oder in der Nähe von Schulen und Kindergärten. Diese erweiterten Befugnisse bieten Mühbrook die Möglichkeit, weitere Straßenabschnitte entsprechend zu gestalten.

Die Gemeinde diskutiert derzeit aktiv über die Ausweitung der bestehenden Tempo-30-Zonen. Ziel ist es, die Verkehrssicherheit zu erhöhen und die Lebensqualität der Anwohnerinnen und Anwohner weiter zu verbessern. Durch die Umsetzung solcher Maßnahmen kann Mühbrook einen wichtigen Beitrag zur Verkehrsberuhigung und zum Schutz aller Verkehrsteilnehmer leisten.

### 4.4.7. Fazit

Die Mobilitätssituation in Mühbrook ist stark vom motorisierten Individualverkehr geprägt, da der öffentliche Nahverkehr nur begrenzte Verbindungen bietet. Während der Bahnhof Bordesholm eine gute Anbindung an die umliegenden Städte gewährleistet, ist die Busverbindung mit langen Taktzeiten und eingeschränkten Betriebszeiten nicht immer eine attraktive Alternative zum Auto. Der Radverkehr weist Potenzial auf, insbesondere durch den vorhandenen Radweg entlang der Bundesstraße, der eine sichere Verbindung zum Bahnhof Bordesholm ermöglicht. Dennoch fehlen innerorts ausgewiesene Radwege, was zu Nutzungskonflikten mit dem Autoverkehr führen kann. Der Fußverkehr ist innerhalb des Ortskerns gut ausgebaut, jedoch bestehen Verbesserungspotenziale in den Randbereichen, um die Anbindung zwischen den Ortsteilen zu stärken. Insgesamt zeigt sich, dass Maßnahmen zur Stärkung nachhaltiger Mobilitätsformen, insbesondere durch eine bessere Busanbindung, den Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur und die Optimierung der Fußwege, notwendig sind, um langfristig eine klimafreundliche Mobilität in Mühbrook zu fördern.

# 5. Energie- und Treibhausgasbilanz

## 5.1. Methodik

Die Energie- und THG-Bilanz wurde unter Verwendung des Methodenpapiers „Bilanzierungssystematik kommunal“, dem sogenannten BISKO-Standard (Hertle u. a. 2019), erstellt. Der BISKO-Standard wurde vom Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (ifeu) entwickelt und basiert auf dem endenergiebasierten Territorialprinzip ohne Witterungskorrektur. Dieses Vorgehen hat sich bundesweit durchgesetzt, wodurch eine Vergleichbarkeit zwischen Kommunen gewährleistet wird. Um die Endenergie- und Kraftstoffverbräuche in THG-Emissionen umzurechnen, werden sogenannte Emissionsfaktoren genutzt. Ein Emissionsfaktor gibt die THG-Menge an, die bezogen auf eine geeignete Bezugsgröße z.B. kWh oder Einwohner*in, emittiert wird.

Bei der Erstellung einer THG-Bilanz werden zur Vollständigkeit nicht nur $CO_2$-Emissionen, sondern auch die weitaus schädlicheren Treibhausgase Methan (CH4) und Lachgas (N2O) betrachtet. Zur ganzheitlichen Betrachtungsweise wird daher der Ausdruck $CO_2$-Äquivalente ($CO_2$eq) bzw. THG verwendet. Bei der Berechnung der Emissionsfaktoren im Sektor der stationären Energie werden die Emissionen der Vorketten wie Förderung, Aufbereitung und Transport für verschiedene Energieträger in die Bilanzierung einberechnet. Für die Stromemissionen wird ein bundesweit einheitlicher Emissionsfaktor genutzt, der aus dem sogenannten Bundesmix errechnet wurde (Umweltbundesamt, 2024).

*Tabelle 3: Übersicht der für das Quartier relevanten Emissionsfaktoren gemäß dem Technikkatalog Wärmeplanung*

| Energieträger | Emissionsfaktor (t/MWh) |
|---|---|
| **Erdgas** | 0,240 |
| **Heizöl** | 0,310 |
| **Strom (Bundesmix)** | 0,380 |
| **Holzpellets** | 0,020 |

## 5.2. Bilanz

Der Gesamtenergieverbrauch im Quartier Mühbrook beträgt etwa 7,3 GWh pro Jahr. Davon entfallen rund 6,3 GWh auf den Wärmesektor und 1.000 MWh auf den Stromsektor. Nicht mit aufgeführt sind die Strom- und Wärmeverbräuche des Asphaltmischwerks, da dessen Werte unbekannt sind.

Im Wärmesektor wird der größte Anteil der Energie durch fossile Energieträger bereitgestellt. Die Verteilung des Wärmeverbrauchs stellt sich wie folgt dar:

*Tabelle 4 $CO_2$eq-Bilanz für die Gemeinde Mühbrook*

| Energieträger | Endenergie [MWh] | $CO_2$-Emissionen [t $CO_2$eq] |
|---|---|---|
| **Strom** | | |
| **Verbrauch** | 828 | 315 |
| **Erzeugung (aus PV)** | 188 | 11 |
| **Wärme** | | |
| **Erdgas** | 4.064 | 1.004 |
| **Heizöl** | 2.056 | 654 |
| **Holzpellets** | 161 | 4 |
| **Gesamt (Verbrauch abzgl. Erzeugung)** | **7.300** | **3.917** |

Der Stromverbrauch des Quartiers liegt bei rund 1.000 MWh jährlich, wovon etwa 188 MWh durch dezentrale Photovoltaikanlagen gedeckt werden. Dies entspricht einem Eigenversorgungsanteil von rund 19 % – ein beachtlicher Wert, der die zunehmende Bedeutung der dezentralen Stromerzeugung im ländlichen Raum unterstreicht.

Der durch Netzstromverbrauch verursachte $CO_2$-Ausstoß beläuft sich auf rund 315 Tonnen $CO_2$ pro Jahr. Für den eigenverbrauchten PV-Strom werden – unter Berücksichtigung der vorkettenbedingten Emissionen – weitere ca. 11 Tonnen $CO_2$eq angesetzt (Basis: 55 g $CO_2$eq/kWh). Insgesamt ergeben sich damit ca. 326 Tonnen $CO_2$eq für den Stromsektor.

Die gesamten $CO_2$-Emissionen des Quartiers betragen somit:

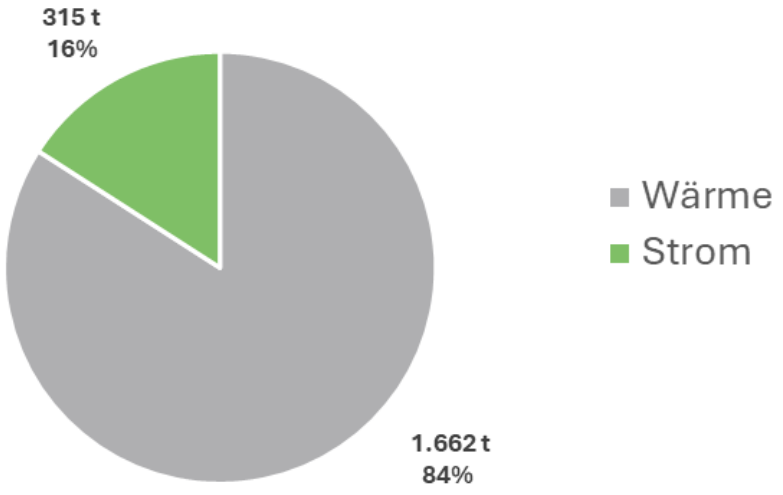



*Abbildung 17 Aufteilung der $CO_2$-Emissionen nach Sektoren in Tonnen pro Jahr*

Die Analyse zeigt deutlich, dass der Wärmesektor der dominierende Emittent ist. Hier bestehen die größten Potenziale zur Reduktion von Treibhausgasemissionen – insbesondere durch den Ersatz

fossiler Heizsysteme, die Nutzung regenerativer Quellen sowie durch die Sanierung des Gebäudebestands.

## 5.3. Energetische Zielaussage

### 5.3.1. Zielszenario 2030

Bis 2030 sollen im Rahmen einer umsetzbaren Wärmewende und Stromwende folgende Zielwerte angestrebt werden:

**Annahmen:**

- Sanierungsrate: ca. 1,5 %/a → ca. 10 % Reduktion des Wärmebedarfs durch Effizienzsteigerung.
- 50 % der Heizsysteme sind bis 2030 auf Wärmepumpen oder Biomasse umgestellt.
- Ausbau der PV-Nutzung auf 400 MWh/a (entspricht Verdopplung).
- Stromemissionsfaktor gemäß Technikkatalog: **110 g $CO_2$/kWh**.
- Stromverbrauch wird ohne den Sektor Mobilität berechnet.

*Tabelle 5 Zielwerte 2030*

| Sektor | Endenergieverbrauch (MWh/a) | $CO_2$-Emissionen (t $CO_2$eq/a) |
|---|---|---|
| **Strom** | 950 | 950 MWh × 0,11 = 105 |
| **Wärme fossil** | 3.150 (50 % von 6.300) | ca. 1.200 (gemittelt Erdgas/Öl) |
| **Wärme erneuerbar (WP, Pellets)** | 3.000 | ca. 100 (z. B. 2.500 MWh WP mit Ökostrom, 500 MWh Pellets) |
| **Gesamt** | 7.100 | ca. 1.300 t $CO_2$eq |

**$CO_2$-Reduktion gegenüber 2025: ca. 66 %**

### 5.3.2. Zielszenario 2040

Für das Jahr 2040 kann mit einer nahezu vollständigen Umstellung auf erneuerbare Energieträger gerechnet werden, sofern Förderprogramme, Beratung und Infrastruktur konsequent fortgeführt werden.

**Annahmen:**

- Sanierungsrate steigt auf 2 %/a → ca. 20 % Endenergieeinsparung im Wärmebereich gegenüber 2025.
- 90–95 % der Heizsysteme sind auf Wärmepumpen oder Holz/Pellets umgestellt.
- PV-Erzeugung deckt ca. 600 MWh (weitere Steigerung auf Dach- und Freiflächen).

- Stromemissionsfaktor gemäß Technikkatalog: **25 g $CO_2$/kWh**.
- Stromverbrauch wird ohne den Sektor Mobilität berechnet.

*Tabelle 6 Zielwerte 2040*

| Sektor | Endenergieverbrauch (MWh/a) | $CO_2$-Emissionen (t $CO_2$eq/a) |
|---|---|---|
| **Strom** | 950 | 950 MWh × 0,025 = **24** |
| **Wärme fossil** | 600 (max. 10 % Restanteil) | ca. **200** (konservativ gerechnet nur Öl) |
| **Wärme erneuerbar** | 4.500 | ca. **40** (größtenteils Wärmepumpe mit Ökostrom, Pellets) |
| **Gesamt** | **6.050** | **ca. 240** t $CO_2$eq |

**$CO_2$-Reduktion gegenüber 2025: ca. 94 %**

# 6. Potenzialanalyse

Die folgenden Kapitel analysieren systematisch die energetischen und klimapolitischen Handlungsfelder im Quartier und zeigen auf, welche Potenziale in den Bereichen Gebäude, Wärmeversorgung, Strom, Mobilität, Konsum, Klimaanpassung und $CO_2$-Kompensation bestehen. Ausgangspunkt bildet die detaillierte Untersuchung ausgewählter Musterhäuser, auf deren Basis übertragbare Sanierungsstrategien entwickelt wurden. Darauf aufbauend werden zentrale und dezentrale Wärmeversorgungsoptionen bewertet, Stromerzeugungs- und -nutzungspotenziale aufgezeigt sowie Maßnahmen zur Förderung klimafreundlicher Mobilität dargestellt. Ergänzend werden Handlungsmöglichkeiten zur Reduktion konsumbezogener Emissionen, zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels sowie zur Kompensation verbleibender Emissionen beschrieben. Ziel ist es, einen ganzheitlichen Überblick über die lokalen Potenziale zu geben, konkrete Umsetzungspfade aufzuzeigen und damit eine fundierte Grundlage für weitere Entscheidungen und Maßnahmen auf dem Weg zu einem klimafitten Quartier zu schaffen.

## 6.1. Musterhäuser

Im Rahmen des Projekts wurden für das betrachtete Quartier fünf individuelle Sanierungsfahrpläne erstellt, die eine detaillierte Analyse des Gebäudebestands ermöglichten. Dabei wurden Informationen zum energetischen Zustand sowie zur Art und dem Alter der Heizungsanlagen erfasst. Gleichzeitig konnte überprüft werden, welche Maßnahmen bereits umgesetzt wurden und wo weiteres Potenzial zur Verbesserung besteht.

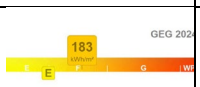
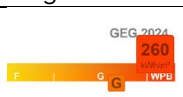
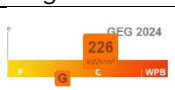
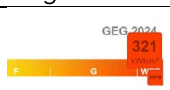
Die systematische Erhebung diente nicht nur der Datensammlung, sondern förderte auch den Austausch innerhalb der Gemeinde. Anwohner*innen erhielten die Möglichkeit, Erfahrungen mit Sanierungsmaßnahmen und deren Wirtschaftlichkeit zu vergleichen. Um die Ergebnisse möglichst breit anwendbar zu machen, wurden gezielt Gebäude unterschiedlicher Baualtersklassen, Bauweisen und Heizsysteme untersucht.

Zur praxisnahen Bewertung der erarbeiteten Maßnahmen wurden fünf exemplarische Musterhaus-Sanierungsfahrpläne entwickelt. Grundlage war eine umfassende Bestandsanalyse, auf deren Basis maßgeschneiderte Sanierungskonzepte erarbeitet wurden. Diese erfüllen die Anforderungen der Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAfA).

Bei der Auswahl der Musterhäuser wurde darauf geachtet, dass sie repräsentativ für den Gebäudebestand im Quartier sind. Dadurch lassen sich die entwickelten Maßnahmen, etwa zur Verbesserung der Dämmung, zum Austausch von Fenstern oder zur Modernisierung der Heizungsanlagen, auf ähnliche Gebäude übertragen.

Die Maßnahmen wurden verständlich und praxisnah aufbereitet, um die Umsetzung für weitere Eigentümer*innen zu erleichtern. So soll eine breite Akzeptanz gefördert werden, um den Energieverbrauch im Quartier zu senken, den Wohnkomfort zu verbessern und die $CO_2$-Emissionen nachhaltig zu reduzieren.

*Tabelle 7 Übersicht der Untersuchten Musterhäuser in Mühbrook*

| **Musterhaus** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Baujahr** | 1976 | 1989 | 1968 | 1999 | 1978 |
| **Geschosse** | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1,5 |
| **Keller** | Teilunter-kellert | Teilunter-kellert | Vollunter-kellert | kein Keller | Vollunter-kellert |
| **Beheiztes Volumen** | 843 m³ | 835 m³ | 386m³ | 374m³ | 501m³ |
| **Energie-bezugsflächen** | 270 m² | 266 m² | 124m² | 120m² | 161m² |
| **Heizung** | Pelletkessel 2013 | Ölheizung 1989 | Ölheizung 2009 | Gasheizung 1999 | Gasheizung 2006 |
| **Wärme-verteilung** | gut, Außenwände ungedämmt, Dach und Fenster gut gedämmt, hyd. Abgleich 2013 | guter Zustand, Fenster sind energetische Schwachstelle, kein hydr. Abgleich | guter Zustand, Fenster und Türen sowie Bodenplatte sind Schwachstellen, kein hyd. Abgleich | Außenwände gut gedämmt, Fenster und Bodenplatte schlecht gedämmt, kein hyd. Abgleich | Außenwände schlecht gedämmt, Dach und Fenster mäßig gedämmt, kein hyd. Abgleich |
| **Primärenergie bedarf (kWh/m²a)** | |  |  |  |  |
| **Primärenergie Gesamt** | 12.656 kWh/a | 51.624 kWh/a | 33.581 kWh/a | 29.747 kWh/a | 44.081 kWh/a |
| **$CO_2$-Emission (Wärme)** | 1,4 t/a | 11,1 t/a | 9 t/a | 5,9 t/a | 9,4 t/a |

**Geschosse**: Geschosszahl = 1,5 bedeutet, dass das Gebäude über ein vollständiges Geschoss sowie ein zusätzliches Teilgeschoss verfügt. Ein „+“ zeigt an, dass der darüber befindliche Spitzboden beheizt ist.
**Keller**: kein Keller, vollunterkellert oder teilunterkellert.
**Beheiztes Volumen:** Beheiztes Gebäudevolumen inkl. Mauerwerk und Dach in m³.
**Energiebezugsflächen**: Energiebezugsflächen in m² sind die Flächen im Haus, welche beheizt werden.
**Primärenergiebedarf:** Gesamtenergieverbrauch inkl. der Erzeugungsenergie des jeweiligen Brennstoffs pro m² und Jahr. Klassifizierung gemäß GEG 2023.
**Primärenergie Gesamt**: Wärmeverbrauch pro Jahr.

### 6.1.1. Energetische Sanierung und Dämmungsmethoden

Die durchgeführten Energieberatungen zeigen, dass viele der untersuchten Gebäude erhebliche Defizite im Bereich der Gebäudedämmung aufweisen. Außenwände sind in einigen Fällen ungedämmt oder nur mit einer veralteten Kerndämmung ausgestattet. Um Wärmeverluste zu reduzieren, wird eine nachträgliche Dämmung der zweischaligen Mauerwerke durch Einblasdämmstoffe oder alternativ eine Außendämmung mittels Wärmedämmverbundsystem (WDVS) empfohlen. Besonders wirksam sind Maßnahmen an der obersten Geschossdecke, da hier vergleichsweise geringe Kosten auf einen hohen energetischen Effekt treffen. Eine nachträgliche Dämmung mit Mineralwolle oder Zelluloseflocken kann den Wärmeverlust signifikant reduzieren. Ebenso wird die Kellerdeckendämmung als besonders wirtschaftliche Sanierungsmaßnahme angesehen. Sie trägt nicht nur zur Reduktion der Heizkosten bei, sondern verbessert auch den Wohnkomfort, indem die Bodentemperatur angehoben wird.

**Fenster und Türen**

Ein weiterer Schwerpunkt der Sanierungsempfehlungen liegt auf dem Austausch alter Fenster und Türen. Viele der untersuchten Gebäude verfügen über veraltete Fenster mit zweifacher Isolierverglasung, die hohe Wärmeverluste verursachen. Der Einbau von dreifach verglasten Wärmeschutzfenstern wird als eine besonders effektive Maßnahme empfohlen, da sie in Kombination mit einer verbesserten Wanddämmung erhebliche Einsparungen ermöglicht. Ebenso weisen Hauseingangstüren häufig hohe U-Werte auf, wodurch sie einen zusätzlichen Wärmeverlust darstellen. Der Austausch durch moderne, besser gedämmte Türen wird daher empfohlen, um die Energieeffizienz der Gebäudehülle zu optimieren.

**Heizungssanierung**

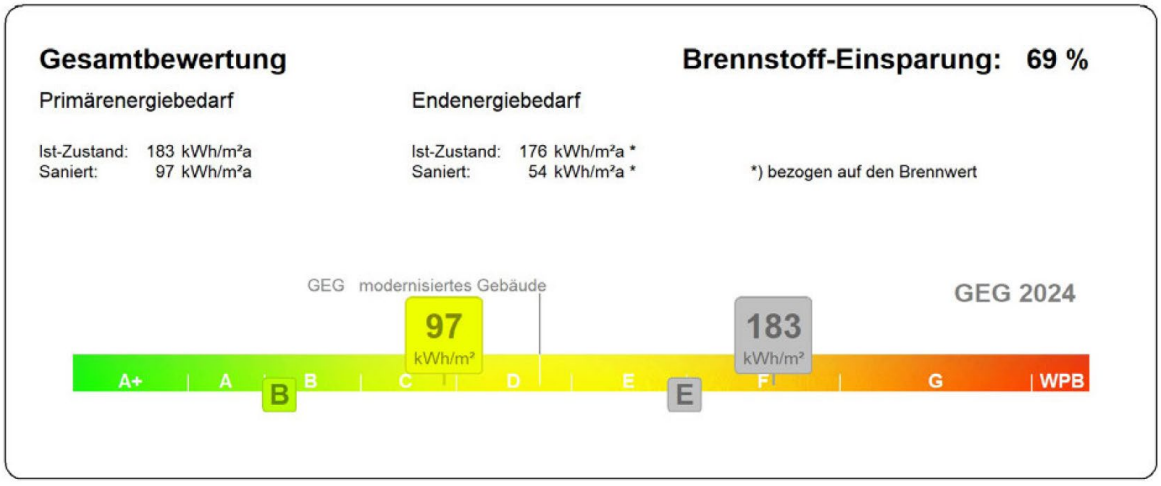



*Abbildung 18 Auszug aus Musterhaussanierungsbericht: Gesamtbewertung Primärenergiebedarf (Quelle: Energieberatung Asbahr)*

Die Untersuchungen zeigen, dass viele Gebäude weiterhin mit fossilen Heizsystemen betrieben werden, insbesondere mit Öl- und Gasheizungen. Ein Wechsel auf eine Luft-Wasser-Wärmepumpe wird als zukunftssichere und klimafreundliche Lösung betrachtet, sofern das Gebäude entsprechend vorbereitet ist. Eine Wärmepumpe kann ihre volle Effizienz nur entfalten, wenn die Gebäudehülle ausreichend gedämmt und das Heizsystem auf niedrige Vorlauftemperaturen ausgelegt ist. Daher wird empfohlen, Heizungssanierungen mit weiteren energetischen

Maßnahmen zu kombinieren, wie dem Austausch alter Heizkörper durch größere Niedertemperatur-Heizflächen oder die Nachrüstung einer Fußbodenheizung. Zudem kann die Energieeffizienz bestehender Heizsysteme durch einen hydraulischen Abgleich und den Austausch veralteter Heizkörper weiter optimiert werden.

**Erneuerbare Energien**

Während einige Gebäude bereits über eine Solarthermieanlage zur Warmwasserbereitung verfügen, sind Photovoltaikanlagen zur Eigenstromerzeugung bislang kaum vorhanden. Die Integration von Photovoltaik wird als wirtschaftlich und ökologisch sinnvolle Maßnahme empfohlen, um den Eigenstromverbrauch zu erhöhen und die Abhängigkeit von externen Stromversorgern zu reduzieren. Finanzielle und technische Einschränkungen könnten bisher eine Rolle gespielt haben, weshalb gezielte Beratungen zur Umsetzbarkeit und zu Fördermöglichkeiten angeboten werden sollten.

**Wassersparmaßnahmen**

Wassersparmaßnahmen wurden in den Energieberatungen bislang nicht als prioritäre Sanierungsmaßnahme betrachtet. Dennoch können die Nutzung von Regenwasser für die Gartenbewässerung oder Toilettenspülung sowie wassersparende Armaturen zur Reduktion des Wasserverbrauchs beitragen. Angesichts zunehmender klimatischer Veränderungen und des steigenden Ressourcenverbrauchs könnten solche Maßnahmen langfristig an Bedeutung gewinnen und sollten in zukünftige Sanierungsüberlegungen einbezogen werden.

**Fazit**

Die durchgeführten Energieberatungen verdeutlichen, dass die untersuchten Gebäude teilweise einen hohen Sanierungsbedarf aufweisen, gleichzeitig aber erhebliche Einsparpotenziale bieten. Die identifizierten Maßnahmen sind übertragbar und dienen als Grundlage für die Optimierung der energetischen Situation im gesamten Quartier. Durch gezielte Sanierungsmaßnahmen können der Energieverbrauch signifikant gesenkt, der Wohnkomfort erhöht und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduziert werden. Zur erfolgreichen Umsetzung sollten finanzielle Unterstützungsprogramme genutzt und eine umfassende Beratung für die Bewohner*innen bereitgestellt werden.

### 6.1.2. Nachträgliche Sanierungsmöglichkeiten

Die energetische Sanierung bestehender Gebäude stellt eine zentrale Säule bei der Erreichung von Klimaschutzzielen dar. Insbesondere ältere Gebäude bieten erhebliches Potenzial, den Energieverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen spürbar zu senken. Im folgenden Abschnitt werden zwei Maßnahmen vorgestellt, die besonders geeignet sind, den Wärmebedarf privater Haushalte zu reduzieren: Die nachträgliche Kerndämmung für Gebäude mit zweischaligem Mauerwerk und die Dämmung der Kellerdecke. Beide Maßnahmen sind vergleichsweise kostengünstig, unkompliziert umsetzbar und tragen wesentlich zur Steigerung der Energieeffizenz und zum Wohnkomfort bei. Viele der Gebäude in Mühbrook eignen sich zur Umsetzung dieser Maßnahmen.

**Kerndämmung**

Abbildung 19: Einbringen der Kerndämmung von außen (links), Eingespritztes Dämmmaterial: Mineralfaser der Wärmeleitstufe (WLS) 035 (rechts)

Eine nachträgliche Kerndämmung ist eine sinnvolle Maßnahme für Gebäude mit zweischaligem Mauerwerk, bei denen zwischen den beiden Schichten bisher keine Dämmung vorhanden ist. Hierbei wird der Hohlraum zwischen den Mauerschichten mittels Einblasverfahren mit Dämmmaterial gefüllt, wie beispielsweise Mineralfasern. Die Kosten für diese Maßnahme liegen bei einem Einfamilienhaus etwa zwischen 3.000 und 4.000 €. Durch diese Dämmung lässt sich der Energieverbrauch um durchschnittlich 10 bis 20 % reduzieren.

**Kellerdeckendämmung**

Für die Dämmung der Kellerdecke wird Dämmmaterial auf der Unterseite der Decke angebracht. Diese Installation kann mithilfe von Dübeln oder Kleber in Eigenarbeit durchgeführt werden. Durch diese zusätzliche Dämmung wird nicht nur Energie gespart, sondern auch die gefühlte „Fußkälte“ in den darüberliegenden Wohnräumen verringert. Je nach Höhe der Kellerdecke wird eine Dämmstoffdicke von 60 bis 100 mm empfohlen. Die Materialkosten liegen, abhängig vom verwendeten Produkt und der zu dämmenden Fläche, bei etwa 1.200 € (bei Eigenmontage). Diese Maßnahme kann zu einer Energieeinsparung von rund 6 % führen.

### 6.1.3. Grundsätzliche Einsparpotenziale im Haushalt

Mit ca. 84 % ist der Bereich Wärme (Raumwärme und Warmwasser) für den Großteil des Endenergieverbrauchs in privaten Haushalten verantwortlich (Umweltbundesamt (UBA) / Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) 2024) (s. Abbildung 12). Dementsprechend hoch ist der Anteil der THG-Emissionen, der durch den Wärmesektor im Privathaushalten verursacht wird

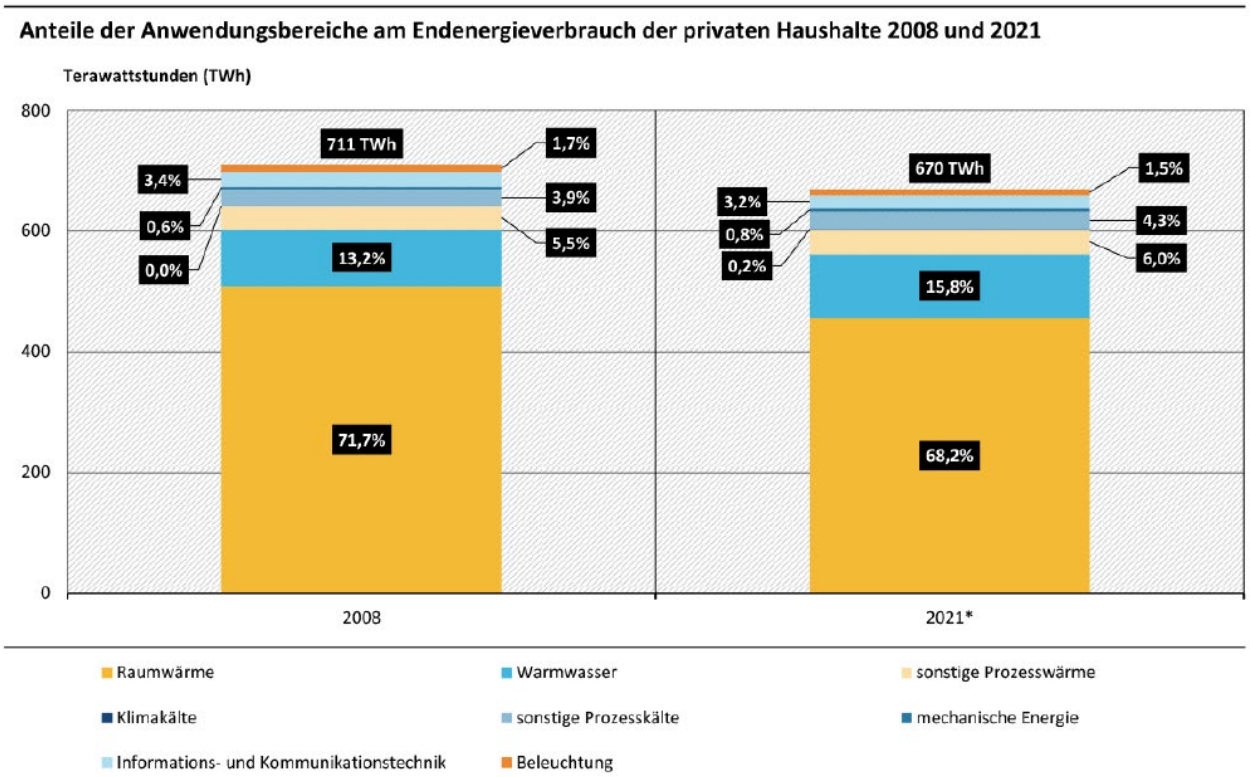



*Abbildung 20 Verteilung der Endenergie auf die verschiedenen Anwendungsbereiche im privaten Haushalt. (Quelle: Umweltbundesamt. Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2022, Stand 06/202312)*

Grundsätzlich besteht für Privathaushalte damit ein großes Potenzial zur Minderung des eigenen Energiebedarfs für die Wärmeversorgung und damit für die Reduktion der dadurch verursachten THG-Emissionen. Diese können in zwei Kategorien unterschieden werden – Verhaltensänderungen und investive Maßnahmen. Während die Verhaltensänderungen durch alle Bewohner*innen der Privathaushalte umgesetzt werden können, können investive Maßnahmen teilweise nur durch die Gebäudeeigentümer*innen umgesetzt werden. Hier kann es sich als zielführend erweisen, wenn Bewohner*innen und Eigentümer*innen ein gemeinsames, abgestimmtes Vorgehen anstreben.

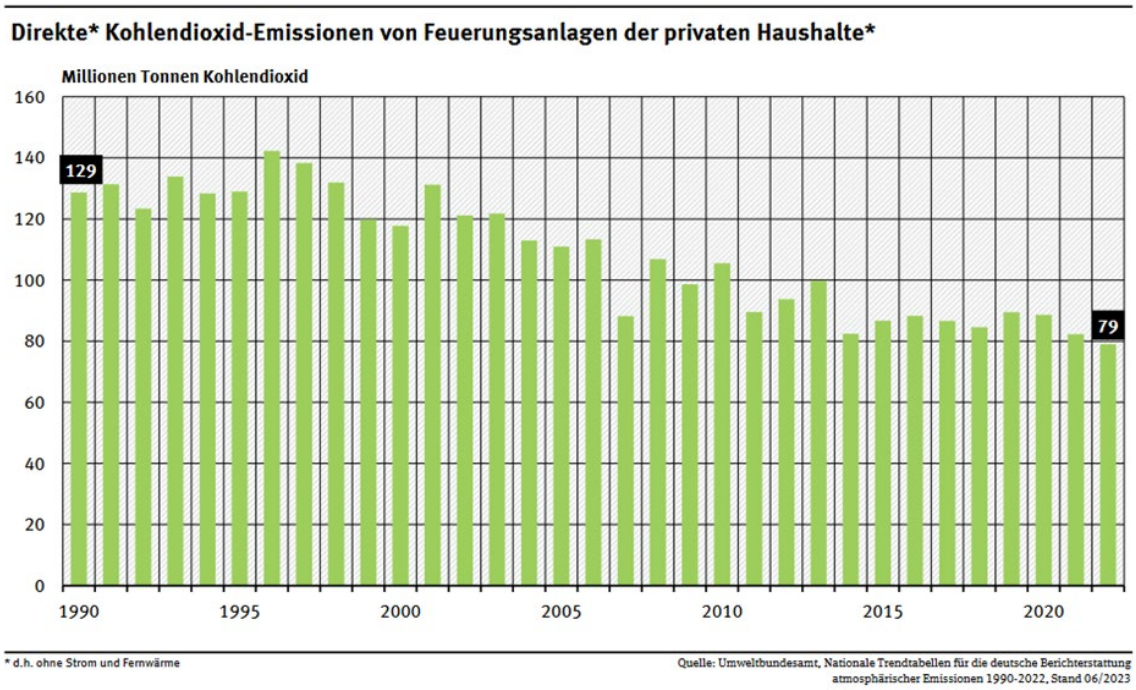



*Abbildung 21: CO2-Emissionen, die direkt durch Feuerungsanalagen in privaten Haushalten verursacht werden (Quelle: Umweltbundesamt. Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2022, Stand 06/2023[12])*

### 6.1.4. Verhaltensänderungen:

Die Veränderung des Verhaltens ist ein wesentlicher Faktor, um den Energieverbrauch für die Wärmeversorgung in privaten Haushalten zu senken. Durch gezielte Maßnahmen lässt sich der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser nachhaltig reduzieren. Hier einige Ansätze:

**Heizkörper entlüften:**

Eine der einfachsten Maßnahmen, um Heizkosten zu sparen, ist das Entlüften der Heizkörper. Luftansammlungen im Heizkörper können die Effizienz beeinträchtigen und zu Energieverlusten führen. Typische Anzeichen dafür sind gluckernde Geräusche oder unzureichende Wärmeabgabe, obwohl das Thermostat aufgedreht ist.

**Die Anpassung der Raumtemperatur**

Bereits eine Absenkung um 1°C kann zu einer Einsparung von rund 6 Prozent führen. Es ist wichtig, für jeden Raum im Haus eine passende Temperatur zu wählen. Im Wohnzimmer sind etwa 20 Grad Celsius ausreichend, während in der Küche Temperaturen zwischen 18 und 20 Grad Celsius genügen. Für das Badezimmer wird eine höhere Temperatur von 23 Grad Celsius empfohlen, um den Komfort zu gewährleisten. Das Kinder- und Arbeitszimmer sollten einen Bereich von 20 bis 22 Grad Celsius aufweisen. Im Schlafzimmer hingegen reichen 16 bis 18 Grad Celsius, und für den Flur sind 16 Grad Celsius völlig ausreichend, da dort nur eine minimale Beheizung notwendig ist.

**Manuelle Thermostate gegen programmierbare austauschen:**

In vielen Haushalten sind noch immer mechanische Thermostate im Einsatz. Diese führen häufig zu ineffizienter Nutzung, da man sie manuell anpassen muss, um die gewünschte Raumtemperatur zu erreichen. Der Austausch gegen programmierbare Thermostate ermöglicht eine gezielte Steuerung, die sich dem Tagesablauf anpasst. So wird nur dann geheizt, wenn es tatsächlich nötig ist, was Energie und Kosten spart.

**Effektiv lüften:**

Richtiges Lüften ist nicht nur für die Luftqualität, sondern auch zur Schimmelvermeidung wichtig. Ein vollständiger Luftaustausch sollte 3–4-mal täglich stattfinden. Dies gelingt am besten durch Stoßlüften, bei dem gegenüberliegende Fenster weit geöffnet werden, um eine effektive Querbelüftung zu ermöglichen. Ist dies nicht möglich, sollten dennoch alle Fenster vollständig geöffnet werden, da gekippte Fenster nicht denselben Luftaustausch gewährleisten und zu unnötigem Energieverlust führen. Im Winter sollte die Lüftung 5 Minuten dauern, im Sommer etwa 30 Minuten, während in den Übergangszeiten (Frühling und Herbst) 10 bis 20 Minuten angemessen sind.

**Duschen statt Baden:**

Ein durchschnittlicher Duschvorgang (etwa 10 Minuten) benötigt nur ein Drittel der Warmwassermenge eines Bades. Durch das Duschen anstelle von Baden lässt sich der Energieverbrauch für Warmwasser deutlich reduzieren, was sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll ist.

### 6.1.5. Investive Maßnahmen:

Durch technische Maßnahmen am Gebäude lässt sich der Energieverbrauch erheblich senken. Die folgende Übersicht zeigt die wichtigsten investiven Maßnahmen auf:

**Effiziente Wärmedämmung:**

Um Wärmeverluste zu minimieren, ist eine umfassende Wärmedämmung essenziell. Investitionen in Dämmstoffe für Wände, Dächer, Böden und Fenster helfen, den Heizbedarf deutlich zu reduzieren. Besonders vorteilhaft sind nachhaltige und umweltfreundliche Materialien, die zusätzlich zum Klimaschutz beitragen.

**Moderne Fensterinstallation:**

Der Austausch veralteter Fenster gegen energieeffiziente Modelle mit mehrschichtiger Verglasung und Wärmeschutzbeschichtung verringert Wärmeverluste und senkt den Heizbedarf erheblich. Dies trägt nicht nur zur Energieeffizienz, sondern auch zur Behaglichkeit der Wohnräume bei.

**Einsatz von Solarenergie:**

Die Installation von Solarthermieanlagen zur Warmwasserbereitung oder zur Unterstützung der Raumheizung kann die Energiekosten reduzieren und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern verringern. Ergänzend kann die Installation einer Photovoltaikanlage langfristig zur Reduzierung der Stromkosten beitragen, insbesondere in Kombination mit einer Wärmepumpe.

**Heizungsoptimierung und -modernisierung:**

Die Umrüstung auf moderne Heizungstechnologien wie Wärmepumpen oder Solarthermie steigert die Effizienz und reduziert die Treibhausgasemissionen. Programmierbare Thermostate unterstützen eine präzise Steuerung der Heizung und tragen so zu einem geringeren Energieverbrauch bei.

**Biomasse-Heizsysteme:**

Der Einsatz von Biomasse, wie zum Beispiel Pellet- oder Hackschnitzelheizungen, stellt eine umweltfreundliche Alternative dar, besonders in Verbindung mit Nah- oder Fernwärmenetzen, die sich in größeren Gemeinschaften besonders gut integrieren lassen.

**Wärmerückgewinnung:**

Die Installation von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung kann die Heizlast senken, indem die verbrauchte Luft genutzt wird, um frische Zuluft vorzuwärmen. Diese Technik spart Energie und sorgt gleichzeitig für ein angenehmes Raumklima.

**Hybride Heizsysteme:**

Die Kombination verschiedener Heiztechnologien, beispielsweise eine Wärmepumpe mit einer Gasbrennwertanlage, kann die Gesamteffizienz steigern und den Energieverbrauch durch optimale Nutzung der jeweiligen Systeme minimieren.

**Smart-Home-Lösungen:**

Smarte Technologien, wie vernetzte Thermostate und Heizungssteuerungen, ermöglichen eine flexible und bedarfsgerechte Anpassung der Heizzeiten, wodurch gezielt Energie eingespart werden kann.

**Energieberatung in Anspruch nehmen:**

Eine professionelle Energieberatung hilft dabei, individuelle Einsparpotenziale zu erkennen und die Maßnahmen gezielt zu planen. So können Investitionen optimal genutzt werden, um langfristig die Energiekosten zu senken.

Obwohl investive Maßnahmen anfängliche Kosten verursachen, führen sie langfristig zu erheblichen Energieeinsparungen und amortisieren sich häufig innerhalb weniger Jahre. Gleichzeitig tragen sie zur Reduktion von Treibhausgasemissionen bei und leisten somit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

## 6.2. Wärmeversorgungsvarianten für Mühbrook

Die Planung der zukünftigen Wärmeversorgung in Mühbrook basiert auf einer detaillierten Analyse verschiedener Versorgungsvarianten. Ziel ist es, eine nachhaltige, wirtschaftlich tragfähige und technisch umsetzbare Lösung zu finden, die sowohl den Anforderungen des Quartiers als auch den klimapolitischen Zielsetzungen gerecht wird.

Derzeit erfolgt die Wärmeversorgung in Mühbrook vorwiegend dezentral über individuelle Heizsysteme, die zu großen Teilen auf fossilen Energieträgern basieren. Eine zentrale Wärmeversorgung ist bislang nicht vorhanden. Die Analyse des Energieverbrauchs zeigt, dass ein hoher Anteil der Gebäude noch mit Öl- oder Gasheizungen betrieben wird, während erneuerbare Wärmeerzeugung bislang nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden mehrere Versorgungsoptionen untersucht, um eine effiziente und klimafreundliche Wärmeversorgung für Mühbrook zu ermöglichen. Hierbei wurden zentrale und dezentrale Konzepte betrachtet sowie verschiedene Energieträger und Technologien bewertet.

### 6.2.1. Zentrale Wärmeversorgungsoptionen

Der Schwerpunkt der Wärmeversorgung in Mühbrook liegt derzeit auf dezentralen Öl- und Gasheizungen – ein zentral organisiertes Wärmenetz existiert bislang nicht. Um eine effizientere und klimafreundlichere Versorgung zu ermöglichen, wurden im Quartierskonzept verschiedene zentrale Nahwärme-Varianten untersucht. Ein zentral betriebenes Nahwärmenetz bietet prinzipiell hohe Versorgungssicherheit und ermöglicht den Einsatz größerer, effizienterer Wärmeerzeuger. Dadurch lassen sich erneuerbare Energien integrieren und $CO_2$-Emissionen reduzieren. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Netzes hängt allerdings stark von der Anschlussquote (Teilnahme der Haushalte) und der Wärmedichte im Gebiet ab. Mühbrook weist als ländlich geprägte Gemeinde nur eine moderate Siedlungsdichte auf – ein Richtwert von ~150 MWh Wärmebedarf pro Hektar/Jahr gilt als Orientierung für die Eignung einer zentralen Wärmeversorgung.

Die folgende Szenarienanalyse betrachtet unterschiedliche zentrale Versorgungskonzepte für Mühbrook und ihre Kenndaten (jeweils primär für das Kerngebiet mit 92 Gebäuden):

Die untersuchten Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der eingesetzten Wärmeerzeugungstechnologien und der Netzstruktur:

- **Szenario 1a (Luft-Wärmepumpe ohne PV):** 516 kWth Luftwärmepumpe (Grundlast) + 825 kWth Erdgaskessel (Spitzenlast); ca. 4,95 km Trassenlänge im Dorfkern mit 92 angeschlossenen Gebäuden; jährlicher Wärmeabsatz ~3.093.000 kWh; *Wärmegestehungskosten* (LCOH) ca. **16,82 ct/kWh**.
- **Szenario 1b (Luft-Wärmepumpe mit PV):** 520 kWth Luftwärmepumpe + Freiflächen-Photovoltaikanlage zur teilweisen Deckung des Strombedarfs; übrige Netzparameter wie 1a; *LCOH* ca. **16,02 ct/kWh**.
- **Szenario 2 (Gewässer-Wärmepumpe mit PV):** 321 kWth Wasserwärmepumpe (z.B. Nutzung des Seewassers als Wärmequelle) + PV-Anlage; 34 m³ Wärmespeicher integriert; übrige Netzparameter wie 1a; *LCOH* ca. **17,05 ct/kWh**.

- **Szenario 3 (Holzhackschnitzel-Heizkessel):** 477 kWth Biomassekessel (Holzhackschnitzel) als Hauptwärmeerzeuger (Wirkungsgrad ~90%) + 825 kWth Erdgaskessel für Spitzenlast; Netz ca. 4,95 km, 92 Gebäude wie oben; *LCOH* ca. **18,6 ct/kWh**.

Zusätzlich zu diesen vier Kerngebiet-Varianten wurde ein erweitertes Wärmenetz für das Gesamtquartier mit 112 Gebäuden untersucht. Durch längere Trassen (~6,26 km) könnten auch peripher gelegene Haushalte angeschlossen werden. Der kalkulierte Wärmegestehungspreis würde hier – abhängig von der Erzeugungsvariante – etwa 17,14–17,41 ct/kWh betragen und damit in einer ähnlichen Größenordnung liegen wie in den obigen Kerngebiet-Szenarien.

**Anschlussquote**

Die Anschlussquote ist ein zentraler Faktor für den Erfolg eines Nahwärmenetzes und gibt Aufschluss darüber, wie viele Einheiten oder Gebäude tatsächlich an das Netz angeschlossen sind. Eine hohe Quote trägt zur effizienten Nutzung der bereitgestellten Wärmeenergie bei und verbessert die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems, was zu finanziellen Vorteilen für alle angeschlossenen Haushalte führt [(Jeandaux, Videau, und Prieur-Vernat 2021),(Howard u. a. 2020)]. Um eine hohe Anschlussquote zu erreichen, sind gezielte Informationskampagnen sowie überzeugende und attraktive Anschlussbedingungen entscheidend, um potenzielle Teilnehmer*innen zur Netzteilnahme zu motivieren.

Allerdings ist es in der Praxis selten, dass eine Anschlussquote von 100 % erreicht wird. Einige Eigentümer*innen entscheiden sich aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen gegen einen Anschluss – etwa aufgrund der Entfernung zum Wärmenetz oder vorhandener eigener Heizlösungen.

Für Mühbrook wurde eine Anschlussquote von 60 % als realistische Planungsgröße angenommen. Diese Zahl ermöglichte eine realistische Berechnung der Wärmeversorgungsvarianten und gewährleistet eine wirtschaftlich tragfähige Planung des Netzes.

### 6.2.2. Dezentrale Wärmeversorgungsoptionen

Als Alternative zur zentralen Nahwärmelösung wurde eine dezentrale Versorgung mittels individueller Wärmepumpen in den Gebäuden analysiert. Anhand von drei repräsentativen Beispielhäusern unterschiedlichen Typs lässt sich die Bandbreite der zu erwartenden Kosten und Leistungen veranschaulichen:

- **Beispielhaus 1 – Neubau (Standarddämmung)**: Wärmebedarf ca. 18.000 kWh/a; Wärmepumpe mit Jahresarbeitszahl ~3,7; Investitionskosten ~14.000 €; *LCOH* ca. **11,79 ct/kWh**.
- **Beispielhaus 2 – Altbau (ungenügend gedämmt)**: Wärmebedarf ca. 37.500 kWh/a; Wärmepumpe mit JAZ ~2,9; Investitionskosten ~24.500 €; *LCOH* ca. **12,19 ct/kWh**. (Hinweis: In dieser Rechnung sind ~4.500 € für den Tausch von etwa 10 Heizkörpern berücksichtigt, da in unsanierten Altbauten oftmals größere Heizflächen für den niedrigen Wärmepumpen-Vorlauf nötig sind.)
- **Beispielhaus 3 – Großabnehmer (Gewerbe/neues Mehrfamilienhaus)**: Wärmebedarf ca. 200.000 kWh/a; Heizlast ~100 kW; Investitionskosten ~130.000 €; *LCOH* ca. **10,09 ct/kWh**.

Diese Bandbreite deckt typische Anwendungsfälle ab – vom gut gedämmten Einfamilienhaus über einen unsanierten Altbau bis hin zu einem größeren Neubau mit höherem Bedarf. Einzelheizungen mittels Wärmepumpe erfordern geeignete Rahmenbedingungen je Gebäude (ausreichende Grundstücksfläche für Außeneinheiten oder Bohrungen, ggf. Dämmmaßnahmen und Heizungsanpassungen sowie einen ausreichenden Stromanschluss). Die meisten dieser Voraussetzungen können im Rahmen einer Heizungsmodernisierung geschaffen werden; beispielsweise ist in älteren Gebäuden oft nur der Austausch alter Heizkörper oder die Optimierung des Heizsystems nötig, um mit niedrigeren Vorlauftemperaturen effizient zu heizen. Moderne Wärmepumpen können dann auch in Bestandsgebäuden zuverlässig die erforderlichen Raumtemperaturen bereitstellen.

### 6.2.3. Gesamtbewertung und Fazit

Die wirtschaftliche Analyse zeigt deutlich, dass dezentrale Lösungen in Form von Einzel-Wärmepumpen derzeit günstiger sind als eine zentrale Nahwärmeversorgung. Die berechneten Wärmegestehungskosten der zentralen Szenarien liegen – selbst unter Berücksichtigung verfügbarer Fördermittel – bei ca. 16 bis 18 ct pro kWh erzeugter Wärme. Demgegenüber erreichen die dezentralen Wärmepumpen-Beispiele *LCOH*-Werte von rund 10 bis 12 ct/kWh. Aus wirtschaftlicher Sicht sind individuelle Wärmepumpenheizungen somit die kostengünstigere Option für die Gebäudeeigentümer. Insbesondere vermeiden sie die hohen Infrastrukturinvestitionen eines Wärmenetzes (Erdarbeiten, Rohrleitungen, Zentralanlage etc.), was sich in den geringeren spezifischen Wärmekosten widerspiegelt. Selbst wenn nicht alle Gebäude die gleichen guten Voraussetzungen wie die Beispielhäuser aufweisen, ermöglichen staatliche Förderprogramme (z.B. 40–50% Investitionszuschuss) und die Skaleneffekte seriengefertigter Wärmepumpen eine *kosteneffiziente Wärmeversorgung* auf Haushaltsebene. Zentralisierte Lösungen hätten nur dann einen finanziellen Vorteil, wenn eine sehr hohe Anschlussquote und Wärmeabnahme gesichert sind und gleichzeitig die Investitionskosten durch Förderungen oder andere Zuschüsse stark gemindert werden.

**Technische Machbarkeit:**

Zentrale Nahwärmelösungen bieten zwar betriebliche Vorteile – etwa professionelle Betriebsführung, gemeinsame Wartung und einen im Optimalfall höheren Gesamtwirkungsgrad der Wärmeerzeugung – doch sind auch technische Hürden zu beachten. So erfordert der Aufbau eines Wärmenetzes in Mühbrook die Installation einer zentralen Energiezentrale (inkl. eines großen Wärmeerzeugers wie in den Szenarien 1–3 angenommen) sowie die Verlegung von fast 5–6 km Leitungstrassen im Ort. Damit einher gehen mögliche Eingriffe in bestehende Straßen und Grundstücke sowie die Notwendigkeit behördlicher Genehmigungen (insbesondere bei Nutzung einer Gewässerwärmepumpe wäre z.B. eine wasserrechtliche Erlaubnis zum Wärmeentzug aus dem See erforderlich). Der Holzhackschnitzel-Kessel (Szenario 3) würde ausreichend Lagerfläche für den Brennstoff sowie eine zuverlässige Brennstofflogistik (Lieferverkehr, Lagerbewirtschaftung) erfordern. Darüber hinaus sind zentrale Systeme auf eine hohe Auslastung angewiesen – falls nicht genügend Haushalte tatsächlich ans Netz gehen, verschlechtern sich Effizienz und Wirtschaftlichkeit drastisch. In Mühbrook ist diese Anschlussbereitschaft unsicher und müsste durch Befragungen ermittelt werden. Dezentrale Wärmepumpenlösungen hingegen lassen sich schrittweise und individuell umsetzen. Hier besteht die technische Herausforderung vor allem

darin, jedes Gebäude für den effizienten Wärmepumpenbetrieb fit zu machen (z.B. ausreichende Dämmung, ggf. Heizungsoptimierung wie bei Beispielhaus 2 notwendig). Zudem steigt bei vielen dezentralen Wärmepumpen der Strombedarf im Ortsnetz – die bestehende Strominfrastruktur müsste diesem Lastanstieg gewachsen sein oder bei Bedarf ausgebaut werden. Insgesamt sind die technischen Anforderungen jedoch beherrschbar: Die im Projekt betrachteten Beispielhäuser zeigen, dass sowohl Neubauten als auch unsanierte Altbauten mit entsprechenden Maßnahmen erfolgreich mit Wärmepumpen beheizt werden können. Zentral und dezentral unterscheiden sich hier vor allem in der organisatorischen Umsetzung – entweder eine große gemeinsame Lösung oder viele kleine dezentrale Maßnahmen.

**$CO_2$-Einsparpotenziale:**

Beide Ansätze – zentral und dezentral – versprechen im Vergleich zum Status quo (Öl- und Gasheizungen) erhebliche Reduktionen der Treibhausgasemissionen. Eine mit Ökostrom betriebene Wärmepumpe verursacht nur etwa 0,13 t $CO_2$ pro erzeugter MWh Wärme. Zum Vergleich: Erdgas-Heizungen liegen bei ~0,20 t/MWh, Heizöl bei ~0,28 t/MWh. Durch den Umstieg von Öl auf Wärmepumpenwärme könnten also pro kWh rund 55 % der $CO_2$-Emissionen vermieden werden; gegenüber Gas beträgt die Einsparung immer noch etwa 35 % pro genutzter kWh. In Zahlen heißt das: Bei einem jährlichen Wärmebedarf von ca. 3.100 MWh (entspricht dem Kerngebiet Mühbrook) fällt die $CO_2$-Emission mit einer zentralen Großwärmepumpe auf etwa 400 t $CO_2$ pro Jahr, gegenüber ~800–900 t im heutigen fossilen Zustand – eine Einsparung von ~400–500 t $CO_2$ jährlich. Noch größer wäre der Effekt im Holzhackschnitzel-Netz: Holzenergie wird bilanziell fast $CO_2$-neutral angesetzt (nur ~0,022 t/MWh bei Pellets), sodass über 90 % der Emissionen vermieden würden. Allerdings hängt die tatsächliche Klimabilanz von Biomasse stark von der Herkunft des Brennstoffs ab. Eine steigende Nachfrage könnte zu einer Verknappung der regional verfügbaren Ressourcen führen, wodurch längere Transportwege nötig wären. Dies könnte den $CO_2$-Vorteil reduzieren und die Nachhaltigkeit der Biomasseoption beeinträchtigen. Auch dezentrale Wärmepumpen erreichen – analog zum zentralen WP-Szenario – eine THG-Minderung von grob 40–50 % je nach bisherigem Energieträger. Langfristig ist zudem von Bedeutung, dass der Strommix in Deutschland stetig grüner wird. Dadurch sinken die spezifischen Emissionen von Wärmepumpen Jahr für Jahr weiter, was die Klimabilanz dieser Lösung perspektivisch noch verbessert. Insgesamt leisten sowohl eine zentral erneuerbare Wärmeversorgung als auch flächendeckende Einzelmaßnahmen einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz in Mühbrook. Die Biomasse-Option erzielt die größten unmittelbaren Einsparungen, während Wärmepumpen noch moderaten Rest-$CO_2$-Ausstoß haben – dieser kann aber perspektivisch durch 100 % regenerativen Strom ebenfalls auf nahe Null gesenkt werden.

**Schlussfolgerung**

Es ist festzuhalten, dass dezentrale Wärmepumpenlösungen derzeit für Mühbrook die wirtschaftlich attraktivere und risikoärmere Wahl darstellen. Sie verursachen pro kWh niedrigere Kosten und können flexibel an die Gegebenheiten einzelner Gebäude angepasst werden. Demgegenüber bringen zentrale Nahwärmelösungen Vorteile bei Betrieb und Wartung sowie ggf. etwas höheren Komfort (kein eigenes Heizungssystem pro Haus) – allerdings nur, wenn sie erfolgreich umgesetzt werden können. Die hohen Anfangsinvestitionen und die Abhängigkeit von genügend Teilnehmern erschweren die Realisierbarkeit in Mühbrook. Sollte in Zukunft eine zentrale Lösung weiter in Betracht gezogen werden, müssten weitergehende Schritte folgen: Insbesondere eine Abfrage der Anschlussbereitschaft der Bewohner, detaillierte technische

Planungen (Trassenführung, Standort Energiezentrale, Hydraulik) und die Ausschöpfung verfügbarer Fördermittel. Diese Punkte sind entscheidend, um die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes zu verbessern und das Projektrisiko zu minimieren.

## 6.3. Stromwende

Die Stromversorgung privater Haushalte bietet ein erhebliches Potenzial zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zur Stärkung der regionalen Energieunabhängigkeit. Eine besonders niedrigschwellige Maßnahme ist der Wechsel zu zertifizierten Ökostromtarifen, die vollständig aus erneuerbaren Energiequellen wie Windkraft, Solarenergie oder Wasserkraft gespeist werden. Diese Tarife sind in der Regel preislich mit konventionellen Angeboten vergleichbar und ermöglichen somit einen unkomplizierten Beitrag zum Klimaschutz ohne zusätzliche finanzielle Belastung. Darüber hinaus bieten einige Anbieter dynamische Stromtarife an, die es ermöglichen, Strom zu günstigeren Zeiten – abhängig vom Börsenpreis – zu beziehen und dadurch weitere Einsparungen zu erzielen.

Langfristig deutlich wirkungsvoller ist jedoch die dezentrale Erzeugung von Strom durch Photovoltaikanlagen. Eigenheimbesitzerinnen können durch die Installation von PV-Dachanlagen ihren Eigenstromverbrauch steigern, die Abhängigkeit vom Strommarkt verringern und langfristig Energiekosten senken. Ergänzend bieten sogenannte Balkonkraftwerke (Plug-&-Play-Solaranlagen) auch Mieter*innen die Möglichkeit, aktiv zur Energiewende beizutragen. Diese Anlagen lassen sich unkompliziert installieren und amortisieren sich oft bereits innerhalb weniger Jahre.

Im Gemeindegebiet von Mühbrook ist die Nutzung von Solarenergie bereits sichtbar: Entlang der Bundesstraße befindet sich ein großflächiger Solarpark, betrieben durch die Firma Enerparc. Die im Jahr 2019 errichteten Anlagen werden derzeit über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert. Eine alternative Nutzung in Form eines Power Purchase Agreements (PPA) erscheint vor diesem Hintergrund aktuell unwahrscheinlich, da der erzeugte Strom voraussichtlich direktvermarktet wird. Perspektivisch bietet sich jedoch – insbesondere nach Auslaufen der EEG-Förderung – die Möglichkeit, den erzeugten Strom lokal nutzbar zu machen. Eine direkte Belieferung der Wärmeerzeugungseinheiten über das öffentliche Netz oder im Rahmen eines On-site-PPA über eine Direktleitung könnte die Integration von Power-to-Heat-Lösungen ermöglichen.

Die Photovoltaik nimmt damit bereits heute eine zentrale Rolle in der lokalen Stromerzeugung Mühbrooks ein. Windkraftprojekte befinden sich derzeit noch in der Planungsphase. Dennoch ist davon auszugehen, dass auch die Windenergie zukünftig einen wachsenden Beitrag zur regionalen Stromversorgung leisten kann. Die Ausweisung geeigneter Flächen und die Nutzung bestehender Potenziale – etwa im Rahmen der landesweiten Fortschreibung der Windkraftplanung – sind hierfür entscheidende Schritte.

Durch den gezielten Ausbau erneuerbarer Stromquellen und die Nutzung lokaler Ressourcen kann Mühbrook seine Energieversorgung klimafreundlich, zukunftssicher und wirtschaftlich gestalten – sowohl im Hinblick auf Haushalte als auch auf eine potenzielle Unterstützung der Wärmeversorgung.

### 6.3.1. Strombezug aus EE-Anlagen

**Belieferungsoptionen**

Grundsätzlich gibt es die Möglichkeit, den Strom aus erneuerbaren Energieanlagen gemäß den Bestimmungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) zu vermarkten, beispielsweise durch Volleinspeisung oder Überschussstromeinspeisung. Alternativ kann die Vermarktung über einen Stromliefervertrag erfolgen, wie etwa ein Power Purchase Agreement (PPA). Ein PPA ist typischerweise ein langfristiger Stromliefervertrag zwischen zwei Parteien, meist zwischen einem Stromerzeuger und einem Stromabnehmer (oder Stromhändler). Verschiedene Formen von PPAs können hierbei unterschieden werden. Die folgenden Arten sind dabei relevant:

- **On-site PPA**: Direkte physische Belieferung über eine Direktleitung.
- **Off-site PPA**: Bilanzielle Belieferung über das öffentliche Stromnetz.

**On-site PPA über Direktleitung**

Die Versorgung der Wärmeerzeugungseinheiten mit elektrischer Energie könnte prinzipiell über eine Direktleitung erfolgen. Das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) beschreibt eine Direktleitung in § 3 Nr. 12 EnWG als:

„Eine Leitung, die einen einzelnen Produktionsstandort mit einem einzelnen Kunden verbindet, oder eine Leitung, die einen Elektrizitätserzeuger und ein Elektrizitätsversorgungsunternehmen zur direkten Versorgung der eigenen Betriebsstätte, eines Tochterunternehmens oder von Kunden verbindet, oder eine zusätzlich zum Verbundnetz errichtete Gasleitung zur Versorgung einzelner Kunden."

Dabei ist vorab sicherzustellen, dass die technischen Einrichtungen, wie etwa die Übergabestationen, die die Wärmeerzeuger anbinden, den Anforderungen des Netzbetreibers sowie den technischen Richtlinien (z.B. VDE-AR-N 4110 für Mittelspannung oder VDE-AR-N 4120 für Hochspannung) entsprechen. Bei einer Versorgung über eine Direktleitung können bestimmte Strompreisbestandteile, etwa Netzentgelte, entfallen. Die Finanzierung der Direktleitung sollte sich idealerweise durch die Einsparungen bei diesen Stromkostenbestandteilen realisieren lassen. Bei einem On-site PPA wird der Strom der EE-Anlage über die Direktleitung direkt an die Wärmeerzeugungstechnologien geliefert. Überschüssiger Strom wird über den Netzanschlusspunkt ins öffentliche Netz eingespeist. Der Netzbezug erfolgt, wenn die EE-Erzeugung den Verbrauch nicht vollständig deckt.

**Off-site PPA**

Alternativ kann die Versorgung der Wärmeerzeugungseinheiten auch über das öffentliche Netz erfolgen. Ein Off-site PPA oder auch Sleeved PPA erfordert hierbei zusätzliche Abwicklungsprozesse:

„Im Unterschied zu On-site PPAs wird der Strom bei einem Off-site PPA über das öffentliche Stromnetz an den Verbraucher geliefert, was eine zusätzliche bilanzielle Abwicklung für die Stromerzeugungs- und Verbrauchsbilanzkreise mit sich bringt."

Ein Sleeved PPA ist im Grunde ein Off-site PPA, bei dem ein Energiedienstleister als Intermediär zwischen Erzeuger und Verbraucher fungiert und verschiedene Aufgaben übernimmt. Zu diesen Dienstleistungen zählen die Bilanzkreisführung, das Zusammenführen mehrerer Stromerzeuger zu

einem Anlagenportfolio, die Lieferung von Reststrommengen oder die Vermarktung von Überschussmengen, die Erstellung von Einspeiseprognosen, die Vermarktung von Grünstromzertifikaten sowie die Übernahme von Risiken, die etwa durch Ausgleichsenergiekosten oder das Insolvenzrisiko eines Vertragspartners entstehen können.

Bei einer Belieferung über das öffentliche Stromnetz können ebenso einzelne Strompreisbestandteile, allerdings in Abhängigkeit der Verbrauchstechnologie, entfallen.

### 6.3.2. Windenergie

Wind zählt zu den zentralen erneuerbaren Energiequellen, die in vielen Regionen Schleswig-Holsteins effizient genutzt werden können. In Mühbrook existiert derzeit noch kein Windpark, jedoch gibt es ein ausgewiesenes Windeignungsgebiet. Erste Initiativen zur Nutzung dieses Gebiets wurden bereits gestartet, allerdings befindet sich die Umsetzung noch in einem frühen Stadium, und es sind derzeit keine Anlagen in Betrieb.

Das Windenergie-Erzeugungsprofil ist stark witterungsabhängig und unterliegt sowohl täglichen als auch saisonalen Schwankungen. In der Regel sind die Erträge in den Herbst-, Winter- und Frühlingsmonaten am höchsten, während sie im Sommer etwas geringer ausfallen. Windkraftanlagen werden meist als Teil größerer Windparks betrieben und speisen den erzeugten Strom ins öffentliche Netz ein. Eine zukünftige Option für Mühbrook könnte die lokale Direktbelieferung sein, sofern ein Windpark realisiert wird.

Neue Windenergieprojekte unterliegen klaren gesetzlichen Vorgaben. Der Bau neuer Anlagen ist nur in den im Regionalplan ausgewiesenen Windvorranggebieten erlaubt, wobei Mindestabstände zu Wohngebieten und Schutzräumen eingehalten werden müssen. Zudem ist eine Genehmigung nach §4 BImSchG erforderlich.

Die neuesten Entwicklungen in der Windenergieplanung des Landes Schleswig-Holstein eröffnen weitere Möglichkeiten für die Zukunft. Die Eckpunkte der Landesregierung vom 19. Dezember 2023 sehen eine Fortschreibung der Positivplanung für Windenergiegebiete vor. Dadurch könnten perspektivisch zusätzliche Flächen für die Windenergienutzung erschlossen werden. Maßnahmen wie die Anpassung von Mindestabständen zu Wäldern und Schutzgebieten, die Reduzierung restriktiver Abwägungskriterien zugunsten der Windkraft und die Streichung einzelner Einschränkungen sorgen für mehr Planungssicherheit bei der Entwicklung neuer Windprojekte.

Neben großflächigen Windparks könnten in Mühbrook auch Kleinwindanlagen eine ergänzende Rolle spielen. Unter bestimmten Bedingungen können diese als Nebenanlagen entweder genehmigungsfrei oder im vereinfachten Verfahren errichtet werden. Aufgrund ihrer geringeren Nabenhöhe und der damit verbundenen niedrigeren Energieausbeute sind Kleinwindanlagen wirtschaftlich oft weniger attraktiv. Dennoch könnten sie insbesondere für Betriebe oder Haushalte mit hohem Eigenstrombedarf eine sinnvolle Ergänzung sein.

Die Windkraft bleibt somit eine potenzielle Energiequelle für Mühbrook, auch wenn aktuell noch keine Anlagen in Betrieb sind.

Wie aus den Karten des Deutschen Wetterdienstes hervorgeht, liegt Mühbrook in einer Region mit einer durchschnittlichen Windgeschwindigkeit von rund 4,5 m/s in 10 Metern Höhe über Grund, was grundsätzlich günstige Bedingungen für die Windkraftnutzung bietet.

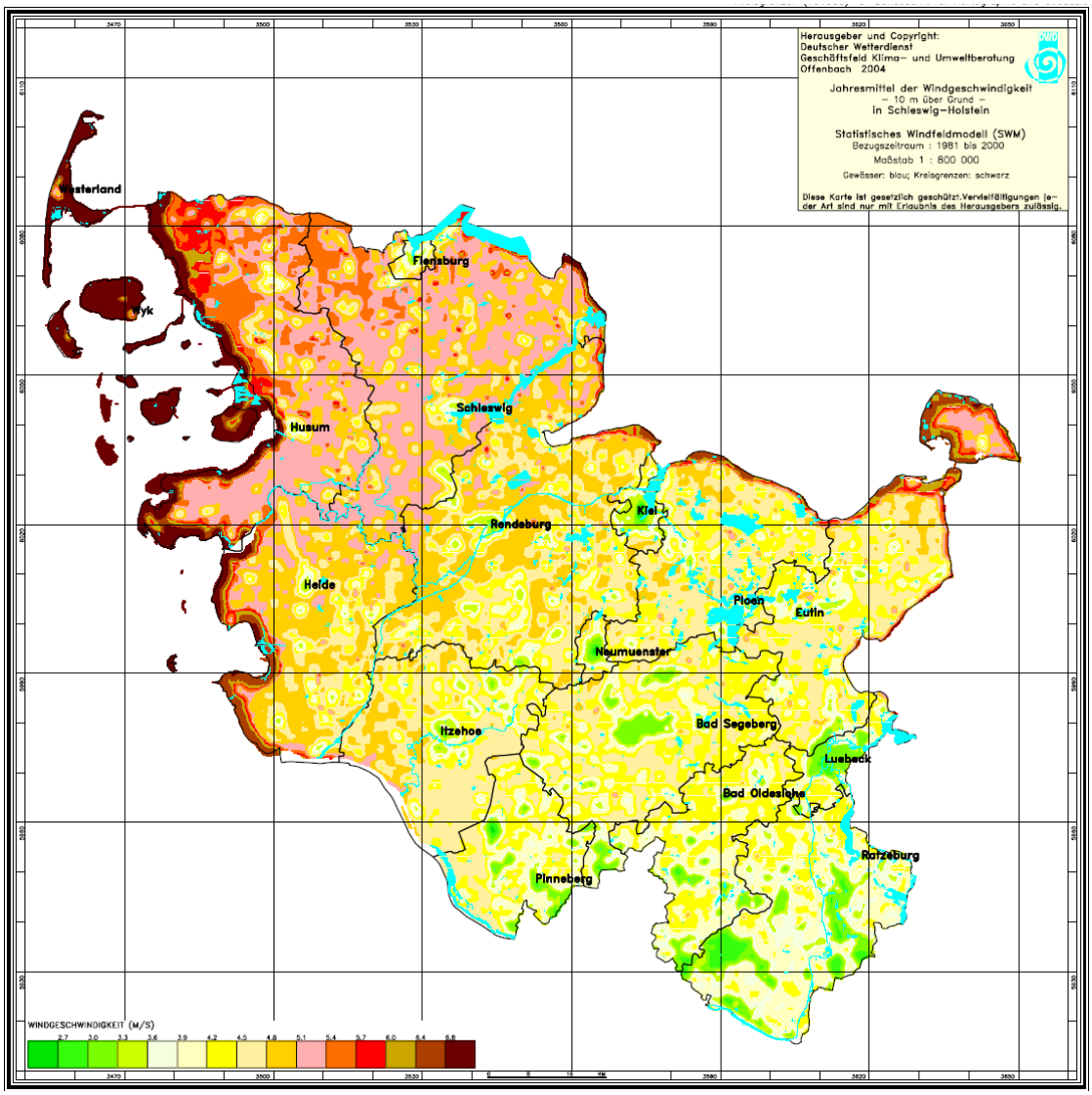



*Abbildung 22: Jahresmittel der Windgeschwindigkeiten in 10m Höhe (Quelle: (Deutscher Wetterdienst (DWD) 2024))*

### 6.3.3. Photovoltaik

Photovoltaik (PV) bezeichnet die direkte Umwandlung von Sonnenlicht in elektrische Energie. In den Solarzellen entsteht durch die Wechselwirkung von Licht mit Halbleitermaterialien Gleichstrom, der mithilfe eines Wechselrichters in Wechselstrom umgewandelt wird. PV-Anlagen sind modular aufgebaut und können je nach Bedarf skaliert werden. Das Erzeugungsprofil schwankt sowohl im Tages- als auch im Jahresverlauf: Die höchsten Erträge werden in den Mittagsstunden sowie in den Sommermonaten erzielt. Die Hauptanwendungsbereiche von PV-Anlagen sind Freiflächen- und Dachphotovoltaik.

**Eigenverbrauchsanlagen:** Diese Anlagen versorgen zunächst das Gebäude mit Strom und speisen nur überschüssige Energie ins öffentliche Netz ein. Die Kombination aus Eigenverbrauch und Netzeinspeisung erhöht die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

**Volleinspeisungsanlagen:** Diese Anlagen speisen den gesamten erzeugten Strom ins Netz ein, ohne den Eigenverbrauch des Gebäudes zu decken. Sie können wirtschaftlich attraktiv sein, wenn die Installationskosten gering sind.

### 6.3.4. Photovoltaik auf Freiflächen

Im Gebiet der Gemeinde Mühbrook liegt ein großflächiger Solarpark, der an der Bundesstraße 4 neben dem Ortszentrum liegt. Die dortigen Photovoltaikanlagen werden als Solarpark von der Enerparc AG betrieben. Eine direkte Kontaktaufnahme mit dem Betreiber brachte keine verwertbaren Informationen zur zukünftigen Nutzung oder möglichen lokalen Vermarktungsoptionen. Eine Analyse des Marktstammdatenregisters ergab jedoch, dass die Anlagen relativ jung sind und im Jahr 2019 errichtet wurden.

Da der Solarpark über eine EEG-Förderung realisiert wurde, ist eine Nutzung über Power Purchase Agreements (PPA) aktuell unwahrscheinlich. Es ist davon auszugehen, dass der erzeugte Strom über die Direktvermarktung ins Netz eingespeist wird. Dennoch bleibt der Solarpark ein wichtiger Bestandteil der regenerativen Stromverzeugung in Mühbrook. Perspektivisch könnten gezielte Maßnahmen geprüft werden, um die regionale Nutzung der erzeugten Energie zu optimieren.

Die Landesregierung Schleswig-Holstein bietet mit dem Landesentwicklungsplan (LEP) einen Rahmen für die Entwicklung von Freiflächen-Photovoltaik. Zwar werden keine festen Eignungs- oder Vorrangflächen vorgegeben, doch könnte die Gemeinde Mühbrook durch Flächennutzungs- und Bebauungspläne Sondergebiete für Photovoltaik ausweisen. Dies könnte die Umsetzung weiterer Freiflächenprojekte im Gemeindegebiet erleichtern.

### 6.3.5. Photovoltaik auf Dachflächen

Dach-Photovoltaikanlagen bieten in Mühbrook großes Potenzial, um die lokale Stromversorgung weiter auszubauen. Zahlreiche größere Dachflächen im Gemeindegebiet sind für die Installation von PV-Anlagen geeignet. Dabei werden die Solarmodule direkt auf Gebäudedächern montiert, um den Strombedarf der jeweiligen Gebäude zu decken. Überschüssige Energie kann in Batteriespeichern zwischengespeichert oder ins öffentliche Netz eingespeist werden. Die Installation erfolgt durch Fachbetriebe, während Betrieb und Wartung in der Verantwortung der Eigentümer*innen liegen.

Die Effizienz einer PV-Anlage hängt maßgeblich von der Ausrichtung und Neigung des Dachs ab. Optimal ist eine Süd- oder Ost-/West-Ausrichtung mit einer Neigung zwischen 20 und 35 Grad. Zudem muss die Statik des Dachs den Anforderungen entsprechen, und eine ausreichende Netzanschlussleistung sollte vorhanden sein. Neben klassischen Schrägdächern können PV-Anlagen auch auf Flachdächern, Carports oder anderen geeigneten Flächen installiert werden. Auch sogenannte Balkonkraftwerke, die auf Balkonen oder Terrassen aufgestellt werden, stellen insbesondere für Haushalte ohne größere Dachflächen eine interessante Option dar.

**Wirtschaftlichkeit**

Die Wirtschaftlichkeit von PV-Dachanlagen hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Installationskosten, der Eigenverbrauchsanteil und die Einspeisevergütung. In der Regel sind Anlagen besonders wirtschaftlich, wenn ein hoher Eigenverbrauchsanteil erreicht wird. Durch

sinkende Installationskosten könnte in Zukunft jedoch auch die Volleinspeisung zunehmend attraktiver werden, insbesondere für größere Anlagen, die Skaleneffekte nutzen können.

Die EEG-Förderung stellt einen wesentlichen Anreiz für den Ausbau der Photovoltaik auf Dachflächen dar. In Kombination mit weiteren Förderprogrammen und individueller Planung kann die Nutzung von Dachflächen für erneuerbare Energien in Mühbrook effektiv vorangetrieben werden.

**Solardachkataser KSA Rendsburg – Eckernförde**

Die Einwohner*innen von Mühbrook haben die Möglichkeit, das Solardachkataster der Klimaschutzagentur Rendsburg-Eckernförde (KSA RD-ECK) zu nutzen, um das Potenzial ihrer Dachflächen für Photovoltaik oder Solarthermie individuell zu prüfen. Über die Webseite mein-dach-kann-mehr.de/rd-eck/ lässt sich durch Eingabe der eigenen Adresse ermitteln, wie gut ein Dach für die Nutzung von Solarenergie geeignet ist.

Das Kataster analysiert verschiedene Faktoren, darunter:

- Dachausrichtung und -neigung, um die Sonneneinstrahlung optimal zu bewerten.
- Verschattung durch Bäume, Nachbargebäude oder andere Hindernisse, die den Ertrag beeinflussen könnten.
- Mögliche nutzbare Dachfläche, um eine realistische Berechnung des potenziellen Solarertrags zu ermöglichen.
- Erwarteter Stromertrag (kWh/Jahr) basierend auf regionalen Strahlungswerten.
- $CO_2$-Einsparpotenzial zur Abschätzung des ökologischen Nutzens.
- Wirtschaftlichkeit, inklusive Investitionskosten, Amortisationszeit und mögliche Förderungen.

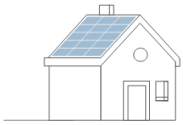
Diese detaillierte Analyse ermöglicht es Hausbesitzer*innen, eine fundierte Entscheidung über die Installation einer Solaranlage zu treffen. In Kombination mit aktuellen Förderprogrammen können so sowohl ökologische als auch wirtschaftliche Vorteile genutzt werden, um Mühbrook weiter in Richtung einer klimafreundlichen Energieversorgung zu entwickeln.

## Mein Solarpotenzial

**48,0 %**

Eigenverbrauch

Je niedriger dieser Wert ist, umso mehr Sonnenstrom stellen Sie anderen zur Verfügung und tun so etwas für den Klimaschutz. Klasse! Je höher dieser Wert ist, umso mehr Sonnenstrom von Ihrem Dach wird von Ihnen selbst verbraucht. Das spart bares Geld.



**60,0 %**

Autarkie

Wirklich unabhängig vom Stromnetz muss man ja gar nicht sein. Aber viele haben ein gutes Gefühl, wenn möglichst viel von dem eigenen Stromverbrauch direkt vom Dach gedeckt wird. Leider verbraucht man gerade im Winter viel Strom, wenn die Sonne nur wenig Kraft hat. Daher werden bei wirtschaftlichen Anlagen in der Regel nur Autarkiegrade von 30 bis 60 % erreicht.




**1,2 t**

$CO_2$-Einsparung

Super, so viel $CO_2$ können Sie durch Ihr Sonnendach einsparen. Je größer die Anlage, umso mehr Tonnen stehen hier. Zum Vergleich: in Deutschland emittieren wir im Durchschnitt 11 t $CO_2$ pro Jahr und Person.

## Jahresbilanz

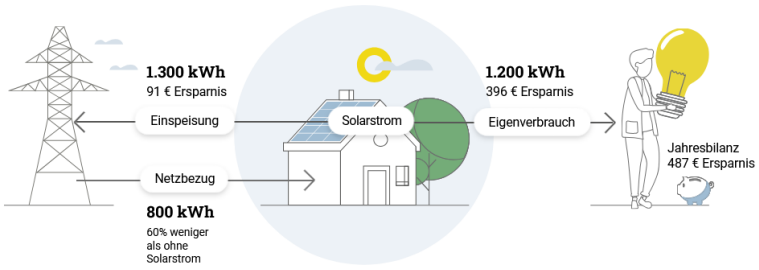



*Abbildung 23 Auszug aus dem Solardachkataster KSA RD-ECK (Klimaschutzagentur RD-ECK, 2025)*

Die Gemeinde Mühbrook könnte durch gezielte Informationskampagnen und Beratungsangebote die Nutzung von Dachflächen für Photovoltaikanlagen weiter fördern (vgl. Maßnahme S1, Kapitel 7.2.3). Die Einbindung lokaler Akteure sowie die Zusammenarbeit mit Fachbetrieben und Energieberatern könnten die Umsetzung erleichtern und den Ausbau der erneuerbaren Energien vorantreiben.

**Förderung von PV-Dachanlagen**

Die Förderung von PV-Dachanlagen erfolgt über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Die Höhe der Vergütung hängt von der Anlagengröße und der Art der Einspeisung ab. Die folgende Tabelle zeigt die Vergütungssätze für Anlagen, die zwischen dem 1. Februar und dem 31. Juli 2024 in Betrieb genommen werden. Diese Werte basieren auf den Vorgaben der Bundesnetzagentur.

*Tabelle 8 Vergütungssätze für PV-Dachanlagen bei Inbetriebnahme ab 01.02.2024*

| Anlagengröße | Eigenverbrauch [ct/kWh] | Volleinspeisung [ct/kWh] |
|---|---|---|
| **Bis 10 kW** | 8,51 | 13,27 |
| **Bis 40 kW** | 7,43 | 11,19 |
| **Bis 100 kW** | 6,14 | 11,19 |
| **Bis 400 kW** | 6,14 | 9,31 |

## 6.4. Mobilitätswende

Das Handlungsfeld Mobilität stellt insbesondere im ländlichen Raum – wie hier in Mühbrook, das über 10 Kilometer von der nächstgrößeren Stadt Neumünster entfernt liegt – besondere Herausforderungen dar. Einerseits bestehen erhebliche Potenziale zur Reduktion von Treibhausgasemissionen, andererseits erfordert die Mobilitätswende in solchen Regionen ein starkes Umdenken und das Überwinden etablierter Gewohnheiten. In ländlichen Gebieten ist die Abhängigkeit vom motorisierten Individualverkehr (MIV) oft ausgeprägter, da alternative Verkehrsmittel wie öffentlicher Nahverkehr oder Radwege häufig weniger gut ausgebaut sind und aufgrund von Entfernung und Taktung nicht immer eine praktikable Alltagslösung darstellen. Es ist daher notwendig, gezielte Strategien zur Reduktion des MIV zu entwickeln – zum Beispiel durch das Vermeiden unnötiger Fahrten, die Förderung des öffentlichen Nahverkehrs oder die Einführung von Carsharing-Programmen, die den individuellen Aspekt der Mobilität zugunsten der Gemeinschaft umgestalten können. Dazu gehört der Ausbau des ÖPNV, eine bessere Anbindung an den SPNV sowie die Attraktivierung von Rad- und Fußwegen. Gleichzeitig sollten die weiterhin benötigten Fahrzeuge in ländlichen Gebieten auf regenerative Antriebstechnologien umgestellt werden, um auch hier den Klimaschutz voranzutreiben.

### 6.4.1. Reduktion des motorisierten Individualverkehrs (MIV)

Zur Reduktion des MIV liegt großes Potenzial in der Verbesserung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV). Durch die Steigerung der Attraktivität und der Taktung von

Buslinien, insbesondere zum Bahnhof Bordesholm, könnten mehr Einwohner*innen auf öffentliche Verkehrsmittel umsteigen. Hierzu gehört auch, an den Bushaltestellen im Ort mehr Fahrrad-Abstellmöglichkeiten einzurichten und Unterstände zu erweitern. Anregungen könnten hierbei Mobilitätsstationen insbesondere im Kreis Rendsburg-Eckernförde bieten, dessen Einrichtung auch Ziel im Mobilitätskonzept des Kreises ist und bereits zu vielen positiven Erfahrungen in anderen Gemeinden geführt hat (KielRegion 2023). Mobilitätsstationen bieten dabei eine zentrale Anlaufstelle für verschiedene Verkehrsmittel und erleichtern den Wechsel zwischen ihnen. Diese Stationen können Fahrräder, E-Bikes, Carsharing-Fahrzeuge und öffentliche Verkehrsmittel integrieren[5].

**Gemeinschaftliches Fahren**

Zusammenhängend mit den zentralen Orten der Mobilität in der Gemeinde ist gerade das Herausstellen des gemeinschaftlichen Fahrens von Bürger*innen wichtig. Dieses hat das Potenzial das Verkehrsaufkommen erheblich zu reduzieren und gleichzeitig die Umwelt zu schonen. Initiativen wie Mitfahrbänke – in Mühbrook existiert eine zentral im Ort (Bushaltestelle Seeblick) – bieten unkomplizierte Möglichkeiten zur gemeinsamen Nutzung von Fahrzeugen, und sollten im Zuge des Quartierskonzepts nochmal stärker beworben werden.

Ein weiteres wichtiges Potenzial bietet sich in Car-Sharing-Angeboten, welche in Zusammenarbeit mit der Kommune umgesetzt werden könnten. Hierbei könnte ein oder mehrere Autos – idealerweise Elektroautos – an einem zentralen Platz im Ort zur gemeinschaftlichen Nutzung angeboten werden und so der Individualverkehr reduziert wird. Gerade die Erfahrungen von mittlerweile über 30 „Dörpsmobile“ in Schleswig-Holstein [6] - exemplarisch im Nachbarort Bordesholm von einer Initiative 2024 umgesetzt – sind in allen Gemeinden eine gute Möglichkeit, durch die gemeinschaftliche Fahrzeugnutzung Kosten zu sparen und die Effizienz der Fahrzeugauslastung zu erhöhen. Die bereits im Dorfkern von Mühbrook vorhandenen E-Ladesäulen bieten hierbei eine gute Möglichkeit, ein E-Carsharing-Pilotprojekt zu initiieren. (vgl. Maßnahme M2, Kapitel 7.2.4).

**Radverkehr / Fußverkehr**

Der Ausbau und die qualitative Verbesserung des Radverkehrs sind ebenfalls von zentraler Bedeutung für die Mobilitätswende. Insbesondere für kurze bis mittlere Distanzen bietet das Fahrrad, insbesondere das E-Bike, ein enormes Potenzial zur Senkung der Verkehrsemissionen. Hierfür sollte v.a. der eigenständige Radweg entlang der Bundesstraße kontinuierlich baulich verbessert werden und Wege ggf. explizite Radwege in den Ort hinein eingerichtet werden oder Markierungen auf den Straßen (Schutzstreifen) die Sichtbarkeit und Sicherheit der Radfahrer*innen erhöhen. Untersuchungen zeigen, dass gute Radverkehrsinfrastruktur die Nutzung des Fahrrads im Alltag deutlich erhöht und somit eine relevante Rolle für die lokale Verkehrswende einnimmt (Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (adfc) 2024).

[5] Hinweise zu Fördermöglichkeiten von Erweiterungen von Haltestellen finden sich u.a. beim mobiliteam von NAH.SH, https://mobiliteam.nah.sh/foerderungen/ [zuletzt abgerufen: 28.03.2025].

[6] 2017 wurde über die Akademie für die ländlichen Räume Schleswig-Holsteins e.V. das landesweite Kooperationsprojekt Dörpsmobil SH nach dem Vorbild des „Dörpsmobil Klixbüll“ entwickelt, welches über eine landesweite Koordinierungsstelle Gemeinden und Initiativen berät, Leitfäden bereitstellt und sie ins landesweite Netzwerk integriert. siehe: https://www.doerpsmobil-sh.de/erste-schritte-ein-doerpsmobil-aufbauen/koordinierungsstelle [zuletzt abgerufen: 28.03.2025].

Ein weiteres Potenzial bietet in diesem Zusammenhang die jüngste Anpassung der Straßenverkehrsordnung (StVO), welche neue Möglichkeiten zur Förderung einer sichereren und nachhaltigeren Mobilität bietet (vgl. Maßnahme M4, Kapitel 7.2.4). Kommunen haben nun mehr Spielraum, um Tempo-30-Zonen an besonders sensiblen Bereichen wie Schulwegen, Spielplätzen oder stark frequentierten Fußgängerüberwegen einzuführen und so die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Auch die Verbindung zwischen bestehenden Tempo-30-Zonen kann nun einfacher umgesetzt werden, um einen gleichmäßigen Verkehrsfluss zu gewährleisten. Darüber hinaus wurde die Umsetzung von Tempolimits auf Bundes-, Landes- und Kreisstraßen erleichtert, und Kommunen haben mehr Handlungsspielraum bei der Einrichtung von Busspuren sowie Radwegen.

### 6.4.2. Umstellung auf regenerative Antriebe

Ein wichtiger Baustein für die Mobilitätswende ist die Förderung des Umstiegs auf Fahrzeuge mit regenerativen Antrieben. Um den Anteil an Elektrofahrzeugen zu erhöhen und die Vorteile der E-Mobilität stärker ins Bewusstsein der Bevölkerung zu rücken, sollen gezielte Informations- und Kommunikationsmaßnahmen umgesetzt werden. Dazu gehören unter anderem öffentliche Informationskampagnen sowie interaktive Veranstaltungsformate wie sogenannte E-Auto-Partys (vgl. Maßnahme M3, Kapitel 7.2.4).

Im Mittelpunkt dieser Kampagne steht die Aufklärung über die ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile von Elektrofahrzeugen, darunter die Reduzierung von Emissionen und die geringeren Betriebskosten im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen. Zudem soll zu zentralen Themen der Elektromobilität praxisnah aufgeklärt werden:

1. Übersicht über die bestehenden öffentlichen Ladeinfrastrukturen und Lademöglichkeiten im Quartier und der näheren Umgebung, um potenziellen Nutzer*innen den Einstieg in die E-Mobilität zu erleichtern.
2. Aufzeigen der Möglichkeit, ein Elektrofahrzeug mit Strom aus einer eigenen Photovoltaikanlage zu betreiben und damit einen Großteil der jährlichen Fahrleistung (ca. 12.000 km) mit selbst erzeugtem Strom abzudecken.
3. Abbau von Vorurteilen und Fehlinformationen rund um die Elektromobilität durch faktenbasierte Aufklärung, um bestehende Unsicherheiten in der Bevölkerung abzubauen.

Durch die gezielte Kommunikation und den offenen Erfahrungsaustausch in der Gemeinde kann das Interesse an E-Mobilität gesteigert werden. Ein besonders wirkungsvolles Mittel zur Förderung der E-Mobilität in Mühbrook sind sogenannte E-Auto-Partys. Dabei laden bereits überzeugte Nutzer*innen von Elektrofahrzeugen zu informellen Treffen ein, bei denen Interessierte die Möglichkeit haben, E-Fahrzeuge aus erster Hand kennenzulernen, Fragen zu stellen und Probefahrten zu machen. Solche Veranstaltungen helfen dabei, Hemmschwellen abzubauen und die Akzeptanz dieser Technologie als echte Alternative zu Verbrennerfahrzeugen zu erhöhen. Durch die Kombination aus fundierter Information und persönlicher Erfahrung zielt die Kampagne darauf ab, die Nutzung von E-Mobilität in Mühbrook nachhaltig zu fördern und den Umstieg auf klimafreundliche Verkehrsmittel zu unterstützen.

Um den Umstieg zusätzlich zu erleichtern, sollten auch infrastrukturelle Maßnahmen gefördert werden. Dazu zählt die Unterstützung bei der Installation privater Wallboxen sowie der Ausbau öffentlicher Ladepunkte (vgl. Maßnahme M1, Kapitel 7.2.4). Unternehmen und Betriebe im Quartier

sollten gezielt angesprochen und mit bestehenden Förderprogrammen (z. B. KfW 441) vernetzt werden, um den Umstieg auf Elektrofahrzeuge auch im gewerblichen Bereich zu erleichtern.

## 6.5. Konsumwende

Die Konsumwende bietet erhebliche Potenziale zur Einsparung von Treibhausgasen in den Bereichen „reuse", „refuse", „reduce" und „recycle". Konkret bedeutet dies, dass die Wiederverwendung von Produkten, die Vermeidung unnötigen Konsums, eine Reduzierung des Ressourcenverbrauchs sowie das Recycling von Materialien maßgeblich zur Reduktion von THG-Emissionen beitragen können.

In einer vorwiegend aus privaten Haushalten bestehenden Gemeinde wie Mühbrook kann dies z. B. durch die Nutzung lokaler Angebote in der Nachbarschaft umgesetzt werden. Apps wie nebenan.de oder Kleinanzeigen ermöglichen es den Einwohner*innen, Gegenstände zu teilen, zu verkaufen oder gemeinsam Projekte zu realisieren. Darüber hinaus eröffnet das Prinzip der Sharing Economy beträchtliche Einsparpotenziale im Ressourcenverbrauch. Die Etablierung einer lokalen Plattform, auf der Werkzeuge, Garten- oder Freizeitgeräte untereinander geteilt werden, könnte sowohl die Haushaltskosten senken als auch zur Vermeidung unnötiger Neuanschaffungen beitragen.

Die Sensibilisierung für nachhaltigen Konsum lässt sich durch gemeinsame Projekte sowie Aufklärungskampagnen der Gemeinde oder durch engagierte Freiwillige fördern. So könnten Recycling-Container oder Abgabestellen für Elektrogeräte eingerichtet sowie ein Repair-Café etabliert werden, um die Wiederverwendung und Reparatur von Gegenständen zu unterstützen. Ebenso kann es hilfreich sein, die Anwohner*innen aktiv dazu zu ermutigen, auf Einwegverpackungen zu verzichten und stattdessen auf Mehrwegbehälter oder wiederverwendbare Verpackungen zu setzen.

Wichtig ist außerdem ein regelmäßiger Dialog mit den Bewohner*innen, um Rückmeldungen einzuholen und neue Ideen für eine nachhaltige Konsumwende zu sammeln. Die aktive Einbindung der Gemeinschaft in diesen Prozess ist entscheidend, um nachhaltige und langfristige Veränderungen zu bewirken.

## 6.6. Klimaanpassung

Der Klimawandel lässt sich nicht mehr vollständig aufhalten, sondern nur noch begrenzen. Auch in Schleswig-Holstein sind die Auswirkungen bereits deutlich spürbar und sichtbar. Daher ist es umso wichtiger, Strategien zu entwickeln und aktiv umzusetzen, um angemessen auf die unvermeidlichen Folgen und veränderten klimatischen Bedingungen zu reagieren. Viele der Herausforderungen, die durch den Klimawandel entstehen, betreffen auch Mühbrook. Deshalb müssen bei der Entwicklung eines Quartierskonzepts stets Maßnahmen zur Anpassung an die erwarteten klimatischen Veränderungen berücksichtigt werden.

In Mühbrook muss die Resilienz gegenüber Trockenheit, Starkregen sowie den daraus resultierenden Folgen wie z.B. Bodenerosion gesteigert werden. Zudem bestehen Gefahren durch

Überflutungsereignisse, insbesondere aufgrund lokaler Gewässer, wie dem Bordesholmer und Einfelder See, welche über den Steingraben miteinander verbunden sind. Hier zeigte sich bereits in der Starkregenkarte eine der größten Überschwemmungspotenziale. Der Klimawandel stellt ländliche Gemeinden, insbesondere landwirtschaftlich geprägte Gebiete, vor besondere Herausforderungen. Hierfür gibt es zahlreiche Potenziale, die konkrete Lösungsansätze erfordern.

Vorrangig zählt hierzu die Einführung nachhaltiger landwirtschaftlicher Praktiken, die sowohl auf privaten als auch gemeinschaftlich genutzten Flächen dazu beitragen können, die negativen Effekte des Klimawandels abzumildern:

1. **Anpassung der Landwirtschaft an Trockenheit:** Der gezielte Einsatz von trockenresistenten Pflanzensorten kann die Auswirkungen von Dürreperioden auf die Ernte reduzieren. Außerdem sollten Bewässerungssysteme effizienter gestaltet werden, etwa durch Tropfbewässerung, um den Wasserverbrauch zu senken und die Erträge trotz Trockenheit zu sichern. Mulchen von Feldern kann helfen, die Bodenfeuchtigkeit zu erhalten und Verdunstung zu minimieren.
2. **Schutz vor Erosion und Starkregen:** Die Anlage von Hecken, Baumreihen und Schutzpflanzungen kann ländliche Gemeinden nicht nur vor Wind- und Wassererosion schützen, sondern auch das Risiko von Ernteausfällen durch Starkregenereignisse mindern. Diese natürlichen Barrieren verlangsamen den Wasserabfluss, fördern die Versickerung und verringern die Bodenerosion. Terrassierung und der Einsatz von Zwischenfrüchten sind weitere Maßnahmen, um den Boden zu stabilisieren und fruchtbare Schichten zu erhalten.
3. **Vermeidung von Bodenverdichtung:** Die durch industrielle Agrarwirtschaft bedingte Bodenverdichtung reduziert die Wasserdurchlässigkeit und verschärft die Auswirkungen von Starkregen sowie Trockenheit. Um dem entgegenzuwirken, sollten landwirtschaftliche Maschinen möglichst bodenschonend eingesetzt werden. Hierzu gehören leichtere Maschinen oder der Verzicht auf schwere Fahrzeuge bei nassen Bedingungen. Zudem fördert der Einsatz von bodenlockernden Pflanzen wie Tiefwurzlern die Bodendurchlässigkeit und Fruchtbarkeit.
4. **Förderung der Bodenfruchtbarkeit:** Der regelmäßige Einsatz von organischem Dünger wie Kompost oder Mist verbessert nicht nur die Bodenstruktur, sondern trägt auch zur Speicherung von Wasser und Nährstoffen bei. Eine regenerative Landwirtschaft, die auf Fruchtfolgen, Gründüngung und den Verzicht auf chemische Pestizide setzt, fördert langfristig die Gesundheit des Bodens und seine Widerstandsfähigkeit gegenüber klimatischen Extremen.
5. **Schwammstadt-Prinzip in der Landwirtschaft:** Auch in ländlichen Gebieten kann das „Schwammstadt"-Prinzip angewendet werden. Die Schaffung von Retentionsflächen auf landwirtschaftlichen Flächen, etwa durch Feuchtbiotope oder Mulden, trägt dazu bei, Starkregenereignisse abzufangen und die Überschwemmungsgefahr zu mindern. Gleichzeitig können solche Maßnahmen wertvolle Lebensräume für die Tier- und Pflanzenwelt schaffen, was die Biodiversität fördert.
6. **Förderung der Biodiversität:** Durch die Schaffung von Blühstreifen, Hecken und artenreichen Grünflächen wird nicht nur die Bodenfruchtbarkeit gefördert, sondern auch die Biodiversität gesteigert. Dies wirkt sich positiv auf das gesamte Ökosystem aus, verbessert die Bestäubung von Nutzpflanzen und erhöht die Widerstandsfähigkeit der Landwirtschaft gegenüber Klimaschwankungen.

7. **Verbesserung der Wasserspeicherung:** Die Errichtung von Regenwasserspeichern, Zisternen oder kleinen Teichen kann in Trockenperioden wertvolles Wasser zur Bewässerung der Felder bereitstellen. Dadurch werden die landwirtschaftlichen Erträge gesichert und der Wasserverbrauch effizienter gestaltet.
8. **Förderung einer nachhaltigen Weidewirtschaft:** Durch eine schonende und rotierende Beweidung kann der Druck auf die Böden verringert werden. Dies verhindert Überweidung, schützt die Grasnarbe und fördert die Fähigkeit des Bodens, Wasser aufzunehmen und zu speichern.
9. **Kohlenstoffbindung durch Agroforstwirtschaft:** Die Integration von Bäumen und Sträuchern in landwirtschaftliche Flächen (Agroforstsysteme) kann helfen, Kohlenstoff im Boden zu binden, die Bodenerosion zu verringern und Mikroklimata zu schaffen, die den Auswirkungen von Hitze und Trockenheit entgegenwirken.

Neben der Anpassung der Landwirtschaft sollte auch Resilienz gegenüber extremen Wetterereignissen erhöht werden. Hierzu gehören unter anderem die Anlage von natürlichen Retentionsflächen, die Entsiegelung von Flächen sowie der Bau von Rückhaltebecken, die großen Wassermengen aus Starkregenereignissen aufnehmen können. (vgl. Maßnahme A4, Kapitel 7.2.5) Die Entwicklung eines Starkregenkonzept könnte hier Potenzial bieten, Gewerbetreibende, Anwohner*innen und weitere Akteure zusammen zu bringen und konkrete Schritte und Lösungen zu erarbeiten. (vgl. Maßnahme A2, Kapitel 7.2.5) Diese Maßnahmen helfen, die Folgen von Überschwemmungen und Erosion zu mindern.

Auch in den Gebäuden ist die Anpassung notwendig. Die Sicherung von Infrastruktur durch bauliche Maßnahmen wie Rückstauklappen oder angehobene Kellerlichtschächte kann Schäden durch Überflutungen und Starkregenereignisse reduzieren. Die Installation von Regenrückhaltesystemen trägt dazu bei, Wasser effizient zu nutzen und Überschwemmungsgefahren zu senken. Hierbei sollten Anwohner*innen in besonders risikoreichen Gebieten direkt von der Kommune angesprochen und bei der Umsetzung von Schutzmaßnahmen unterstützt werden. (vgl. Maßnahme A3, Kapitel 7.2.5).

Schließlich sollte durch Öffentlichkeitsarbeit, eine Informationskampagne (vgl. Maßnahme A1, Kapitel 7.2.5) und Schulungen in der Gemeinde das Bewusstsein für klimafreundliche und resilienzfördernde Maßnahmen gestärkt und zur Umsetzung motiviert werden.

## 6.7. $CO_2$-Ausgleich

Ziel dieser Potenzialanalyse ist es, Ansätze zur Reduzierung von $CO_2$-Emissionen speziell in ländlichen Gemeinden zu identifizieren. Der Fokus sollte dabei auf Maßnahmen liegen, die die Energieeffizienz steigern und erneuerbare Energien nutzen, wie in diesem Kapitel erläutert. $CO_2$-Kompensation oder -Bindung kann als ergänzende Maßnahme dienen, jedoch nicht als Ersatz für direkte Emissionsreduktionen. Bäume und Moore spielen eine bedeutende Rolle als Kohlenstoffsenken und eignen sich hervorragend für $CO_2$-Kompensationsprojekte, etwa durch Aufforstung oder Renaturierung. Solche Maßnahmen lassen sich gut im Rahmen von gemeindebasierten Landschaftspflegeprojekten umsetzen.

Für die Kompensation verbleibender Emissionen bieten verschiedene Organisationen Berechnungen und Projekte an, die durch den Schutz von Ökosystemen oder den Ausbau

erneuerbarer Energien zur Treibhausgasminderung beitragen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass solche Projekte sorgfältig geprüft werden, da nicht alle Zertifikate tatsächlich zu Emissionseinsparungen führen und einige als Greenwashing kritisiert werden.

Letztlich bleibt die direkte Reduktion von $CO_2$-Emissionen durch bewussten Konsum, erneuerbare Energien und eine nachhaltige Lebens- und Wirtschaftsweise, die auf lokale Ressourcen und Kreislaufwirtschaft setzt, der Schlüssel zu langfristig klimafreundlichen Strukturen in ländlichen Gemeinden.

# 7. Maßnahmen

## 7.1. Maßnahmenübersicht

| | | |
|---|---|---|
| **Organisation und Umsetzung** | | |
| O1 | Etablierung von Personalkapazitäten / Kollaborationen zur Maßnahmenumsetzung | |
| O2 | Einrichtung einer zentralen Beratungsmöglichkeit | |
| **Wärmeversorgung und Gebäudesanierung** | | |
| W1 | Informationskampagne für Energieeffizienzsteigerungen durch Gebäudedämmung | |
| W2 | Informationskampagne/Beratung Heizungstausch für Einzelhauslösungen | |
| W3 | Bündelausschreibung für Heizungen und Gebäude-Sanierungen | |
| **Stromversorgung und -erzeugung** | | |
| S1 | Informationskampagne/Beratung Installation von Photovoltaikanlagen zur Stromversorgung | |
| S2 | Kampagne zum Weißgerätetausch | |
| S3 | Ladestromflexibilisierung | |
| S4 | Prüfung Gründung einer Bürgerenergiegesellschaft | |
| **Nachhaltige Mobilität** | | |
| M1 | Förderung der Elektromobilität durch Ausbau der Ladeinfrastruktur | |
| M2 | Implementierung einer E- Carsharing-Angebots | |
| M3 | E-Mobilitäts-Kampagne / E-Auto-Partys | |
| M4 | Nutzung der Möglichkeiten aus der Neuordnung der StVO | |
| **Klimaanpassungsmaßnahmen und nachhaltige Siedlungsstruktur** | | |
| A1 | Informationskampagne zu Klimaanpassung | |
| A2 | Starkregenkonzept entwickeln | |
| A3 | Direktansprache von Anwohner*innen im Starkregenrisikobereich | |
| A4 | Anreize für Schaffung von Retentionsflächen | |

## 7.2. Maßnahmenblätter nach Handlungsfeldern

### 7.2.1. Organisation und Umsetzung

Die erfolgreiche Realisierung von Klimaschutzmaßnahmen und nachhaltigen Projekten in Mühbrook setzt eine strukturierte und gut organisierte Herangehensweise voraus. Das Handlungsfeld „Umsetzung und Organisation" stellt dabei die zentrale Grundlage dar, auf der alle weiteren Maßnahmen aufbauen. Eine klare Organisation ist von entscheidender Bedeutung, um die verschiedenen Aktivitäten zu steuern, Zuständigkeiten festzulegen und die Erreichung der gesetzten Ziele sicherzustellen.

In diesem Handlungsfeld liegt der Fokus auf der Schaffung von Strukturen und Prozessen, die eine effiziente und zielgerichtete Umsetzung der geplanten Maßnahmen ermöglichen. Dazu gehören unter anderem die Einrichtung von Beratungsstellen, die Bereitstellung personeller Ressourcen, die Entwicklung von Kooperationsmodellen sowie die kontinuierliche Überprüfung und Anpassung der Strategien. Eine enge Zusammenarbeit zwischen der Gemeinde, den Bewohner*innen, regionalen Unternehmen und weiteren relevanten Akteur*innen ist dabei unerlässlich.

Durch eine systematische und gut koordinierte Vorgehensweise im Bereich „Umsetzung und Organisation" lassen sich Hindernisse abbauen, Synergien nutzen und nachhaltige Erfolge erzielen. Nur durch eine solche kooperative und durchdachte Umsetzung kann Mühbrook seine Klimaziele erreichen und sich als Vorbild für andere Quartiere etablieren.

## 01: Etablierung von Personalkapazitäten / Kollaborationen zur Maßnahmenumsetzung

### Zielsetzung

Bereitstellung von personellen Kapazitäten und/oder Zusammenarbeit mit geeigneten Organisationen, um die Umsetzung und nachhaltige Betreuung des energetischen Quartierskonzepts in Mühbrook effizient zu gewährleisten..

### Zielgruppe

Hauseigentümer*innen / Anwohner*innen

Gemeindeverwaltung / Kommunalpolitik

### Zuständigkeit

Gemeinde Mühbrook

### Beschreibung

Die Erarbeitung des energetischen Quartierskonzeptes sowie der hier vorliegende Maßnahmenkatalog bilden die Grundlage zur zukunftsfähigen Ausrichtung des Quartiers Mühbrook. Auf dieser Basis können eine klimafreundliche Wärmeversorgung aufgebaut und weitere Klimaschutzmaßnahmen in Mühbrook umgesetzt werden.

Zur Umsetzung der Maßnahmen müssen Verantwortlichkeiten klar verteilt werden und personelle Kapazitäten geschaffen werden. Es muss eine (oder mehrere) Person geben, die die Maßnahmenumsetzung steuert, projektiert und vorantreibt. Ursprünglich war dazu die zweite Phase des Förderprogramms KfW 432 des Bundes zur Einrichtung eines auf drei Jahre angelegten Sanierungsmanagements vorgesehen. Dieses wurde jedoch zu Anfang des Jahres eingestellt, sodass der Gemeinde Mühbrook dieser Weg nun nicht mehr zur Verfügung steht. Diese Leistungen müssten stattdessen nun z.B. durch die Gemeinde Mühbrook bzw. das Amt Bordesholm oder auch in Zusammenarbeit mit anderen Initiativen oder Organisationen (z.B. der Klimaschutzagentur im Kreis Rendsburg-Eckernförde gGmbH) erbracht werden. Neben dem Beitritt zur Klimaschutzagentur des Kreises, sollte auch die verfügabre Kapazität des Klimaschutzmanagements des Amtes geprüft werden. So können im Optimalfall für die Maßnahmenumsetzung Personalkapazitäten und Synergieeffekte aus Amt und Agentur genutzt werden. Auch durch externe Unterstützung erweitert werden.

### Strategisches Vorgehen/Meilensteine

1. Prüfung der verwaltungsinternen Personalkapazitäten
2. Prüfung des Beitritts in die Klimaschutzagentur im Raum Rendsburg
3. Prüfung der Haushaltsmittel zur Finanzierung externer Unterstützungsleistung
4. Entscheidung (politischer Beschluss oder verwaltungsinterne Entscheidung) welche Kapazitäten zur Umsetzung der Maßnahmen genutzt werden soll
5. ggf. Beschluss zur Finanzierung durch die Gemeinde Mühbrook erwirken

**Arbeitsaufwand**

10-30 Arbeitstage

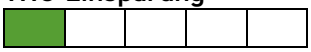
**Kostenaufwand**

30 T€ / Jahr

**Priorität**

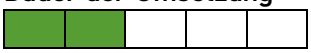
Hoch

**THG-Einsparung**



Indirekt

**Dauer der Umsetzung**



1-2 Jahre

**Herausforderungen**:

- Maßnahme wird von den politischen Gremien als unnötig eingestuft
- Weder qualifiziertes Fachpersonal noch ein geeigneter Dienstleister sind am Markt verfügbar
- Finanzierungsmittel können nicht abgerufen werden

**Lösungsansätze**:

- Aufklärung der Entscheidungsträger*innen über die Notwendigkeit der Maßnahme und Personalkapazitäten zur Umsetzung
- Nutzung von Fördermitteln und Partnerschaften zur Finanzierung

**Erfolgsindikatoren**

1. Anzahl der neu eingestellten oder intern zugewiesenen qualifizierten Mitarbeiter*innen
    - Messung der personellen Verstärkung durch Neuankömmlinge oder Umstrukturierungen innerhalb der Stadtverwaltung zur Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen.
2. Anzahl der geschlossenen Kooperationen mit lokalen Akteuren
    - Erfassung der Partnerschaften mit lokalen Unternehmen, Bildungseinrichtungen oder NGOs, die zur Unterstützung der Maßnahmen beitragen.
3. Regelmäßigkeit und Teilnahme an Arbeitsgruppen und Netzwerktreffen
    - Anzahl der durchgeführten Treffen pro Jahr und die Vielfalt der teilnehmenden Stakeholder zur Förderung der Maßnahmenumsetzung**.**
4. Bereitstellung und effektive Nutzung der finanziellen Mittel
    - Prozentsatz des bewilligten Budgets, der für Personalstellen oder externe Dienstleister tatsächlich eingesetzt wird.
5. Fortschritt bei der Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen
    - Anteil der Maßnahmen, die innerhalb des geplanten Zeitrahmens gestartet oder abgeschlossen wurden, als Indikator für die Effektivität der personellen und kooperativen Ressourcen.

## O2 Einrichtung einer zentralen Beratungsmöglichkeit

**Zielsetzung**

Es soll eine Anlaufstelle für Mühbrook geschaffen werden, die im Anschluss ans das Quartierskonzept die Bürger*innen in fachlichen Fragen unterstützen kann und den Informationsfluss in Mühbrook gewährleistet.

**Zielgruppe**

Hauseigentümer*innen / Anwohner*innen

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

Anwohner*innen

**Beschreibung**

Nachdem das Quartierskonzept entwickelt wurde, steht die Umsetzung der darin festgelegten Maßnahmen im Fokus. Während dieses Prozesses werden im Quartier sowohl fachliche als auch Zuständigkeitsfragen bei den Hauseigentümer*innen / Anwohner*innen auftreten. Insbesondere die vielen Fragen rund um Gebäudesanierung und die Einrichtung einer klimafreundlichen dezentralen Wärmeversorgung (Einzelhauslösungen) werden hier im Fokus stehen (siehe auch Maßnahmen W1 – W2). Um die weitere Umsetzung der Maßnahmen zielführend zu unterstützen, die Fragen der Gebäudeeigentümer*innen und Anwohner*innen aufzunehmen und eine transparente Kommunikation über den Projektfortschritt zu gewährleisten, ist es entscheidend, eine Beratungsmöglichkeit in Mühbrook (alternativ telefonisch oder online) zu etablieren sowie regemäßig Beratungsangebote vor Ort anzubieten.

Zum aktuellen Zeitpunkt sollten insbesondere die Gemeinde Mühbrook, Vertreter*innen des Quartiers, sowie qualifizierte Energieeffizienzexpert*innen (EEE) in die Beratungsangebote einbezogen werden, um eine umfassende Beratung für alle Bewohner*innen mit ihren individuellen Bedürfnissen sicherzustellen. Zusätzlich könnten anlassbezogen und zur Abbildung thematischer Beratungsschwerpunkte weitere Akteure eingebunden werden.

Um das durch das Quartierskonzept ausgelöste Momentum aufrechtzuerhalten, wird empfohlen, regelmäßige Beratungsangebote anzubieten, idealerweise mindestens einmal im Monat.

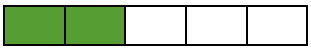
**Strategisches Vorgehen**

1. Beschluss zur Einrichtung einer zentralen Beratungsstelle
2. ggf. Beschluss zur Finanzierung durch die Gemeinde Mühbrook erwirken
3. ggf. Fördermittelantrag stellen
4. Festlegung des Standorts und der Infrastruktur für die Beratungsstelle
5. Einstellung und Schulung von Berater*innen
6. Festlegung der Beratungszeiten mit allen Akteuren und Bekanntgabe des Angebots

**Arbeitsaufwand**

20-30 Arbeitstage

**Kostenaufwand**

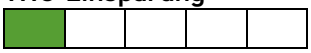


10-15 T€ / Jahr

**Priorität**

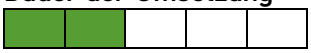
Hoch

**THG-Einsparung**



indirekt

**Dauer der Umsetzung**



1-2 Jahre

**Herausforderungen**:

- Sicherstellung der Finanzierung und personellen Ressourcen
- Erreichbarkeit und Bekanntmachung der Beratungsstelle
- Laufende Aktualisierung der Informationen und Beratungsangebote

**Lösungsansätze**:

- Nutzung von Fördermitteln und Partnerschaften zur Finanzierung.
- Intensive Öffentlichkeitsarbeit und Zusammenarbeit mit lokalen Medien.
- Regelmäßige Schulungen und Weiterbildungen für das Beratungsteam.
- Klare Vereinbarungen mit dem Netzbetreiber über deren Rolle und die vermarkteten Produkte, um Synergien zu nutzen und einen Mehrwert für alle Beteiligten zu schaffen.

**Erfolgsindikatoren**:

1. Erfolgreiche Einrichtung und Inbetriebnahme der Beratungsstelle
    - Offizielle Eröffnung der Beratungsstelle am ausgewählten Standort und Beginn des Betriebs.
2. Anzahl der beratenen Anwohner*innen und Teilnehmer*innen an Workshops
    - Erfassung der persönlichen Beratungen, Workshop-Teilnahmen und allgemeinen Anfragen über einen bestimmten Zeitraum.
3. Steigerung des Bewusstseins und Wissensstands der Anwohner*innen zu Klimaschutzthemen
    - Durchführung von Umfragen zur Messung des gestiegenen Bewusstseins und Wissens der Bewohner*innen bezüglich Klimaschutz und nachhaltiger Lebensweisen.
4. Messbare Reduktion des Energieverbrauchs und der $CO_2$-Emissionen im Quartier
    - Analyse von Energieverbrauchsdaten und Emissionen, um die Wirksamkeit der Beratungsangebote und das veränderte Verhalten der Anwohner*innen zu quantifizieren.

### 7.2.2. Wärmeversorgung und energetische Gebäudesanierung

Die geplanten Maßnahmen zur Wärmeversorgung und Gebäudesanierung in Mühbrook bieten signifikante Potenziale zur Reduzierung der CO2-Emissionen und zur Erhöhung der Energieeffizienz.

Die Einführung von Wärmepumpen und die Nutzung von Solarthermie als dezentrale Lösungen bieten eine effiziente und umweltfreundliche Möglichkeit, die Wärmeversorgung in Ein- und Mehrfamilienhäusern zu sichern. In Mühbrook wurde bei der Betrachtung von Wärmeversorgungsvarianten das Fazit gezogen, dass aus aktueller Sicht für alle Anwohner*innen von Mühbrook dezentrale Lösungen empfehlenswert und wirtschaftlicher sind.

Um dezentrale Lösungen im Anschluss an die Konzepterstellung umsetzen zu können, sind Gebäudesanierungen für die Mehrheit der Gebäude in Mühbrook sinnvoll, um die Wärmeversorgung optimal zu nutzen und damit den Verbrauch und die damit verbundenen CO2-Emissionen zu senken. Durch gezielte Informationskampagnen und Beratungsangebote wird die Akzeptanz und Beteiligung der Bewohner*innen gefördert, was wiederum die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit des Projekts erhöht.

Ein effektives Controlling gewährleistet die kontinuierliche Überwachung und Optimierung der Maßnahmen, sodass Anpassungen zeitnah umgesetzt werden können, um die Zielerreichung sicherzustellen. Insgesamt zeigen die vorgeschlagenen Maßnahmen ein hohes Potenzial, das Mühbrook zu einem Vorreiter in Sachen klimaneutrale Wärmeversorgung und nachhaltige Energieinfrastruktur zu machen.

## W 1 Informationskampagne für Energieeffizienzsteigerungen durch Gebäudesanierung

**Zielsetzung**

Förderung der Energieeffizienz in Mühbrook durch gezielte Unterstützung von Hauseigentümer*innen bei der Verbesserung der Gebäudesanierung, um den Heizenergiebedarf zu verringern und die CO2-Emissionen zu senken.

**Zielgruppe**

Hauseigentümer*innen

**Zuständigkeit**

Gemeinde Mühbrook in Zusammenarbeit mit Gebäudeeigentümer*innen, Energieberater*innen

Fachbetriebe

**Beschreibung**

Die Optimierung der Gebäudedämmung trägt dazu bei, Wärmeverluste zu minimieren und den Energiebedarf für das Heizen zu senken. Einsparpotenziale lassen sich insbesondere durch die Dämmung von Außenwänden, Dächern und Kellerdecken sowie den Austausch ineffizienter Fenster realisieren. Die Gemeinde Mühbrook kann ein umfangreiches und praxisorientiertes Informations- und Unterstützungsangebot bereitstellen – beispielsweise zur Erstellung individueller Sanierungsfahrpläne –, um Eigentümer*innen eine fachgerechte Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen zu erleichtern.

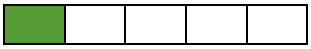
Individuelle Sanierungsfahrpläne gehen auf die spezifischen Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der Eigentümer*innen ein und liefern gezielte Handlungsempfehlungen. Dies verbessert die Energieeffizienz und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

Für eine effektive Umsetzung der Maßnahmen kann die Einbindung bestehender Unterstützungsangebote, wie beispielsweise der VZSH, von Vorteil sein.

**Strategisches Vorgehen**

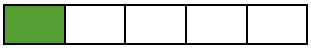
Beschluss zur Durchführung einer Informationskampagne herbeiführen;
Ggf. Verknüpfung mit bestehenden Angeboten prüfen;
Ggf. Beschluss zur Finanzierung durch die Gemeinde Mühbrook erwirken;
Informationskampagne erarbeiten und durchführen: Information und Sensibilisierung der Hauseigentümer*innen über die Vorteile und Fördermöglichkeiten der Gebäudedämmung

**Arbeitsaufwand**



10-15 Arbeitstage

**Kostenaufwand**

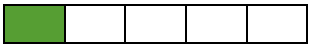


10-15 T€ / Jahr

**Priorität**

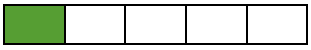
Hoch

**THG-Einsparung**



Indirekt

**Dauer der Umsetzung**



1-2 Jahre

**Herausforderungen**:

- Finanzierung der Kampagne
- Akzeptanzprobleme bei Eigentümer*innen und Mieter*innen
- Notwendigkeit einer detaillierten Planung und Koordination

**Lösungsansätze**:

- Intensive Bewerbung, Aufklärung und Beratung der Hauseigentümer*innen
- Zusammenarbeit mit erfahrenen Fachbetrieben und Energieberatern

**Erfolgsindikatoren**:

1. Anzahl der erreichten Hauseigentümer**innen und Mieter**innen durch die Informationskampagne
    - Messung der Reichweite der Kampagne durch die Anzahl der verteilten Informationsmaterialien, Website-Besuche und Social-Media-Interaktionen.
2. Anzahl der durchgeführten Workshops und individuellen Beratungen
    - Erfassung der Anzahl und Teilnahmequote an Informationsveranstaltungen, Workshops und persönlichen Beratungsgesprächen zur Gebäudedämmung.
3. Anzahl der erstellten individuellen Sanierungsfahrpläne
    - Anzahl der Hauseigentümer*innen, die mithilfe der Kampagne einen individuellen Sanierungsfahrplan erhalten haben.
4. Anstieg der durchgeführten Dämmmaßnahmen im Quartier
    - Vergleich der Anzahl von Dämmprojekten vor und nach der Kampagne, basierend auf Baugenehmigungen oder Meldungen von Fachbetrieben.
5. Reduktion des durchschnittlichen Energieverbrauchs und der $CO_2$-Emissionen
    - Messbare Senkung des Energieverbrauchs und der $CO_2$-Emissionen in den sanierten Gebäuden, ermittelt durch Energieabrechnungen oder Energieaudits.

## W2 Informationskampagne/Beratung Heizungstausch für Einzelhauslösungen

**Zielsetzung**

Austausch alter Heizkessel gegen klimafreundliche Alternativen

**Zielgruppe**

Gebäudeeigentümer*innen

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

**Beschreibung**

Um die Klimaschutzziele zu erreichen und den stark steigenden Heizkosten entgegenzuwirken, ist der Umstieg von Öl- und Gasheizungen auf klimafreundliche Alternativen wie Wärmepumpen oder Solarthermie essenziell. Im vorliegenden Konzept werden diese Technologien als „dezentrale Einzellösungen" zusammengefasst und als Empfehlung für sämtliche Gebäude in Mühbrook ausgesprochen.

Viele Gebäudeeigentümer*innen sind jedoch verunsichert, da sich gesetzliche Rahmenbedingungen kontinuierlich ändern und Fehlinformationen verbreitet werden. Zudem sind sowohl Fachbetriebe als auch benötigte Materialien nicht immer in ausreichendem Umfang verfügbar.

Um diesem Informationsdefizit entgegenzuwirken, sollte die Gemeinde Mühbrook einen Energieberaterin engagieren, der/die den Anwohner*innen mit einer gezielten Informationskampagne zur Seite steht. Diese Beratung kann nicht nur Orientierung bei der Wahl nachhaltiger Heiztechnologien bieten, sondern auch über aktuelle Fördermöglichkeiten aufklären und Hilfestellung bei der Antragstellung leisten.

Zusätzlich kann in Kooperation mit der IHK eine Übersicht regionaler Handwerksbetriebe erstellt und den Hauseigentümer*innen zur Verfügung gestellt werden, um die Umsetzung der Maßnahmen zu erleichtern. Eine frühzeitige, gut kommunizierte Informationskampagne kann das Vertrauen in klimafreundliche Heizlösungen stärken und die Bereitschaft zur Umstellung erhöhen.

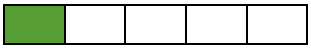
**Strategisches Vorgehen**

1. Informationskampagne zu Fördermitteln sowie Zusammenarbeit mit einem Energieberatungsbüro initiieren
2. Beratung der interessierten Anwohner*innen ähnlich den Musterhaussanierungen
3. Unterstützung der Anwohner*innen bei der Umrüstung z.B. durch Stellen der Fördermittelanträge, Suche nach geeignetem Handwerksbetrieb

**Arbeitsaufwand**

30 - 60 Arbeitstage

**Kostenaufwand**

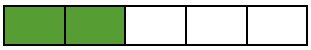


25 – 50 T€ / Jahr

**Dauer der Umsetzung**

3 – 5 Jahre

**THG-Reduktion**



Im Rahmen der Maßnahmen

**Priorität**

hoch

**Herausforderungen**

- Anwohner*innen sind nicht offen für neue Technologien
- Der (finanzielle) Aufwand ist zu hoch
- Fördermöglichkeiten ändern sich oder werden vollständig gestrichen, sodass die finanzielle Unterstützung der Anwohner*innen bei der Umrüstung entfällt
- Weder Energieeffizienzexpert*innen, Material noch Handwerksbetriebe sind am Markt verfügbar

**Lösungen**

- Sorgen und Vorbehalte der Anwohner*innen im Rahmen von Informationsleistungen aufgreifen und unabhängig aufbereiten.
- Im Rahmen der Informationsleistungen auch Wege zur Finanzierung sowie die wirtschaftlichen Vorteile herausstellen.
- Bürger*innen rechtzeitig über anstehende Änderungen aufklären, sodass ggf. Fördermittel noch rechtzeitig in Anspruch genommen werden können.
- Abstimmung mit EEE, VZSH, IHK, etc. wie die benötigten Ressourcen bereitgestellt werden können.

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl der erreichten Gebäudeeigentümer*innen durch die Informationskampagne
2. Anzahl der durchgeführten Beratungen und Informationsveranstaltungen
3. Anzahl der eingereichten bzw. erfolgreich bewilligten Fördermittelanträge
4. Anzahl der begonnenen oder abgeschlossenen Heizungsumrüstungen
5. Reduktion der $CO_2$-Emissionen durch umgerüstete Heizsysteme

**W3 Bündelausschreibung für Heizungstausch und Gebäudesanierungen**

**Zielsetzung**:

Das Ziel einer Bündelausschreibung ist es, durch die gemeinsame Vergabe mehrerer Aufträge Kostenvorteile zu erzielen, die Effizienz zu steigern und eine höhere Qualität bei der Umsetzung von Maßnahmen sicherzustellen.

**Zielgruppe**

Gebäudeeigentümer*innen

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

Ggf. Externer Dienstleister

**Beschreibung**

Die Gemeinde Mühbrook übernimmt die Koordination der Ausschreibung für den Austausch von Heizungen sowie für Sanierungsmaßnahmen und begleitet deren Umsetzung. Geeignete Maßnahmen lassen sich im Vorfeld anhand der Sanierungsfahrpläne aus dem vorliegenden Konzept oder in Verbindung mit den Maßnahmen W1 und W2 identifizieren. Dabei wird sichergestellt, dass ausschließlich qualifizierte Fachbetriebe beauftragt werden, um eine hohe Ausführungsqualität zu gewährleisten.

Vor der Vergabe werden mehrere Angebote eingeholt und sorgfältig bewertet, sodass die Teilnehmenden die bestmögliche Lösung erhalten. Falls erforderlich, kann die Gemeinde zusätzlich einen externen Dienstleister für die Koordination oder Umsetzung der Maßnahmen hinzuziehen, um einen reibungslosen Ablauf sicherzustellen.

Durch die gebündelte Ausschreibung profitieren die Hauseigentümerinnen nicht nur finanziell, sondern auch durch eine erhebliche Vereinfachung des gesamten Prozesses. Gleichzeitig stärkt die gemeinsame Umsetzung das Gemeinschaftsgefühl im Quartier und motiviert weitere Eigentümerinnen, ebenfalls aktiv zu werden.

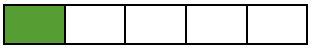
**Strategisches Vorgehen**

1. Beschluss und ggf. Beauftragung eines externen Dienstleisters
2. Bedarfserhebung und Maßnahmenidentifikation
3. Angebotseinholung
4. Information und Beratung der Eigentümer*innen
5. Durchführung der Maßnahmen

**Arbeitsaufwand**

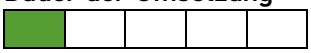
30 - 60 AT

**Kostenaufwand**



5 – 15 T€ / Jahr

**Dauer der Umsetzung**



1 Jahr

**THG-Reduktion**

Im Rahmen der Maßnahmen

**Priorität**

hoch

**Herausforderungen**

- Hoher Koordinationsaufwand zwischen Eigentümer*innen, Handwerkern und der Gemeinde;
- Investitionskosten könnten für einige Eigentümer*innen zu hoch sein;
- Hohe Nachfrage nach qualifizierten Handwerkern kann zu Verzögerungen führen;

**Lösungsansätze**

- Ein externer Dienstleister kann die Koordination erleichtern;
- Fördermittelberatung: Eigentümer*innen sollten umfassend über Fördermöglichkeiten informiert werden;
- Frühzeitige Handwerkerplanung: Frühe Einbindung von Handwerkern verhindert Engpässe;

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl der teilnehmenden Gebäudeeigentümer*innen an der Bündelausschreibung
2. Anzahl der durchgeführten Maßnahmen (Heizungstausch / Gebäudesanierungen)
3. Kostenersparnis pro Maßnahme im Vergleich zu Einzelvergaben
4. Zufriedenheit der Teilnehmenden mit dem Ausschreibungsverfahren
5. Qualitätssicherung der umgesetzten Maßnahmen
6. Reduktion der $CO_2$-Emissionen durch umgesetzte Maßnahmen

### 7.2.3. Stromversorgung und -erzeugung

Maßnahmen zur Stromversorgung und -erzeugung in Mühbrook bieten ein großes Potenzial zur Reduktion von $CO_2$-Emissionen und zur Steigerung der Energieeffizienz. Durch den Ausbau von Photovoltaikanlagen kann sauberer Strom direkt vor Ort erzeugt und genutzt werden, wodurch die Abhängigkeit von konventionellen Energieträgern verringert wird.

Intelligente Ladesysteme für Elektrofahrzeuge ermöglichen es, den Stromverbrauch gezielt in Zeiten hoher Solarstromproduktion zu verlagern. Dies steigert den Eigenverbrauch, entlastet das Stromnetz und erhöht die Wirtschaftlichkeit der Photovoltaikanlagen. Darüber hinaus kann der Austausch alter, ineffizienter Haushaltsgeräte gegen energieeffiziente Modelle den Stromverbrauch deutlich senken, was sowohl die Energiekosten reduziert als auch die $CO_2$-Bilanz verbessert.

Die Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft bietet den Anwohner*innen die Möglichkeit, gemeinschaftlich in erneuerbare Energien wie Photovoltaik- oder Windkraftanlagen zu investieren. Der lokal erzeugte Strom könnte direkt im Quartier genutzt werden, wodurch die Versorgungssicherheit gestärkt und die Abhängigkeit von externen Anbietern verringert wird.

**S1 Informationskampagne/Beratung bei der Installation von Photovoltaikanlagen zur Stromversorgung**

**Zielsetzung**

Steigerung der Eigenstromerzeugung und Verringerung der $CO_2$-Emissionen durch den Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Dächern sowie die Installation von Balkonkraftwerken in Mühbrook.

**Zielgruppe**

Hauseigentümer*innen und Mieter*innen

**Zuständigkeit**

Gebäudeeigentümer*innen, Energieberater*innen, Fachbetriebe

**Beschreibung**

Um die Transformation von Mühbrook zukunftsfähig zu gestalten, ist eine klimafreundliche Energieversorgung aller Haushalte unerlässlich. Insbesondere in Kombination mit Wärmepumpen und Elektromobilität ist die Installation von Photovoltaikanlagen (PV) auf Dächern oder anderen geeigneten Flächen eine wichtige Maßnahme zum Klimaschutz. Der selbst erzeugte Strom kann den Strombedarf für Haushalte, Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen decken, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern verringern und langfristig die Anwohner*innen finanziell entlasten sowie den Immobilienwert steigern.

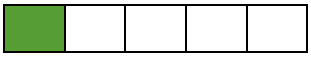
Die Anwohnerinnen sollten umfassend über die verschiedenen Möglichkeiten informiert und bei der Umsetzung durch Energieberaterinnen unterstützt werden. Dies könnte auch Informationen zu aktuellen Fördermitteln und deren Beantragung umfassen. Eine Informationskampagne könnte den Einstieg in erneuerbare Energien fördern und Anreize schaffen, vorhandene Dachflächen optimal zu nutzen. Gemeinsame Projekte und kollektive Anschaffungen könnten die Kosten weiter senken und die Akzeptanz erhöhen.

Zudem könnte in Zusammenarbeit mit der IHK eine Liste regionaler Handwerksbetriebe erstellt werden, die den Gebäudeeigentümer*innen als Orientierungshilfe dient. Die Maßnahme kann mit weiteren laufenden Kampagnen, wie z.B. aus Maßnahme W1, kombiniert werden, um Synergieeffekte zu nutzen und die Energiewende im Quartier voranzutreiben.

**Strategisches Vorgehen**

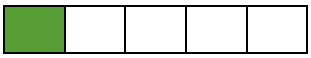
1. Informationskampagne, sowie Zusammenarbeit mit einem Energieberatungsbüro initiieren und lokalen Handwerksbetriebe vermitteln;
2. Beratung der interessierten Anwohner*innen durch Expert*innen;
3. Unterstützung der Anwohner*innen z.B. durch Stellen der Fördermittelanträge

**Arbeitsaufwand**



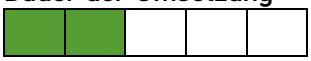
5-10 Arbeitstage

**Kostenaufwand**



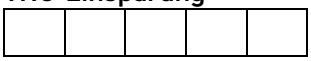
5-10 T€ / Jahr

**Dauer der Umsetzung**



2-3 Jahre

**THG-Einsparung**



Indirekt

**Priorität**

Hoch

**Herausforderungen**:

- Akzeptanzprobleme bei Eigentümer*innen und Mieter*innen (Statik, Investitionskosten etc.)
- Technische und rechtliche Hürden bei der Installation

**Lösungsansätze**:

- Informationen zur Nutzung von Förderprogrammen zur Reduktion der Kostenbelastung
- Intensive Aufklärung und Beratung der Betroffenen
- Zusammenarbeit mit erfahrenen Fachbetrieben und Energieberatern
- Einfache und kostengünstige Lösungen für Mieter*innen durch Balkonkraftwerke

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl der erreichten Haushalte durch die Informationskampagne
2. Anzahl der durchgeführten Beratungen durch Energieexpert*innen
3. Anzahl der neu installierten PV-Anlagen und Balkonkraftwerke
4. Installierte PV-Leistung (in kWp)
5. Reduktion der $CO_2$-Emissionen durch Eigenstromerzeugung

## S2 Kampagne zum Weißgerätetausch

**Zielsetzung**

Unterstützung der Bewohner*innen bei der Reduzierung ihres Stromverbrauchs durch die Initiierung einer Kampagne zum Austausch alter, energieineffizienter Haushaltsgroßgeräte.

| **Zielgruppe** | **Verantwortlich** |
|---|---|
| Anwohner*innen | Gemeinde Mühbrook |

**Beschreibung**

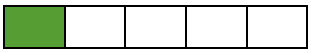
Alte, energieineffiziente Haushaltsgroßgeräte wie Kühlschränke, Geschirrspüler oder Gefriertruhen verbrauchen deutlich mehr Strom als moderne, energieeffiziente Neugeräte. Ein Austausch dieser Geräte führt nicht nur zu erheblichen Energieeinsparungen, sondern auch zu einer Kostenreduktion für die Nutzer*innen. Im Rahmen dieser Maßnahme werden die Anwohner*innen des Quartiers Mühbrook dazu aufgerufen, sich an der Kampagne zu beteiligen, indem sie ihren Bedarf an neuen Geräten melden. Die Gemeinde unterstützt bei der Entsorgung der Altgeräte sowie bei der Bestellung und Lieferung der Neugeräte. Idealerweise wird ein regionaler Partner, wie beispielsweise ein Elektrofachmarkt, in die Aktion eingebunden, der bei der Beschaffung und Entsorgung der Geräte hilft.

Als Vorbild dient das Förderprogramm "Kühlgeräte-Austausch für Kieler Haushalte", das darauf abzielt, den Energieverbrauch in privaten Haushalten durch den Austausch älterer Kühlgeräte gegen neue, energieeffizientere Modelle zu reduzieren. Bürgerinnen erhalten dort einen Zuschuss von bis zu 150 € pro Gerät. Obwohl ein solches Förderprogramm in Mühbrook derzeit nicht existiert, könnte die Gemeinde ein ähnliches Programm initiieren, um die Bewohner*innen finanziell zu unterstützen und den Klimaschutz voranzutreiben.

**Strategisches Vorgehen**

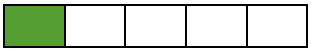
1. Prüfung der Möglichkeit, ein kommunales Förderprogramm einzurichten, eventuell durch Nutzung von Fördermitteln oder Umschichtung bestehender Budgets.
2. Identifizierung regionaler Elektrofachmärkte oder Entsorgungsbetriebe, die bereit sind, bei der Aktion mitzuwirken.
3. Erstellung eines detaillierten Aktionsplans inklusive Zeitrahmen, Kommunikationsstrategie und Logistik.
4. Umsetzung der Kampagne, Bewerbung bei den Anwohner*innen, Koordination von Bestellung, Lieferung und Entsorgung der Geräte.

**Arbeitsaufwand**



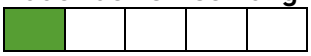
5 - 15 Arbeitstage

**Kostenaufwand**



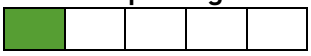
5 - 15 T€

**Dauer der Umsetzung**



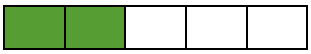
1 – 2 Jahre

**THG-Einsparung**



Ca. 19 Tonnen

**Priorität**



gering

**Herausforderungen**

- Sicherstellung der finanziellen Mittel für das Förderprogramm.
- Risiko, dass kein geeigneter regionaler Partner gefunden wird.
- Motivation der Bewohner*innen, sich an der Kampagne zu beteiligen**.**

**Lösungsansätze**

- Prüfung von Landes- oder Bundesprogrammen zur finanziellen Unterstützung.
- Nutzung lokaler Medien, Flyer und Veranstaltungen, um die Aktion bekannt zu machen.
- Falls kein Partnerunternehmen gefunden wird, kann die Gemeinde die Koordination der Beschaffung und Entsorgung selbst übernehmen.

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl der Haushalte, die an der Kampagne teilnehmen
2. Anzahl der ausgetauschten Altgeräte (nach Gerätetyp differenziert)
3. Reduktion des Stromverbrauchs durch neue Geräte (kWh pro Jahr)
4. Reduktion der $CO_2$-Emissionen durch geringeren Stromverbrauch
5. Zufriedenheit der Teilnehmenden mit der Kampagne

## S3 Ladestromflexibilisierung

**Zielsetzung**

Um das Stromnetz zu entlasten, wird durch einen Drittanbieter das Ladeverhalten von Elektrofahrzeugen gesteuert.

**Zielgruppe**

Stromnetz-Betreiber

Elektrofahrzeugbesitzer*innen

Anbieter für Ladeflexibilisierung

**Verantwortlich**

Anwohner*innen

Gemeinde Mühbrook

**Beschreibung**

Die Ladestromflexibilisierung bezeichnet die Anpassung der Ladevorgänge von Elektrofahrzeugen an die Schwankungen im Stromnetz oder an variable Strompreise. Durch flexible Steuerung des Ladestroms kann die Belastung des Stromnetzes reduziert werden, insbesondere während Spitzenlastzeiten. Dies trägt zur Verbesserung der Netzstabilität bei und unterstützt die Integration erneuerbarer Energien. Die Ladestromflexibilisierung kann durch intelligente Ladestationen, Fahrzeug-zu-Grid-Technologie oder Tarifstrukturen ermöglicht werden, die Anreize bieten, das Laden zu bestimmten Zeiten durchzuführen.

Dadurch könnten Besitzer*innen von Elektrofahrzeugen durch Ladestromflexibilisierung künftig von günstigeren Stromtarifen profitieren, die außerhalb von Spitzenlastzeiten oder zu Zeiten mit einem Überschuss an erneuerbaren Energien angeboten werden. Dadurch können die Gesamtstromkosten reduziert werden, da der Ladevorgang an die Bedürfnisse des Stromnetzes angepasst werden kann. Mit zunehmender Anzahl von Elektrofahrzeugen in Mühbrook können die Anwohner*innen somit zur Entlastung des Netzes und zum Ausbau der erneuerbaren Energien beitragen.

Zusätzlich können durch individuelle Beratungen durch Anbieter Lösungen entwickelt werden, die die spezifischen Potenziale des Netzgebiets in Mühbrook optimal nutzen. Dabei werden die aktuellen Gegebenheiten des Gebiets berücksichtigt und individuell zugeschnittene Maßnahmen vorgeschlagen.

Durch Produktpräsentationen und den Zugang zu Demonstrationsplattformen können Anwohner*innen über die Vorteile und Möglichkeiten informiert werden, die eine flexible Stromnutzung bietet und ermutigt werden, sich aktiv an der Gestaltung und Optimierung des Energienetzes zu beteiligen.

Diese Maßnahme ist insbesondere in Zusammenhang mit Maßnahme M1 (Ausbau Ladeinfrastruktur) zu sehen bzw. baut idealerweise darauf auf.

**Strategisches Vorgehen**

1. Identifizierung von Anbietern wie z.B EnergieDock
2. Erstgespräche mit Anbietern, um Machbarkeit zu prüfen
3. Stakeholder-Einbindung (Netzbetreiber / Endkunden)

**Arbeitsaufwand**

10 Arbeitstage

**Kostenaufwand**

5 - 10 T€

**Dauer der Umsetzung**

6 Monate

**THG-Einsparung**

Indirekt durch Netzstabilisierung

**Priorität**

gering

**Herausforderungen**

- Netz muss eventuell vom Betreiber ertüchtigt werden
- Finanzielle Hürden
- Mangelndes Verständnis der Anwohner*innen

**Lösungen**

- Zusammenarbeit mit dem Netzbetreiber zur Netzertüchtigung
- Verfügbarkeit von Förderprogrammen prüfen und sicherstellen
- Aufklärung durch transparente Kommunikation

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl der beteiligten Elektrofahrzeugbesitzer*innen an der Maßnahme
2. Anzahl der installierten intelligenten Ladestationen / Ladecontroller
3. Reduktion der Lastspitzen im lokalen Stromnetz
4. Anteil der Ladevorgänge außerhalb von Spitzenlastzeiten
5. Zufriedenheit der Nutzer*innen mit der Maßnahme

## S4 Prüfung Gründung einer Bürgerenergiegesellschaft

**Zielsetzung**

Untersuchung der Machbarkeit und des Nutzens einer Bürgerenergiegesellschaft für den Aufbau eines Bürgerwindparks und / oder einer Freiflächen-Photovoltaikanlage.

**Zielgruppe**

Gemeinde Mühbrook

Anwohner*innen

**Zuständigkeit**

Gemeinde Mühbrook

**Beschreibung**

Die Gemeinde Mühbrook gibt es bereits konkrete Flächen die für einen möglichen Aus – bzw. Aufbau von Windenergieanlagen oder PV-Anlagen genutzt werden könnten. Im Gemeindegebiet besteht damit ein sehr hohes Potenzial zum Ausbau von Erneuerbaren Energien (EE). Gleichzeitig kann die Errichtung entsprechender Anlagen auch wirtschaftliche / finanzielle Vorteile für die Gemeinde beuteten.

Um auch die Akzeptanz der Bürger*innen bei diesen Projekten zu erhöhen, sollte geprüft werden, wie diese ebenfalls direkt oder indirekt partizipieren und nach Möglichkeit von solchen Vorhaben profitieren können. Eine der Möglichkeiten besteht z.B. in der Gründung einer Bürgerenergiegenossenschaft (BEG), an der sich alle Bürger*innen der Gemeinde beteiligen können. Auch andere Gesellschaftsformen können grundsätzlich infrage kommen und sollten geprüft werden.

Die Bürgerenergiegesellschaft könnte wiederum als Partner bei der Umsetzung der EE-Projekte fungieren. Hier sind diverse Modelle denkbar, von der alleinigen Umsetzung von EE-Projekten bis hin zur gemeinsamen Umsetzung zusammen mit externen Partnern (z.B. Projektierern).

Alternativ kann und sollte auch geprüft werden, ob die Bürger*innen in Mühbrook durch solche Projekte im Ort direkt profitieren könnten, indem sie besonders günstige / attraktive Strombezugskonditionen angeboten bekommen. Somit hätten die Bürger*innen die Möglichkeit, Strom aus EE-Quellen aus dem eigenen Ort zu beziehen, was die Akzeptanz entsprechender Projekte maßgeblich erhöht, die Identifikation mit dem eigenen Ort stärkt und wirtschaftliche Vorteile für alle Beteiligten generiert.

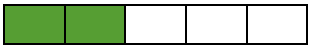
**Strategisches Vorgehen**

1. Prüfen der rechtlichen Rahmenbedingungen für Energiegenossenschaften;
2. Stakeholder-Beteiligung und Informationsveranstaltungen für Anwohner*innen
3. Entwicklung eines Finanzierungsmodells;
4. Entscheidungsfindung basierend auf den Studienergebnissen und Feedback der Stakeholder;
5. Ergebnisbewertung und Empfehlung, ob ein EE-Projekt sinnvoll ist;

**Arbeitsaufwand**

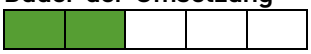
25-40 Arbeitstage

**Kostenaufwand**



10 - 20 T€

**Dauer der Umsetzung**



1 - 2 Jahre

**THG-Einsparung**

Mittel; indirekt

**Priorität**

Hoch

**Herausforderungen**:

- Komplexe rechtliche Vorgaben
- Initiale Kosten für Aufbau Infrastruktur und Betrieb der Anlagen
- Skepsis Bürger*innen

**Lösungsansätze**:

- Rechtliche Beratung durch Fachkanzleien
- Nutzung von Förderprogrammen, z.B. IB.SH (Bürgerenergiefonds)
- Transparente Kommunikation

**Erfolgsindikatoren:**

1. Durchführung einer Machbarkeitsprüfung inkl. rechtlicher und wirtschaftlicher Bewertung
2. Anzahl und Qualität der durchgeführten Informationsveranstaltungen und Bürgerbeteiligungsformate
3. Grad der Bürgerbeteiligung (Interesse / Beteiligungsbereitschaft)
4. Anzahl identifizierter und potenziell nutzbarer Flächen für Wind- oder PV-Projekte
5. Formulierung eines konkreten Umsetzungspfades inkl. Finanzierungsmodell und Handlungsempfehlung
6. Beschluss der Gemeinde über das weitere Vorgehen

### 7.2.4. Nachhaltige Mobilität

Durch die Förderung der Elektromobilität, die Einführung eines Carsharing-Programms, die Verbesserung der Fuß- und Radwege sowie die Optimierung des ÖPNV-Angebots kann Mühbrook erhebliche Fortschritte in Richtung nachhaltiger Mobilität und Klimaschutz erzielen. Diese Maßnahmen tragen zur Reduktion von $CO_2$-Emissionen bei und verbessern die Lebensqualität der Anwohner*innen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen der Gemeinde, den Anwohner*innen und den Verkehrsbetrieben ist entscheidend für den Erfolg dieser Initiativen.

## M1 Förderung der Elektromobilität durch Ausbau der Ladeinfrastruktur

**Zielsetzung**

Ausbau der Ladeinfrastruktur zur Förderung der Nutzung von Elektrofahrzeugen und Reduktion der $CO_2$-Emissionen in Mühbrook.

**Zielgruppe**

Anwohner*innen, Pendler*innen, Besucher*innen

Gewerbebetriebe

**Zuständigkeit**

Gemeinde Mühbrook

Energieversorger

private Investoren

Gewerbebetriebe

**Beschreibung**

Die Maßnahme zielt darauf ab, die Elektromobilität in Mühbrook durch den Ausbau der Ladeinfrastruktur zu fördern, der bereits mit der Installation einer Ladestation im Dorfkern begonnen wurde. Dies beinhaltet die Errichtung von weiteren öffentlichen Ladesäulen und die Unterstützung bei der Installation privater Wallboxen, um den Anwohner*innen den Umstieg auf Elektrofahrzeuge zu ermöglichen.

Auch ansässige Unternehmen und Betriebe sollten gezielt angesprochen werden.

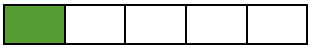
**Strategisches Vorgehen/Meilensteine**

1. Identifizierung von Bedarfspunkten
2. Planung und Genehmigung von Standorten für öffentliche Ladesäulen
3. Zusammenarbeit mit Energieversorgern und Investoren zur Finanzierung und Errichtung der Ladeinfrastruktur
4. Informationskampagnen zur Förderung der Nutzung von Elektrofahrzeugen,
5. Unterstützung von Anwohner*innen bei der Installation privater Wallboxen
6. Monitoring von Angebot und Nachfrage, ggf. Erweiterung der Infrastruktur

**Arbeitsaufwand**

20-30 Arbeitstage

**Kostenaufwand**

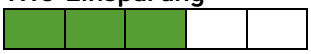


5-10 T€ / Jahr

**Dauer der Umsetzung**

3 - 5 Jahre

**THG-Einsparung**



Mittel

**Priorität**

Mittel

**Herausforderungen**:

- Hohe Investitionskosten
- Genehmigungsverfahren und bürokratische Hürden
- Akzeptanz und Nutzung durch die Anwohner*innen

**Lösungsansätze**:

- Nutzung von Fördermitteln und Subventionen
- Recherchieren von geeigneten externen Dienstleistern
- Beschleunigung der Genehmigungsverfahren
- Informations- und Aufklärungskampagnen zur Steigerung der Akzeptanz

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl neu errichteter öffentlicher Ladepunkte im Gemeindegebiet
2. Anzahl unterstützter privater Wallbox-Installationen
3. Nutzungshäufigkeit der Ladeinfrastruktur (Ladevorgänge / Monat)
4. Anzahl der im Gemeindegebiet zugelassenen E-Fahrzeuge
5. Zufriedenheit der Nutzer*innen mit der Ladeinfrastruktur
6. Reduktion der $CO_2$-Emissionen durch Substitution von Verbrennerfahrzeugen

## M2 Implementierung einer E- Carsharing-Angebots

**Zielsetzung**

Den Aufbau von E-Ladesäulen und die zentrale Lage von bereits vorhanden E-Ladesäulen kann man mit Carsharing-Angeboten der Gemeinde für Mühbrook ergänzen.

**Zielgruppe**

Anwohner*innen

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

**Beschreibung**

Die bereits im Dorfkern von Mühbrook vorhandenen E-Ladesäulen bieten eine solide Grundlage für die Einführung eines E-Carsharing-Pilotprojekts. Durch die Bereitstellung von Elektrofahrzeugen zur gemeinsamen Nutzung können die Anwohner*innen flexibel und umweltfreundlich mobil sein, ohne ein eigenes Fahrzeug besitzen zu müssen. Die vorhandene Ladeinfrastruktur ermöglicht dabei eine effiziente Nutzung der Fahrzeuge und reduziert gleichzeitig die lokalen $CO_2$-Emissionen.

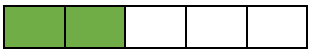
Die Integration von E-Carsharing in das bestehende Mobilitätsangebot schafft Synergien, indem sie den öffentlichen Personennahverkehr ergänzt und den Bedarf an privaten Pkw verringert. Zudem kann die Gemeinde durch die Kooperation mit lokalen Carsharing-Anbietern die Wertschöpfung in der Region stärken und die Akzeptanz für nachhaltige Mobilitätslösungen erhöhen.

Eine enge Zusammenarbeit zwischen der Gemeinde, den Anwohner*innen und potenziellen Carsharing-Anbietern ist entscheidend, um das Projekt erfolgreich umzusetzen und die Vorteile der Elektromobilität für alle Beteiligten nutzbar zu machen.

**Strategisches Vorgehen**

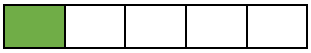
1. Bewerbung der Angebote
2. System zur Datenerfassung etablieren
3. Datenerfassung starten (Auslastung, Nutzungsfrequenz und mögliche Hürden)
4. Umfrage zur Nutzerzufriedenheit durchführen
5. Bewertung der Ergebnisse
6. Maßnahmen zur Optimierung planen
7. Kontinuierliche Verbesserung

**Arbeitsaufwand**



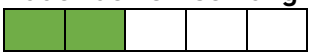
20 Arbeitstage

**Kostenaufwand**



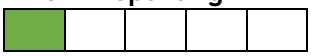
5 - 10 T€ / Jahr

**Dauer der Umsetzung**



1-2 Jahre

**THG-Einsparung**



Ca. 2 T pro Fahrzeug

**Priorität**

mittel

**Herausforderungen**

- Kein Personal oder finanzielle Mittel zur Etablierung eines Carsharing Systems
- Geringe Nachfrage bei der Bevölkerung
- Geringe Nutzung gefährdet die Rentabilität und den Fortbestand einer Carsharing Station

**Lösungen**

- Bewerbungen der Kampagne
- Kostengünstige Fahrzeuge etablieren
- Angebote zur Einführung schaffen, um die Reichweite bei der Bevölkerung zu erhöhen

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl der verfügbaren E-Carsharing-Fahrzeuge im Gemeindegebiet
2. Nutzungsfrequenz der E-Carsharing-Fahrzeuge (Buchungen / Monat)
3. Anzahl der registrierten Nutzer*innen
4. Reduktion des privaten Kfz-Bestands / Rückmeldungen zum Verzicht auf Zweitwagen.
5. Zufriedenheit der Nutzer*innen mit dem E-Carsharing-Angebot
6. Reduktion der $CO_2$-Emissionen durch gemeinsam genutzte E-Fahrzeuge

## M3 E-Mobilitäts-Kampagne / E-Auto-Partys

**Zielsetzung**

Steigerung des Anteils an Elektroautos

**Zielgruppe**

Anwohner*innen

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

Anwohner*innen

**Beschreibung**

Eine zielgerichtete Kommunikationskampagne zur Steigerung des Anteils an Elektrofahrzeugen in Mühbrook könnte wesentlich dazu beitragen, das Bewusstsein für die Vorteile der E-Mobilität zu schärfen. Durch gezielte Informationsvermittlung sollen die ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile von Elektrofahrzeugen, wie z. B. geringere Umweltauswirkungen und niedrigere Betriebskosten, klar herausgestellt werden.

Die Kampagne soll außerdem dazu dienen, über folgende zentrale Themen aufzuklären:

4. Die vorhandenen öffentlichen Ladestationen und Lademöglichkeiten im Quartier werden umfassend vorgestellt, um potenzielle Nutzer*innen den Zugang zu erleichtern.
5. Es wird erklärt, dass es möglich ist, ein Elektrofahrzeug mithilfe einer eigenen Photovoltaikanlage zu betreiben und mindestens die Hälfte des Jahresverbrauchs (ca. 12.000 km Fahrleistung) mit selbstproduziertem Strom abzudecken.
6. Vorurteile und Missverständnisse rund um die E-Mobilität sollen abgebaut und durch faktenbasierte Informationen ersetzt werden, um Unsicherheiten zu beseitigen.

Durch die gezielte Kommunikation und den offenen Erfahrungsaustausch in der Gemeinde wird das Interesse an E-Mobilität gesteigert und die Akzeptanz dieser Technologie als echte Alternative zu Verbrennerfahrzeugen erhöht. Ein bewährter Ansatz, der auch in Mühbrook erfolgreich umgesetzt werden könnte, sind sogenannte E-Auto-Partys. Dabei laden bestehende E-Auto-Besitzer*innen aus der Gemeinde zu informellen Treffen ein, bei denen Bekannte und Nachbar*innen die Möglichkeit haben, Elektrofahrzeuge aus erster Hand zu erleben und bei Probefahrten direkte Erfahrungen zu sammeln. Diese Art von Veranstaltung fördert nicht nur den Austausch von praktischen Informationen, sondern bauen auch Hemmschwellen bei potenziellen Nutzer*innen ab.

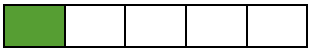
Durch die Kombination aus fundierter Information und persönlicher Erfahrung zielt die Kampagne darauf ab, die Nutzung von E-Mobilität in Mühbrook nachhaltig zu fördern und den Umstieg auf klimafreundliche Verkehrsmittel zu unterstützen.

**Strategisches Vorgehen**

1. E-Auto Besitzer*innen kontaktieren und nachhaken, ob sie „E-Auto-Partys“ ausrichten möchten

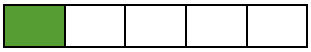
2. Ggf. Autohaus kontaktieren, um einen Tag der offenen Tür inklusive Probefahrten zu organisieren
3. Informationsmaterial entwerfen und Kampagne starten

**Arbeitsaufwand**



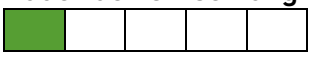
10 Arbeitstage

**Kostenaufwand**



5 T€ / Jahr

**Dauer der Umsetzung**

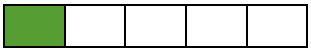


1 Jahr

**THG-Einsparung**

Ca. 800 t in 10 Jahren

**Priorität**



gering

**Herausforderungen**

- Niemand möchte eine E-Auto-Party veranstalten und auch kein Autohaus diesen Service zur Verfügung.
- Fehlende Langzeitwirkung

**Lösungen**

- Gemeinde Mühbrook veranstaltet eine E-Auto-Party
- Kontinuierliche Informationsangebote

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl durchgeführter E-Auto-Partys oder Infoveranstaltungen
2. Anzahl der Teilnehmer*innen an den Veranstaltungen
3. Anzahl verteilter oder abgerufener Informationsmaterialien
4. Veränderung der Wahrnehmung und Einstellung zur E-Mobilität
5. Zunahme der im Ort zugelassenen Elektrofahrzeuge innerhalb des Projektzeitraums
6. Abschätzung der $CO_2$-Einsparung durch neu zugelassene E-Fahrzeuge

## M4 Nutzung der Möglichkeiten aus der Neuordnung der StVO

**Zielsetzung**

Steigerung der Sicherheit im Straßenverkehr und Schaffung besserer Verkehrsbedingungen

**Zielgruppe**

Anwohner*innen

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

Amt Bordesholm

Kreis Rendsburg-Eckernförde

**Beschreibung**

Bisher war es für Kommunen schwieriger, Tempo-30-Zonen umzusetzen. Dies soll sich nun ändern: Sowohl Kommunen als auch Straßenbehörden können in Zukunft einfacher Straßen für den Autoverkehr sperren oder unbürokratisch Busspuren und Fußgängerüberwege einrichten. Das neue Straßenverkehrsgesetz wurde bereits vom Bundeskabinett beschlossen, jedoch zunächst vom Bundesrat blockiert. In der Juli-Sitzung hat der Bundesrat schließlich grünes Licht gegeben und die Änderungen an der Straßenverkehrsordnung final bestätigt, nachdem er zuvor das Straßenverkehrsgesetz verabschiedet hatte.

U.a. neu geschaffene Möglichkeiten für Kommunen:

- Künftig können Kommunen leichter Tempo 30 vor Spielplätzen, stark frequentierten Schulwegen, Fußgängerüberwegen und Zebrastreifen einführen. Auch für Straßenabschnitte zwischen bestehenden Tempo-30-Zonen gilt diese Vereinfachung, um den Verkehrsfluss zu verbessern.
- Die Regelung betrifft auch Tempolimits auf Bundes-, Landes- und Kreisstraßen sowie weiteren Vorfahrtsstraßen.
- Darüber hinaus erhalten Kommunen mehr Freiheiten bei der Einrichtung von Busspuren und Radwegen.

Die Gemeinde Mühbrook sollte zusammen mit dem Amt Bordesholm sowie dem Kreis Rendsburg-Eckernförde prüfen, welche der neu geschaffenen Möglichkeiten Anwendung finden könnten und sollten. Diese sollten dann schnellstmöglich umgesetzt werden.

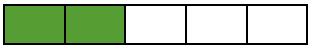
**Strategisches Vorgehen**

1. Neuerungen in der StVO prüfen.
2. Relevanz für Mühbrook, das Amt Bordesholm sowie die Kreisstraßen prüfen.
3. Maßnahmen mit allen Beteiligten abstimmen und beschließen.
4. Umsetzung der Maßnahmen

**Arbeitsaufwand**

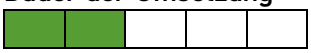
15 - 30 Arbeitstage

**Kostenaufwand**



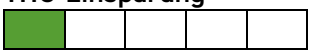
15 - 25 T€

**Dauer der Umsetzung**



2 Jahre

**THG-Einsparung**



gering

**Priorität**

mittel

**Herausforderungen**

- Kreis und Amt haben kein Interesse an der Umsetzung entsprechender Maßnahmen;
- Maßnahmen treffen auf geringe Akzeptanz bei den Bürger*innen

**Lösungen**

- Verstärkte Interessenvertretung der Gemeinde bei Kreis und Amt unter klarer Benennung der Gründe und Vorteile.
- Kontinuierliche Information der Bürger*innen und Herausstellung, warum die Umsetzung der Maßnahmen sinnvoll für die Ortentwicklung ist.

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl identifizierter und umgesetzter verkehrsbezogener Maßnahmen
2. Anzahl betroffener Straßenabschnitte oder Knotenpunkte
3. Kooperationsgrad mit Amt und Kreis (z. B. durch abgestimmte Beschlüsse)
4. Veränderung der Verkehrssicherheit (z. B. Rückgang von Unfällen / Konflikten)
5. Akzeptanz der Maßnahmen in der Bevölkerung
6. Anzahl kommunizierter Maßnahmen / Presseberichte / Informationsveranstaltungen

### 7.2.5. Klimaanpassungsmaßnahmen und nachhaltige Siedlungsstruktur

Die geplanten Maßnahmen zur Klimaanpassung und Förderung einer nachhaltigen Siedlungsstruktur in Mühbrook bieten erhebliche Potenziale für die zukunftsfähige Ausrichtung der Gemeinde und die Verbesserung der Lebensqualität vor Ort. Durch die Sensibilisierung für Klimaanpassung, insbesondere in Bezug auf Starkregenereignisse, die Schaffung von Retentionsflächen, die Begrünung von Dächern und Fassaden sowie den Ausbau des Baumbestands können nachhaltige Fortschritte erzielt werden.

## A1 Informationskampagne zu Klimaanpassung

**Zielsetzung**

Die Anwohner*innen von Mühbrook über Klimaanpassungsmaßnahmen und lokale Handlungsmöglichkeiten informieren.

**Zielgruppe**

Anwohner*innen

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

**Beschreibung**

Eine Kampagne zur Klimaanpassung in Mühbrook sollte das Ziel haben, die Anwohner*innen umfassend über die Bedeutung und Möglichkeiten zur Anpassung an den Klimawandel aufzuklären. Dabei stehen praktische Lösungen und lokale Initiativen im Vordergrund, die dazu beitragen, den Ortsteil auf die zunehmenden Herausforderungen des Klimawandels vorzubereiten und dessen Widerstandsfähigkeit zu stärken. Themen wie Starkregen, Hitzeperioden und Trockenheit im Sommer, die direkte Auswirkungen auf das Leben und die Infrastruktur vor Ort haben, sind dabei besonders relevant. Aber auch Auswirkungen auf die Landwirtschaft sowie auf die Biodiversität sollten fokussiert werden und Lösungsansätze wie z.B. angepasste landwirtschaftliche, gartenbauliche Techniken oder naturnahe Landschaftsgestaltung aufgezeigt werden.

Ein mögliches Format wäre ein Informationsabend, bei dem Expert*innen Vorträge halten und in einer anschließenden Diskussionsrunde praktische Handlungsmöglichkeiten vorgestellt werden. Anwohner*innen könnten sich dabei gezielt zu Themen wie Starkregenprävention, effiziente Wassernutzung, Gebäudesicherung und Begrünungsmaßnahmen austauschen und beraten lassen. Dieses Veranstaltungsformat würde es den Bürger*innen ermöglichen, direkt mit Fachleuten ins Gespräch zu kommen und ihre Fragen zu klären.

Ergänzend oder alternativ könnte ein „Klima-Spaziergang“ durch Mühbrook organisiert werden. Bei diesem Format würden die Teilnehmer*innen zusammen mit Expert*innen durch den Ortsteil spazieren und an verschiedenen Stationen über lokale Klimaanpassungsmaßnahmen informiert werden. So könnten Themen wie wasserspeichernde Grünflächen, Überflutungsschutz oder Hitzeminderung durch städtische Begrünung direkt vor Ort anschaulich erläutert werden.

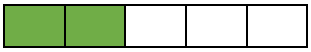
Beide Formate bieten eine gute Gelegenheit, das Bewusstsein für Klimaanpassung zu stärken und den Anwohner*innen praxisnahe Lösungen an die Hand zu geben, um den Folgen des Klimawandels in Mühbrook besser begegnen zu können.

Ergänzend können Beispiele aus der Gemeinde, die zeigen, wie kleine Klimaanpassungsmaßnahmen erfolgreich umgesetzt wurden, alle Anwohner*innen motivieren.

**Strategisches Vorgehen**

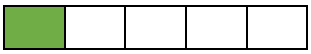
1. Herbeiführung eines Beschlusses zur Umsetzung der Maßnahme
2. ggf. Fördermittelantrag stellen
3. Bereitstellung der finanziellen Mittel
4. Terminierung der Maßnahme
5. Durchführung der Maßnahme

**Arbeitsaufwand**



10 -15 Arbeitstage

**Kostenaufwand**

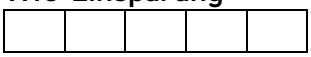


1 - 5 T€

**Dauer der Umsetzung**

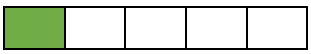
6 Monate

**THG-Einsparung**



keine

**Priorität**



gering

**Herausforderungen**

- Kein/kaum Interesse oder Ablehnung der Anwohner*innen

**Lösungen**

- Die Zusammenarbeit mit lokalen Fachbetrieben, wie Garten- und Landschaftsbauern oder landwirtschaftlichen Betrieben, die praktische Beispiele für die vorgeschlagenen Maßnahmen zeigen, kann dazu beitragen, deren Vorteile anschaulich zu vermitteln und die Akzeptanz bei den Anwohner*innen zu erhöhen.

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl durchgeführter Veranstaltungen (z. B. Infoabend, Klima-Spaziergang)
2. Teilnehmerzahl bei den Informationsformaten
3. Anzahl verteilter oder abgerufener Informationsmaterialien zur Klimaanpassung
4. Anzahl umgesetzter kleiner Klimaanpassungsmaßnahmen durch Anwohner*innen
5. Veränderung des Bewusstseins und der Einstellung zur Klimaanpassung
6. Einbindung lokaler Akteure (z. B. Fachbetriebe, Landwirtschaft, Vereine)

## A2 Starkregenkonzept entwickeln

**Zielsetzung**

Schutz vor den Auswirkungen von Starkregenereignissen durch die Entwicklung und Umsetzung eines umfassenden Starkregenvorsorgekonzepts.

**Zielgruppe**

Anwohner*innen

**Zuständigkeit**

Gemeinde Mühbrook

Amt Bordesholm

**Beschreibung**

Um die Gemeinde Mühbrook wirksam vor den zunehmenden Risiken durch Starkregenereignisse zu schützen, ist die Entwicklung eines umfassenden Starkregenvorsorgekonzepts von entscheidender Bedeutung. Diese Maßnahme soll sicherstellen, dass die Gemeinde auf zukünftige Extremwetterereignisse vorbereitet ist und sowohl präventive als auch akute Schutzmaßnahmen ergreifen kann, um Schäden an öffentlichen und privaten Gebäuden sowie der Infrastruktur zu minimieren.

Die Grundlage des Konzepts bildet die Analyse der Ergebnisse der „Hinweiskarte Starkregengefahren für Schleswig-Holstein“, die mögliche Gefährdungsbereiche im Ort aufzeigt(https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/H/hydrologie_und_niederschlag/hinweiskartenStarkregengefahren). Diese weist auch für das Gemeindegebiet Mühbrook einzelne Bereiche aus, die bei Starkniederschlagsereignissen besonders betroffen sein könnten.

Mithilfe dieser Angaben können gezielte Maßnahmen geplant werden, wie z. B. die Einrichtung von Rückhaltebecken, der Ausbau von Versickerungsflächen oder die Optimierung des örtlichen Abwassersystems. Durch die detaillierte Kartierung werden nicht nur Hotspots für Überflutungen identifiziert, sondern auch mögliche Lösungen zur Minderung dieser Risiken erarbeitet.

Zur Umsetzung dieser Maßnahme bietet sich ggf. ein gemeinsames Vorgehen mit den Nachbarkommunen oder auf Amtsebene an.

**Strategisches Vorgehen**

1. Durchführung einer Risikoanalyse basierend auf der „Hinweiskarte Starkregengefahren für Schleswig-Holstein“
2. Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung der Entwässerung und Versickerung
3. Erstellung eines Notfallplans für Starkregenereignisse
4. Durchführung von Informationsveranstaltungen für die Anwohner*innen
5. Implementierung der baulichen und organisatorischen Maßnahmen

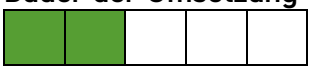
**Arbeitsaufwand**

30 Arbeitstage

**Kostenaufwand**

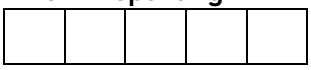
30 T€

**Dauer der Umsetzung**



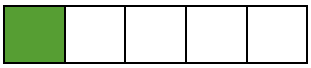
2-3 Jahre

**THG-Einsparung**



keine

**Priorität**



Niedrig

**Herausforderungen**:

- Finanzierung, Koordination zwischen verschiedenen Akteuren
- Akzeptanz bei der Bevölkerung

**Lösungsansätze**:

- Nutzung von Förderprogrammen und Zuschüssen zur Finanzierung
- Einrichtung eines Koordinationsgremiums zur Steuerung der Maßnahmen
- Intensive Informations- und Aufklärungskampagnen zur Sensibilisierung der Anwohner*innen

**Erfolgsindikatoren:**

1. Fertigstellung des Starkregenvorsorgekonzepts
2. Anzahl identifizierter Gefahrenbereiche im Gemeindegebiet
3. Anzahl geplanter und umgesetzter baulicher Maßnahmen
4. Anzahl durchgeführter Informationsveranstaltungen für Anwohner*innen
5. Verfügbarkeit eines kommunalen Notfallplans für Starkregenereignisse
6. Beteiligung überregionaler Partner oder Nachbarkommunen

## A3 Direktansprache von Anwohner*innen im Starkregenrisikobereich

**Zielsetzung**

Kleine Bereiche in Mühbrook sind durch die Überflutung bei Starkregenereignissen gefährdet. Direkte Aufklärung und Unterstützung bei Maßnahmen soll die Vulnerabilität der gefährdeten Anwohner*innen gegenüber Starkregen verringern.

**Zielgruppe**

Anwohner*innen

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

Amt Bordesholm

**Beschreibung**

Im Rahmen dieser Maßnahme werden die Haushalte in den besonders gefährdeten Gebieten über die Risiken durch Starkregenereignisse aufgeklärt und zu möglichen Schutzmaßnahmen beraten. Die Sensibilisierung der Anwohner*innen ist ein zentraler Bestandteil, um das Bewusstsein für die Gefahren zu schärfen und sie dazu zu motivieren, präventiv aktiv zu werden. Dies umfasst Empfehlungen zur baulichen Anpassung ihrer Gebäude, wie die Erhöhung von Lichtschächten oder die Sicherung von Kellerräumen vor eindringendem Wasser.

Darüber hinaus werden praktische Tipps zur Entsiegelung von Grundstücksoberflächen vermittelt, um die Versickerung von Regenwasser zu verbessern. Die Schaffung von Regenwasserrückhaltebecken oder anderen Rückhaltemöglichkeiten wird ebenfalls als wirksame Maßnahme vorgestellt, um Starkregenereignisse besser bewältigen zu können.

Die direkte Ansprache wird durch Informationsmaterialien unterstützt, die den betroffenen Haushalten zur Verfügung gestellt werden, um konkrete Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Ziel dieser Maßnahme ist es, den Anwohner*innen die Möglichkeit zu geben, frühzeitig Vorsorge zu treffen und ihre Immobilien sowie ihr Eigentum besser gegen die Risiken von Starkregen zu schützen.

**Strategisches Vorgehen**

1. Ausarbeitung einer Kommunikationsstrategie für betroffene Haushalte
2. Verteilung der Informationen und Start der Direktansprache

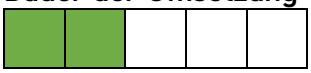
**Arbeitsaufwand**

20 AT

**Kostenaufwand**

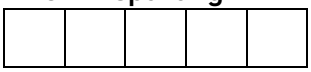
1 - 5 T€ / Jahr

**Dauer der Umsetzung**



1 – 2 Jahre

**THG-Einsparung**



keine unmittelbare

**Priorität**

mittel

**Herausforderungen**

- betroffenen Haushalte reagieren ablehnend auf das Informationsangebot

**Lösungen**

- Kooperation mit lokalen Fachbetrieben wie z. B. Garten-Landschaftsfirmen oder Sanitärbetrieben kann bei der Umsetzung der Maßnahme hilfreich sein
- Praxisbespielen aus der Gemeinde können zur Umsetzung motivieren

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl der identifizierten Haushalte im Starkregenrisikobereich
2. Anzahl der direkt angesprochenen Haushalte
3. Anzahl der verteilten Informationsmaterialien und Beratungsgespräche
4. Anzahl umgesetzter individueller Schutzmaßnahmen durch Anwohner*innen
5. Veränderung des Bewusstseins und der Eigenvorsorgebereitschaft
6. Einbindung lokaler Fachbetriebe und Umsetzungspartner

## A4 Anreize zur Schaffung von Retentionsflächen

**Zielsetzung**

Die Retentionsflächen in Mühbrook erhöhen.

**Zielgruppe**

Anwohner*innen Mühbrook

Gebäudeeigentümer*innen Mühbrook

Flächeneigentümer*innen Mühbrook

**Verantwortlich**

Gemeinde Mühbrook

Amt Bordesholm

**Beschreibung**

Maßnahmen wie die Schaffung von Retentionsflächen, Dachbegrünungen sowie die Pflanzung von Bäumen und Sträuchern tragen nicht nur zur Stärkung der Biodiversität bei, sondern erhöhen auch die Widerstandsfähigkeit von Gebäuden und Infrastruktur gegenüber Starkregenereignissen und langanhaltenden Regenphasen. Diese Flächen nehmen Wasser auf und lassen es versickern, wodurch Überflutungen verringert werden. Gleichzeitig speichern Vegetationsflächen Wasser, was hilft, lange Trockenperioden besser zu überstehen. Darüber hinaus kühlen Pflanzen im Sommer die Umgebung und wirken so als natürliche Klimaanlagen.

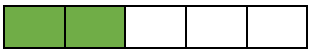
Die Gemeinde Mühbrook könnte ein Förderprogramm auflegen, um Anreize für die Anwohner*innen zu schaffen, solche Retentionsflächen zu schaffen.

Zur Finanzierung des Vorhabens könnte die Gemeinde Mühbrook Fördermittel bei Programmen wie der EKSH (KliKom) beantragen.

**Strategisches Vorgehen**

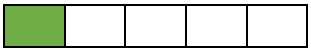
1. Beschlussfassung zur Durchführung der Maßnahme
2. Ggf. Fördermittelbeantragung
3. Festlegung der Förderrichtlinie
4. Bewerbung des Programms bei allen Mühbrooker*innen
5. Durchführung der Maßnahme

**Arbeitsaufwand**



20 Arbeitstage

**Kostenaufwand**

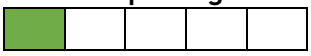


10 T€ / Jahr

**Dauer der Umsetzung**

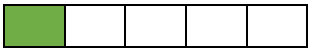
1 – 3 Jahre

**THG-Einsparung**



$CO_2$-Bindung neu angepflanzter Pflanzen

**Priorität**



gering

**Herausforderungen**:

- Das Förderprogramm wird nicht in Anspruch genommen

**Lösungen**:

- regelmäßige Bewerbung des Programms

**Erfolgsindikatoren:**

1. Anzahl der eingegangenen Förderanträge / Teilnahmen am Programm
2. Fläche neu geschaffener oder aufgewerteter Retentionsflächen (in m² oder ha)
3. Anzahl umgesetzter Begrünungsmaßnahmen (z. B. Dachbegrünungen, Pflanzungen)
4. $CO_2$-Bindung durch neu geschaffene Vegetationsflächen (Abschätzung in Tonnen $CO_2$/Jahr)
5. Anzahl von Informations- oder Werbemaßnahmen zur Bewerbung des Programms
6. Zufriedenheit und Rückmeldungen der geförderten Haushalte

# 8. Öffentlichkeitsbeteiligung

Das Quartierskonzept im Kerngebiet Mühbrook wurde durch umfassende Öffentlichkeitsarbeit und eine gezielte Beteiligung der Anwohner*innen unterstützt. Im Folgenden werden die organisierten Veranstaltungen, der Austausch mit den Bewohner*innen, die Berichterstattung sowie die Verlosungsaktionen für Energieberatungen, PV-Beratungen und die exemplarischen Sanierungen der Musterhäuser näher beschrieben.

## 8.1. Durchgeführte Veranstaltungen

### 8.1.1. Auftaktveranstaltung

Die Auftaktveranstaltung bildet das zentrale Element eines jeden energetischen Quartierskonzepts und ist entscheidend für die Akzeptanz und den Erfolg des Projekts. Zur Information der Anwohner*innen über die geplanten Veranstaltungen wurden verschiedene Kommunikationskanäle genutzt. Ziel der Veranstaltung war es, ein gemeinsames Verständnis des Projekts, seiner zeitlichen Abläufe und der Erwartungen bei allen Beteiligten, insbesondere bei den Bürgerinnen und Bürgern der Gemeinde, zu schaffen.

Der Auftaktworkshop, der von Zeiten°Grad in enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde Mühbrook und der Lenkungsgruppe des Projekts „Energetisches Quartierskonzept" organisiert wurde, fand am 24. April 2024 in dem örtlichen Gemeinderaum statt. Die Veranstaltung stieß auf großes Interesse in der Bevölkerung, was sich in der Teilnehmerzahl von etwa 50 Personen zeigte, was in Betracht der kleinen Gemeindegröße ein Ausdruck des wachsenden Bewusstseins und Interesses an einer regenerativen Energieversorgung und nachhaltigen Entwicklung in der Gemeinde ist.

Besonderen Wert legte die Veranstaltung auf die aktive Einbindung der Bürger*innen. Der Workshopcharakter ermöglichte es, bereits in dieser frühen Phase tiefergehende Einblicke in die lokalen Gegebenheiten und die Struktur des Projektgebiets zu gewinnen. Im Verlauf der Auftaktveranstaltung wurden der aktuelle Status der Klimabilanz, die nationalen und internationalen Trends der Klimaveränderung sowie die Klimaziele des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes (EWKG) für Schleswig-Holstein, das bis 2040 Klimaneutralität anstrebt, verdeutlicht. Den Teilnehmenden wurde bewusst, dass der Klimawandel bereits jetzt spürbare Auswirkungen auf das tägliche Leben hat, was sowohl die Gemeinde als auch das Projektteam motivierte, das energetische Quartierskonzept engagiert anzugehen.

Nach einer Einführung in die Projektziele durch Herrn Möller begann die aktive Bürgerbeteiligung, die als entscheidender Bestandteil für die Umsetzung eines energetischen Quartierskonzepts gilt. In verschiedenen Workshop-Gruppen wurden die zentralen Handlungsfelder der Stromwende, Mobilitätswende, Konsumwende und Klimaanpassung diskutiert und auf Stellwänden festgehalten. Die Bürger*innen brachten wertvolle Anregungen aus der Gemeinde und den umliegenden Siedlungen ein, die als zusätzliche Grundlage für die Ausarbeitung des energetischen Quartierskonzepts dienten.

Zum Abschluss der Veranstaltung wurden die Ergebnisse der Arbeitsgruppen vorgestellt und ein Ausblick auf die nächsten Projektschritte gegeben. Die Auftaktveranstaltung stellte einen

bedeutenden ersten Meilenstein auf dem Weg zu einem nachhaltigeren und klimagerechten Quartier in Mühbrook dar.

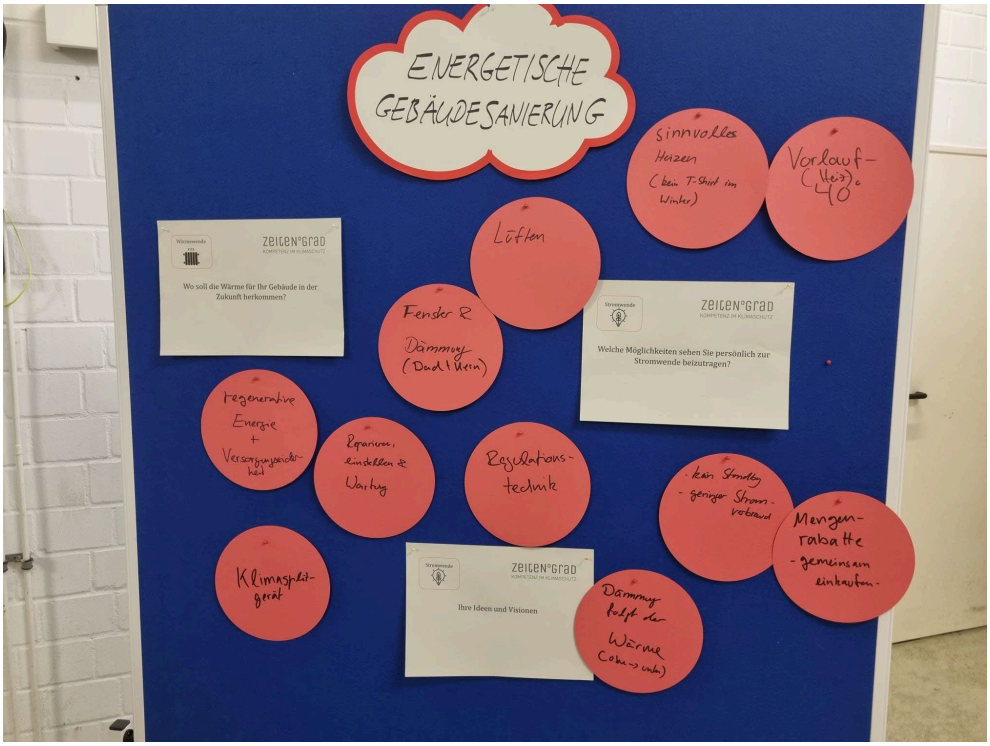



*Abbildung 24: Ideensammlung eines Thementisches der Auftaktveranstaltung(Quelle: eigene Aufnahme)*

*Abbildung 25: aktive Bürgerbeteiligung mit Zeiten°Grad und Bürger*innen (Quelle: eigene Aufnahme)*

### 8.1.2. Informationsabend zu regenerativen Wärmeversorgungsvarianten

Einer der Schwerpunkte im energetische Quartierskonzept liegt auf dem Übergang von fossilen Brennstoffen wie Gas und Öl hin zu nachhaltigen, regenerativen Energiequellen. Die Auswertung der Auftaktveranstaltung und der eingereichten Fragebögen hat deutlich gemacht, dass es seitens der Bürger*innen erhebliche Herausforderungen und zahlreiche offene Fragen zu den verschiedenen Versorgungsoptionen und zur Versorgungssicherheit gibt. Somit wurde in der Lenkungsgruppe entschieden den Bürgerinnen und Bürgern einen Vortrag der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein anzubieten, der sich auf die Themen der nachhaltigen Energiebereitstellung und Wärmeversorgung fokussierte.

So thematisierte der Vortrag von Herrn Zahorsky von der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein die Themen "Klimafreundliche Wärmeversorgung und Solarenergie vom eigenen Dach". Herr Zahorsky zeigte auf, wie eine klimafreundliche Wärmeversorgung möglich ist, und betonte die Bedeutung der Solarenergie, die sowohl auf Dächern als auch auf Balkonen genutzt werden kann. Sein Vortrag richtete sich vor allem an Bürger*innen, die nicht an ein Wärmenetz angeschlossen sind oder außerhalb eines potenziellen Versorgungsgebiets liegen. Zudem stellte er die neuesten Entwicklungen im Bereich der Wärmepumpentechnologie vor und erläuterte die notwendigen Vor- und Nacharbeiten, die bei der Installation dieser Systeme in Wohngebäuden erforderlich sind.

Die Bürger*innen von Mühbrook zeigten sich begeistert von der Informationsveranstaltung und beteiligten sich aktiv am Austausch mit Herrn Zahorsky. Sie nutzten die Gelegenheit, spezifische technische Fragen zu stellen, die ausführlich beantwortet wurden. Die Veranstaltung bot somit nicht nur eine neutrale Plattform zur Vorstellung alternativer Wärmeversorgungsoptionen, sondern auch die Möglichkeit, Unsicherheiten und Fragen im Zusammenhang mit der Umstellung auf nachhaltige Wärmeversorgung zu klären. Damit leistete sie einen wichtigen Beitrag zur Sensibilisierung für die zukünftige Nutzung regenerativer Wärmeversorgungslösungen in der Gemeinde.

*Abbildung 26: Vortrag der Verbraucherzentrale Schleswig-Holstein zur regenerativen Strom - und Wärmeerzeugung in den eigenen vier Wänden (Quelle: eigene Aufnahme)*

### 8.1.3. Abschlussveranstaltung

Am 18. März 2025 fand die Abschlussveranstaltung des energetischen Quartierskonzepts Mühbrook statt. Die Veranstaltung diente als Rückblick auf den gesamten Prozess, von den ersten Analysen, die Bestandsdatenerfassung und Verarbeitung über die erarbeiteten Lösungswege bis hin zu den finalen Empfehlungen für die zukünftige Energie- und Wärmeversorgung in Mühbrook. Die Veranstaltung war gut besucht, und es zeigte sich erneut das Interesse der Bürger*innen an der nachhaltigen Entwicklung ihres Quartiers.

Ein zentraler Punkt der Abschlussveranstaltung war die Vorstellung der wirtschaftlich sinnvollsten Versorgungsoptionen für die Gemeinde. Die durchgeführten Untersuchungen haben deutlich gemacht, dass dezentrale Einzelhauslösungen wirtschaftlicher und empfehlenswerter sind als leitungsgebundene Nahwärmevarianten. Dies wurde ausführlich erläutert, wobei sowohl technische als auch finanzielle Aspekte beleuchtet wurden. Die Bürger*innen erhielten dabei wertvolle Informationen darüber, welche individuellen Lösungen für ihre Gebäude am besten geeignet sein könnten.

Darüber hinaus stand der Austausch über die nächsten Schritte bei der Umstellung von fossilen auf regenerative Energieträger im Fokus. Zeiten°Grad stellte hierzu umfassende Informationen bereit, insbesondere zu den praktischen Umsetzungsmöglichkeiten für Photovoltaikanlagen, Wärmepumpen und anderen regenerativen Versorgungssystemen. Es wurden konkrete Empfehlungen für Fördermöglichkeiten und Beratungsangebote vorgestellt, sodass die Bürger*innen gut vorbereitet sind, um die nächsten Maßnahmen anzugehen.

Die Veranstaltung bot zudem eine Plattform für einen intensiven Dialog zwischen Bürger*innen, Expert*innen und der Gemeindeverwaltung. Viele offene Fragen konnten direkt geklärt werden, und

es wurde deutlich, dass eine fortlaufende Begleitung und Unterstützung wichtig ist, um die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen langfristig sicherzustellen.

Zum Abschluss wurde betont, dass das energetische Quartierskonzept nicht nur als strategische Grundlage dient, sondern als eine Einladung an die Bürger*innen, aktiv an der Energiewende in Mühbrook mitzuwirken. Die Veranstaltung machte deutlich, dass die Weichen für eine nachhaltige Zukunft gestellt sind und nun die individuelle Umsetzung durch die Anwohner*innen im Mittelpunkt steht.

## 8.2. Bürger*innenbeteiligung und Informationsbereitstellung

Um den Bürger*innen der Gemeinde Mühbrook neben den Veranstaltungen eine Möglichkeit zu bieten, die aktuellen Entwicklungen im Projekt zu verfolgen, wurde ein E-Mail-Verteiler eingerichtet und regelmäßig genutzt. Interessierte Personen konnten sich über eine Liste, die bei allen Veranstaltungen auslag, für den Verteiler anmelden, um weiterführende Informationen zu erhalten. Über diesen Verteiler wurden regelmäßig Einladungen zu Veranstaltungen, Updates zu aktuellen Projektfortschritten sowie neue Erkenntnisse versendet. So wurde gewährleistet, dass interessierte Bürger*innen stets auf dem neuesten Stand blieben.

## 8.3. Pressebeiträge

Im Rahmen der Erstellung des energetischen Quartierskonzepts für die Gemeinde Mühbrook wurde das Projekt frühzeitig von lokalen Medien begleitet. Einen ausführlichen Pressebericht zur Auftaktveranstaltung und den Zielen des Quartierskonzepts veröffentlichte die Kieler Nachrichten am 24. Februar 2024 unter dem Titel „Start in ein neues Wärmezeitalter“.

In diesem Presseartikel wurde das energetische Quartierskonzept auf einer Einwohnerversammlung im Hotel Seeblick vorgestellt. Der Artikel erläuterte den Einwohnerinnen und Einwohnern das Vorhaben, das in den nächsten zwölf Monaten umgesetzt werden sollte und insbesondere auf eine nachhaltige Nahwärmeversorgung mit erneuerbaren Energien abzielte. Hervorgehoben wurden außerdem geplante Beteiligungsmöglichkeiten der Bevölkerung, wie beispielsweise eine Fragebogenaktion, Verlosungen von Energiechecks und Photovoltaik-Beratungen sowie Musterhaus-Sanierungsberatungen für repräsentative Haustypen in der Gemeinde.

Der Artikel dokumentiert das große Interesse und die breite Unterstützung der Bewohnerinnen und Bewohner von Mühbrook, was sich in der regen Teilnahme und positiven Resonanz während der Veranstaltung zeigte.

## 8.4. Verlosungen für Energiechecks

### Öffentlichkeitsarbeit und individuelle Beratungsangebote

Im Rahmen des Quartierskonzepts in Mühbrook wurden gezielte Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit umgesetzt, um die Anwohner*innen aktiv in den Prozess einzubinden. Dazu gehörte die Verlosung von 10 Energieberatungen der Verbraucherzentrale („Energie-Checks“).

#### Energie-Checks

Durch die Energieberatung der Verbraucherzentrale erhielten die teilnehmenden Haushalte eine Analyse des energetischen Zustands ihres Gebäudes sowie eine Einschätzung des aktuellen Energieverbrauchs. Diese Kurzberichte dienten dazu, mögliche Einsparpotenziale aufzuzeigen, gezielte Verhaltensänderungen anzuregen und gegebenenfalls ineffiziente Haushaltsgeräte zu ersetzen (Abbildung 29).

*Abbildung 27: Beispiele für einen Kurzbericht der „Energie-Checks" (Quelle: Energieberatung Asbahr)*

# 9. Hemmnisse und Lösungsansätze

## 9.1. Fehlende Umsetzungskapazität

#### Herausforderung

Eine der zentralen Herausforderungen nach dem Abschluss des energetischen Quartierskonzepts für Mühbrook ist das Auslaufen des bisher durch die KfW geförderten Sanierungsmanagements. Dieses Programm spielte eine wesentliche Rolle bei der Unterstützung der Gemeinde in der Umsetzungsphase und koordinierte die Zusammenarbeit der beteiligten Akteure. Da die Förderung im Rahmen der „Energetischen Stadtsanierung" ab 2024 nicht mehr zur Verfügung steht, muss die Gemeinde nun mit begrenzten personellen Ressourcen Strategien entwickeln, um das Projekt eigenständig fortzuführen.

#### Lösungsansatz

Ein denkbarer Lösungsweg besteht darin, die anstehenden Aufgaben auf verschiedene Akteure zu verteilen, um die vorhandenen Kapazitäten effizienter zu nutzen. Eine mögliche Unterstützung könnte durch das Klimaschutzmanagement des Amtes Bordesholm erfolgen. Mit ihrem Fachwissen und Netzwerk könnte sie wertvolle Impulse liefern. Alternativ könnte die Einbindung externer Planungs- oder Ingenieurbüros in Betracht gezogen werden, die sowohl der Gemeinde als auch den Bürger*innen beratend zur Seite stehen.

Darüber hinaus bietet sich der Beitritt der Gemeinde Mühbrook als Gesellschafter zur Klimaschutzagentur des Kreises Rendsburg-Eckernförde als zukunftsweisender Schritt an. Die

Agentur bündelt umfassende Expertise im Bereich Klimaschutz, Energieeffizienz und Fördermittelberatung und stellt vielfältige Unterstützungsangebote für Kommunen bereit. Ein Beitritt würde Mühbrook nicht nur den Zugang zu zusätzlichen fachlichen Ressourcen ermöglichen, sondern auch die strategische Zusammenarbeit auf Kreisebene stärken und Synergien mit anderen Gemeinden schaffen, die ähnliche Herausforderungen bewältigen.

## 9.2. Individuelle, dezentrale Wärmeversorgung

### Hemmnisse

Die Umstellung auf eine dezentrale Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energieträgern bringt sowohl technische als auch persönliche Herausforderungen mit sich. Auf individueller Ebene bestehen oft Vorbehalte gegenüber neuen Heiztechnologien wie Wärmepumpen oder Pelletheizungen. Gründe dafür sind Unsicherheiten hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, Unkenntnis über Fördermöglichkeiten sowie Skepsis gegenüber der Effizienz und Zuverlässigkeit regenerativer Heizsysteme. Zudem können hohe Anfangsinvestitionen und die Unsicherheit über zukünftige Energiepreise zu einer Verzögerung oder Ablehnung einer Umstellung führen.

Technische Herausforderungen ergeben sich insbesondere durch die baulichen Gegebenheiten der Bestandsgebäude. Nicht alle Gebäude sind ohne zusätzliche Maßnahmen für den Betrieb einer effizienten Wärmepumpe geeignet, beispielsweise aufgrund mangelnder Dämmung oder veralteter Heizkörper. Hinzu kommt, dass individuelle Lösungen eine stärkere Eigenverantwortung erfordern – von der Planung über die Anschaffung bis zur Wartung der Anlage. Während zentrale Wärmeversorgungen durch ein professionelles Management betreut werden, liegt die Verantwortung bei dezentralen Lösungen vollständig bei den Eigentümer*innen, was als Hemmnis wahrgenommen werden kann.

Ein weiteres Problem entsteht durch die fehlende koordinierte Umstellung innerhalb eines Quartiers. Während einige Haushalte bereits auf erneuerbare Heizsysteme umsteigen, verbleiben andere bei fossilen Heizungen. Dies kann dazu führen, dass keine einheitliche Förderstrategie greift, Beratungsangebote unzureichend genutzt werden oder Synergieeffekte – etwa durch gemeinsam genutzte Erdwärmesonden oder lokale Nahwärmelösungen – ungenutzt bleiben.

### Lösungsansatz

Um diese Hemmnisse zu überwinden, sind gezielte Informations- und Beratungsangebote notwendig. Informationsveranstaltungen, individuelle Energieberatungen und Praxisbeispiele können helfen, Unsicherheiten abzubauen und die Vorteile dezentraler Lösungen aufzuzeigen (vgl. Maßnahme W2). Dabei sollte besonders auf langfristige Einsparpotenziale, den Komfortgewinn durch moderne Heizsysteme und bestehende Fördermöglichkeiten hingewiesen werden.

Zudem kann eine Quartiersstrategie entwickelt werden, die eine koordinierte Umstellung fördert. Durch den Zusammenschluss von Eigentümer*innen könnten gebündelte Förderanträge gestellt, Sammelbestellungen organisiert oder lokale Wärmequellen effizienter genutzt werden (vgl. Maßnahme W3). So könnte beispielsweise die gemeinsame Nutzung von Erdwärme durch mehrere Haushalte eine wirtschaftlichere Lösung darstellen als einzelne Bohrungen für jedes Gebäude. Um die Hemmnisse im Gebäudebestand zu verringern, sollten zudem unterstützende Maßnahmen zur

Verbesserung der energetischen Effizienz angestoßen werden. Eine Beratung zur Gebäudesanierung, die Kombination von Heiztechnologien und der Einsatz innovativer Speicherlösungen können dabei helfen, die Voraussetzungen für eine effiziente dezentrale Wärmeversorgung zu verbessern.

Durch eine enge Begleitung der Haushalte, den Abbau von Informationsdefiziten und die Förderung gemeinschaftlicher Lösungen kann die dezentrale Wärmeversorgung langfristig wirtschaftlicher und attraktiver gestaltet werden.

# 10. Aussagen zu Kontrolle und Monitoring

Um die vorgeschlagenen Maßnahmen erfolgreich anzustoßen, zu begleiten und langfristig zu bewerten, ist es entscheidend, eine verantwortliche Person oder eine koordinierende Gruppe zu benennen. Diese Instanz sollte sich mit der Erstellung von Zeitplänen, der Priorisierung der Maßnahmen und der Einbindung relevanter Akteur*innen befassen, um die Umsetzung des Konzepts zielgerichtet voranzutreiben.

Ursprünglich wäre das Sanierungsmanagement eine ideale Struktur zur Umsetzung der im Quartierskonzept vorgeschlagenen Maßnahmen gewesen, und zu Beginn des Jahres 2024 hätte diese Lösung auch noch als Empfehlung gegolten. Allerdings ist die entsprechende Förderung der KfW für diese zweite Phase inzwischen ausgelaufen. Trotz dieser veränderten Rahmenbedingungen bleibt die Einrichtung eines Sanierungsmanagements eine zentrale Empfehlung, da es eine kontinuierliche Betreuung der Maßnahmen ermöglicht.

Um dennoch die notwendigen Aufgaben effizient zu bewältigen, wird vorgeschlagen, interne Personalkapazitäten bereitzustellen oder die Verantwortlichkeiten gezielt auf bestehende Stellen und externe Partner zu verteilen. Eine klare Aufgabenverteilung und definierte Zuständigkeiten sind essenziell, um sicherzustellen, dass die Maßnahmen nachhaltig umgesetzt und verstetigt werden.

Ein zentraler Aspekt der Umsetzung ist die Erfolgskontrolle. Daher sollte zu Beginn der Umsetzungsphase in Zusammenarbeit mit den relevanten Akteur*innen ein geeigneter Indikator zur Messung des Umsetzungserfolgs definiert werden.

Den Maßnahmen sind für die Erfolgskontrolle daher individuelle Erfolgsfaktoren zugewiesen worden.

## 10.1. Verantwortlichkeiten und Umsetzung der Maßnahmen

Nach dem Wegfall des Sanierungsmanagements ist es für die erfolgreiche Umsetzung des vorliegenden Konzepts umso wichtiger, dass eine verantwortliche Person oder ein engagiertes Team die zentralen Schwerpunktthemen kontinuierlich betreut und aktiv vorantreibt. Gleichzeitig ist die Einbindung der Anwohner*innen in Mühbrook von entscheidender Bedeutung, um eine hohe Akzeptanz und Beteiligung an den Maßnahmen zu erreichen.

Um Transparenz zu schaffen und die Bevölkerung aktiv einzubeziehen, sollten Fortschritte und Erfolge regelmäßig aufbereitet und über die offiziellen Kanäle der Gemeinde kommuniziert werden. Dies stärkt das Vertrauen der Bürger*innen in die Umsetzung des Konzepts und fördert die Identifikation mit den geplanten Maßnahmen.

Für besonders relevante Themen, die in der Erarbeitung des Konzepts einen hohen Stellenwert hatten, wurden detaillierte Kontrollmöglichkeiten erarbeitet:

**Stromversorgung**

Im Bereich der Stromversorgung ist es wichtig, Transparenz über den Stromverbrauch in der Gemeinde Mühbrook herzustellen. Hier könnten anonymisierte Verbrauchsdaten pro Gemeindeteil genutzt werden, um Entwicklungen zu beobachten und zu prüfen, ob der Gesamtverbrauch durch die ergriffenen Maßnahmen sinkt. Ein solcher Rückgang könnte beispielsweise durch den Einsatz energieeffizienter Geräte oder bewusstes Verbrauchsverhalten erzielt werden.

Darüber hinaus sollte das Potenzial der Photovoltaik-Nutzung regelmäßig analysiert und dem Stromverbrauch gegenübergestellt werden. Diese Gegenüberstellung könnte aufzeigen, welche Einsparpotenziale bestehen und in welchem Umfang der Energiebedarf durch lokal erzeugten Solarstrom gedeckt werden kann.

**Koordination durch die Gemeindeverwaltung**

Die Koordination und Steuerung der Maßnahmen liegt in der Verantwortung der Gemeindeverwaltung Mühbrook. Eine enge Zusammenarbeit mit regionalen und überregionalen Unternehmen ist dabei essenziell, insbesondere für die Installation von PV-Anlagen. Externe Partner spielen eine zentrale Rolle für eine integrierte Quartiersversorgung und sollten gezielt in die Maßnahmen eingebunden werden.

Die Verwaltung übernimmt die zentrale Aufgabe der Akteurskoordination, um sicherzustellen, dass die geplanten Maßnahmen effizient umgesetzt und Synergien zwischen verschiedenen Projekten genutzt werden.

**Themenspezifische Arbeitsgruppen**

Um die im Konzept definierten Prioritäten auch ohne ein Sanierungsmanagement umzusetzen, sollten spezialisierte Arbeitsgruppen eingerichtet werden. Diese können sich aus Mitglieder*innen der Lenkungsgruppe sowie engagierten Bürger*innen aus Mühbrook zusammensetzen.

Solche Arbeitsgruppen bieten mehrere Vorteile:

- Bürgernahe Entscheidungsfindung: Durch die direkte Beteiligung der Anwohner*innen steigt die Akzeptanz der Maßnahmen.
- Bündelung von Fachwissen: Verschiedene Expertisen aus Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft können gezielt genutzt werden.
- Effektive Umsetzung: Die Maßnahmen werden durch kontinuierliche Betreuung effizient vorangetrieben.

**Öffentlichkeitsarbeit**

Eine effektive Öffentlichkeitsarbeit bleibt ein zentraler Erfolgsfaktor für die energetische Quartiersentwicklung in Mühbrook. Während der Konzeptphase hat die transparente Kommunikation maßgeblich dazu beigetragen, eine vertrauensvolle Verbindung zwischen Lenkungsgruppe und Anwohner*innen herzustellen.

Gezielte Kommunikationsmaßnahmen können komplexe Themen – wie etwa die Nutzung von Solarenergie – verständlich aufbereiten und somit Missverständnisse frühzeitig ausräumen.

Folgende Maßnahmen könnten die Öffentlichkeitsarbeit stärken:

- Regelmäßige Updates über Gemeindekanäle (Website, Newsletter, Aushänge, Infoveranstaltungen)
- Bürgerdialoge zur Vorstellung neuer Entwicklungen und Maßnahmen
- Erfahrungsberichte von Bürger*innen, die bereits erneuerbare Energien nutzen
- Workshops und Beratungstage zu Fördermöglichkeiten und technischen Lösungen

Durch eine proaktive und gut organisierte Öffentlichkeitsarbeit kann das Engagement der Anwohner*innen weiter gestärkt und die Umsetzung der Maßnahmen langfristig unterstützt werden.

# 11. Fazit

Die Untersuchung zentraler und dezentraler Wärmeversorgungsoptionen zeigt deutlich: Ein flächendeckendes Nahwärmenetz ist für die Gemeinde Mühbrook nicht wirtschaftlich realisierbar. Aufgrund der ländlichen Siedlungsstruktur, der weitläufigen Grundstücke und der geringen Wärmeliniendichte scheidet ein zentrales Wärmenetz in nahezu allen Ortsteilen aus (siehe S.42 f). Zwar wurden exemplarisch Varianten geprüft, jedoch erreichen diese nicht die erforderlichen Kennwerte für eine wirtschaftliche Umsetzung – selbst im potenziell verdichteten Kernbereich bleibt die Wärmeliniendichte in weiten Bereichen unter einem Wert von 1.000 kWh/m Trasse und Jahr (vgl. 18 und 42).

Daher kommt das integrierte Quartierskonzept zu dem Schluss, dass die Wärmewende in Mühbrook nur dezentral über individuelle Heizungsumstellungen gelingen kann (S. 42). Ein Nahwärmenetz bleibt die Ausnahme und kann lediglich in wenigen Einzelfällen – z. B. in Form von kleinen Insellösungen oder Quartierslösungen in Neubaugebieten – in Betracht gezogen werden. Für den Gebäudebestand ist diese Option hingegen nicht übertragbar.

Daraus folgt: Die Unterstützung der privaten Haushalte bei der Umstellung auf erneuerbare Heizsysteme (z. B. Wärmepumpen, Holzpellets) ist die zentrale Voraussetzung für das Erreichen der lokalen Klimaschutzziele. Das betrifft nicht nur die Auswahl der Technologie, sondern auch begleitende Maßnahmen wie Energieberatung, Sanierung der Gebäudehülle und Förderung.

Die sozial gerechte Ausgestaltung dieser Transformation wird entscheidend sein: Nur wenn Eigentümer*innen Zugang zu verlässlicher Information, guter Beratung und finanzieller Unterstützung erhalten, kann die Umstellung gelingen. Das IEQK liefert dafür eine fundierte Basis – vor allem durch praxisnahe Maßnahmenvorschläge, wie z. B. die Maßnahme W3 „Bündelausschreibung für Heizungstausch“ (vgl. S. 82).

# 12. Handlungsempfehlung

Vorrangig empfohlen wird die Maßnahme W3: “Bündelausschreibung für Heizungstausch und Gebäudesanierungen”, da sie konkrete Hilfestellungen für private Haushalte beim Heizungswechsel bietet. Die Gemeinde übernimmt hierbei koordinierend die gemeinsame Ausschreibung mehrerer

Heizungsumstellungen und Sanierungen, um Kostenvorteile zu erzielen und den Beteiligten den Umstieg zu erleichtern. Um diese und weitere Maßnahmen aus dem IEQK erfolgreich umzusetzen, sollten insbesondere folgende Aspekte beachtet werden:

- **Kommunikation:** Frühzeitige und kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit ist essenziell. Durch Info-Abende, Flyer und direkte Ansprache der Anwohnenden sollen Ziele und Vorteile der Wärmewende in Mühbrook verständlich vermittelt werden. Eine bürgernahe Entscheidungsfindung und transparente Projektdarstellung fördern das Vertrauen – und durch die direkte Einbindung der Bürger*innen steigt die Akzeptanz der Maßnahmen deutlich. Zudem können Erfolgsbeispiele im Ort publik gemacht werden, um weitere Haushalte zur Teilnahme zu motivieren.
- **Beratung:** Die Einrichtung oder Vermittlung von Energieberatungsangeboten für die Einwohner ist zu empfehlen. Fachleute sollten Hausbesitzer individuell zu geeigneten Heizalternativen (z. B. Wärmepumpe, Biomasse) und erforderlichen Dämmmaßnahmen beraten. Auch eine Fördermittel-Beratung ist wichtig: Eigentümerinnen müssen über verfügbare staatliche Förderprogramme (Bund/Land) umfassend informiert werden, damit finanzielle Hürden beim Heizungstausch abgebaut werden. Solche individuellen Sanierungsfahrpläne und Beratungen stellen sicher, dass jeder die für sich optimale Lösung findet und umsetzen kann.
- **Förderung:** Neben Beratungsangeboten sollte die Gemeinde aktiv bei der Erschließung von Fördermitteln und finanziellen Anreizen unterstützen. Dazu zählt, Haushalte bei Anträgen für Bundes- oder Landeszuschüsse zu begleiten und – wenn möglich – ergänzend kommunale Förderungen zu prüfen. Vor allem aber kann über die gebündelte Ausschreibung (Maßnahme W3) ein finanzieller Vorteil erzielt werden: Wenn viele Haushalte gleichzeitig ihre Heizung umrüsten, sinken durch Mengenrabatte und gemeinsame Vergabe die Kosten pro Haushalt. Diese Form der Sammelauftrag-Vergabe erleichtert den Eigentümer*innen die Umsetzung und erhöht durch den Gemeinschaftseffekt auch die Motivation im Quartier. Gegebenenfalls kann ein externer Dienstleister mit der Koordination beauftragt werden, um einen reibungslosen Ablauf sicherzustellen.

Durch die Konzentration auf dezentrale Lösungen und die aktive Einbindung sowie Unterstützung der Bürger*innen kann Mühbrook die Wärmewende erfolgreich gestalten. Die kommunalpolitischen Entscheidungsträger sind aufgefordert, die genannten Maßnahmen mit Nachdruck zu verfolgen und optimale Rahmenbedingungen – von Kommunikation über Beratung bis Finanzierung – zu schaffen, damit das integrierte Quartierskonzept wirkungsvoll Realität wird.

# 13. Literaturverzeichnis

Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club (adfc). 2024. „Radverkehrspotenziale für Deutschland". https://www.adfc.de/fileadmin/user_upload/Presse/Fraunhofer_Klimastudie/02_ADFC-Einordnung_und_Forderungen_Radverkehrspotenziale_fuer_Deutschland.pdf (28. März 2025).

Baier, Carola, und KielRegion. 2023. Endbericht Radverkehrskonzept Kreis Rendsburg-Eckernförde. KielRegion. https://www.kreis-rendsburg-

eckernfoerde.de/fileadmin/download/Bauen_und_Mobilitaet/Radverkehr/Endbericht_Radverkehrskonzept_Kreis_RD-ECK.pdf.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW). 2021. Die Energieversorgung 2021 – Jahresbericht. https://www.bdew.de/media/documents/Jahresbericht_2021_UPDATE_Juni_2022.pdf.

Deutscher Wetterdienst (DWD). 2023. Klimareport Schleswig-Holstein. 2. Aufl. Offenbach am Main: Deutscher Wetterdienst.

Deutscher Wetterdienst (DWD). 2024. „Windkarten zur mittleren Windgeschwindigkeit". https://www.dwd.de/DE/leistungen/windkarten/deutschland_und_bundeslaender.html.

„Gemarkung Mühbrook (Mühbrook) / Schleswig-Holstein / Geoindex.io". Geoindex.io. https://geoindex.io/gemarkungen/014550 (28. März 2025).

Hertle, Hans, Frank Dünnebeil, Benjamin Gugel, Eva Rechsteiner, und Carsten Reinhard. 2019. „BISKO Bilanzierungs-Systematik Kommunal: Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland".

Howard, Daniel Anthony, Konstantin Filonenko, Frederik Stjernholm Busk, und Christian Veje. 2020. „Methodology for Evaluation of District Heating Network Efficiency" hrsg. H. Bevrani. E3S Web of Conferences 186: 01006. doi:10.1051/e3sconf/202018601006.

Icha, Petra, und Dr. Thomas Lauf. 2023. „Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2022" hrsg. Umweltbundesamt.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2021. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf.

Investitionsbank Schleswig-Holstein (IB.SH). 2025. Wohnungsmarktprofil 2024 Wohnungsmarktregion Kiel. Kiel. https://www.ib-sh.de/fileadmin/user_upload/downloads/immobilienkunden/wohnungsmarktbeobachtung/wohnungsmarktregionen/wmp_wmr_kiel.pdf.

Jeandaux, Camille, Jean-Baptiste Videau, und Anne Prieur-Vernat. 2021. „Life Cycle Assessment of District Heating Systems in Europe: Case Study and Recommendations". Sustainability 13(20): 11256. doi:10.3390/su132011256.

KielRegion. 2021. „Elektromobilität in der KielRegion. Leitfaden für die Planung und Umsetzung". https://www.kielregion.de/wp-content/uploads/2023/07/2021_07_01_KIELREGION_Praxisleitfaden_Elektromobilitaet.pdf?utm_source=chatgpt.com (28. März 2025).

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND). 2022. Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein (Fortschreibung 2022). Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein.

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. 2014. Die kommunale Wärmeplanung. Kiel. https://www.schleswig-holstein.de/DE/landesregierung/ministerien-behoerden/V/Service/Broschueren/Broschueren_V/Umwelt/pdf/FlyerKommunaleWaermeplanung.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

Moovit. „Übersicht Der Buslinie 783". https://moovitapp.com/index/en/public_transit-line-783-Hamburg-3300-3763949-196602341-0 (28. März 2025).

Pro Regione GmbH. 2023. Begründung zur 4. Änderung des Flächennutzungsplans der Gemeinde Mühbrook „Photovoltaikanlage". Gemeinde Mühbrook. Vorentwurf. https://www.bordesholm.de/fileadmin/Amt/Dateien/Unsere_Gemeinden/Muehbrook/1._AEnd_B-Plan_9_und_4._AEnd_F-Plan/_FNP-02__Begruendung_4.AEnd.FNP_Muehbrook_Vorentwurf.pdf (28. März 2025).

„Statistikamt Nord: Meine Region - Datenanzeige für Mühbrook". 2025. https://region.statistik-nord.de/detail/00100000000000000000/1/351/1023/ (28. März 2025).

Statistisches Bundesamt (Destatis). 2023. „Stromerzeugung 2023".

Statistisches Bundesamt (Destatis). 2025. Wohnungsbestand im Zeitvergleich. Wiesbaden. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/Tabellen/liste-wohnungsbestand.html#115202 (28. März 2025).

Stromverbrauch im Haushalt. 2024. „Stromverbrauch im Haushalt". CO2Online VierWende. https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/stromverbrauch-im-haushalt.

Umweltbundesamt (UBA) / Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB). 2024. „Höchster Anteil am Energieverbrauch zum Heizen". Energieverbrauch privater Haushalte. https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte.

# 14. Anlagen

**1: Mantelbogen**

**Anlagenbezeichnung:** Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Grundlagen & Szenarienübersicht

**Inhalt:** Überblicksdokument, das die methodischen Annahmen, Strompreisbestandteile und technischen sowie wirtschaftlichen Parameter aller betrachteten Wärmeszenarien (zentral und dezentral) für Mühbrook beschreibt.

---

**2: Luftwärmepumpe (Szenario 1a – ohne PV)**

**Inhalt:** Szenario mit zentraler Luftwärmepumpe ohne PV-Anlage zur Wärmeversorgung des Dorfkerns. Es wird eine Wirtschaftlichkeit mit öffentlichen Netzstrom und BEW-Förderung analysiert.

---

**3: Luftwärmepumpe (Szenario 1b – mit PV Dorfkern)**

**Inhalt:** Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines zentralen Wärmenetzes im Dorfkern mit Luftwärmepumpe und zusätzlicher PV-Eigenstromversorgung.

---

**4: Luftwärmepumpe (Szenario 1b – mit PV Gesamtquartier)**

**Inhalt:** Erweiterung des Szenarios 1b auf das gesamte Quartier mit größerer Netzlänge und höherer Anschlusszahl. Betrachtet werden Investitions-, Betriebs- und Förderkosten für das Gesamtsystem.

---

**5: Gewässerwärmepumpe (Szenario 2 mit PV – Dorfkern )**

**Inhalt:** Zentrale Versorgung des Dorfkerns mit einer Wärmepumpe, die Umweltwärme aus einem Gewässer nutzt. Strombezug erfolgt anteilig über PV-Anlage.

---

**6: Gewässerwärmepumpe (Szenario 2 mit PV – Gesamtquartier)**

**Inhalt:** Gesamtquartierslösung auf Basis einer Gewässerwärmepumpe mit PV, inkl. Netzlänge, Wärmespeicher und detaillierter Förder- und Betriebskostenbetrachtung.

---

**7: Holzhackschnitzelkessel (Szenario 3 - Dorfkern)**

**Inhalt:** Wärmeversorgung des Dorfkerns durch einen zentralen Biomassekessel (Holzhackschnitzel), unterstützt durch einen Spitzenlast-Gaskessel. Detaillierte Erlös- und Betriebskostenkalkulation enthalten.

---

**8: Holzhackschnitzelkessel (Szenario 3 - Gesamtquartier)**

**Inhalt:** Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für ein gesamtes Nahwärmenetz auf Holzhackschnitzelbasis mit Fokus auf Förderfähigkeit, Betriebskosten und Wärmeverkaufserlöse.

## Anlagenblatt

Anlage 1 Mantelbogen

Anlage 2 Luftwärmepumpe (Szenario 1a – ohne PV Dorfkern)

Anlage 3 Luftwärmepumpe (Szenario 1b – mit PV Dorfkern)

Anlage 4 Luftwärmepumpe (Szenario 1b – mit PV Gesamtquartier)

Anlage 5 Gewässerwärmepumpe (Szenario 2 mit PV – Dorfkern)

Anlage 6 Gewässerwärmepumpe (Szenario 2 mit PV- Gesamtquartier)

Anlage 7 Holzhackschnitzelkessel (Szenario 3 – Dorfkern)

Anlage 8 Holzhackschnitzelkessel (Szenario 3 – Gesamtquartier)

Anlage 9 Energieberatungsbericht 1

Anlage 10 Energieberatungsbericht 2

Anlage 11 Energieberatungsbericht 3

Anlage 12 Energieberatungsbericht 4

Anlage 13 Energieberatungsbericht 5

# Anlage 1 Mantelbogen

# Mantelbogen

## Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
## Wärmeversorgung der Gemeinde Mühbrook

Dokument Nr.: ZGD-WMB-004-11-2024-00

Busdorf, den 25.11.2024

Erstellt: Niklas Gäthje

Geprüft: Mitja Klatt

**Disclaimer**

Der vorliegende Bericht wurde mit der gebotenen Sorgfalt und auf Basis, der durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellten Informationen erstellt. Dennoch übernimmt die RECASE Regenerative Energien GmbH im Rahmen der gesetzlich zulässigen Grenzen keinerlei Haftung und Gewährleistung für die Richtigkeit, Aktualität, Vollständigkeit oder Brauchbarkeit der zur Verfügung gestellten Berechnungsergebnisse und Informationen.

# Inhaltsverzeichnis

Änderungsverzeichnis ..... 3
1 Einleitung ..... 4
2 Allgemeine Angaben ..... 5
2.1 Strombezug ..... 5
2.1.1 Belieferungsoptionen ..... 5
2.1.2 Technologie-spezifische Strompreisbestandteile ..... 5
2.1.3 Abwägung des Belieferungskonzeptes ..... 8
2.1.4 Berechnung der Strompreise ..... 8
2.2 Aufbau der Netzsimulation ..... 10
2.3 Förderung ..... 11
2.4 Projektbezogene Berechnungsparameter ..... 12
3 Szenario 1a: Luftwärmepumpe ohne Freiflächen-PV-Anlage ..... 13
3.1 Szenarien Beschreibung ..... 13
3.2 Investitionskosten (CAPEX) ..... 14
3.3 Förderung ..... 15
3.4 Jährliche Betriebskosten (OPEX) ..... 15
3.5 Jährliche Erlöse ..... 16
3.6 Besonderheiten ..... 16
4 Szenario 1b: Luftwärmepumpe mit Freiflächen-PV-Anlage ..... 17
4.1 Szenarien Beschreibung ..... 17
4.2 Investitionskosten (CAPEX) ..... 17
4.3 Förderung ..... 18
4.4 Jährliche Betriebskosten (OPEX) ..... 18
4.5 Jährliche Erlöse ..... 18
4.6 Besonderheiten ..... 18
5 Szenario 2: Gewässerwärmepumpe mit Freiflächen-PV-Anlage ..... 19
5.1 Szenarien Beschreibung ..... 19
5.2 Investitionskosten (CAPEX) ..... 20
5.3 Förderung ..... 20
5.4 Jährliche Betriebskosten (OPEX) ..... 20
5.5 Jährliche Erlöse ..... 21
6 Szenario 3: Biomassekessel ..... 22
6.1 Szenarien Beschreibung ..... 22
6.2 Investitionskosten (CAPEX) ..... 23
6.3 Förderung ..... 23
6.4 Jährliche Betriebskosten (OPEX) ..... 23
6.5 Jährliche Erlöse ..... 24
6.6 Besonderheiten ..... 24

7 Szenario 4: Dezentrale Versorgung – Wärmepumpe ..... 25
7.1 Allgemeine Annahmen ..... 25
7.2 Ermittlung der Beispielhäuser ..... 26
7.3 Beschreibung der Beispielhäuser ..... 27
7.4 Berechnungen ..... 27

## Änderungsverzeichnis

| Rev: | Veröffentlichungsdatum: | Änderung: | Erstellt von: | Geprüft von: |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 25.11.2024 | Erstellung | nga | mkl |
| | | | | |
| | | | | |

# 1 Einleitung

Dieser Mantelbogen beschreibt die Prämissen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (WiBe) für die Wärmeversorgung der Gemeinde Mühbrook, welche im November 2024 erstellt wurden und folgende Dokumentennummern aufweisen:

| Dokumentennummer | Bezeichnung |
|---|---|
| ZGD-WMB-005-11-2024-00 | WiBe - Szenario 1a Luftwärmepumpe ohne PV - Dorfkern |
| ZGD-WMB-006-11-2024-00 | WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Dorfkern |
| ZGD-WMB-007-11-2024-00 | WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Gesamtquartier |
| ZGD-WMB-008-11-2024-00 | WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Dorfkern |
| ZGD-WMB-009-11-2024-00 | WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Gesamtquartier |
| ZGD-WMB-010-11-2024-00 | WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Dorfkern |
| ZGD-WMB-011-11-2024-00 | WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Gesamtquartier |

Dieses Mantelblatt hat zum Ziel, die Herkunft der angegebenen Werte sowie die zugrunde liegenden Nebenrechnungen transparent und verständlich darzustellen. Während die Wirtschaftlichkeits-betrachtungen eine umfassende Analyse der finanziellen Aspekte des Projekts bieten, zielen die Kapitel 2 bis 0 darauf ab, einen detaillierten Einblick in die Daten und Annahmen zu geben, die zur Erstellung der WiBe verwendet wurden. In Kapitel 0 erfolgt die Berechnung der Wärmegestehungskosten einer dezentralen Wärmepumpe.

Ergänzend zu den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen finden sich weitere Berechnungen in den Excel-Dateien „Nebenberechnungen_Wärmeplanung_Mühbrook.xlsx“ sowie „Gebäudedaten_Mühbrook.xlsx“.

# 2 Allgemeine Angaben

## 2.1 Strombezug

### *2.1.1 Belieferungsoptionen*

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten die elektrische Energie für eine Wärmepumpe sowie für die Pumpen des Wärmenetzes zu beziehen. Ein Großteil des Stroms wird z.B. aufgrund der nicht immer zur Verfügung stehenden regenerativen Energiequellen aus dem öffentlichen Netz bezogen werden. Des Weiteren ist es möglich den lokal erzeugten Strom einer Freiflächen Photovoltaikanlage zu nutzen. Hierzu kann der Strom über einen Stromliefervertrag, ein Power Purchase Agreement (PPA) eingekauft werden. Es wird zwischen einem On-site PPA mit direkter physischer Belieferung über eine Direktleitung sowie einem Off-site PPA mit bilanzieller Belieferung über das öffentliche Netz unterschieden.[1]

Die Realisierung einer Direktleitung erfordert in der Regel erhöhten planerischen, technischen, und damit monetären Aufwand. Jedoch können bei einer Belieferung über eine Direktleitung einzelne Strompreisbestandteile entfallen. Die Umsetzung einer Direktleitung müsste sich über die Einsparung der Strompreisbestandteile finanzieren.

Bei der bilanziellen Belieferung über das öffentliche Netz fällt weiterer Aufwand für die Abwicklung über die Bilanzkreise der Anlage sowie dem abnehmenden Verbraucher an. Diese und weitere Prozesse kann ein Energiedienstleister, gegen Gebühr, übernehmen. In diesem Fall wird von einem Sleeved-PPA gesprochen. Bei einer Belieferung über das öffentliche Stromnetz können ebenso einzelne Strompreisbestandteile, allerdings in Abhängigkeit der Verbrauchstechnologie (z.B. Wärmepumpe), entfallen.

### *2.1.2 Technologie-spezifische Strompreisbestandteile*

In die Kalkulation des Strompreises fließen grundsätzlich folgende, wesentliche Bestandteile ein:

- Die Kosten für die Beschaffung und den Vertrieb des Stroms,
- Die Entgelte für die Netznutzung
- Die staatlich veranlassten (induzierte) Preisbestandteile (SIP) wie Steuern, Abgaben und Umlagen, die auf Strom erhoben werden und
- Eine Dienstleistungsgebühr des Direktvermarkters bei Sleeved-PPA Verträgen

Im Detail handelt es sich bei den SIP um die Netzentgelte, Konzessionsabgaben, KWKG-Umlage, Offshore-Umlage, StromNEV-Umlage sowie die Stromsteuer.
Die Stromsteuer ist eine indirekte Verbrauchssteuer, welche eingeführt wurde, um Energie zu verteuern und so einen Anreiz zum Energiesparen zu setzen. Die Stromsteuer bildet einen Sonderfall, da sie als einziger Strompreisbestandteil unabhängig von der Netznutzung anfällt. Bei den Netzentgelten handelt es sich um den Preis für die Netznutzung, welcher an den Netzbetreiber gezahlt wird. Mit diesem wird z.B. der Netzausbau finanziert. Die Konzessionsabgabe geht an die Gemeinden. Mit ihr wird die Nutzung von öffentlichen Wegen und Straßen für Stromleitungen bezahlt.

Erzeugungsanlagen, die neben Strom auch Wärme produzieren, werden Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) genannt. Sie erhalten vom Netzbetreiber eine Förderung, welche durch die KWKG-Umlage finanziert wird. Bei der Offshore-Umlage handelt es sich ebenfalls um eine Abgabe, die an den Netzbetreiber gezahlt wird. Mit dieser werden Betreiber von Offshore-Windparks entschädigt, falls es zu Verspätungen bei dem Netzanschluss kommt. Außerdem wird mit ihr der Netzausbau für Offshore-Windparks bezahlt, sodass diese Kosten nicht mehr in den Netzentgelten enthalten sind. Beide Umlagen werden durch das Energiefinanzierungsgesetz (EnFG) geregelt.

Nach § 19 der Stromnetzentgeltverordnung können bestimmte Letztverbraucher bei besonders hohen Auslastungen oder a-typischer Netznutzung ein reduziertes Netzentgelt erhalten. Die Netzbetreiber

[1] https://www.next-kraftwerke.de/wissen/power-purchase-agreement-ppa, Abgerufen am 21.11.2024

haben hierdurch niedrigere Erlöse aus den Netzentgelten. Dies wird durch die StromNEV-Umlage kompensiert.

Die Umlagen werden durch die Übertragungsnetzbetreiber jedes Jahr ausgeschrieben, die Entwicklung der Umlagen in den letzten Jahren kann auf der gemeinsamen Webseite der Übertragungsnetzbetreiber (NETZTRANSPARENZ.DE)[2] eingesehen werden. In diesem Bericht werden die aktuellen Zahlen für das Jahr 2025 verwendet.

*Tabelle 1 Höhe der Strompreisbestandteile 2025*

| Eigenschaft/ Merkmal | Wert | Einheit |
|---|---|---|
| Netzentgelte Strom[3] | | |
| Mittelspannung | | |
| • Arbeitspreis >2.500 BH[4] | 1,39 | ct/kWh |
| • Leistungspreis >2.500 BH | 116,74 | EUR/kW*a |
| Niederspannung | | |
| • Arbeitspreis <2.500 BH | 8,33 | ct/kWh |
| • Leistungspreis <2.500 BH | 47,58 | EUR/kW*a |
| Konzessionsabgaben | Sondervertragskunden: 0,11<br>Tarifkunden (<25.000 Einwohner): 1,32 | ct/kWh<br>ct/kWh |
| KWKG-Umlage | 0,277 | ct/kWh |
| Offshore-Umlage | 0,816 | ct/kWh |
| Strom-NEV Umlage | | |
| • Bis 1.000.000 kWh | 1,588 | ct/kWh |
| • Anteil über 1.000.000 kWh | 0,05 | ct/kWh |
| Stromsteuer | 2,05 | ct/kWh |
| Gebühr Direktvermarkter (laut tel. Auskunft eines Direktvermarkters) | 1,00 | ct/kWh |

Im folgenden Abschnitt wird geprüft, welche Strompreisbestandteile Technologie-bedingt anfallen. Der Strompreis unterscheidet sich bezüglich der verwendeten Technologie sowie der Art der Belieferung (Direktleitung oder Off-site PPA). Grund hierfür ist, dass einige Technologien von bestimmten Preisbestandteilen befreit sind. Der folgende Abschnitt ersetzt keine juristische oder steuerrechtliche Prüfung, sondern stellt nur eine ingenieurstechnische Prüfung des Sachverhaltes dar. Für die Planungssicherheit ist eine juristische Beratung daher zwingend erforderlich. Tabelle 2 fasst die Ergebnisse zusammen und stellt dar, welche Strompreisbestandteile anfallen (Ja), welche nicht anfallen bzw. entfallen (Nein) und wo eine Befreiung unter bestimmten Voraussetzungen denkbar ist (Befreiung mgl.).

[2] https://www.netztransparenz.de/de-de/Erneuerbare-Energien-und-Umlagen, Abgerufen am 21.11.2024

[3] Siehe Preisblatt SH Netz: https://www.sh-netz.com/content/dam/revu-global/sh-netz/Documents/Schleswig-Holstein-Netz/Netzentgelte/Strom/Allgemeine-Netzentgelte/2024_netzentgelte/sh-netz_finale_Netzentgelte_strom_ab_01012024.pdf (abgerufen am 30.01.2024)

[4] Betriebsstunden

*Tabelle 2 Strompreisbestandteile in Abhängigkeit von der Technologie und Belieferungsoption*

| Belieferung / SIP | Wärmepumpe Netzbezug | Wärmepumpe Direktleitung | Verbraucher Netzbezug | Verbraucher Direktleitung |
|---|---|---|---|---|
| **Stromsteuer** | Ja | Befreiung mgl. | Ja | Befreiung mgl. |
| **Netznutzungs-entgelte** | Ja | Nein | Ja | Nein |
| **Konzessionsabgabe** | Befreiung mgl. | Nein | Befreiung mgl. | Nein |
| **KWKG- Umlage** | Befreiung | Nein | Ja | Nein |
| **Offshore Netzumlage** | Befreiung | Nein | Ja | Nein |
| **§19 StromNEV-Umlage** | Ja | Nein | Ja | Nein |

Es ist zu erkennen, dass bei einem On-site PPA (Direktleitung) alle Strompreisbestandteile (mit Ausnahme der Stromsteuer) entfallen. Dies liegt daran, dass die Umlagen erst durch die Entnahme von elektrischer Energie aus dem Netz entstehen. Mit Blick auf den Wegfall von SIP ist diese Option empfehlenswert.

Die Stromsteuer fällt grundsätzlich unabhängig davon an, ob Strom aus einem Netz entnommen wird, oder ob der Strom zur Eigenversorgung genutzt wird. Nach § 9 Abs. 1 Nr. 3 StromStG ist Strom der aus erneuerbaren Energieträgern mit ein Leistung von bis zu 2 Megawatt erzeugt wird und im räumlichen Zusammenhang zum Selbstverbrauch genutzt wird von der Steuer befreit. Somit ist der Strom, der aus der PV-Anlage entnommen wird und über eine Direktleitung geliefert wird, von der Stromsteuer befreit.

Die Konzessionsabgabe kann sowohl für die Wärmepumpe als auch für die anderen Verbraucher entfallen. Voraussetzung hierfür ist der § 2 Abs. 4 KAV. Dieser besagt, dass eine Befreiung dann erfolgt, wenn der Stromeinkaufspreis inklusive aller Preisbestandteile im Kalenderjahr unterhalb des Grenzpreises für Sondervertragskunden liegt. Der Grenzpreis wird vom statistischen Bundesamt ausgeschrieben, für das Jahr 2023 beträgt er vorläufig 24,27 ct/kWh.[5] Dies gilt es im Einzelfall, je nach Szenario, zu prüfen. Bei der Anwendung ist in der Regel ein Testat eines Wirtschaftsprüfers vorzulegen

Die KWKG-Umlage und die Offshore-Umlage gelten beide als Umlage gemäß Energiefinanzierungsgesetz, somit sind die Regelungen für beide Umlagen gleichbedeutend. Die Umlagen werden im Falle der Wärmepumpe auf null reduziert. Voraussetzung hierfür ist gemäß § 22 Abs. 1 EnFG, dass der Strom in einer elektrisch angetriebenen Wärmepumpe verbraucht wird und diese mit einem eigenem Zählpunkt an das Netz angeschlossen ist.

[5] https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Verwendung/Tabellen/stromabsatz-haushalt.html#fussnote-5-121128, Abgerufen am 21.11.2024

### *2.1.3 Abwägung des Belieferungskonzeptes*

Aufgrund der täglichen und saisonalen Schwankungen ist eine vollständige Versorgung der Wärmeerzeuger und Verbraucher im Wärmenetz ausschließlich durch erneuerbare Energien, insbesondere einer PV-Freiflächenanlage, nicht realisierbar. Daher ist eine Versorgung über das öffentliche Stromnetz notwendig.

Für die Anbindung der Photovoltaikanlage kommen sowohl eine Direktleitung als auch der bilanzielle Strombezug aus dem Netz in Betracht. Unter der Annahme des Neubaus einer PV-Anlage führen die zusätzlichen Planungs- und Baukosten für die Realisierung einer Direktleitung nur zu geringfügigen Mehrkosten. Die wesentlichen zu berücksichtigende Kostenfaktoren sind hierbei das Material und die Bauarbeiten für die Direktleitung.

Aufgrund der Einsparungen bei den Strompreisbestandteilen wird in den weiteren Betrachtungen von einer Stromlieferung aus der PV-Anlage über eine Direktleitung ausgegangen.

### *2.1.4 Berechnung der Strompreise*

Die Berechnung des Strompreises ist abhängig von der abgenommenen Strommenge und der Netzanschlussebene. Im Folgenden wird ein Strompreis für die Szenarien mit elektrischer Wärmepumpe (Szenario 1 und 2) sowie für das Szenario mit einem Biomasseheizkessel (Szenario 3) berechnet. Außerdem erfolgt die Festlegung des Einkaufpreises von PV-Strom. Eine Strompreissteigerung wurde nicht angenommen.

**Wärmepumpenszenarien:**

Es wird angenommen, dass ein Anschluss in der Mittelspannungsnetzebene erfolgt und die Vollbenutzungsstunden über 2.500 Stunden im Jahr betragen. Eine Aufteilung der Leistung der Wärmepumpe und der weiteren Verbraucher wird nicht berücksichtigt. Zunächst werden die Strompreise für die Wärmepumpe und die weiteren Verbraucher berechnet. Anschließend wird ein Preis pro Kilowattstunde gebildet, der beide Verbraucher anteilig berücksichtigt.

Der Arbeitspreis setzt sich zusammen aus dem Einkaufspreis, den staatlich induzierten Strompreisbestandteilen sowie den Netzentgelten. Der Einkaufspreis wurde aus unverbindlichen Angeboten von Energieversorgungsunternehmen ermittelt. Die SIP und Netzentgelte werden gemäß Kapitel 2.1.2 berücksichtigt.

$$Strompreis = Einkaufspreis + Stromsteuer + Netzentgelt + Umlagen$$

$$P_{Wärmepumpe} = (11 + 2{,}05 + 1{,}39 + 0{,}11 + 1{,}588)\frac{ct}{kW} = 16{,}138\frac{ct}{kW}$$

$$P_{Verbraucher} = (11 + 2{,}05 + 1{,}39 + 0{,}11 + 0{,}277 + 0{,}816 + 1{,}588) = 17{,}231\frac{ct}{kWh}$$

Strombedarf Wärmepumpe: ca. 98 %
Strombedarf Verbraucher: ca. 2 %

$$P_{Mittel} = (98\% * 16{,}138 + 2\% * 17{,}231)\frac{ct}{kWh} = 16{,}16\frac{ct}{kWh} \approx 16{,}5\frac{ct}{kWh}$$

**Biomasseszenario:**
Es wird angenommen, dass ein Anschluss in der Mittelspannungsnetzebene erfolgt und die Vollbenutzungsstunden geringer als 2.500 Stunden im Jahr betragen. Die Fixkosten fallen im Gegensatz zu den weiteren Betriebskosten des Szenarios klein aus. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden diese daher nicht explizit aufgeführt, sondern als Aufschlag auf den Arbeitspreis kalkuliert. Somit ergeben sich unterschiedliche Arbeitspreise zwischen der Betrachtung des Dorfkerns und des Gesamtquartiers.

Der Arbeitspreis inklusiver aller anfallenden zusätzlichen Kosten wurde dem Angebot eines Energieversorgungsunternehmens entnommen. Hierbei beträgt der Bruttoarbeitspreis 33,72 Cent pro Kilowattstunde und der Grundpreis ohne Zähler 195,80 Euro (Brutto) pro Jahr. Hinzukommen die Kosten für einen Zähler von ca. 5 Euro im Jahr.

Berechnung Fixkosten:

$$Fixkosten = Grundpreis + Zähler + Netzentgelt$$

$$Fixkosten_{Dorfkern} = 195{,}8\,€ + 5\,€ + (5{,}6 * 47{,}58)\,€ = 467{,}28\,€$$
$$Fixkosten_{Gesamtquartier} = 195{,}8\,€ + 5\,€ + (14 * 47{,}58)\,€ = 866{,}92\,€$$

Berechnung Arbeitspreis:

$$Arbeitspreis = Angebotspreis + \frac{Fixkosten}{Energiemenge}$$

$$P_{Dorfkern} = 0{,}3372\frac{€}{kWh} + \frac{467{,}28}{12.700}\frac{€}{kWh} = 0{,}374\frac{€}{kWh}$$

$$P_{Gesamtquartier} = 0{,}3372\frac{€}{kWh} + \frac{866{,}92}{31.600}\frac{€}{kWh} = 0{,}365\frac{€}{kWh}$$

**Strompreis Freiflächenphotovoltaik:**
Für die Berücksichtigung der PV-Freiflächenanlage in der Wirtschaftlichkeitsanalyse können zwei Ansätze gewählt werden. Zum einen kann die Anlage vollständig, mit allen Investitionskosten und Betriebskosten, in die Berechnung einfließen. Der erzeugte Solarstrom wäre in diesem Fall kostenlos und die Restmenge würde zusätzliche Erlöse erzielen. Zum anderen kann angenommen werden, dass die PV-Anlage ein eigenes Projekt darstellt und wirtschaftlich betrieben werden kann. In diesem Fall wird der Strom zu einem ausgehandelten Preis eingekauft.

In den folgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird die zweite Methode angewendet. Dabei wird angenommen, dass der Preis je Kilowattstunde mindestens der Einspeisevergütung entspricht. In der letzten Ausschreibungsrunde betrug der durchschnittliche mengengewichtete Zuschlagswert 5,05 Cent pro Kilowattstunde. Aus diesem Grund wird konservativ ein Einkaufspreis von 6 Cent pro Kilowattstunde angenommen.

## 2.2 Aufbau der Netzsimulation

Zur Auslegung, Optimierung und Simulation der verschiedenen Szenarien wurde die Softwareapplikation nPro der nPro Energy GmbH verwendet.

Die Ergebnisse wurden im Anschluss einer Plausibilitätsprüfung unterzogen, um sicherzustellen, dass sie den technischen und wirtschaftlichen Anforderungen des Projekts entsprechen. Das Modell wurde basierend auf den spezifischen Gegebenheiten und Parametern des Projekts angepasst und entsprechend ausgelegt, um eine fundierte Basis für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen zu schaffen.

Zunächst wurden die Gemeinde Mühbrook modelliert. Hierzu wurden alle Verbrauchsstellen in der entsprechend ihrer Adresse erstellt und parametrisiert. Die zur Verfügung gestellten Jahresenergiemengen und Heizlasten wurden auf volle MWh und kW gerundet. Es wurde angenommen, dass 20 % der Jahresenergiemenge zur Bereitstellung von Warmwasser genutzt wird. Abbildung 1 zeigt das Modell in OpenStreetMap.

*Abbildung 1 Modell des Dorfkerns, Abzüglich der Gebäude Ferienhof Lucht (erstellt mit nPro)*

Anschließend wurde das Wärmenetz für den Dorfkern und das Gesamtquartier modelliert und von der Applikation ausgelegt. Die in den betrachteten Quartieren jeweils nicht benötigten Gemeindeteile wurden übersichtshalber gelöscht. Zur Simulation einer Anschlussquote von 60 % wurden 40 % aller Gebäude gelöscht. Wie in Abbildung 2 zusehen wurden zunächst die Gebäude entfernt, bei denen der Anschluss auf Grundlage der vorhandenen Informationen an das Wärmenetz unwahrscheinlich ist (Ferienhof Lucht, Sanierung Kindergarten, Neubauten). Des Weiteren wurde angenommen, dass die Anschlussquote im Gewerbegebiet (junge Gebäude) ebenfalls geringer ist. Anschließend wurden zufällig ausgesuchte Gebäude aus dem Modell gelöscht. Dabei wurde auf eine homogene Verteilung der Gebäude über das Gemeindegebiet sowie auf Beibehaltung der äußersten Gebäude geachtet.

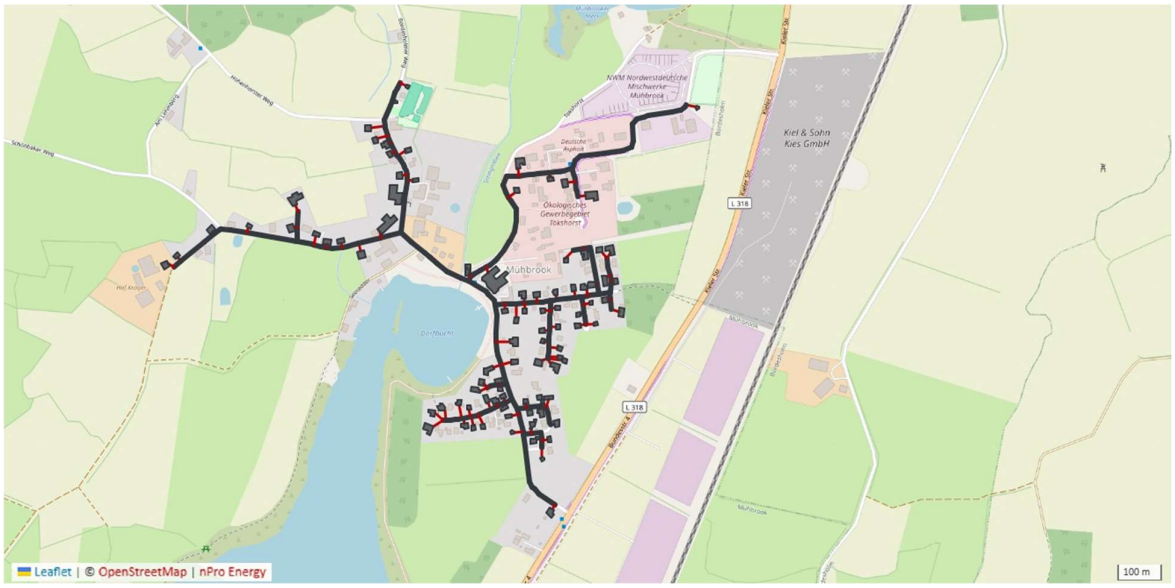



*Abbildung 2 Modell des Dorfkerns bei einer Anschlussquote von 60 % (erstellt mit nPro).*

Es wurde eine konstante Netztemperatur von 75 °C im Vorlauf und 55 °C im Rücklauf angenommen. Die Berechnung der Gleichzeitigkeitsfaktoren erfolgt nach den Ergebnissen von Winter et. Al.[6], der untere Grenzwert wurde auf 0,62 festgelegt. Die Dimensionierung der Anlagen in den Szenarien erfolgt mit dem Optimierungsziel eines minimalen Kapitalwertes, unter Berücksichtigung der gegebenen Restriktionen. Die konservative Systemauslegung berücksichtigt dabei nicht den Wärmespeicher zur Spitzenlastdeckung, sodass die Kapazität der Wärmeerzeuger in der Lage ist, die Spitzenlast zu decken. Bei der Berechnung der Energiemengen und Energieflüsse wird der Speicher zur Spitzenlastdeckung berücksichtigt.

## 2.3 Förderung

Neue sowie bestehende Wärmenetze können durch die Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) gefördert werden. Diese Förderung teilt sich in 4 Module auf, wobei Modul 1 Machbarkeitsstudien sowie Transformationspläne fördert. Modul 2 fördert Investitionen in neue Wärmenetze und Modul 3 Investitionen in bestehende Netze. Modul 4 ist eine Betriebskostenförderung für strombetriebene Wärmepumpen und Solarthermieanlagen.

Für die Förderung nach Modul 2 muss eine aus Modul 1 geförderte Machbarkeitsstudie vorliegen. Außerdem muss der Neubau aus mindestens 75 % erneuerbaren Energien oder Abwärme gespeist und mindestens 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten versorgt werden. Wenn dies der Fall ist, sind alle Maßnahmen förderfähig, die einen Betrag zur Dekarbonisierung des Netzes leisten. Genauere Informationen über die Bedingungen an die einzelnen Positionen sind in dem BEW-Merkblatt zu finden. Pauschal kann gesagt werden, dass alle in diesem Projekt auftretenden Investitionen förderfähig sind.

Der Erdgaskessel ist allerdings nicht förderfähig solange er nicht von Biomethan oder Biogas versorgt wird. Art und Umfang der Förderung betragen 40 % der förderfähigen Ausgaben. Die Fördersumme ist dabei auf 100 Millionen Euro sowie auf die Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt.

Für die Förderung nach Modul 3 muss ein aus Modul 1 geförderter Transformationsplan vorliegen, dann sind Einzelmaßnahmen förderfähig, die zur Dekarbonisierung des Netzes beitragen.

Die Betriebskostenförderung nach Modul 4 gilt für strombetriebene Wärmepumpen und Solarthermieanlagen, die bereits nach Modul 2 oder 3 gefördert sind. Für die Förderung von

[6] https://www.verenum.ch/Dokumente/2001_Winter-Gleichzeitig.pdf, Abgerufen 22.11.2024

Wärmepumpen müssen diese mindestens einen SCOP von 2,5 aufweisen. Für Wärmepumpen ab einer bestimmten Leistungsklasse wird eine andere Kennzahl benötigt. Zur Vereinfachung wird hier jedoch der SCOP von 2,5 als Grenzwert angenommen. Die Förderung wird für eine Dauer von 10 Jahren ausgezahlt und ist ebenfalls auf die Wirtschaftlichkeitslücke begrenzt. Der Betrag der Förderung berechnet sich aus dem vorliegendem SCOP der Wärmepumpe und hängt davon ab, ob Strom aus dem Netz oder durch eine Direktleitung bezogen wird. Bei einer Mischform des Strombezugs wird dieser Anteilig verrechnet. Die Formeln zur Berechnung befinden sich im BEW-Merkblatt.

Für die folgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird eine Förderung gemäß Modul 2 und Modul 4 angenommen. Auf eine Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke wird verzichtet. Es wird angenommen, dass die maximal mögliche Fördersumme (entsprechend der Vorgaben) gewährt wird.

## 2.4 Projektbezogene Berechnungsparameter

Auf der ersten Seite der Wirtschaftlichkeitsberechnung werden projektbezogene Berechnungsparameter festgelegt. Diese sind bei allen Szenarien weitestgehend identisch. Auf die „projektspezifischen Angaben“ wird jeweils in der Beschreibung der Szenarien ab Kapitel 3 detaillierter eingegangen.

**Unternehmensform:** Die Unternehmensform der fiktiven Betreibergesellschaft des Wärmenetzes. Die Auswahl ist ausschlaggebend für die Steuerfestlegung. Die Auswahl einer „GmbH“ erfolgt auf Grundlage eines Vergleiches mit anderen Wärmeliefergesellschaften.

**Output Menge Wärme:** Die jährlich durch die Energiezentrale in das Netz eingespeiste Wärmeenge. Die Wärmemenge berechnet sich aus den Wärmeverlusten zuzüglich der Summe der Bedarfe alle Gebäude unter der Annahme einer Anschlussquote von 60 %. Die Wärmeverluste ergeben sich aus der Netzsimulation.

- Für die Betrachtung des Dorfkerns: 3.093 Megawattstunden
- Für die Betrachtung des Gesamtquartieres: 3.926 Megawattstunden

**Projektlaufzeit:** Für das Projekt wird eine Laufzeit von 20 Jahren angenommen. Diese entspricht der Lebensdauer der wesentlichen Komponenten (Wärmeerzeuger). Die Lebensdauer des Wärmenetzes (Rohrleitungen) übertrifft die betrachtete Projektlaufzeit. In der Realität werden die Wärmeerzeuger am Ende ihrer Lebensdauer ausgetauscht. In den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen wird dies nicht berücksichtigt, am Ende der Laufzeit wird ein Restwert für das Wärmenetz angenommen.

**Kreditlinie**: Die kapital- und finanzwirtschaftlichen Parameter sind abhängig vom Betreibermodell und den damit verbundenen Renditeerwartungen sowie Kreditmöglichkeiten.
Es wird davon ausgegangen, dass ein Kredit bezogen wird. Kommunalbetriebe haben die Möglichkeit auf den KfW-Kredit 208 mit einer maximalen Kreditlaufzeit von 20 Jahren, 3 Tilgungsfreien Anlaufjahren sowie einer Zinsbindung von 10 Jahren. Der Zinssatz beträgt 2,6 %. Private Projektgesellschaften können den KfW-Kredit 270 mit einer maximalen Kreditlaufzeit von 20 Jahren, 3 Tilgungsfreien Anlaufjahren sowie einer Zinsbindung von 10 Jahren wählen. Der Zinssatz beträgt 4,53 % - 11,3 % (Effektivzins), je nach Risikoeinschätzung. Auf Grund der unklaren Betreiberkonstellation wird ein Zinssatz von 4 % angenommen.
Kommunale Unternehmen sind dazu angehalten eine marktübliche Verzinsung des Eigenkapitals anzustreben, die Renditeerwartung kann allerdings nach unten angepasst werden. Sie wird mit 2 - 6 % angenommen. Die Erwartungen der Eigenkapitalrendite wird in privatwirtschaftlichen Projekten mit 5 -15 % (je nach Risiko) angenommen. Die Eigenkapitalrendite wird gemittelt mit 4 % angenommen.

**Steuersätze:** Die Steuersätze wurden gemäß den örtlichen und steuerrechtlichen Gegebenheiten angenommen. In einer späteren Projektphase muss dies steuerlich/juristisch geprüft werden.

**Auslastungsfaktoren:** Die Auslastungsfaktoren wurden über die gesamte Projektlaufzeit als konstant angenommen.

# 3 Szenario 1a: Luftwärmepumpe ohne Freiflächen-PV-Anlage

## 3.1 Szenarien Beschreibung

Im Szenario 1a wird die Grundlast durch eine Luftwärmepumpe ohne Unterstützung durch eine PV-Freiflächenanlage bereitgestellt. Die Spitzenlast wird durch einen Erdgaskessel bereitgestellt. Ein Wärmespeicher dient dem Ausgleich von Lastspitzen. Abbildung 3 zeigt schematisch die verbauten Komponenten. Die dicke der Linien entspricht dem jährlichen Energiefluss.

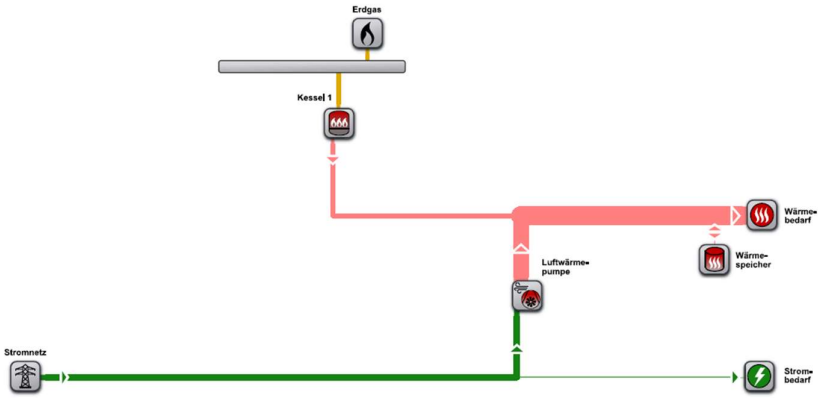



*Abbildung 3 Schematische Darstellung der Energiezentrale von Szenario 1a (erstellt mit nPro)*

**Gesamtlänge Wärmenetz:** Die Gesamtlänge des Wärmenetzes wurde in der Netzsimulation modelliert und variiert je nach betrachtetem Quartier. Die Verlegung der Leitungen erfolgt entlang der vorhandenen Straßen. Im Fall von Mühbrook konnte eine eindeutige Lösung identifiziert werden, sodass kein Algorithmus zur Bestimmung der kürzesten Verbindung zwischen den Versorgungspunkten erforderlich war.

**Leistung Luftwärmepumpe:** Die erforderliche Leistung der Luftwärmepumpe wurde in der Netzsimulation ermittelt. Dabei wurde festgelegt, dass sie mindestens 80 % des jährlichen Wärmebedarfs zur Verfügung stellen muss.

**COP Luftwärmepumpe (Mittelwert):** Der COP der Luftwärmepumpe wurde anhand der örtlichen Bestimmungen nach Carnot berechnet. Abbildung 4 zeigt den Verlauf des COPs. Der Maximalwert liegt bei 3,8 und der Minimalwert bei 2,1. Der Mittelwert über das Jahr liegt bei 2,7.

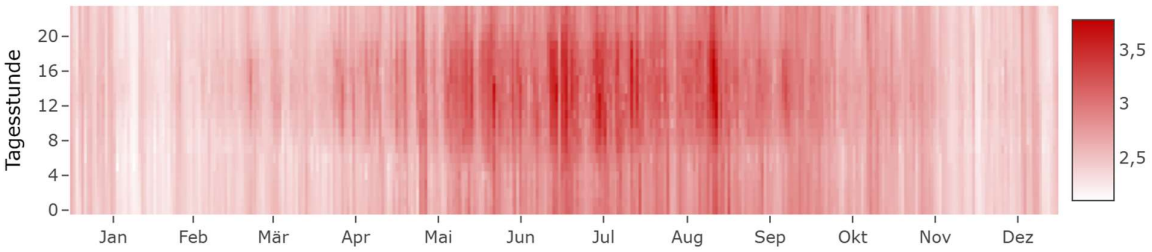



*Abbildung 4 Heat-Map COP Luftwärmepumpe*

**Leistung Erdgaskessel:** Die Leistung des Erdgaskessels wurde in der Netzsimulation ermittelt. Dabei wurde festgelegt, dass die Leistung mindestens der maximal benötigten Einspeiseleistung entspricht, sodass der Erdgaskessel bei Ausfall der Wärmepumpe die gesamte Versorgung gewährleisten kann.

**Wirkungsgrad Erdgaskessel:** Der Wirkungsgrad wurde entsprechend der üblichen Kennwerte ausgewählt.

**Volumen Wärmespeicher:** Das Volumen des Wärmespeichers wurde in der Netzsimulation ermittelt.

**Maximaler Leistungsbedarf Stromnetz:** Der maximale Leistungsbedarf wurde in der Netzsimulation ermittelt. Dieser setzt sich aus dem Bedarf der Wärmepumpe sowie der Netzpumpen zusammen.

**Anzahl angeschlossener Gebäude:** Die Anzahl der an das Wärmenetz angeschlossen Gebäude ist abhängig von dem betrachtetem Quartier. Sie entspricht jeweils 60 % der vorhanden Versorgungsstellen.

## 3.2 Investitionskosten (CAPEX)

Lfd. Nr. 1: Die Kosten für die Rohrleitungen und die Erdarbeiten setzt sich zusammen aus der Länge der verbauten Rohrleitungen sowie einem mittleren Preis je Meter Trasse. Der mittlere Preis unterscheidet sich bei den betrachteten Quartieren, da er von den verbauten Rohrdurchmessern abhängig ist. Die Berechnung erfolgt in der Excel-Datei „Nebenrechnungen_Wärmeplanung_Mühbrook.xlsx“. Für den Dorfkern beträgt der Preis 786 Euro pro Meter Trasse. Für das Gesamte Quartier beträgt der Preis 792 Euro pro Meter Trasse.

Lfd. Nr. 2: Die Kosten für die Netzperipherie und die Übergabestation setzen sich zusammen aus den Gebäudekosten (200.000 €), der MSR-Technik (50.000 €), den Installationen in der Heizzentrale (60.000 €), dem Druckhaltesystem (10.000 €) sowie den Kommunikationsleitungen, der Hardware und den Sammelstellen (20.000 €). Die MSR-Technik umfasst dabei den Schaltschrank, die Regelgeräte, die Sensorik und die Leittechnik. Die Installationen in der Heizzentrale umfassen die Hydraulik sowie die Komponenten und die Stromverteilung ab Schaltschrank. Die Übergabestationen in den Haushalten werden nicht bepreist, da angenommen wird, dass diese in Form einer Anschlussgebühr kostendeckend durch den Verbraucher gezahlt werden.

Lfd. Nr. 3: Die Kosten für die Luftwärmepumpe ergeben sich aus der Leistung sowie den spezifischen Kosten je Kilowatt installierter Leistung. Im Rahmen einer Marktrecherche wurde eine hohe Streuung der angegebenen spezifischen Investitionskosten festgestellt. Für dieses Projekt werden Kosten von 1.100 Euro je Kilowatt angenommen.

Lfd. Nr. 4: Die Kosten für den Erdgaskessel ergeben sich aus der Leistung sowie den spezifischen Kosten je Kilowatt installierter Leistung. Die Marktrecherche zeigte ein Spektrum von 100 – 150 Euro je Kilowatt, Der konservative Preis von 150 Euro je Kilowatt wurde gewählt.

Lfd. Nr. 5: Die Kosten für den Wärmespeicher ergeben sich aus der Leistung sowie den spezifischen Kosten je Kubikmeter. Im Rahmen einer Marktrecherche wurde eine Streuung der angegebenen Kosten festgestellt, welche mit steigendem Volumen sinken. Für diese Berechnung wurde konservativ kein Skalierungseffekt angenommen und so der Preis pro Kubikmeter auf 550 Euro gesetzt.

Lfd. Nr. 6: Die Kosten für die zuzüglichen Planungsleistungen basieren auf einer Preisschätzung gemäß der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Dabei wurden 50 % aller Leistungsphasen berücksichtigt. Die Berechnung erfolgte auf Grundlage der Kostenpunkte 1-6.

Lfd. Nr. 7: Die Grundstückskosten basieren auf einer Preisschätzung, die auf der Fläche des Grundstücks „Am Mühbrooker Meer 26“ (Flurstück 173) und einem Quadratmeterpreis von 35 Euro pro Quadratmeter beruhen. Der Quadratmeterpreis entspricht der Angabe aus dem Digital Atlas Nord. Die Abschreibungsdauer wurde auf 20 Jahre reduziert, um sicherzustellen, dass das Grundstück zum Projektende vollständig abgeschrieben ist.

Lfd. Nr. 8: Es wird eine Investitionskostenreserve in Höhe von 10 % der Summe aus den Positionen 1-7 angenommen, um unvorhergesehene Kosten, Preissteigerungen sowie Kleinbeträge zu berücksichtigen.

### 3.3 Förderung

Gemäß der Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze erfolgt eine Förderung von 40 % der Investitionskosten abzüglich der Kosten für den Erdgaskessel.

### 3.4 Jährliche Betriebskosten (OPEX)

Lfd. Nr. 1: Der benötigte Strom wird vollständig aus dem öffentlichen Netz bezogen. Der Strompreis wurde in Kapitel 2.1 berechnet und beträgt 16,5 Cent pro Kilowattstunde inkl. aller Strompreisbestandteile. Die Energiemenge wurde in der Netzsimulation ermittelt und beinhaltet den Bedarf der Wärmepumpe sowie des Netzes.

Lfd. Nr. 2: Die Kosten für das Netzentgelt berechnen sich aus der maximalen Anschlussleistung sowie dem ausgeschriebenen Leistungspreis. Es wird ein Anschluss am Mittelspannungsnetz benötigt. Der Leistungspreis kann dem vorläufigem Preisblatt der Schleswig-Holstein Netz GmbH für das Jahr 2025 entnommen werden.[7]

Lfd. Nr. 3: Die Kosten für den Erdgasbezug basieren auf Angeboten von Gaslieferanten, welche mit den aktuellen Gaspreisen auf dem Großhandelsmarkt verglichen wurden. Die Drittkosten wurden von den Lieferanten mit 2,67 Cent pro Kilowattstunde bepreist. Es wird nicht angenommen, dass eine Befreiung von Preisbestandteilen möglich ist. Alternativ wäre der Bezug von Biomethan möglich, der Preis hierfür liegt jedoch bei 9 Cent pro Kilowattstunde. Es ist nicht ersichtlich, welche Preisbestandteile hier bereits enthalten sind, sodass mit dem regulären Erdgaspreis gerechnet wird. Die benötigte Energiemenge wurde in der Netzsimulation ermittelt und beträgt maximal 20 % des Gesamtwärmebedarfes.

Lfd. Nr. 4: Die Wartungskosten für das Wärmenetz betragen 1 % der Investitionen in das Wärmenetz (Lfd. Nr. 1 und 2 der Investitionskosten). Diese Annahme beruht auf den pauschalisierten Kennwerten des Energieeffizienzverbandes für Wärme, Kälte und KWK (AGFW).

Lfd. Nr. 5: Die Wartungskosten für die Wärmepumpe betragen 2,5 % der Investition in die Technologie (Lfd. Nr. 3 der Investitionskosten). Diese Annahme beruht auf den Werten der VDI 2067.

Lfd. Nr. 6: Die Wartungskosten für den Erdgaskessel betragen 3 % der Investition in die Technologie (Lfd. Nr. 4 der Investitionskosten). Diese Annahme beruht auf den Werten der VDI 2067.

Lfd. Nr. 7: Die Kosten für Personal- und Betriebskosten des Wärmenetzes betragen 1 % der Gesamtinvestition. Diese Annahme beruht auf den pauschalisierten Kennwerten des AGFW, wobei hier die Gemeinkosten auf den Erlös bezogen werden. Hierdurch kommt es zu einer Verzerrung der Wärmegestehungskosten, da diese mit zunehmendem Wärmeverkaufspreis steigen würden. Um dem aus dem Weg zu gehen, wurde ein anderer Bezug in gleicher Größenordnung gewählt.

Lfd. Nr. 8: Die Kosten für Versicherungen von 0,3 % der Investitionskosten entsprechen einer erfahrungsbasierten Annahme aus anderen Projekten.

Lfd. Nr. 9: Es wird eine Betriebskostenreserve in Höhe von 10 % der Summe aus den Positionen 1-8 angenommen, um unvorhergesehene Kosten, Preissteigerungen sowie Kleinbeträge zu berücksichtigen.

Lfd. Nr. 10: Die Betriebskostenförderung des Modul 4 der BEW wurde basierend auf den Formeln des BEW-Merkblatts berechnet. Es wird vereinfacht angenommen, dass etwa 2 % der benötigten Energiemenge für den Betrieb der Pumpen im Wärmenetz verwendet werden. Die förderfähige Energiemenge entspricht somit 98 % der aus dem Netz bezogenen Energie. Die Förderung wird als

[7] https://www.sh-netz.com/content/dam/revu-global/sh-netz/Documents/Schleswig-Holstein-Netz/Netzentgelte/Strom/Allgemeine-Netzentgelte/2025_netzentgelt/vorläufige%20Netzentgelte%20Strom%20ab%2001.01.2025.pdf, Abgerufen am 20.11.2024

negativer Wert in den Betriebskosten berücksichtigt und wirkt sich damit wie eine Einnahme aus. Die Förderdauer beträgt 10 Jahre.

### 3.5 Jährliche Erlöse

Lfd. Nr. 1: In einer Marktrecherche wurden die Wärmeverkaufspreise verschiedener Wärmenetze ähnlicher Größenordnung ermittelt. Auf Grund der unterschiedlichen Preismodelle ergeben sich Arbeitspreise von 9 – 16 Cent pro Kilowattstunde. Es wurde ein Verkaufspreis von 14 Cent pro Kilowattstunde als realistisch bewertet. Die verkaufte Wärmemenge wurde in der Netzsimulation bestimmt und ist die erzeugte Wärme abzüglich der Netzverluste.

Lfd. Nr. 2: Es bestehen mehrere Möglichkeiten der Ausgestaltung eines Grundpreises. In einigen Netzen wird ein Leistungspreis erhoben, in anderen ein monatlicher Grundpreis. In diesem Fall wurde ein gängiger Wert von 50 Euro pro Monat angesetzt, sodass sich die Erlöse zu 600 Euro im Jahr pro Gebäude ergeben.

### 3.6 Besonderheiten

Im folgendem wird auf einige Besonderheiten und weiteren Annahmen eingegangen.

**Wartungskosten Wärmespeicher:** Die Wartungskosten für den Wärmespeicher betragen 0,5 % der Investition. Somit ergeben sich vergleichsweise geringe Wartungskosten, welche der Übersicht halber nicht angeben werden. Dieser Kostenpunkt wird durch die Betriebskostenreserve gedeckt.

**Anschlussgebühren Wärmenetz:** Es werden keine einmaligen Kosten für den Anschluss an das Wärmenetz berechnet. Ebenso werden keine Kosten für die Übergabestation angenommen, da angenommen wird, dass sich diese Kosten größtenteils gegeneinander ausgleichen werden. In den Kosten für die Rohrleitungen und Erdarbeiten sind jedoch die die Hausanschlussleitungen eingerechnet, sodass diese Kosten durch erhöhte Anschlussgebühren spezifisch gesenkt werden können.

**Restwert:** Nach Ende der Projektlaufzeit von 20 Jahren hat das Wärmenetz noch nicht das Ende seiner Lebensdauer erreicht. Somit kann ein Restwert angenommen werden. Der Restwert wurde in der Netzsimulation ermittelt und wird als zusätzlicher Erlös in Jahr 20 angerechnet. Dies ist in der detaillierten Berechnung zu erkennen.

**Betriebskostenförderung:** Die Betriebskostenförderung endet nach 10 Jahren. Dies ist in der detaillierten Berechnung zu erkennen.

# 4 Szenario 1b: Luftwärmepumpe mit Freiflächen-PV-Anlage

## 4.1 Szenarien Beschreibung

Im Szenario 1b wird die Grundlast durch eine Luftwärmepumpe mit Unterstützung durch eine PV-Freiflächenanlage bereitgestellt. Die Spitzenlast wird durch einen Erdgaskessel bereitgestellt. Ein Wärmespeicher dient dem Ausgleich von Lastspitzen sowie dem Speichern von günstiger Wärme aus Solarstrom. Abbildung 5 zeigt schematisch die verbauten Komponenten. Die Dicke der Linien entspricht dem jährlichen Energiefluss.

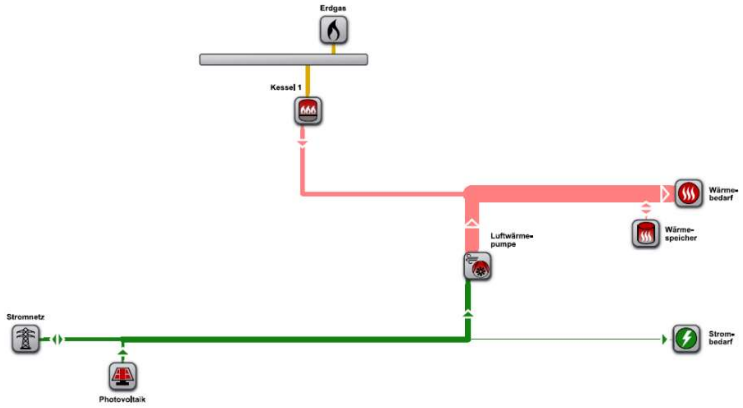



*Abbildung 5 Schematische Darstellung der Energiezentrale von Szenario 1b (erstellt mit nPro)*

**Gesamtlänge Wärmenetz:** Vergleich Kapitel 3.1

**Leistung Luftwärmepumpe:** Vergleich Kapitel 3.1

**COP Luftwärmepumpe (Mittelwert):** Vergleich Kapitel 3.1

**Leistung Erdgaskessel:** Vergleich Kapitel 3.1

**Wirkungsgrad Erdgaskessel:** Vergleich Kapitel 3.1

**Volumen Wärmespeicher:** Vergleich Kapitel 3.1

**Maximaler Leistungsbedarf Stromnetz:** Vergleich Kapitel 3.1

**Anzahl angeschlossener Gebäude:** Vergleich Kapitel 3.1

## 4.2 Investitionskosten (CAPEX)

Lfd. Nr. 1: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 1

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 2

Lfd. Nr. 3: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 3

Lfd. Nr. 4: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 4

Lfd. Nr. 5: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 5

Lfd. Nr. 6: Die Investitionskosten für eine Direktleitung basieren auf einer Kostenschätzung anhand der notwendigen Leitungslänge sowie den spezifischen Kosten pro Meter. Auf Basis von Erfahrungswerten werden spezifische Kosten von 195 Euro pro Meter angenommen. Als Standort für eine mögliche Photovoltaik-Freiflächen-Anlage wurde das Flurstück 18/1 (Fläche 6) angenommen. Die überschlägige Entfernung zur Energiezentrale beträgt 350 Meter.

Lfd. Nr. 7: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 6

Lfd. Nr. 8: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 7

Lfd. Nr. 9: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 8

### 4.3 Förderung

Gemäß der Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze erfolgt eine Förderung von 40 % der Investitionskosten abzüglich der Kosten für den Erdgaskessel.

### 4.4 Jährliche Betriebskosten (OPEX)

Lfd. Nr. 1: Der benötigte Strom wird anteilig aus dem öffentlichen Netz bezogen. Der Strompreis wurde in Kapitel 2.1 berechnet und beträgt 16,5 Cent pro Kilowattstunde inkl. aller Strompreisbestandteile. Die Energiemenge wurde in der Netzsimulation ermittelt und beinhaltet anteilig den Bedarf der Wärmepumpe sowie des Netzes.

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 2

Lfd. Nr. 3: Ein Teil des benötigten Stroms wird über einen PPA-Vertrag von der PV-Freiflächen-Anlage bezogen. Der zu zahlende Strompreis wurde in Kapitel 2.1 berechnet und beträgt 6 Cent pro Kilowattstunde. Die Energiemenge wurde in der Netzsimulation ermittelt und beinhaltet anteilig den Bedarf der Wärmepumpe sowie des Netzes.

Lfd. Nr. 4: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 3

Lfd. Nr. 5: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 4

Lfd. Nr. 6: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 5

Lfd. Nr. 7: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 6

Lfd. Nr. 8: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 7

Lfd. Nr. 9: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 8

Lfd. Nr. 10: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 9

Lfd. Nr. 11: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 10

### 4.5 Jährliche Erlöse

Lfd. Nr. 1: Vergleich Kapitel 3.5 Nr. 1

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.5 Nr. 2

### 4.6 Besonderheiten

Keine weiteren Besonderheiten. Vergleich Kapitel 3.6

# 5 Szenario 2: Gewässerwärmepumpe mit Freiflächen-PV-Anlage

## 5.1 Szenarien Beschreibung

Im Szenario 2 wird die Grundlast durch eine Gewässerwärmepumpe mit Unterstützung durch eine PV-Freiflächenanlage bereitgestellt. Die Spitzenlast wird durch einen Erdgaskessel bereitgestellt. Ein Wärmespeicher dient dem Ausgleich von Lastspitzen sowie dem Speichern von günstiger Wärme aus Solarstrom. Abbildung 6 zeigt schematisch die verbauten Komponenten. Die Dicke der Linien entspricht dem jährlichen Energiefluss.

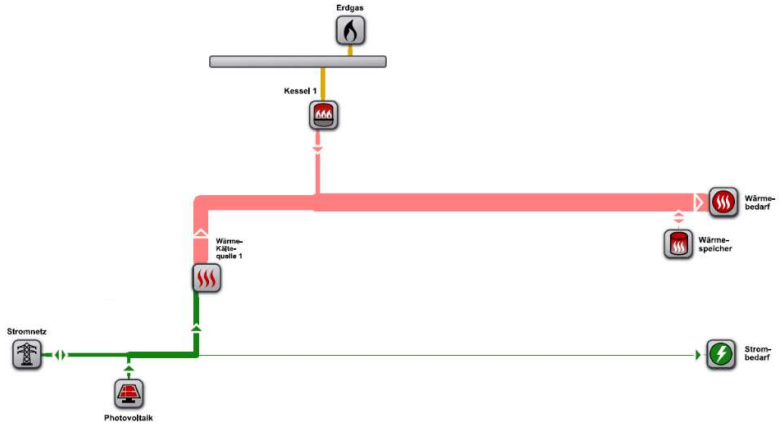



*Abbildung 6 Schematische Darstellung der Energiezentrale von Szenario 2 (erstellt mit nPro)*

**Gesamtlänge Wärmenetz:** Vergleich Kapitel 3.1

**Leistung Luftwärmepumpe:** Vergleich Kapitel 3.1

**COP Luftwärmepumpe (Mittelwert):** Der COP der Gewässerwärmepumpe wurde anhand der örtlichen Bestimmungen nach Carnot berechnet. Abbildung 7 zeigt den Verlauf des COPs. Der Maximalwert liegt bei 3,2 und der Minimalwert bei 2,4. Der Mittelwert über das Jahr liegt bei 2,7. Der COP wird aus dem Jahrestemperaturverlauf der Quelle berechnet. Hierbei liegt die Wassertemperatur in einem Wertebereich von 3,5 – 20 °C und einem Jahresmittel von 10,8 °C. Zur Erzeugung des Verlaufs wurden Monatsmittelwerte angenommen. Es fällt auf, dass der Mittelwert der Gewässerwärmepumpe identisch zum Mittelwert der Luftwärmepumpe ist. Aussagekräftiger wäre der gewichtete COP, da dieser berücksichtigt, dass im Sommer (bei hohen COP-Werten) weniger Wärme bereitgestellt werden muss. Der COP der Gewässerwärmepumpe könnte möglicherweise durch eine feinere Aufteilung der Quelltemperatur verbessert werden. Des Weiteren wäre es wichtig in einer folgenden Wirtschaftlichkeitsberechnung konkrete Angebote von Herstellern einzuholen. Dies würde eine genauere Abschätzung des Gütegrades und somit zum Verlauf des COP zu ermöglichen.

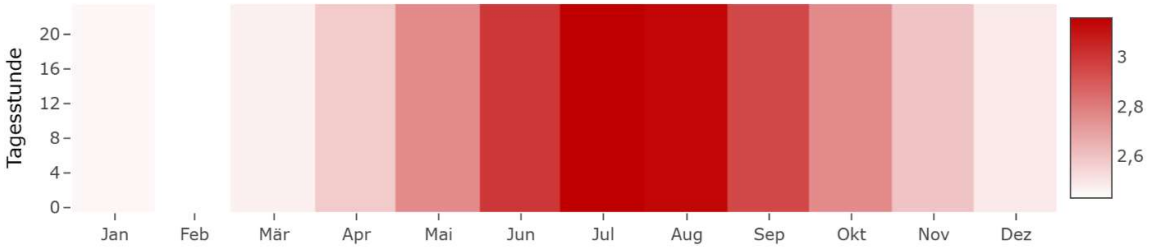



*Abbildung 7 Heat-Map COP Gewässerwärmepumpe (erstellt mit nPro)*

**Leistung Erdgaskessel:** Vergleich Kapitel 3.1

**Wirkungsgrad Erdgaskessel:** Vergleich Kapitel 3.1

**Volumen Wärmespeicher:** Vergleich Kapitel 3.1

**Maximaler Leistungsbedarf Stromnetz:** Vergleich Kapitel 3.1

**Anzahl angeschlossener Gebäude:** Vergleich Kapitel 3.1

## 5.2 Investitionskosten (CAPEX)

Lfd. Nr. 1: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 1

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 2

Lfd. Nr. 3: Die Kosten für die Gewässerwärmepumpe ergeben sich aus der Leistung sowie den spezifischen Kosten je Kilowatt installierter Leistung. Im Rahmen einer Marktrecherche wurde eine hohe Streuung der angegebenen spezifischen Investitionskosten sowie eine dünne Quellenlage festgestellt. Für dieses Projekt werden Kosten von 1.500 Euro je Kilowatt angenommen.

Lfd. Nr. 4: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 4

Lfd. Nr. 5: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 5

Lfd. Nr. 6: Vergleich Kapitel 4.2 Nr. 6

Lfd. Nr. 7: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 6

Lfd. Nr. 8: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 7

Lfd. Nr. 9: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 8

## 5.3 Förderung

Gemäß der Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze erfolgt eine Förderung von 40 % der Investitionskosten abzüglich der Kosten für den Erdgaskessel.

## 5.4 Jährliche Betriebskosten (OPEX)

Lfd. Nr. 1: Vergleich Kapitel 4.4 Nr. 1

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 2

Lfd. Nr. 3: Vergleich Kapitel 4.4 Nr.3

Lfd. Nr. 4: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 3

Lfd. Nr. 5: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 4

Lfd. Nr. 6: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 5

Lfd. Nr. 7: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 6

Lfd. Nr. 8: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 7

Lfd. Nr. 9: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 8

Lfd. Nr. 10: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 9

Lfd. Nr. 11: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 10

## 5.5 Jährliche Erlöse

Lfd. Nr. 1: Vergleich Kapitel 3.5 Nr. 1

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.5 Nr. 2

# 6 Szenario 3: Biomassekessel

## 6.1 Szenarien Beschreibung

Im Szenario 3 wird die Grundlast durch einen Holzhackschnitzelkessel bereitgestellt. Die Spitzenlast wird durch einen Erdgaskessel bereitgestellt. Ein Wärmespeicher dient dem Ausgleich von Lastspitzen. Abbildung 8 zeigt schematisch die verbauten Komponenten. Die Dicke der Linien entspricht dem jährlichen Energiefluss.

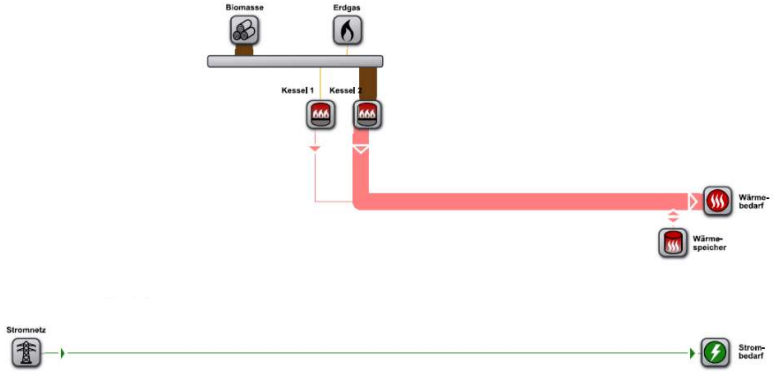



*Abbildung 8 Schematische Darstellung der Energiezentrale von Szenario 2 (erstellt mit nPro)*

**Gesamtlänge Wärmenetz:** Vergleich Kapitel 3.1

**Leistung Biomassekessel:** Die erforderliche Leistung des Biomassekessels wurde in der Netzsimulation ermittelt. Dabei wurde festgelegt, dass er mindestens 80 % des jährlichen Wärmebedarfs zur Verfügung stellen muss.

**Wirkungsgrad Biomassekessel:** Der Wirkungsgrad wurde entsprechend der üblichen Kennwerte ausgewählt.

**Leistung Erdgaskessel:** Vergleich Kapitel 3.1

**Wirkungsgrad Erdgaskessel:** Vergleich Kapitel 3.1

**Volumen Wärmespeicher:** Vergleich Kapitel 3.1

**Anzahl angeschlossener Gebäude:** Vergleich Kapitel 3.1

**Art der Biomasse:** Der Biomassekessel wird mit fester Biomasse in Form von Holzhackschnitzeln versorgt.

## 6.2 Investitionskosten (CAPEX)

Lfd. Nr. 1: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 1

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 2

Lfd. Nr. 3: Die Kosten für den Biomassekessel ergeben sich aus der Leistung sowie den spezifischen Kosten je Kilowatt installierter Leistung. Im Rahmen einer Marktrecherche wurde eine hohe Streuung der angegebenen spezifischen Investitionskosten festgestellt und sind abhängig von der Leistungsklasse sowie der verwendeten Biomasse. Für dieses Projekt werden Kosten von 300 Euro je Kilowatt angenommen.

Lfd. Nr. 4: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 4

Lfd. Nr. 5: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 5

Lfd. Nr. 6: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 6

Lfd. Nr. 7: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 7

Lfd. Nr. 8: Vergleich Kapitel 3.2 Nr. 8

## 6.3 Förderung

Gemäß der Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze erfolgt eine Förderung von 40 % der Investitionskosten abzüglich der Kosten für den Erdgaskessel.

## 6.4 Jährliche Betriebskosten (OPEX)

Lfd. Nr. 1: Die benötigten Holzhackschnitzel werden lokal eingekauft. Die Kosten pro Kilowattstunde ergeben sich aus einer Kostenschätzung basierend auf Erhebungen zu den Einkaufskosten von Holzhackschnitzeln in Norddeutschland. Je nach Restfeuchtigkeit wurde ein Einkaufspreis von 3,1 – 3,6 Cent pro Kilowattstunde ermittelt, hinzukommen unter anderem die Kosten für den Transport. In der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird ein Preis von 5 Cent pro Kilowattstunde angenommen. Die Energiemenge wurde in der Netzsimulation ermittelt.

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 3

Lfd. Nr. 3: Der benötigte Strom wird vollständig aus dem öffentlichen Netz bezogen. Der Strompreis wurde in Kapitel 2.1 berechnet und beträgt 37,4 Cent pro Kilowattstunde inkl. aller Strompreisbestandteile. Die Energiemenge wurde in der Netzsimulation ermittelt und beinhaltet den Bedarf des Netzes.

Lfd. Nr. 4: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 4

Lfd. Nr. 5: Die Wartungskosten für den Biomassekessel betragen 3 % der Investition in die Technologie (Lfd. Nr. 3 der Investitionskosten). Diese Annahme beruht auf den Werten der VDI 2067.

Lfd. Nr. 6: Die sonstigen Betriebskosten des Biomassekessels betragen 2 % der Investition in die Technologie (Lfd. Nr. 3 der Investitionskosten). Diese Annahme beruht auf einer Kostenschätzung. Die sonstigen Betriebskosten beinhalten alle Tätigkeiten und Kosten die zusätzlich zur Wartung anfallen.

Lfd. Nr. 7: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 6

Lfd. Nr. 8: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 7

Lfd. Nr. 9: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 8

Lfd. Nr. 10: Vergleich Kapitel 3.4 Nr. 9

### 6.5 Jährliche Erlöse

Lfd. Nr. 1: Vergleich Kapitel 3.5 Nr. 1

Lfd. Nr. 2: Vergleich Kapitel 3.5 Nr. 2

### 6.6 Besonderheiten

Ein Biomassekessel kann keine Betriebskostenförderung nach Modul 4 BEW beantragen. Ansonsten keine weiteren Besonderheiten, außer den bereits beschriebenen. Vergleich Kapitel 3.6.

# 7 Szenario 4: Dezentrale Versorgung – Wärmepumpe

Im folgendem Kapitel werden die Wärmegestehungskosten für zwei Beispielhäuser sowie einen Großabnehmer unterschiedlichen Alters bzw. baulicher Substanz berechnet. Die Wärmeversorgung über eine dezentrale Wärmepumpe stellt die Referenztechnologie zum Vergleich mit den Ergebnissen der Wärmenetzszenarien dar.

Die Betrachtung der Beispielhäuser ermöglicht eine Abschätzung der Wärmegestehungskosten für den Einsatz einer Wärmepumpe bei unterschiedlichen Gegebenheiten - dies ersetzt keine individuelle Betrachtung. Auf Grund der Vielzahl an möglichen Sanierungsmaßnahmen (Austausch der Fenster, Heizkörpertausch usw.) können erhebliche Unterschiede zwischen Gebäuden desselben Alters bestehen. Daher ist die individuelle Betrachtung durch ein Fachunternehmen erforderlich. Der tatsächliche Wärmegestehungspreis kann unter Umständen stark von den hier errechneten Werten abweichen.

## 7.1 Allgemeine Annahmen

**Verwendete Technologien:** Zur Auswahl stehen im wesentlichen Luftwärmepumpen, Erdwärmepumpen und Grundwasserwärmepumpen. Die Luftwärmepumpe überzeugt durch die vergleichsweise einfache Montage. Die anderen Technologien benötigen Erdwärmekollektoren oder Sonden, was mit höheren Investitionskosten verbunden ist. Im Gegenzug weisen die Erdwärmepumpe sowie die Grundwasserwärmepumpe durch die konstanten Temperaturen im Erdreich eine höhere Effizienz gegenüber der Luftwärmepumpe auf. Im folgendem wird auf Grund der höheren Umsetzungswahrscheinlichkeit die Verwendung einer Luftwärmepumpe angenommen.

**Lebensdauer:** Die Lebensdauer einer Luftwärmepumpe beträgt 15 bis 20 Jahre. Die Lebensdauer der wesentlichen Komponenten können bei einer korrekt ausgelegten Wärmepumpe mit 20 Jahren angenommen werden. Kleinere Reparaturen werden durch die Wartungskosten gedeckt.

**Strompreis:** Der Strompreis setzt sich aus einem Arbeitspreis in Cent pro Kilowattstunde Strom und einen Grundpreis in Euro pro Monat zusammen. Im Rahmen einer Marktrecherche wurde ein Arbeitspreis von 22 – 25 Cent pro Kilowattstunde ermittelt – der Mittelwert liegt bei 22,53 Cent pro Kilowattstunde. Der Grundpreis liegt im Bereich zwischen 5,50 – 29 Euro pro Monat. Der Mittelwert liegt bei 13,6 Euro pro Monat. Bei den betrachteten Stromtarifen handelt es sich um 100 % Grünstrom. Es wird angenommen, dass der Großabnehmer einen Tarif zu ähnlichen Konditionen nutzt.

**Wartungskosten:** Die jährlichen Wartungskosten für eine Luftwärmepumpe bewegen sich zwischen 150 und 400 Euro. Im folgenden werden Kosten von 300 Euro pro Jahr angenommen. Die Wartungskosten des Großabnehmers werden mit 600 Euro pro Jahr angenommen.

**Investitionskosten:** Die Investitionskosten für ein Luftwärmepumpe liegen zwischen 10.000 bis 20.000 Euro. Die genauen Kosten hängen von den örtlichen Gegebenheiten sowie der benötigten Leistung ab. Die Investitionskosten des Großabnehmers werden mit 1.300 Euro je Kilowatt angenommen.

**Förderung:** Der Zuschuss Nr. 458 der KfW ermöglicht eine Heizungsförderung für Privatpersonen von bis zu 70 % der förderfähigen Kosten.[8] Der Zuschuss setzt sich aus einer Grundförderung sowie mehreren Bonusförderungen zusammen. Für Wärmepumpen beträgt die Grundförderung 30 %. Des Weiteren ist ein 5 % Effizienzbonus für Wärmepumpen die die Wärmequellen Wasser, Erdreich und Abwasser oder ein natürliches Kältemittel nutzen möglich. Außerdem kann ein Klimageschwindigkeitsbonus in Höhe von 20 % gewährt werden, wenn eine funktionstüchtige Öl-, Kohle-, Gas-Etagen, Nachtspeicherheizung oder eine mindestens 20 Jahre alte Gasheizung oder Biomasseheizung ausgetauscht werden. Zuletzt wird noch ein Einkommensbonus in Höhe von 30 % gewährt, falls das Haushaltsjahreseinkommen maximal

[8] https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Heizungsf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-Privatpersonen-Wohngeb%C3%A4ude-(458)/ , Abgerufen am 22.11.2024

40.000 Euro beträgt. Im Folgenden wird eine Förderung von 50 % (Grundförderung + Klimageschwindigkeitsbonus) angenommen.
Für den Großabnehmer wird angenommen, dass es sich nicht um eine Privatperson, sondern ein Unternehmen handelt. Für Unternehmen ist eine Heizungsförderung für Wohngebäude und Nichtwohngebäude nach den KfW Zuschüssen Nr. 459 oder Nr. 522 möglich.[9] Der Zuschuss beträgt bis zu 35 % der förderfähigen Kosten. Diese teilen sich in 30 % Grundförderung sowie 5 % Effizienzbonus auf. Im Folgenden wird eine Förderung von 30 % angenommen.

**Mittlere Wohnfläche:** Die mittlere Wohnfläche von Einfamilienhäusern liegt in Deutschland bei 150 Quadratmetern.

## 7.2 Ermittlung der Beispielhäuser

Zur Ermittlung eines passenden Modells für Mühbrook wurde die Gebäudestruktur der Gemeinde überschlägig untersucht. Hierzu wurde der ermittelte Wärmebedarf der Verbrauchsstellen durch die angenommene mittlere Wohnfläche geteilt - es ergibt sich der spezifische Wärmebedarf in Kilowattstunden je Quadratmeter. Auf Grundlage von typischen Bedarfswerten wurden die Verbrauchsstellen unterschiedlichen Gebäudeklassen zugeordnet. Die Berechnung hierzu findet sich in der mitgelieferten Excel-Datei „Nebenrechnungen_Wärmeplanung_Mühbrook.xlsx“. Abbildung 9 zeigt die Anzahl an Gebäuden in den Klassen. Hieraus wurden die beiden Beispielhäuser entwickelt. Bei dem ersten Beispielhaus handelt es sich um einen Neubau mit Standardwärmedämmung, da sich die meisten Gebäude in dieser Klasse befinden. Das zweite Beispielhaus wird als Altbau ohne Wärmedämmung angenommen. Diese Gebäudeklasse stellt den vermeintlich energetisch ungünstigsten Fall für eine Wärmepumpe dar.
Obwohl sich viele Gebäude in der Kategorie „Neubau nach GEG“ befinden, wird diese Kategorie nicht weiter betrachtet. Der Grund hierfür ist, dass die neueren Gebäude mit einer höheren Wahrscheinlichkeit bereits eine neue Heizung verbaut haben und sich in dieser Kategorie vermutlich Häuser mit einer Wohnfläche unterhalb des angenommenen Mittelwerts befinden – diese Häuser wurden dadurch effizienter gerechnet.

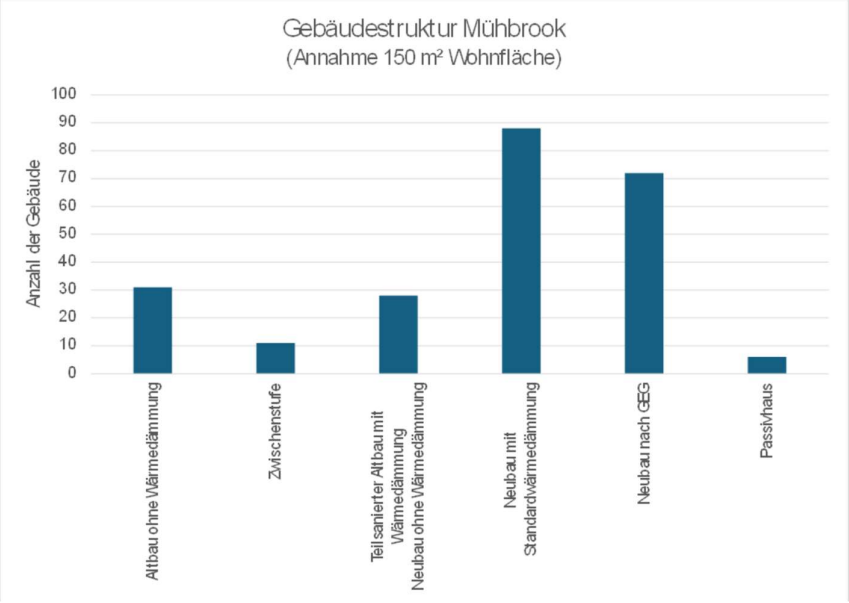



*Abbildung 9 Überschlägige Gebäudestruktur in Mühbrook*

[9] https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Heizungsf%C3%B6rderung/ , Abgerufen 22.11.2024

## 7.3 Beschreibung der Beispielhäuser

**Beispielhaus 1:**

Bei diesem Haus handelt es sich um einen „Neubau“ mit Standardwärmedämmung aus den Jahren 1984 bis 2001. Das Gebäude hat eine spezifische Heizlast von 60 Watt pro Quadratmeter und somit eine Heizlast von 9 Kilowatt. Der spezifische Wärmebedarf beträgt 120 Kilowattstunden pro Quadratmeter. Dies entspricht einem jährlichen Energiebedarf von 18.000 Kilowattstunden. Das Gebäude kann mit Vorlauftemperaturen von maximal 55 Grad Celsius betrieben werden, daher sind keine weiteren Sanierungsmaßnahmen notwendig. Gemäß der Untersuchungen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) wird eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 3,7 angenommen.[10] Für die Wärmepumpe werden Investitionskosten von 14.000 Euro angenommen.

**Beispielhaus 2:**

Bei diesem Haus handelt es sich um einen Altbau ohne Wärmedämmung aus dem Jahr 1957 und älter. Das Gebäude hat eine spezifische Heizlast von 119 Watt pro Quadratmeter und somit eine Heizlast von 17,85 Kilowatt. Der spezifische Wärmebedarf beträgt 250 Kilowattstunden pro Quadratmeter. Dies entspricht einem jährlichen Energiebedarf von 37.500 Kilowattstunden. Die alten Heizkörper reichen nicht aus, um das Gebäude mit den niedrigeren Vorlauftemperaturen zu beheizen. Daher werden während des Heizungstausches auch die Heizkörper ausgetauscht. Für ein Gebäude in der Größe werden 8 bis 12 Räume und somit 10 Heizkörper angenommen. Pro Heizkörper werden Kosten von 350 Euro plus 150 Euro für den Austausch veranschlagt. Es ergeben sich Investitionskosten von 4.500 Euro für den Heizkörpertausch. Gemäß der Untersuchungen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) wird eine Jahresarbeitszahl von 2,9 angenommen. Für die Wärmepumpe werden Investitionskosten von 20.000 Euro angenommen.

**Beispielhaus 3 – Großabnehmer:**

Dieses Haus wird in Anlehnung an Beispielhaus 1 als „Neubau“ mit Standardwärmedämmung angenommen. Für ältere Großabnehmer wird angenommen, dass bereits energetische Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden. Das Gebäude hat eine Heizlast von 100 Kilowatt und einen jährlichen Energiebedarf von 200.000 Kilowattstunden. Es wird eine Jahresarbeitszahl von 3,7 angenommen. Für die Wärmepumpe werden Investitionskosten von 130.000 Euro angenommen.

## 7.4 Berechnungen

Die ausführlichen Berechnungen sind in der Excel-Datei „Nebenrechnungen_Wärmeplanung_Mühbrook.xlsx“ beschrieben.

Die jährlichen Betriebskosten ergeben sich gemäß nachstehender Formel:

$$K_{O\&M} = \frac{Wärmebedarf}{JAZ} * Strompreis + Grundpreis + Wartungskosten$$

Die Wärmegestehungskosten werden zur besseren Vergleichbarkeit mit den Wärmenetzszenarien über die Formel der LCOH (Levelised Cost of Heat) berechnet. Hierfür wird ein Diskontierungsfaktor von 4 % angenommen (vgl. Eigenkaptialrendite).

$$LCOH = \frac{I - F + \sum_{t=1}^{n} \frac{K_O}{(1+r)^i}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{E_i}{(1+r)^i}}$$

***I:** Investionskosten; **F:** Förderung; **r:** Diskontierungsfaktor; **i:** Betrachtetes Jahr; **$E_i$:** Wärmebedarf*

[10] https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/waermepumpen-im-altbau-sinnvoll-oder-nicht/, Abgerufen 22.11.2024

Zum Vergleich werden die Wärmegestehungskosten zusätlich in Form einer einfachen Betrachtung der über die Lebensdauer berechnet.

$$K_{Wärme2} = \frac{K_{O\&M} * 20\,Jahre + I - F}{20\,Jahre * E_i}$$

**Beispielhaus 1:**

Tabelle 3 zeigt die zur Berechnung beigetragenen Werte und Ergebnisse.

*Tabelle 3 Übersicht Berechnung Beispielhaus 1*

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|---|---|---|
| Investitionskosten | 14.000 | € |
| Förderung | 7.000 | € |
| Betriebskosten im Jahr | 1.607,90 | €/a |
| LCOH | 11,79 | Ct/kWh |
| Wärmepreis Berechnung 2 | 10,88 | Ct/kWh |

**Beispielhaus 2:**

Tabelle 4 zeigt die zur Berechnung beigetragenen Werte und Ergebnisse.

*Tabelle 4 Übersicht Berechnung Beispielhaus 1*

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|---|---|---|
| Investitionskosten | 24,500 | € |
| Förderung | 10.000 | € |
| Betriebskosten im Jahr | 3.505,87 | €/a |
| LCOH | 12,19 | Ct/kWh |
| Wärmepreis Berechnung 2 | 11,28 | Ct/kWh |

**Beispielhaus 3 - Großabnehmer:**

Tabelle 5 zeigt die zur Berechnung beigetragenen Werte und Ergebnisse.

*Tabelle 5 Übersicht Berechnung Beispielhaus 1*

| Bezeichnung | Wert | Einheit |
|---|---|---|
| Investitionskosten | 130.000 | € |
| Förderung | 39.000 | € |
| Betriebskosten im Jahr | 13.482,12 | €/a |
| LCOH | 10,09 | Ct/kWh |
| Wärmepreis Berechnung 2 | 9,02 | Ct/kWh |

# Anlage 2 Luftwärmepumpe

# (Szenario 1a – ohne PV Dorfkern)

# WiBe - Szenario 1a Luftwärmepumpe ohne PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Eingabe der projektbezogenen Berechnungsparameter

Stand 25.11.2025

| Allgemeines | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Projekt: | Wärmeplanung Mühbrook | - |
| Kunde: | Zeiten°Grad | - |
| Unternehmensform: | GmbH | |
| Straße/Nr.: | | - |
| PLZ: | 24582 | - |
| Ort: | Mühbrook | - |
| | | |
| Outputmenge Wärme | 3.093.000 | kWh |
| Geplante Inbetriebname: | 01.06.2027 | - |
| Projektlaufzeit (Jahre) | 20 | Jahre |

| Berechnungsparameter | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| **Indexierung** | | |
| Kalkulationszins | 4,0% | - |
| Inflation | 2,0% | - |
| **Kreditlinie 1 (Bank)** | | |
| Anteil-Fremdkapital | 80% | - |
| Anteil-Eigenkapital | 20% | - |
| Tilgungsart | Raten | - |
| Kreditlaufzeit | 17 | Jahre |
| Tilgungsfreie Anlaufjahre | 2 | Jahre |
| Zinsen | 4,00% | - |
| **Steuersätze** | | |
| Hebesatz (GwSt.) | 330% | - |
| Messzahl (GwSt.) | 3,5% | - |
| Steuersatz_GwSt. | 12% | - |
| Freibetrag (GwSt.) | 0 | € |
| Körperschaftsteuer | 15,825% | - |

| Projektspezifische Angaben | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Gesamtlänge Wärmenetz | 4.948 | m |
| Leistung Luftwärmepumpe | 516 | $kW_{th}$ |
| COP Luftwärmepumpe (Mittelwert) | 2,70 | - |
| Leistung Erdgaskessel | 825 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Erdgaskessel | 0,95 | |
| Volumen Wärmespeicher | 11,50 | $m^3$ |
| Maximaler Leistungsbedarf Stromnetz | 131,00 | kW |
| Anzahl angeschlossene Gebäude | 92 | - |

| Auslastungsfaktoren | | |
|---|---|---|
| **Jahr** | **Betriebskosten** | **Erlöse** |
| 1 | 100% | 100% |
| 2 | 100% | 100% |
| 3 | 100% | 100% |
| 4 | 100% | 100% |
| 5 | 100% | 100% |
| 6 | 100% | 100% |
| 7 | 100% | 100% |
| 8 | 100% | 100% |
| 9 | 100% | 100% |
| 10 | 100% | 100% |
| 11 | 100% | 100% |
| 12 | 100% | 100% |
| 13 | 100% | 100% |
| 14 | 100% | 100% |
| 15 | 100% | 100% |
| 16 | 100% | 100% |
| 17 | 100% | 100% |
| 18 | 100% | 100% |
| 19 | 100% | 100% |
| 20 | 100% | 100% |

# WiBe - Szenario 1a Luftwärmepumpe ohne PV - Dorfkern

## Eingabeparameter Ausgaben

Stand 25.11.2025

| | Investitionskosten (nach Förderung) | | | | Gesamt: | 3.615.771,13 € | 5,85 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Kreditlinie 1: | 3.615.771,13 € | 5,85 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 2: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 3: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| **Lfd. Nr.** | **Status** | **Position** | **Kreditlinie** | **AfA (Jahre)** | **Förderhinweis** | **Preis** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Ein | Rohrleitungen und Erdarbeiten | Kredit_1 | 20 | BEW | 3.889.128,00 € | 6,29 | Kostenschätzung |
| 2 | Ein | Netzperipherie und Übergabestation | Kredit_1 | 20 | BEW | 340.000,00 € | 0,55 | Kostenschätzung |
| 3 | Ein | Großwärmepumpe Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | BEW | 567.600,00 € | 0,92 | Kostenschätzung |
| 4 | Ein | Erdgaskessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 123.750,00 € | 0,20 | Kostenschätzung |
| 5 | Ein | Wärmespeicher Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | BEW | 6.325,00 € | 0,01 | Kostenschätzung |
| 6 | Ein | Planungskosten | Kredit_1 | 20 | BEW | 423.438,11 € | 0,68 | HOAI (50 % aller Leistungsphasen) |
| 7 | Ein | Grundstückskosten | Kredit_1 | 20 | BEW | 53.200,00 € | 0,09 | Kostenschätzung |
| 8 | Ein | Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | Kredit_1 | 20 | BEW | 540.344,11 € | 0,87 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 9 | Aus | | | | | | | |
| | **Zwischensumme** | | | | | **5.943.785,22 €** | **9,61** | |

| | Förderung | | | Gesamt: | 2.328.014,09 € | 3,76 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Angaben zur Förderquelle** | **Kreditlinie** | **Satz** | **Investition** | **Förderbeträge** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) | Kredit_1 | 40,00% | 5.820.035,22 € | 2.328.014,09 € | 3,76 | BEW-Merkblatt |
| 2 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |
| 3 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |

# WiBe - Szenario 1a Luftwärmepumpe ohne PV - Dorfkern

| | Jährliche Betriebskosten | | | Gesamt: | 343.952,44 € | 11,12 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Preis | Preis / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | 0,165 € | 952.000 | 1 | 157.080,00 € | 5,08 | Kostenschätzung |
| 2 | Netzentgelt Leistungspreis (kW) | 116,74 € | 131 | 1 | 15.292,94 € | 0,49 | Preisblatt SH-Netz |
| 3 | Einkauf Erdgas (kWh) | 0,071 € | 652.000 | 1 | 46.292,00 € | 1,50 | Kostenschätzung |
| 4 | Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | 1% | - | 1 | 42.291,28 € | 1,37 | AGFW - Kennwerte |
| 5 | Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | 2,50% | - | 1 | 14.190,00 € | 0,46 | VDI 2067 |
| 6 | Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | 3% | - | 1 | 3.712,50 € | 0,12 | VDI 2067 |
| 7 | Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | 1% | - | 1 | 59.437,85 € | 1,92 | Kostenschätzung |
| 8 | Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | 0,30% | - | 1 | 17.831,36 € | 0,58 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 9 | Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | 10% | - | 1 | 35.612,79 € | 1,15 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | -0,051 € | 932.960 | 1 | -47.788,28 € | -1,55 | Förderdauer 10 Jahre |
| 11 | | | | | 0,00 € | | |

## Eingabeparameter Einnahmen

| | Jährliche Erlöse | | | Gesamt: | 389.240,00 € | 12,58 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Erlös | Erlös / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | 0,14 € | 2.386.000 | 1 | 334.040,00 € | 10,80 | Preisindikation |
| 2 | Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | 600,00 € | 92 | 1 | 55.200,00 € | 1,78 | Preisindikation |
| 3 | | | | | 0,00 € | | |

# WiBe - Szenario 1a Luftwärmepumpe ohne PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Berechnung (Kapitalwert-Methode)

Stand 25.11.2025

| Plan GuV | Heute | Planung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***Erlöse*** | | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***1.995.186*** |
| Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 |
| Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 |
| Restwert am Ende der Projektlaufzeit | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.605.946 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Betriebskosten*** | | -343.952 | -343.952 | -343.952 | -343.952 | -343.952 | -343.952 | -343.952 | -343.952 | -343.952 | -343.952 | -391.741 | -391.741 | -391.741 | -391.741 | -391.741 | -391.741 | -391.741 | -391.741 | -391.741 | -391.741 |
| Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 | -157.080 |
| Netzentgelt Leistungspreis (kW) | | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 |
| Einkauf Erdgas (kWh) | | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 |
| Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 |
| Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 | -14.190 |
| Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 |
| Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 | -59.438 |
| Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 | -17.831 |
| Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 | -35.613 |
| Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | | 47.788 | 47.788 | 47.788 | 47.788 | 47.788 | 47.788 | 47.788 | 47.788 | 47.788 | 47.788 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBITDA** | | **45.288** | **45.288** | **45.288** | **45.288** | **45.288** | **45.288** | **45.288** | **45.288** | **45.288** | **45.288** | **-2.501** | **-2.501** | **-2.501** | **-2.501** | **-2.501** | **-2.501** | **-2.501** | **-2.501** | **-2.501** | **1.603.446** |
| Abschreibungen | | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 | -297.189 |
| Rohrleitungen und Erdarbeiten | | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 |
| Netzperipherie und Übergabestation | | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 |
| Großwärmepumpe Schlüsselfertig | | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 | -28.380 |
| Erdgaskessel Schlüsselfertig | | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 |
| Wärmespeicher Schlüsselfertig | | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 | -316 |
| Planungskosten | | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 | -21.172 |
| Grundstückskosten | | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 |
| Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 | -27.017 |
| leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBIT** | | **-251.902** | **-251.902** | **-251.902** | **-251.902** | **-251.902** | **-251.902** | **-251.902** | **-251.902** | **-251.902** | **-251.902** | **-299.690** | **-299.690** | **-299.690** | **-299.690** | **-299.690** | **-299.690** | **-299.690** | **-299.690** | **-299.690** | **1.306.256** |
| Zinsen & ähnliche Aufwendungen | | -115.705 | -115.705 | -115.705 | -107.991 | -100.277 | -92.564 | -84.850 | -77.136 | -69.423 | -61.709 | -53.996 | -46.282 | -38.568 | -30.855 | -23.141 | -15.427 | -7.714 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | -115.705 | -115.705 | -115.705 | -107.991 | -100.277 | -92.564 | -84.850 | -77.136 | -69.423 | -61.709 | -53.996 | -46.282 | -38.568 | -30.855 | -23.141 | -15.427 | -7.714 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vorsteuerergebnis (EBT)** | | **-367.606** | **-367.606** | **-367.606** | **-359.893** | **-352.179** | **-344.465** | **-336.752** | **-329.038** | **-321.325** | **-313.611** | **-353.685** | **-345.972** | **-338.258** | **-330.545** | **-322.831** | **-315.117** | **-307.404** | **-299.690** | **-299.690** | **1.306.256** |
| Steuern | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Körperschaftssteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gewerbesteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Jahresüberschuss/-fehlbetrag** | | **-367.606** | **-367.606** | **-367.606** | **-359.893** | **-352.179** | **-344.465** | **-336.752** | **-329.038** | **-321.325** | **-313.611** | **-353.685** | **-345.972** | **-338.258** | **-330.545** | **-322.831** | **-315.117** | **-307.404** | **-299.690** | **-299.690** | **1.306.256** |

# WiBe - Szenario 1a Luftwärmepumpe ohne PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| Cashflow Berechnung (indirekt) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abschreibungen | | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 | 297.189 |
| Investitionen | -3.615.771 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | -3.615.771 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ersatzinvestition | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (Projektsicht)** | **-3.615.771** | **-70.417** | **-70.417** | **-70.417** | **-62.703** | **-54.990** | **-47.276** | **-39.563** | **-31.849** | **-24.135** | **-16.422** | **-56.496** | **-48.783** | **-41.069** | **-33.355** | **-25.642** | **-17.928** | **-10.214** | **-2.501** | **-2.501** | **1.603.446** |
| Cashflow (Projektsicht, diskontiert) | -3.615.771 | -67.709 | -65.105 | -62.601 | -53.599 | -45.198 | -37.363 | -30.064 | -23.272 | -16.957 | -11.094 | -36.699 | -30.469 | -24.665 | -19.262 | -14.238 | -9.572 | -5.244 | -1.234 | -1.187 | 731.792 |
| Aufnahme Fremdkapital | 2.892.617 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | 2.892.617 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung Fremdkapital | | 0 | 0 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | 0 | 0 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (EK-Sicht)** | **-723.154** | **-70.417** | **-70.417** | **-263.258** | **-255.545** | **-247.831** | **-240.117** | **-232.404** | **-224.690** | **-216.976** | **-209.263** | **-249.337** | **-241.624** | **-233.910** | **-226.196** | **-218.483** | **-210.769** | **-203.055** | **-2.501** | **-2.501** | **1.603.446** |
| Cashflow (EK-Sicht, diskontiert) | -723.154 | -67.709 | -65.105 | -234.036 | -218.441 | -203.699 | -189.768 | -176.608 | -164.179 | -152.445 | -141.370 | -161.965 | -150.917 | -140.480 | -130.623 | -121.316 | -112.531 | -104.243 | -1.234 | -1.187 | 731.792 |

| Indexierung | Einheit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abzinsung EK-Index | - | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |
| Inflation-Index | - | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,13 | 1,15 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,46 | 1,49 |
| Auslastungsindex - Erlöse | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Auslasungsindex - OPEX | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| Kreditlinie 1 | Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 0 | 2.892.617 | 2.699.776 | 2.506.935 | 2.314.094 | 2.121.252 | 1.928.411 | 1.735.570 | 1.542.729 | 1.349.888 | 1.157.047 | 964.206 | 771.365 | 578.523 | 385.682 | 192.841 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -115.705 | -115.705 | -115.705 | -107.991 | -100.277 | -92.564 | -84.850 | -77.136 | -69.423 | -61.709 | -53.996 | -46.282 | -38.568 | -30.855 | -23.141 | -15.427 | -7.714 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | 0 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 0 | 2.699.776 | 2.506.935 | 2.314.094 | 2.121.252 | 1.928.411 | 1.735.570 | 1.542.729 | 1.349.888 | 1.157.047 | 964.206 | 771.365 | 578.523 | 385.682 | 192.841 | -0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-115.705** | **-115.705** | **-308.546** | **-300.832** | **-293.119** | **-285.405** | **-277.691** | **-269.978** | **-262.264** | **-254.550** | **-246.837** | **-239.123** | **-231.409** | **-223.696** | **-215.982** | **-208.268** | **-200.555** | **0** | **0** | **0** |
| Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 0 | 2.892.617 | 2.699.776 | 2.506.935 | 2.314.094 | 2.121.252 | 1.928.411 | 1.735.570 | 1.542.729 | 1.349.888 | 1.157.047 | 964.206 | 771.365 | 578.523 | 385.682 | 192.841 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -115.705 | -115.705 | -115.705 | -107.991 | -100.277 | -92.564 | -84.850 | -77.136 | -69.423 | -61.709 | -53.996 | -46.282 | -38.568 | -30.855 | -23.141 | -15.427 | -7.714 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | 0 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | -192.841 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 0 | 2.699.776 | 2.506.935 | 2.314.094 | 2.121.252 | 1.928.411 | 1.735.570 | 1.542.729 | 1.349.888 | 1.157.047 | 964.206 | 771.365 | 578.523 | 385.682 | 192.841 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-115.705** | **-115.705** | **-308.546** | **-300.832** | **-293.119** | **-285.405** | **-277.691** | **-269.978** | **-262.264** | **-254.550** | **-246.837** | **-239.123** | **-231.409** | **-223.696** | **-215.982** | **-208.268** | **-200.555** | **0** | **0** | **0** |
| Annuitäten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 0 | 2.892.617 | 2.748.156 | 2.597.918 | 2.441.669 | 2.279.171 | 2.110.172 | 1.934.414 | 1.751.626 | 1.561.525 | 1.363.821 | 1.158.209 | 944.372 | 721.982 | 490.696 | 250.159 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -115.705 | -115.705 | -115.705 | -109.926 | -103.917 | -97.667 | -91.167 | -84.407 | -77.377 | -70.065 | -62.461 | -54.553 | -46.328 | -37.775 | -28.879 | -19.628 | -10.006 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | 0 | -144.460 | -150.239 | -156.248 | -162.498 | -168.998 | -175.758 | -182.789 | -190.100 | -197.704 | -205.612 | -213.837 | -222.390 | -231.286 | -240.537 | -250.159 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 0 | 2.748.156 | 2.597.918 | 2.441.669 | 2.279.171 | 2.110.172 | 1.934.414 | 1.751.626 | 1.561.525 | 1.363.821 | 1.158.209 | 944.372 | 721.982 | 490.696 | 250.159 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Annuität** | **€/a** | | **-115.705** | **-115.705** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **-260.165** | **0** | **0** | **0** |

# WiBe - Szenario 1a Luftwärmepumpe ohne PV - Dorfkern

| **Gewerbesteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -367.606 | -367.606 | -367.606 | -359.893 | -352.179 | -344.465 | -336.752 | -329.038 | -321.325 | -313.611 | -353.685 | -345.972 | -338.258 | -330.545 | -322.831 | -315.117 | -307.404 | -299.690 | -299.690 | 1.306.256 |
| Hinzurechnungen | €/a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -367.600 | -735.200 | -1.102.800 | -1.462.600 | -1.814.700 | -2.159.100 | -2.495.800 | -2.824.800 | -3.146.100 | -3.459.700 | -3.813.300 | -4.159.200 | -4.497.400 | -4.827.900 | -5.150.700 | -5.465.800 | -5.773.200 | -6.072.800 | -6.372.400 |
| Gewerbeertrag | €/a | | -367.600 | -735.200 | -1.102.800 | -1.462.600 | -1.814.700 | -2.159.100 | -2.495.800 | -2.824.800 | -3.146.100 | -3.459.700 | -3.813.300 | -4.159.200 | -4.497.400 | -4.827.900 | -5.150.700 | -5.465.800 | -5.773.200 | -6.072.800 | -6.372.400 | -5.066.100 |
| **Abzuführende GwSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Körperschaftssteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -367.606 | -367.606 | -367.606 | -359.893 | -352.179 | -344.465 | -336.752 | -329.038 | -321.325 | -313.611 | -353.685 | -345.972 | -338.258 | -330.545 | -322.831 | -315.117 | -307.404 | -299.690 | -299.690 | 1.306.256 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -367.606 | -735.213 | -1.102.819 | -1.462.712 | -1.814.891 | -2.159.356 | -2.496.108 | -2.825.146 | -3.146.471 | -3.460.082 | -3.813.767 | -4.159.739 | -4.497.997 | -4.828.542 | -5.151.373 | -5.466.490 | -5.773.894 | -6.073.584 | -6.373.274 |
| Ertrag Körperschaftssteuer | €/a | | -367.606 | -735.213 | -1.102.819 | -1.462.712 | -1.814.891 | -2.159.356 | -2.496.108 | -2.825.146 | -3.146.471 | -3.460.082 | -3.813.767 | -4.159.739 | -4.497.997 | -4.828.542 | -5.151.373 | -5.466.490 | -5.773.894 | -6.073.584 | -6.373.274 | -5.067.017 |
| **Abzuführende KSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Operativer Cashflow (CFADS)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 45.288 | 45.288 | 45.288 | 45.288 | 45.288 | 45.288 | 45.288 | 45.288 | 45.288 | 45.288 | -2.501 | -2.501 | -2.501 | -2.501 | -2.501 | -2.501 | -2.501 | -2.501 | -2.501 | 1.603.446 |

| **Berechnung DSCR** | Forderung Bank | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | # | # | # |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DSCR | - | | 0,39 | 0,39 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | # | # | # |
| ADSCR | - | | 0,12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| **Berechnung der dynamischen PBT** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cashflow (Projekt) | | -3.615.771 | -70.417 | -70.417 | -70.417 | -62.703 | -54.990 | -47.276 | -39.563 | -31.849 | -24.135 | -16.422 | -56.496 | -48.783 | -41.069 | -33.355 | -25.642 | -17.928 | -10.214 | -2.501 | -2.501 | 1.603.446 |
| Kumulierter Cashflow (Projekt, diskontiert) | | -3.615.771 | -3.683.480 | -3.748.584 | -3.811.185 | -3.864.784 | -3.909.982 | -3.947.345 | -3.977.409 | -4.000.681 | -4.017.638 | -4.028.732 | -4.065.431 | -4.095.900 | -4.120.565 | -4.139.827 | -4.154.065 | -4.163.637 | -4.168.881 | -4.170.115 | -4.171.302 | -3.439.510 |
| Dyn. Amortisation (interpoliert) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hilfslinie | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| **Kennzahlen (Projektebene)** | |
|---|---|
| Kapitalwert | -3.439.510 |
| Interner Zinsfuß | -5,27% |
| Amortisationsdauer dyn. | #NV |
| Mittlerer Schuldendienst-deckungsgrad | 0,12 |
| LCOH | 18,60 ct |

| **Berechnung Wärmegestehungskosten Kapitalwertmethode** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Realer Kalkulatorischer Zinssatz | 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwert, diskontiert | 732.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diskontierte Betriebskosten | | 330.723 | 318.003 | 305.772 | 294.012 | 282.704 | 271.831 | 261.376 | 251.323 | 241.656 | 232.362 | 254.467 | 244.680 | 235.269 | 226.221 | 217.520 | 209.154 | 201.109 | 193.374 | 185.937 | 178.785 |
| Diskontierter Ertrag | | 2.974.038 | 2.859.652 | 2.749.666 | 2.643.909 | 2.542.221 | 2.444.443 | 2.350.426 | 2.260.025 | 2.173.101 | 2.089.520 | 2.009.154 | 1.931.879 | 1.857.576 | 1.786.130 | 1.717.433 | 1.651.378 | 1.587.863 | 1.526.792 | 1.468.069 | 1.411.605 |

# WiBe - Szenario 1a Luftwärmepumpe ohne PV - Dorfkern

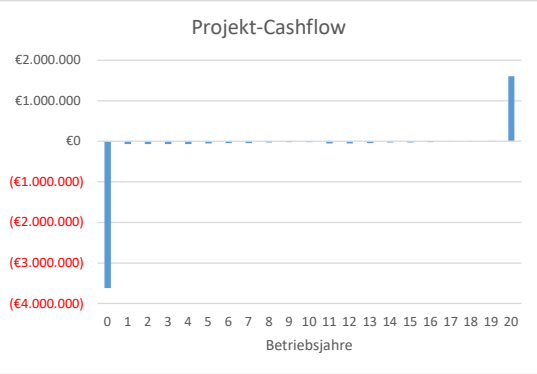
## Kennzahlen & Diagramme

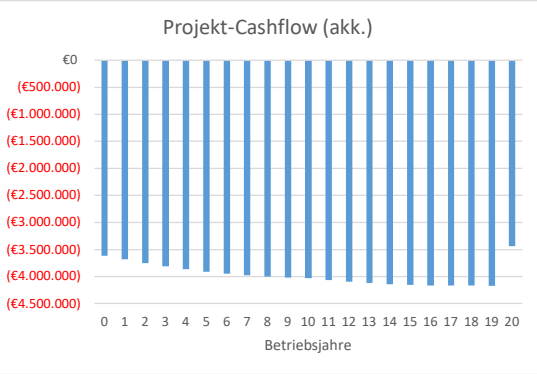
Stand 25.11.2025

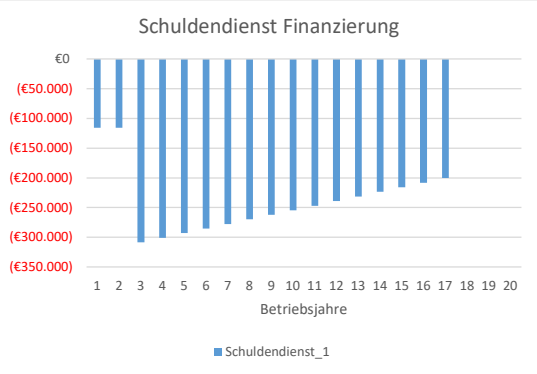
| Wirtschaftliche Kennzahlen Mit Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -3.439.510,18 € |
| Interner Zinsfuß | -5,2657% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,12 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 18,60 ct |

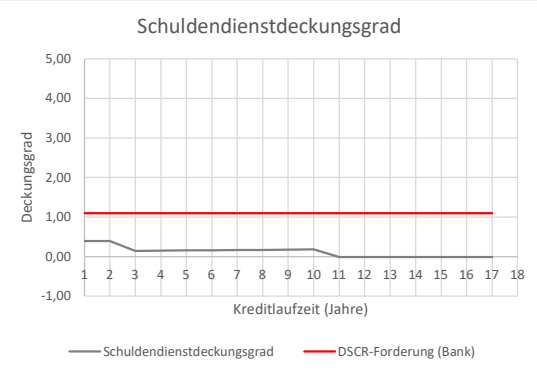
| Wirtschaftliche Kennzahlen Ohne Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -6.577.370,99 € |
| Interner Zinsfuß | -7,0949% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | -0,01 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 26,18 ct |

| Projektübersicht | |
|---|---|
| Investitionskosten Gesamt ohne Förderung | 5.943.785,22 € |
| Fördersumme Gesamt | 2.328.014,09 € |
| Jährliche Betriebskosten | 343.952,44 € |
| Jährliche Erlöse | 389.240,00 € |



# Anlage 3 Luftwärmepumpe

# (Szenario 1b – mit PV Dorfkern)

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Dorfkern

## Eingabe der projektbezogenen Berechnungsparameter

Stand 25.11.2024

| Allgemeines | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Projekt: | Wärmeplanung Mühbrook | - |
| Kunde: | Zeiten°Grad | - |
| Unternehmensform: | GmbH | |
| Straße/Nr.: | | - |
| PLZ: | 24582 | - |
| Ort: | Mühbrook | - |
| | | |
| Outputmenge Wärme | 3.093.000 | kWh |
| Geplante Inbetriebname: | 01.06.2027 | - |
| Projektlaufzeit (Jahre) | 20 | Jahre |

| Berechnungsparameter | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| **Indexierung** | | |
| Kalkulationszins | 4,0% | - |
| Inflation | 2,0% | - |
| **Kreditlinie 1 (Bank)** | | |
| Anteil-Fremdkapital | 80% | - |
| Anteil-Eigenkapital | 20% | - |
| Tilgungsart | Raten | - |
| Kreditlaufzeit | 17 | Jahre |
| Tilgungsfreie Anlaufjahre | 1 | Jahre |
| Zinsen | 4,00% | - |
| **Steuersätze** | | |
| Hebesatz (GwSt.) | 330% | - |
| Messzahl (GwSt.) | 3,5% | - |
| Steuersatz_GwSt. | 12% | - |
| Freibetrag (GwSt.) | 0 | € |
| Körperschaftsteuer | 15,825% | - |

| Projektspezifische Angaben | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Gesamtlänge Wärmenetz | 4.948 | m |
| Leistung Luftwärmepumpe | 520 | $kW_{th}$ |
| COP Luftwärmepumpe (Mittelwert) | 2,70 | - |
| Leistung Erdgaskessel | 825 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Erdgaskessel | 0,95 | |
| Volumen Wärmespeicher | 64,00 | $m^3$ |
| Maximaler Leistungsbedarf Stromnetz | 129,00 | kW |
| Anzahl angeschlossene Gebäude | 92 | - |

| Auslastungsfaktoren | | |
|---|---|---|
| **Jahr** | **Betriebskosten** | **Erlöse** |
| 1 | 100% | 100% |
| 2 | 100% | 100% |
| 3 | 100% | 100% |
| 4 | 100% | 100% |
| 5 | 100% | 100% |
| 6 | 100% | 100% |
| 7 | 100% | 100% |
| 8 | 100% | 100% |
| 9 | 100% | 100% |
| 10 | 100% | 100% |
| 11 | 100% | 100% |
| 12 | 100% | 100% |
| 13 | 100% | 100% |
| 14 | 100% | 100% |
| 15 | 100% | 100% |
| 16 | 100% | 100% |
| 17 | 100% | 100% |
| 18 | 100% | 100% |
| 19 | 100% | 100% |
| 20 | 100% | 100% |

## Eingabeparameter Ausgaben

Stand 25.11.2024

| | Investitionskosten (nach Förderung) | | | | Gesamt: | 3.687.328,22 € | 5,96 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Kreditlinie 1: | 3.687.328,22 € | 5,96 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 2: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 3: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| **Lfd. Nr.** | **Status** | **Position** | **Kreditlinie** | **AfA (Jahre)** | **Förderhinweis** | **Preis** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Ein | Rohrleitungen und Erdarbeiten | Kredit_1 | 20 | BEW | 3.889.128,00 € | 6,29 | Kostenschätzung |
| 2 | Ein | Netzperipherie und Übergabestation | Kredit_1 | 20 | BEW | 340.000,00 € | 0,55 | Kostenschätzung |
| 3 | Ein | Großwärmepumpe Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | BEW | 572.000,00 € | 0,92 | Kostenschätzung |
| 4 | Ein | Erdgaskessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 123.750,00 € | 0,20 | Kostenschätzung |
| 5 | Ein | Wärmespeicher Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | BEW | 35.200,00 € | 0,06 | Kostenschätzung |
| 6 | Ein | Direktleitung PV-Anlage | Kredit_1 | 20 | BEW | 68.250,00 € | 0,11 | Kostenschätzung |
| 7 | Ein | Planungskosten | Kredit_1 | 20 | BEW | 430.332,95 € | 0,70 | HOAI (50 % aller Leistungsphasen) |
| 8 | Ein | Grundstückskosten | Kredit_1 | 20 | BEW | 53.200,00 € | 0,09 | Kostenschätzung |
| 9 | Ein | Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | Kredit_1 | 20 | BEW | 551.186,09 € | 0,89 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Aus | | | | | | | |
| | **Zwischensumme** | | | | | **6.063.047,04 €** | **9,80** | |

| | Förderung | | | Gesamt: | 2.375.718,82 € | 3,84 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Angaben zur Förderquelle** | **Kreditlinie** | **Satz** | **Investition** | **Förderbeträge** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) | Kredit_1 | 40,00% | 5.939.297,04 € | 2.375.718,82 € | 3,84 | BEW-Merkblatt |
| 2 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |
| 3 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Dorfkern

| | Jährliche Betriebskosten | | | Gesamt: | 297.251,79 € | 9,61 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Preis | Preis / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | 0,165 € | 636.000 | 1 | 104.940,00 € | 3,39 | Kostenschätzung |
| 2 | Netzentgelt Leistungspreis (kW) | 116,74 € | 129 | 1 | 15.059,46 € | 0,49 | Preisblatt SH-Netz |
| 3 | Einkauf Strom über PPA (kWh) | 0,060 € | 313.000 | 1 | 18.780,00 € | 0,61 | Kostenschätzung |
| 4 | Einkauf Erdgas (kWh) | 0,071 € | 652.000 | 1 | 46.292,00 € | 1,50 | Kostenschätzung |
| 5 | Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | 1% | - | 1 | 42.291,28 € | 1,37 | AGFW - Kennwerte |
| 6 | Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | 2,50% | - | 1 | 14.300,00 € | 0,46 | VDI 2067 |
| 7 | Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | 3% | - | 1 | 3.712,50 € | 0,12 | VDI 2067 |
| 8 | Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | 1% | - | 1 | 60.630,47 € | 1,96 | Kostenschätzung |
| 9 | Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | 0,30% | - | 1 | 18.189,14 € | 0,59 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | 10% | - | 1 | 32.419,49 € | 1,05 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 11 | Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | -0,064 € | 930.020 | 1 | -59.362,55 € | -1,92 | Förderzeitraum 10 Jahre |
| 12 | | | | | 0,00 € | | |

## Eingabeparameter Einnahmen

| | Jährliche Erlöse | | | Gesamt: | 386.720,00 € | 12,5 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Erlös | Erlös / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | 0,14 € | 2.368.000 | 1 | 331.520,00 € | 10,72 | Preisindikation |
| 2 | Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | 600,00 € | 92 | 1 | 55.200,00 € | 1,78 | Preisindikation |
| 3 | | | | | 0,00 € | | |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Berechnung (Kapitalwert-Methode)

Stand 25.11.2024

| Plan GuV | Heute | Planung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***Erlöse*** | | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***386.720*** | ***1.992.666*** |
| Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 | 331.520 |
| Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 |
| Restwert am Ende der Projektlaufzeit | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.605.946 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Betriebskosten*** | | -297.252 | -297.252 | -297.252 | -297.252 | -297.252 | -297.252 | -297.252 | -297.252 | -297.252 | -297.252 | -356.614 | -356.614 | -356.614 | -356.614 | -356.614 | -356.614 | -356.614 | -356.614 | -356.614 | -356.614 |
| Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 | -104.940 |
| Netzentgelt Leistungspreis (kW) | | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 | -15.059 |
| Einkauf Strom über PPA (kWh) | | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 | -18.780 |
| Einkauf Erdgas (kWh) | | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 |
| Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 |
| Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 | -14.300 |
| Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 |
| Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 | -60.630 |
| Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 | -18.189 |
| Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 | -32.419 |
| Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | | 59.363 | 59.363 | 59.363 | 59.363 | 59.363 | 59.363 | 59.363 | 59.363 | 59.363 | 59.363 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBITDA** | | **89.468** | **89.468** | **89.468** | **89.468** | **89.468** | **89.468** | **89.468** | **89.468** | **89.468** | **89.468** | **30.106** | **30.106** | **30.106** | **30.106** | **30.106** | **30.106** | **30.106** | **30.106** | **30.106** | **1.636.052** |
| Abschreibungen | | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 | -303.152 |
| Rohrleitungen und Erdarbeiten | | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 |
| Netzperipherie und Übergabestation | | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 |
| Großwärmepumpe Schlüsselfertig | | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 | -28.600 |
| Erdgaskessel Schlüsselfertig | | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 |
| Wärmespeicher Schlüsselfertig | | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 | -1.760 |
| Direktleitung PV-Anlage | | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 |
| Planungskosten | | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 | -21.517 |
| Grundstückskosten | | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 |
| Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 | -27.559 |
| leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBIT** | | **-213.684** | **-213.684** | **-213.684** | **-213.684** | **-213.684** | **-213.684** | **-213.684** | **-213.684** | **-213.684** | **-213.684** | **-273.047** | **-273.047** | **-273.047** | **-273.047** | **-273.047** | **-273.047** | **-273.047** | **-273.047** | **-273.047** | **1.332.900** |
| Zinsen & ähnliche Aufwendungen | | -117.995 | -117.995 | -110.620 | -103.245 | -95.871 | -88.496 | -81.121 | -73.747 | -66.372 | -58.997 | -51.623 | -44.248 | -36.873 | -29.499 | -22.124 | -14.749 | -7.375 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | -117.995 | -117.995 | -110.620 | -103.245 | -95.871 | -88.496 | -81.121 | -73.747 | -66.372 | -58.997 | -51.623 | -44.248 | -36.873 | -29.499 | -22.124 | -14.749 | -7.375 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vorsteuerergebnis (EBT)** | | **-331.679** | **-331.679** | **-324.304** | **-316.929** | **-309.555** | **-302.180** | **-294.805** | **-287.431** | **-280.056** | **-272.681** | **-324.669** | **-317.295** | **-309.920** | **-302.545** | **-295.171** | **-287.796** | **-280.421** | **-273.047** | **-273.047** | **1.332.900** |
| Steuern | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Körperschaftssteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gewerbesteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Jahresüberschuss/-fehlbetrag** | | **-331.679** | **-331.679** | **-324.304** | **-316.929** | **-309.555** | **-302.180** | **-294.805** | **-287.431** | **-280.056** | **-272.681** | **-324.669** | **-317.295** | **-309.920** | **-302.545** | **-295.171** | **-287.796** | **-280.421** | **-273.047** | **-273.047** | **1.332.900** |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| **Cashflow Berechnung (indirekt)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abschreibungen | | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 | 303.152 |
| Investitionen | -3.687.328 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | -3.687.328 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ersatzinvestition | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (Projektsicht)** | **-3.687.328** | **-28.526** | **-28.526** | **-21.152** | **-13.777** | **-6.402** | **972** | **8.347** | **15.722** | **23.096** | **30.471** | **-21.517** | **-14.142** | **-6.768** | **607** | **7.982** | **15.356** | **22.731** | **30.106** | **30.106** | **1.636.052** |
| Cashflow (Projektsicht, diskontiert) | -3.687.328 | -27.429 | -26.374 | -18.804 | -11.777 | -5.262 | 768 | 6.343 | 11.488 | 16.227 | 20.585 | -13.977 | -8.833 | -4.064 | 351 | 4.432 | 8.199 | 11.669 | 14.861 | 14.289 | 746.673 |
| Aufnahme Fremdkapital | 2.949.863 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | 2.949.863 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung Fremdkapital | | 0 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | 0 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (EK-Sicht)** | **-737.466** | **-28.526** | **-212.893** | **-205.518** | **-198.143** | **-190.769** | **-183.394** | **-176.019** | **-168.645** | **-161.270** | **-153.895** | **-205.883** | **-198.509** | **-191.134** | **-183.759** | **-176.385** | **-169.010** | **-161.635** | **30.106** | **30.106** | **1.636.052** |
| Cashflow (EK-Sicht, diskontiert) | -737.466 | -27.429 | -196.831 | -182.705 | -169.374 | -156.798 | -144.939 | -133.760 | -123.227 | -113.306 | -103.966 | -133.738 | -123.988 | -114.790 | -106.116 | -97.940 | -90.236 | -82.979 | 14.861 | 14.289 | 746.673 |

| **Indexierung** | **Einheit** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abzinsung EK-Index | - | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |
| Inflation-Index | - | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,13 | 1,15 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,46 | 1,49 |
| Auslastungsindex - Erlöse | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Auslasungsindex - OPEX | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| **Kreditlinie 1** | Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.949.863 | 2.765.496 | 2.581.130 | 2.396.763 | 2.212.397 | 2.028.031 | 1.843.664 | 1.659.298 | 1.474.931 | 1.290.565 | 1.106.198 | 921.832 | 737.466 | 553.099 | 368.733 | 184.366 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -117.995 | -117.995 | -110.620 | -103.245 | -95.871 | -88.496 | -81.121 | -73.747 | -66.372 | -58.997 | -51.623 | -44.248 | -36.873 | -29.499 | -22.124 | -14.749 | -7.375 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.765.496 | 2.581.130 | 2.396.763 | 2.212.397 | 2.028.031 | 1.843.664 | 1.659.298 | 1.474.931 | 1.290.565 | 1.106.198 | 921.832 | 737.466 | 553.099 | 368.733 | 184.366 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-117.995** | **-302.361** | **-294.986** | **-287.612** | **-280.237** | **-272.862** | **-265.488** | **-258.113** | **-250.738** | **-243.364** | **-235.989** | **-228.614** | **-221.240** | **-213.865** | **-206.490** | **-199.116** | **-191.741** | **0** | **0** | **0** |
| Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.949.863 | 2.765.496 | 2.581.130 | 2.396.763 | 2.212.397 | 2.028.031 | 1.843.664 | 1.659.298 | 1.474.931 | 1.290.565 | 1.106.198 | 921.832 | 737.466 | 553.099 | 368.733 | 184.366 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -117.995 | -117.995 | -110.620 | -103.245 | -95.871 | -88.496 | -81.121 | -73.747 | -66.372 | -58.997 | -51.623 | -44.248 | -36.873 | -29.499 | -22.124 | -14.749 | -7.375 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | -184.366 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.765.496 | 2.581.130 | 2.396.763 | 2.212.397 | 2.028.031 | 1.843.664 | 1.659.298 | 1.474.931 | 1.290.565 | 1.106.198 | 921.832 | 737.466 | 553.099 | 368.733 | 184.366 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-117.995** | **-302.361** | **-294.986** | **-287.612** | **-280.237** | **-272.862** | **-265.488** | **-258.113** | **-250.738** | **-243.364** | **-235.989** | **-228.614** | **-221.240** | **-213.865** | **-206.490** | **-199.116** | **-191.741** | **0** | **0** | **0** |
| Annuitäten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.949.863 | 2.814.700 | 2.674.131 | 2.527.939 | 2.375.899 | 2.217.778 | 2.053.332 | 1.882.308 | 1.704.443 | 1.519.463 | 1.327.085 | 1.127.011 | 918.934 | 702.534 | 477.478 | 243.420 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -117.995 | -117.995 | -112.588 | -106.965 | -101.118 | -95.036 | -88.711 | -82.133 | -75.292 | -68.178 | -60.779 | -53.083 | -45.080 | -36.757 | -28.101 | -19.099 | -9.737 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -135.163 | -140.569 | -146.192 | -152.040 | -158.121 | -164.446 | -171.024 | -177.865 | -184.979 | -192.379 | -200.074 | -208.077 | -216.400 | -225.056 | -234.058 | -243.420 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.814.700 | 2.674.131 | 2.527.939 | 2.375.899 | 2.217.778 | 2.053.332 | 1.882.308 | 1.704.443 | 1.519.463 | 1.327.085 | 1.127.011 | 918.934 | 702.534 | 477.478 | 243.420 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Annuität** | **€/a** | | **-117.995** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **-253.157** | **0** | **0** | **0** |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| **Gewerbesteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -331.679 | -331.679 | -324.304 | -316.929 | -309.555 | -302.180 | -294.805 | -287.431 | -280.056 | -272.681 | -324.669 | -317.295 | -309.920 | -302.545 | -295.171 | -287.796 | -280.421 | -273.047 | -273.047 | 1.332.900 |
| Hinzurechnungen | €/a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -331.600 | -663.200 | -987.500 | -1.304.400 | -1.613.900 | -1.916.000 | -2.210.800 | -2.498.200 | -2.778.200 | -3.050.800 | -3.375.400 | -3.692.600 | -4.002.500 | -4.305.000 | -4.600.100 | -4.887.800 | -5.168.200 | -5.441.200 | -5.714.200 |
| Gewerbeertrag | €/a | | -331.600 | -663.200 | -987.500 | -1.304.400 | -1.613.900 | -1.916.000 | -2.210.800 | -2.498.200 | -2.778.200 | -3.050.800 | -3.375.400 | -3.692.600 | -4.002.500 | -4.305.000 | -4.600.100 | -4.887.800 | -5.168.200 | -5.441.200 | -5.714.200 | -4.381.300 |
| **Abzuführende GwSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Körperschaftssteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -331.679 | -331.679 | -324.304 | -316.929 | -309.555 | -302.180 | -294.805 | -287.431 | -280.056 | -272.681 | -324.669 | -317.295 | -309.920 | -302.545 | -295.171 | -287.796 | -280.421 | -273.047 | -273.047 | 1.332.900 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -331.679 | -663.357 | -987.661 | -1.304.591 | -1.614.145 | -1.916.325 | -2.211.131 | -2.498.561 | -2.778.617 | -3.051.299 | -3.375.968 | -3.693.263 | -4.003.183 | -4.305.728 | -4.600.899 | -4.888.695 | -5.169.116 | -5.442.163 | -5.715.209 |
| Ertrag Körperschaftssteuer | €/a | | -331.679 | -663.357 | -987.661 | -1.304.591 | -1.614.145 | -1.916.325 | -2.211.131 | -2.498.561 | -2.778.617 | -3.051.299 | -3.375.968 | -3.693.263 | -4.003.183 | -4.305.728 | -4.600.899 | -4.888.695 | -5.169.116 | -5.442.163 | -5.715.209 | -4.382.310 |
| **Abzuführende KSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Operativer Cashflow (CFADS)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 89.468 | 89.468 | 89.468 | 89.468 | 89.468 | 89.468 | 89.468 | 89.468 | 89.468 | 89.468 | 30.106 | 30.106 | 30.106 | 30.106 | 30.106 | 30.106 | 30.106 | 30.106 | 30.106 | 1.636.052 |

| **Berechnung DSCR** | Forderung Bank | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | # | # | # |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DSCR | - | | 0,76 | 0,30 | 0,30 | 0,31 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | # | # | # |
| ADSCR | - | | 0,28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| **Berechnung der dynamischen PBT** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cashflow (Projekt) | | -3.687.328 | -28.526 | -28.526 | -21.152 | -13.777 | -6.402 | 972 | 8.347 | 15.722 | 23.096 | 30.471 | -21.517 | -14.142 | -6.768 | 607 | 7.982 | 15.356 | 22.731 | 30.106 | 30.106 | 1.636.052 |
| Kumulierter Cashflow (Projekt, diskontiert) | | -3.687.328 | -3.714.757 | -3.741.132 | -3.759.935 | -3.771.712 | -3.776.974 | -3.776.206 | -3.769.863 | -3.758.375 | -3.742.148 | -3.721.563 | -3.735.540 | -3.744.373 | -3.748.437 | -3.748.087 | -3.743.655 | -3.735.456 | -3.723.787 | -3.708.926 | -3.694.636 | -2.947.963 |
| Dyn. Amortisation (interpoliert) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hilfslinie | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| **Kennzahlen (Projektebene)** | |
|---|---|
| Kapitalwert | -2.947.963 |
| Interner Zinsfuß | -3,79% |
| Amortisationsdauer dyn. | #NV |
| Mittlerer Schuldendienst-deckungsgrad | 0,28 |
| LCOH | 17,41 ct |

| **Berechnung Wärmegestehungskosten Kapitalwertmethode** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Realer Kalkulatorischer Zinssatz | 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwert, diskontiert | 732.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diskontierte Betriebskosten | | | 285.819 | 274.826 | 264.256 | 254.092 | 244.319 | 234.922 | 225.887 | 217.199 | 208.845 | 200.813 | 231.650 | 222.740 | 214.173 | 205.936 | 198.015 | 190.399 | 183.076 | 176.035 | 169.264 | 162.754 |
| Diskontierter Ertrag | | | 2.974.038 | 2.859.652 | 2.749.666 | 2.643.909 | 2.542.221 | 2.444.443 | 2.350.426 | 2.260.025 | 2.173.101 | 2.089.520 | 2.009.154 | 1.931.879 | 1.857.576 | 1.786.130 | 1.717.433 | 1.651.378 | 1.587.863 | 1.526.792 | 1.468.069 | 1.411.605 |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Dorfkern

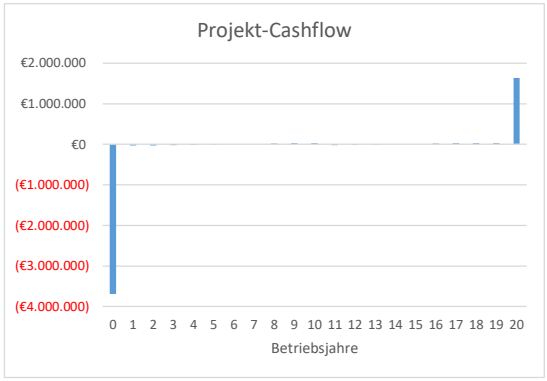
## Kennzahlen & Diagramme

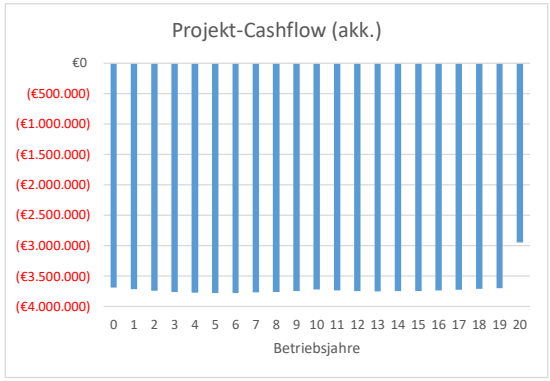
Stand 25.11.2024

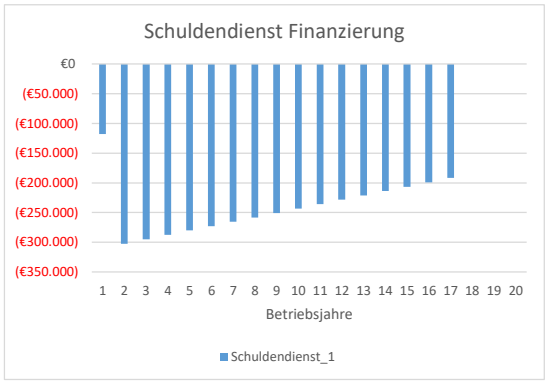
| Wirtschaftliche Kennzahlen Mit Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -2.947.963,28 € |
| Interner Zinsfuß | -3,7861% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,28 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 17,41 ct |

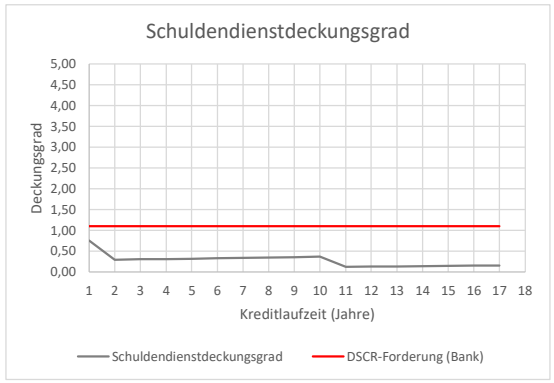
| Wirtschaftliche Kennzahlen Ohne Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -6.317.079,03 € |
| Interner Zinsfuß | -6,2932% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,06 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 25,36 ct |

| Projektübersicht | |
|---|---|
| Investitionskosten Gesamt ohne Förderung | 6.063.047,04 € |
| Fördersumme Gesamt | 2.375.718,82 € |
| Jährliche Betriebskosten | 297.251,79 € |
| Jährliche Erlöse | 386.720,00 € |



# Anlage 4 Luftwärmepumpe

# (Szenario 1b – mit PV Gesamtquartier)

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Gesamtquartier

## Eingabe der projektbezogenen Berechnungsparameter

Stand 25.11.2024

| Allgemeines | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Projekt: | Wärmeplanung Mühbrook | - |
| Kunde: | Zeiten°Grad | - |
| Unternehmensform: | GmbH | |
| Straße/Nr.: | | - |
| PLZ: | 24582 | - |
| Ort: | Mühbrook | - |
| | | |
| Outputmenge Wärme | 3.926.000 | kWh |
| Geplante Inbetriebname: | 01.06.2027 | - |
| Projektlaufzeit (Jahre) | 20 | Jahre |

| Berechnungsparameter | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| **Indexierung** | | |
| Kalkulationszins | 4,0% | - |
| Inflation | 2,0% | - |
| **Kreditlinie 1 (Bank)** | | |
| Anteil-Fremdkapital | 80% | - |
| Anteil-Eigenkapital | 20% | - |
| Tilgungsart | Raten | - |
| Kreditlaufzeit | 17 | Jahre |
| Tilgungsfreie Anlaufjahre | 2 | Jahre |
| Zinsen | 4,00% | - |
| **Steuersätze** | | |
| Hebesatz (GwSt.) | 330% | - |
| Messzahl (GwSt.) | 3,5% | - |
| Steuersatz_GwSt. | 12% | - |
| Freibetrag (GwSt.) | 0 | € |
| Körperschaftsteuer | 15,825% | - |

| Projektspezifische Angaben | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Gesamtlänge Wärmenetz | 6.261 | m |
| Leistung Luftwärmepumpe | 628 | $kW_{th}$ |
| COP Luftwärmepumpe (Mittelwert) | 2,70 | - |
| Leistung Erdgaskessel | 970 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Erdgaskessel | 0,95 | |
| Volumen Wärmespeicher | 59,00 | $m^3$ |
| Maximaler Leistungsbedarf Stromnetz | 160,00 | kW |
| Anzahl angeschlossene Gebäude | 112 | - |

| Auslastungsfaktoren | | |
|---|---|---|
| **Jahr** | **Betriebskosten** | **Erlöse** |
| 1 | 100% | 100% |
| 2 | 100% | 100% |
| 3 | 100% | 100% |
| 4 | 100% | 100% |
| 5 | 100% | 100% |
| 6 | 100% | 100% |
| 7 | 100% | 100% |
| 8 | 100% | 100% |
| 9 | 100% | 100% |
| 10 | 100% | 100% |
| 11 | 100% | 100% |
| 12 | 100% | 100% |
| 13 | 100% | 100% |
| 14 | 100% | 100% |
| 15 | 100% | 100% |
| 16 | 100% | 100% |
| 17 | 100% | 100% |
| 18 | 100% | 100% |
| 19 | 100% | 100% |
| 20 | 100% | 100% |

## Eingabeparameter Ausgaben

Stand 25.11.2024

| | Investitionskosten (nach Förderung) | | | | Gesamt: | 4.544.825,37 € | 5,79 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Kreditlinie 1: | 4.544.825,37 € | 5,79 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 2: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 3: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| **Lfd. Nr.** | **Status** | **Position** | **Kreditlinie** | **AfA (Jahre)** | **Förderhinweis** | **Preis** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Ein | Rohrleitungen und Erdarbeiten | Kredit_1 | 20 | | 4.958.712,00 € | 6,32 | Kostenschätzung |
| 2 | Ein | Netzperipherie und Übergabestation | Kredit_1 | 20 | | 340.000,00 € | 0,43 | Kostenschätzung |
| 3 | Ein | Großwärmepumpe Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 690.800,00 € | 0,88 | Kostenschätzung |
| 4 | Ein | Erdgaskessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 145.500,00 € | 0,19 | Kostenschätzung |
| 5 | Ein | Wärmespeicher Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 32.450,00 € | 0,04 | Kostenschätzung |
| 6 | Ein | Direktleitung PV-Anlage | Kredit_1 | 20 | | 68.250,00 € | 0,09 | Kostenschätzung |
| 7 | Ein | Planungskosten | Kredit_1 | 20 | | 509.005,22 € | 0,65 | HOAI (50 % aller Leistungsphasen) |
| 8 | Ein | Grundstückskosten | Kredit_1 | 20 | | 53.200,00 € | 0,07 | Kostenschätzung |
| 9 | Ein | Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | Kredit_1 | 20 | | 679.791,72 € | 0,87 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Aus | | | | | | | |
| | **Zwischensumme** | | | | | **7.477.708,95 €** | **9,52** | |

| | Förderung | | | Gesamt: | 2.932.883,58 € | 3,74 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Angaben zur Förderquelle** | **Kreditlinie** | **Satz** | **Investition** | **Förderbeträge** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) | Kredit_1 | 40,00% | 7.332.208,95 € | 2.932.883,58 € | 3,74 | BEW-Merkblatt |
| 2 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |
| 3 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Gesamtquartier

| | Jährliche Betriebskosten | | | Gesamt: | 376.646,65 € | 9,59 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Preis | Preis / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | 0,165 € | 881.000 | 1 | 145.365,00 € | 3,70 | Kostenschätzung |
| 2 | Netzentgelt Leistungspreis (kW) | 116,74 € | 160 | 1 | 18.678,40 € | 0,48 | Preisblatt SH-Netz |
| 3 | Einkauf Strom über PPA (kWh) | 0,060 € | 334.700 | 1 | 20.082,00 € | 0,51 | Kostenschätzung |
| 4 | Einkauf Erdgas (kWh) | 0,071 € | 827.000 | 1 | 58.717,00 € | 1,50 | Kostenschätzung |
| 5 | Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | 1% | - | 1 | 52.987,12 € | 1,35 | AGFW - Kennwerte |
| 6 | Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | 2,50% | - | 1 | 17.270,00 € | 0,44 | VDI 2067 |
| 7 | Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | 3% | - | 1 | 4.365,00 € | 0,11 | VDI 2067 |
| 8 | Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | 1% | - | 1 | 74.777,09 € | 1,90 | Kostenschätzung |
| 9 | Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | 0,30% | - | 1 | 22.433,13 € | 0,57 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | 10% | - | 1 | 41.467,47 € | 1,06 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 11 | Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | -0,067 € | 1.191.386 | 1 | -79.495,56 € | -2,02 | Förderzeitraum 10 Jahre |
| 12 | | | | | 0,00 € | | |

## Eingabeparameter Einnahmen

| | Jährliche Erlöse | | | Gesamt: | 454.720,00 € | 11,58 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Erlös | Erlös / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | 0,14 € | 2.768.000 | 1 | 387.520,00 € | 9,87 | Preisindikation |
| 2 | Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | 600,00 € | 112 | 1 | 67.200,00 € | 1,71 | Preisindikation |
| 3 | | | | | 0,00 € | | |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Gesamtquartier

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Berechnung (Kapitalwert-Methode)

Stand 25.11.2024

| Plan GuV | Heute | Planung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***Erlöse*** | | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***2.648.983*** |
| Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 |
| Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 |
| Restwert am Ende der Projektlaufzeit | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.194.263 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Betriebskosten*** | | -376.647 | -376.647 | -376.647 | -376.647 | -376.647 | -376.647 | -376.647 | -376.647 | -376.647 | -376.647 | -456.142 | -456.142 | -456.142 | -456.142 | -456.142 | -456.142 | -456.142 | -456.142 | -456.142 | -456.142 |
| Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 | -145.365 |
| Netzentgelt Leistungspreis (kW) | | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 | -18.678 |
| Einkauf Strom über PPA (kWh) | | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 | -20.082 |
| Einkauf Erdgas (kWh) | | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 |
| Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 |
| Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 | -17.270 |
| Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 |
| Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 | -74.777 |
| Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 | -22.433 |
| Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 | -41.467 |
| Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | | 79.496 | 79.496 | 79.496 | 79.496 | 79.496 | 79.496 | 79.496 | 79.496 | 79.496 | 79.496 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBITDA** | | **78.073** | **78.073** | **78.073** | **78.073** | **78.073** | **78.073** | **78.073** | **78.073** | **78.073** | **78.073** | **-1.422** | **-1.422** | **-1.422** | **-1.422** | **-1.422** | **-1.422** | **-1.422** | **-1.422** | **-1.422** | **2.192.841** |
| Abschreibungen | | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 | -373.885 |
| Rohrleitungen und Erdarbeiten | | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 |
| Netzperipherie und Übergabestation | | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 |
| Großwärmepumpe Schlüsselfertig | | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 | -34.540 |
| Erdgaskessel Schlüsselfertig | | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 |
| Wärmespeicher Schlüsselfertig | | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 | -1.623 |
| Direktleitung PV-Anlage | | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 |
| Planungskosten | | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 | -25.450 |
| Grundstückskosten | | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 |
| Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 | -33.990 |
| leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBIT** | | **-295.812** | **-295.812** | **-295.812** | **-295.812** | **-295.812** | **-295.812** | **-295.812** | **-295.812** | **-295.812** | **-295.812** | **-375.308** | **-375.308** | **-375.308** | **-375.308** | **-375.308** | **-375.308** | **-375.308** | **-375.308** | **-375.308** | **1.818.955** |
| Zinsen & ähnliche Aufwendungen | | -145.434 | -145.434 | -145.434 | -135.739 | -126.043 | -116.348 | -106.652 | -96.956 | -87.261 | -77.565 | -67.869 | -58.174 | -48.478 | -38.783 | -29.087 | -19.391 | -9.696 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | -145.434 | -145.434 | -145.434 | -135.739 | -126.043 | -116.348 | -106.652 | -96.956 | -87.261 | -77.565 | -67.869 | -58.174 | -48.478 | -38.783 | -29.087 | -19.391 | -9.696 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vorsteuerergebnis (EBT)** | | **-441.247** | **-441.247** | **-441.247** | **-431.551** | **-421.855** | **-412.160** | **-402.464** | **-392.768** | **-383.073** | **-373.377** | **-443.177** | **-433.481** | **-423.786** | **-414.090** | **-404.395** | **-394.699** | **-385.003** | **-375.308** | **-375.308** | **1.818.955** |
| Steuern | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Körperschaftssteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gewerbesteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Jahresüberschuss/-fehlbetrag** | | **-441.247** | **-441.247** | **-441.247** | **-431.551** | **-421.855** | **-412.160** | **-402.464** | **-392.768** | **-383.073** | **-373.377** | **-443.177** | **-433.481** | **-423.786** | **-414.090** | **-404.395** | **-394.699** | **-385.003** | **-375.308** | **-375.308** | **1.818.955** |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Gesamtquartier

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| Cashflow Berechnung (indirekt) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abschreibungen | | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 | 373.885 |
| Investitionen | -4.544.825 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | -4.544.825 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ersatzinvestition | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (Projektsicht)** | **-4.544.825** | **-67.361** | **-67.361** | **-67.361** | **-57.665** | **-47.970** | **-38.274** | **-28.579** | **-18.883** | **-9.187** | **508** | **-69.292** | **-59.596** | **-49.900** | **-40.205** | **-30.509** | **-20.813** | **-11.118** | **-1.422** | **-1.422** | **2.192.841** |
| Cashflow (Projektsicht, diskontiert) | -4.544.825 | -64.770 | -62.279 | -59.884 | -49.293 | -39.428 | -30.249 | -21.717 | -13.798 | -6.455 | 343 | -45.011 | -37.223 | -29.969 | -23.217 | -16.941 | -11.112 | -5.708 | -702 | -675 | 1.000.784 |
| Aufnahme Fremdkapital | 3.635.860 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | 3.635.860 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung Fremdkapital | | 0 | 0 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | 0 | 0 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (EK-Sicht)** | **-908.965** | **-67.361** | **-67.361** | **-309.752** | **-300.056** | **-290.360** | **-280.665** | **-270.969** | **-261.274** | **-251.578** | **-241.882** | **-311.682** | **-301.987** | **-292.291** | **-282.595** | **-272.900** | **-263.204** | **-253.509** | **-1.422** | **-1.422** | **2.192.841** |
| Cashflow (EK-Sicht, diskontiert) | -908.965 | -64.770 | -62.279 | -275.368 | -256.489 | -238.655 | -221.814 | -205.914 | -190.910 | -176.755 | -163.407 | -202.463 | -188.620 | -175.542 | -163.192 | -151.532 | -140.527 | -130.144 | -702 | -675 | 1.000.784 |

| Indexierung | Einheit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abzinsung EK-Index | - | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |
| Inflation-Index | - | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,13 | 1,15 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,46 | 1,49 |
| Auslastungsindex - Erlöse | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Auslasungsindex - OPEX | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| Kreditlinie 1 | Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eröffnungsbilanz | €/a | 0 | 0 | 3.635.860 | 3.393.470 | 3.151.079 | 2.908.688 | 2.666.298 | 2.423.907 | 2.181.516 | 1.939.125 | 1.696.735 | 1.454.344 | 1.211.953 | 969.563 | 727.172 | 484.781 | 242.391 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | -145.434 | -145.434 | -145.434 | -135.739 | -126.043 | -116.348 | -106.652 | -96.956 | -87.261 | -77.565 | -67.869 | -58.174 | -48.478 | -38.783 | -29.087 | -19.391 | -9.696 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | 0 | 0 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | 0 | 0 | 3.393.470 | 3.151.079 | 2.908.688 | 2.666.298 | 2.423.907 | 2.181.516 | 1.939.125 | 1.696.735 | 1.454.344 | 1.211.953 | 969.563 | 727.172 | 484.781 | 242.391 | -0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | **-145.434** | **-145.434** | **-387.825** | **-378.129** | **-368.434** | **-358.738** | **-349.043** | **-339.347** | **-329.651** | **-319.956** | **-310.260** | **-300.564** | **-290.869** | **-281.173** | **-271.478** | **-261.782** | **-252.086** | **0** | **0** | **0** |
| Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | 0 | 0 | 3.635.860 | 3.393.470 | 3.151.079 | 2.908.688 | 2.666.298 | 2.423.907 | 2.181.516 | 1.939.125 | 1.696.735 | 1.454.344 | 1.211.953 | 969.563 | 727.172 | 484.781 | 242.391 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | -145.434 | -145.434 | -145.434 | -135.739 | -126.043 | -116.348 | -106.652 | -96.956 | -87.261 | -77.565 | -67.869 | -58.174 | -48.478 | -38.783 | -29.087 | -19.391 | -9.696 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | 0 | 0 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | -242.391 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | 0 | 0 | 3.393.470 | 3.151.079 | 2.908.688 | 2.666.298 | 2.423.907 | 2.181.516 | 1.939.125 | 1.696.735 | 1.454.344 | 1.211.953 | 969.563 | 727.172 | 484.781 | 242.391 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | **-145.434** | **-145.434** | **-387.825** | **-378.129** | **-368.434** | **-358.738** | **-349.043** | **-339.347** | **-329.651** | **-319.956** | **-310.260** | **-300.564** | **-290.869** | **-281.173** | **-271.478** | **-261.782** | **-252.086** | **0** | **0** | **0** |
| Annuitäten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | 0 | 0 | 3.635.860 | 3.454.281 | 3.265.439 | 3.069.044 | 2.864.792 | 2.652.371 | 2.431.452 | 2.201.697 | 1.962.752 | 1.714.248 | 1.455.805 | 1.187.024 | 907.492 | 616.778 | 314.436 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | -145.434 | -145.434 | -145.434 | -138.171 | -130.618 | -122.762 | -114.592 | -106.095 | -97.258 | -88.068 | -78.510 | -68.570 | -58.232 | -47.481 | -36.300 | -24.671 | -12.577 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | 0 | 0 | -181.579 | -188.842 | -196.396 | -204.252 | -212.422 | -220.918 | -229.755 | -238.945 | -248.503 | -258.443 | -268.781 | -279.532 | -290.714 | -302.342 | -314.436 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | 0 | 0 | 3.454.281 | 3.265.439 | 3.069.044 | 2.864.792 | 2.652.371 | 2.431.452 | 2.201.697 | 1.962.752 | 1.714.248 | 1.455.805 | 1.187.024 | 907.492 | 616.778 | 314.436 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Annuität** | **€/a** | **-145.434** | **-145.434** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **-327.013** | **0** | **0** | **0** |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Gesamtquartier

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| **Gewerbesteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -441.247 | -441.247 | -441.247 | -431.551 | -421.855 | -412.160 | -402.464 | -392.768 | -383.073 | -373.377 | -443.177 | -433.481 | -423.786 | -414.090 | -404.395 | -394.699 | -385.003 | -375.308 | -375.308 | 1.818.955 |
| Hinzurechnungen | €/a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -441.200 | -882.400 | -1.323.600 | -1.755.100 | -2.176.900 | -2.589.000 | -2.991.400 | -3.384.100 | -3.767.100 | -4.140.400 | -4.583.500 | -5.016.900 | -5.440.600 | -5.854.600 | -6.258.900 | -6.653.500 | -7.038.500 | -7.413.800 | -7.789.100 |
| Gewerbeertrag | €/a | | -441.200 | -882.400 | -1.323.600 | -1.755.100 | -2.176.900 | -2.589.000 | -2.991.400 | -3.384.100 | -3.767.100 | -4.140.400 | -4.583.500 | -5.016.900 | -5.440.600 | -5.854.600 | -6.258.900 | -6.653.500 | -7.038.500 | -7.413.800 | -7.789.100 | -5.970.100 |
| **Abzuführende GwSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Körperschaftssteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -441.247 | -441.247 | -441.247 | -431.551 | -421.855 | -412.160 | -402.464 | -392.768 | -383.073 | -373.377 | -443.177 | -433.481 | -423.786 | -414.090 | -404.395 | -394.699 | -385.003 | -375.308 | -375.308 | 1.818.955 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -441.247 | -882.493 | -1.323.740 | -1.755.290 | -2.177.146 | -2.589.305 | -2.991.769 | -3.384.538 | -3.767.610 | -4.140.988 | -4.584.165 | -5.017.646 | -5.441.432 | -5.855.522 | -6.259.916 | -6.654.615 | -7.039.619 | -7.414.926 | -7.790.234 |
| Ertrag Körperschaftssteuer | €/a | | -441.247 | -882.493 | -1.323.740 | -1.755.290 | -2.177.146 | -2.589.305 | -2.991.769 | -3.384.538 | -3.767.610 | -4.140.988 | -4.584.165 | -5.017.646 | -5.441.432 | -5.855.522 | -6.259.916 | -6.654.615 | -7.039.619 | -7.414.926 | -7.790.234 | -5.971.279 |
| **Abzuführende KSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Operativer Cashflow (CFADS)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 78.073 | 78.073 | 78.073 | 78.073 | 78.073 | 78.073 | 78.073 | 78.073 | 78.073 | 78.073 | -1.422 | -1.422 | -1.422 | -1.422 | -1.422 | -1.422 | -1.422 | -1.422 | -1.422 | 2.192.841 |

| **Berechnung DSCR** | Forderung Bank | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | # | # | # |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DSCR | - | | 0,54 | 0,54 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | -0,01 | # | # | # |
| ADSCR | - | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| **Berechnung der dynamischen PBT** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cashflow (Projekt) | -4.544.825 | | -67.361 | -67.361 | -67.361 | -57.665 | -47.970 | -38.274 | -28.579 | -18.883 | -9.187 | 508 | -69.292 | -59.596 | -49.900 | -40.205 | -30.509 | -20.813 | -11.118 | -1.422 | -1.422 | 2.192.841 |
| Kumulierter Cashflow (Projekt, diskontiert) | -4.544.825 | | -4.609.596 | -4.671.875 | -4.731.758 | -4.781.051 | -4.820.479 | -4.850.727 | -4.872.445 | -4.886.242 | -4.892.697 | -4.892.354 | -4.937.364 | -4.974.588 | -5.004.557 | -5.027.774 | -5.044.714 | -5.055.827 | -5.061.535 | -5.062.237 | -5.062.912 | -4.062.128 |
| Dyn. Amortisation (interpoliert) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hilfslinie | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| **Kennzahlen (Projektebene)** | |
|---|---|
| Kapitalwert | -4.062.128 |
| Interner Zinsfuß | -4,54% |
| Amortisationsdauer dyn. | #NV |
| Mittlerer Schuldendienst-deckungsgrad | 0,17 |
| LCOH | 17,05 ct |

| **Berechnung Wärmegestehungskosten Kapitalwertmethode** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Realer Kalkulatorischer Zinssatz | 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwert, diskontiert | 1.001.433 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diskontierte Betriebskosten | | 362.160 | 348.231 | 334.837 | 321.959 | 309.576 | 297.669 | 286.220 | 275.212 | 264.627 | 254.449 | 296.301 | 284.905 | 273.947 | 263.411 | 253.280 | 243.538 | 234.171 | 225.165 | 216.504 | 208.177 |
| Diskontierter Ertrag | | 3.775.000 | 3.629.808 | 3.490.200 | 3.355.961 | 3.226.886 | 3.102.775 | 2.983.437 | 2.868.690 | 2.758.356 | 2.652.265 | 2.550.255 | 2.452.168 | 2.357.854 | 2.267.167 | 2.179.968 | 2.096.123 | 2.015.503 | 1.937.984 | 1.863.446 | 1.791.775 |

# WiBe - Szenario 1b Luftwärmepumpe mit PV - Gesamtquartier

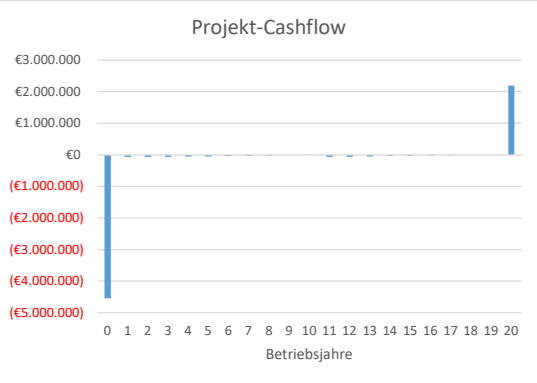
## Kennzahlen & Diagramme

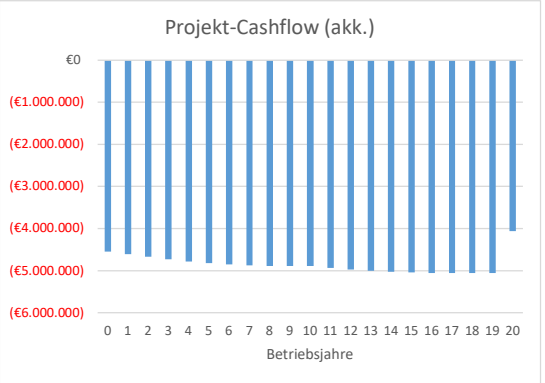
Stand 25.11.2024

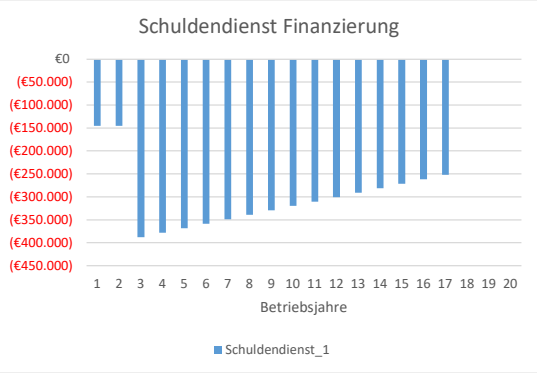
| Wirtschaftliche Kennzahlen Mit Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -4.062.127,71 € |
| Interner Zinsfuß | -4,5380% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,17 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 17,05 ct |

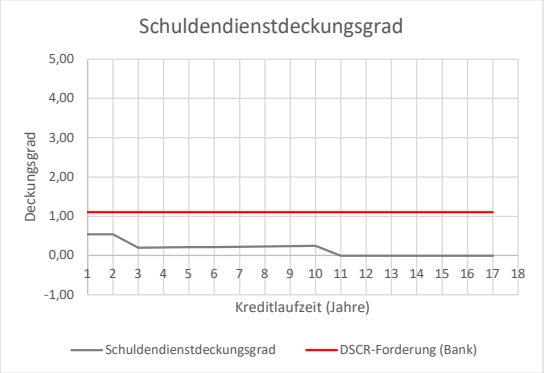
| Wirtschaftliche Kennzahlen Ohne Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -12.998.497,85 € |
| Interner Zinsfuß | #ZAHL! |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | -0,62 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 24,86 ct |

| Projektübersicht | |
|---|---|
| Investitionskosten Gesamt ohne Förderung | 7.477.708,95 € |
| Fördersumme Gesamt | 2.932.883,58 € |
| Jährliche Betriebskosten | 376.646,65 € |
| Jährliche Erlöse | 454.720,00 € |



# Anlage 5 Gewässerwärmepumpe

# (Szenario 2 mit PV – Dorfkern)

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Eingabe der projektbezogenen Berechnungsparameter

Stand 25.11.2024

| Allgemeines | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Projekt: | Wärmeplanung Mühbrook | - |
| Kunde: | Zeiten°Grad | - |
| Unternehmensform: | GmbH | |
| Straße/Nr.: | | - |
| PLZ: | 24582 | - |
| Ort: | Mühbrook | - |
| | | |
| Outputmenge Wärme | 3.093.000 | kWh |
| Geplante Inbetriebname: | 01.06.2027 | - |
| Projektlaufzeit (Jahre) | 20 | Jahre |

| Berechnungsparameter | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| **Indexierung** | | |
| Kalkulationszins | 4,0% | - |
| Inflation | 2,0% | - |
| **Kreditlinie 1 (Bank)** | | |
| Anteil-Fremdkapital | 80% | - |
| Anteil-Eigenkapital | 20% | - |
| Tilgungsart | Raten | - |
| Kreditlaufzeit | 17 | Jahre |
| Tilgungsfreie Anlaufjahre | 1 | Jahre |
| Zinsen | 4,00% | - |
| **Steuersätze** | | |
| Hebesatz (GwSt.) | 330% | - |
| Messzahl (GwSt.) | 3,5% | - |
| Steuersatz_GwSt. | 12% | - |
| Freibetrag (GwSt.) | 0 | € |
| Körperschaftsteuer | 15,825% | - |

| Projektspezifische Angaben | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Gesamtlänge Wärmenetz | 4.948 | m |
| Leistung Gewässerwärmepumpe | 321 | $kW_{th}$ |
| COP Gewässerwärmepumpe (Mittelwert) | 2,70 | - |
| Leistung Erdgaskessel | 825 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Erdgaskessel | 0,95 | |
| Volumen Wärmespeicher | 34,30 | m³ |
| Maximaler Leistungsbedarf Stromnetz | 131,00 | kW |
| Anzahl angeschlossene Gebäude | 92 | - |

| Auslastungsfaktoren | | |
|---|---|---|
| **Jahr** | **Betriebskosten** | **Erlöse** |
| 1 | 100% | 100% |
| 2 | 100% | 100% |
| 3 | 100% | 100% |
| 4 | 100% | 100% |
| 5 | 100% | 100% |
| 6 | 100% | 100% |
| 7 | 100% | 100% |
| 8 | 100% | 100% |
| 9 | 100% | 100% |
| 10 | 100% | 100% |
| 11 | 100% | 100% |
| 12 | 100% | 100% |
| 13 | 100% | 100% |
| 14 | 100% | 100% |
| 15 | 100% | 100% |
| 16 | 100% | 100% |
| 17 | 100% | 100% |
| 18 | 100% | 100% |
| 19 | 100% | 100% |
| 20 | 100% | 100% |

## Eingabeparameter Ausgaben

Stand 25.11.2024

| | Investitionskosten (nach Förderung) | | | | Gesamt: | 3.612.025,47 € | 5,84 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Kreditlinie 1: | 3.612.025,47 € | 5,84 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 2: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 3: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| **Lfd. Nr.** | **Status** | **Position** | **Kreditlinie** | **AfA (Jahre)** | **Förderhinweis** | **Preis** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Ein | Rohrleitungen und Erdarbeiten | Kredit_1 | 20 | BEW | 3.889.128,00 € | 6,29 | Kostenschätzung |
| 2 | Ein | Netzperipherie und Übergabestation | Kredit_1 | 20 | BEW | 340.000,00 € | 0,55 | Kostenschätzung |
| 3 | Ein | Großwärmepumpe Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | BEW | 481.500,00 € | 0,78 | Kostenschätzung |
| 4 | Ein | Erdgaskessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 123.750,00 € | 0,20 | Kostenschätzung |
| 5 | Ein | Wärmespeicher Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | BEW | 18.865,00 € | 0,03 | Kostenschätzung |
| 6 | Ein | Direktleitung PV-Anlage | Kredit_1 | 20 | BEW | 68.250,00 € | 0,11 | Kostenschätzung |
| 7 | Ein | Planungskosten | Kredit_1 | 20 | BEW | 423.072,86 € | 0,68 | HOAI (50 % aller Leistungsphasen) |
| 8 | Ein | Grundstückskosten | Kredit_1 | 20 | BEW | 53.200,00 € | 0,09 | Kostenschätzung |
| 9 | Ein | Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | Kredit_1 | 20 | BEW | 539.776,59 € | 0,87 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Aus | | | | | | | |
| | **Zwischensumme** | | | | | **5.937.542,44 €** | **9,60** | |

| | Förderung | | | Gesamt: | 2.325.516,98 € | 3,76 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Angaben zur Förderquelle** | **Kreditlinie** | **Satz** | **Investition** | **Förderbeträge** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) | Kredit_1 | 40,00% | 5.813.792,44 € | 2.325.516,98 € | 3,76 | BEW-Merkblatt |
| 2 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |
| 3 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Dorfkern

| | Jährliche Betriebskosten | | | Gesamt: | 294.110,37 € | 9,51 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Preis | Preis / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | 0,165 € | 656.000 | 1 | 108.240,00 € | 3,50 | Kostenschätzung |
| 2 | Netzentgelt Leistungspreis (kW) | 116,74 € | 131 | 1 | 15.292,94 € | 0,49 | Preisblatt SH-Netz |
| 3 | Einkauf Strom über PPA (kWh) | 0,060 € | 283.000 | 1 | 16.980,00 € | 0,55 | Kostenschätzung |
| 4 | Einkauf Erdgas (kWh) | 0,071 € | 652.000 | 1 | 46.292,00 € | 1,50 | Kostenschätzung |
| 5 | Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | 1% | - | 1 | 42.291,28 € | 1,37 | AGFW - Kennwerte |
| 6 | Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | 2,50% | - | 1 | 12.037,50 € | 0,39 | VDI 2067 |
| 7 | Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | 3% | - | 1 | 3.712,50 € | 0,12 | VDI 2067 |
| 8 | Personal- und Betriebskosten (1 % der CAPEX) | 1% | - | 1 | 59.375,42 € | 1,92 | Kostenschätzung |
| 9 | Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | 0,30% | - | 1 | 17.812,63 € | 0,58 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | 10% | - | 1 | 32.203,43 € | 1,04 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 11 | Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | -0,065 € | 920.220 | 1 | -60.127,33 € | -1,94 | Förderzeitraum 10 Jahre |
| 12 | | | | | 0,00 € | | |

## Eingabeparameter Einnahmen

| | Jährliche Erlöse | | | Gesamt: | 389.240,00 € | 12,58 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Erlös | Erlös / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | 0,14 € | 2.386.000 | 1 | 334.040,00 € | 10,80 | Preisindikation |
| 2 | Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | 600,00 € | 92 | 1 | 55.200,00 € | 1,78 | Preisindikation |
| 3 | | | | | 0,00 € | | |

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Berechnung (Kapitalwert-Methode)

Stand 25.11.2024

| Plan GuV | *Heute* | *Planung* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***Erlöse*** | | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***1.995.186*** |
| Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 |
| Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 |
| Restwert am Ende der Projektlaufzeit | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.605.946 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Betriebskosten*** | | -294.110 | -294.110 | -294.110 | -294.110 | -294.110 | -294.110 | -294.110 | -294.110 | -294.110 | -294.110 | -354.238 | -354.238 | -354.238 | -354.238 | -354.238 | -354.238 | -354.238 | -354.238 | -354.238 | -354.238 |
| Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 | -108.240 |
| Netzentgelt Leistungspreis (kW) | | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 | -15.293 |
| Einkauf Strom über PPA (kWh) | | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 | -16.980 |
| Einkauf Erdgas (kWh) | | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 | -46.292 |
| Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 |
| Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 | -12.038 |
| Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 |
| Personal- und Betriebskosten (1 % der CAPEX) | | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 | -59.375 |
| Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 | -17.813 |
| Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 | -32.203 |
| Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | | 60.127 | 60.127 | 60.127 | 60.127 | 60.127 | 60.127 | 60.127 | 60.127 | 60.127 | 60.127 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBITDA** | | **95.130** | **95.130** | **95.130** | **95.130** | **95.130** | **95.130** | **95.130** | **95.130** | **95.130** | **95.130** | **35.002** | **35.002** | **35.002** | **35.002** | **35.002** | **35.002** | **35.002** | **35.002** | **35.002** | **1.640.949** |
| Abschreibungen | | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 | -296.877 |
| Rohrleitungen und Erdarbeiten | | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 |
| Netzperipherie und Übergabestation | | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 |
| Großwärmepumpe Schlüsselfertig | | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 | -24.075 |
| Erdgaskessel Schlüsselfertig | | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 |
| Wärmespeicher Schlüsselfertig | | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 | -943 |
| Direktleitung PV-Anlage | | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 |
| Planungskosten | | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 | -21.154 |
| Grundstückskosten | | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 |
| Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 | -26.989 |
| leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBIT** | | **-201.747** | **-201.747** | **-201.747** | **-201.747** | **-201.747** | **-201.747** | **-201.747** | **-201.747** | **-201.747** | **-201.747** | **-261.875** | **-261.875** | **-261.875** | **-261.875** | **-261.875** | **-261.875** | **-261.875** | **-261.875** | **-261.875** | **1.344.072** |
| Zinsen & ähnliche Aufwendungen | | -115.585 | -115.585 | -108.361 | -101.137 | -93.913 | -86.689 | -79.465 | -72.241 | -65.016 | -57.792 | -50.568 | -43.344 | -36.120 | -28.896 | -21.672 | -14.448 | -7.224 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | -115.585 | -115.585 | -108.361 | -101.137 | -93.913 | -86.689 | -79.465 | -72.241 | -65.016 | -57.792 | -50.568 | -43.344 | -36.120 | -28.896 | -21.672 | -14.448 | -7.224 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vorsteuerergebnis (EBT)** | | **-317.332** | **-317.332** | **-310.108** | **-302.884** | **-295.660** | **-288.436** | **-281.212** | **-273.988** | **-266.764** | **-259.540** | **-312.443** | **-305.219** | **-297.995** | **-290.771** | **-283.547** | **-276.323** | **-269.099** | **-261.875** | **-261.875** | **1.344.072** |
| Steuern | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Körperschaftssteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gewerbesteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Jahresüberschuss/-fehlbetrag** | | **-317.332** | **-317.332** | **-310.108** | **-302.884** | **-295.660** | **-288.436** | **-281.212** | **-273.988** | **-266.764** | **-259.540** | **-312.443** | **-305.219** | **-297.995** | **-290.771** | **-283.547** | **-276.323** | **-269.099** | **-261.875** | **-261.875** | **1.344.072** |

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| Cashflow Berechnung (indirekt) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abschreibungen | | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 | 296.877 |
| Investitionen | -3.612.025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | -3.612.025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ersatzinvestition | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (Projektsicht)** | **-3.612.025** | **-20.455** | **-20.455** | **-13.231** | **-6.007** | **1.217** | **8.441** | **15.665** | **22.889** | **30.113** | **37.337** | **-15.566** | **-8.342** | **-1.118** | **6.106** | **13.330** | **20.554** | **27.778** | **35.002** | **35.002** | **1.640.949** |
| Cashflow (Projektsicht, diskontiert) | -3.612.025 | -19.668 | -18.912 | -11.762 | -5.135 | 1.000 | 6.671 | 11.904 | 16.725 | 21.157 | 25.224 | -10.111 | -5.210 | -671 | 3.526 | 7.402 | 10.974 | 14.261 | 17.278 | 16.614 | 748.908 |
| Aufnahme Fremdkapital | 2.889.620 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | 2.889.620 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung Fremdkapital | | 0 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | 0 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (EK-Sicht)** | **-722.405** | **-20.455** | **-201.056** | **-193.832** | **-186.608** | **-179.384** | **-172.160** | **-164.936** | **-157.712** | **-150.488** | **-143.264** | **-196.167** | **-188.943** | **-181.719** | **-174.495** | **-167.271** | **-160.047** | **-152.823** | **35.002** | **35.002** | **1.640.949** |
| Cashflow (EK-Sicht, diskontiert) | -722.405 | -19.668 | -185.888 | -172.316 | -159.514 | -147.441 | -136.061 | -125.338 | -115.239 | -105.731 | -96.784 | -127.427 | -118.013 | -109.136 | -100.767 | -92.880 | -85.450 | -78.455 | 17.278 | 16.614 | 748.908 |

| **Indexierung** | **Einheit** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abzinsung EK-Index | - | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |
| Inflation-Index | - | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,13 | 1,15 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,46 | 1,49 |
| Auslastungsindex - Erlöse | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Auslasungsindex - OPEX | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| **Kreditlinie 1** | Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.889.620 | 2.709.019 | 2.528.418 | 2.347.817 | 2.167.215 | 1.986.614 | 1.806.013 | 1.625.411 | 1.444.810 | 1.264.209 | 1.083.608 | 903.006 | 722.405 | 541.804 | 361.203 | 180.601 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -115.585 | -115.585 | -108.361 | -101.137 | -93.913 | -86.689 | -79.465 | -72.241 | -65.016 | -57.792 | -50.568 | -43.344 | -36.120 | -28.896 | -21.672 | -14.448 | -7.224 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.709.019 | 2.528.418 | 2.347.817 | 2.167.215 | 1.986.614 | 1.806.013 | 1.625.411 | 1.444.810 | 1.264.209 | 1.083.608 | 903.006 | 722.405 | 541.804 | 361.203 | 180.601 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-115.585** | **-296.186** | **-288.962** | **-281.738** | **-274.514** | **-267.290** | **-260.066** | **-252.842** | **-245.618** | **-238.394** | **-231.170** | **-223.946** | **-216.722** | **-209.497** | **-202.273** | **-195.049** | **-187.825** | **0** | **0** | **0** |
| Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.889.620 | 2.709.019 | 2.528.418 | 2.347.817 | 2.167.215 | 1.986.614 | 1.806.013 | 1.625.411 | 1.444.810 | 1.264.209 | 1.083.608 | 903.006 | 722.405 | 541.804 | 361.203 | 180.601 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -115.585 | -115.585 | -108.361 | -101.137 | -93.913 | -86.689 | -79.465 | -72.241 | -65.016 | -57.792 | -50.568 | -43.344 | -36.120 | -28.896 | -21.672 | -14.448 | -7.224 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | -180.601 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.709.019 | 2.528.418 | 2.347.817 | 2.167.215 | 1.986.614 | 1.806.013 | 1.625.411 | 1.444.810 | 1.264.209 | 1.083.608 | 903.006 | 722.405 | 541.804 | 361.203 | 180.601 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-115.585** | **-296.186** | **-288.962** | **-281.738** | **-274.514** | **-267.290** | **-260.066** | **-252.842** | **-245.618** | **-238.394** | **-231.170** | **-223.946** | **-216.722** | **-209.497** | **-202.273** | **-195.049** | **-187.825** | **0** | **0** | **0** |
| Annuitäten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.889.620 | 2.757.218 | 2.619.519 | 2.476.313 | 2.327.378 | 2.172.486 | 2.011.398 | 1.843.867 | 1.669.635 | 1.488.433 | 1.299.983 | 1.103.995 | 900.168 | 688.187 | 467.727 | 238.449 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -115.585 | -115.585 | -110.289 | -104.781 | -99.053 | -93.095 | -86.899 | -80.456 | -73.755 | -66.785 | -59.537 | -51.999 | -44.160 | -36.007 | -27.527 | -18.709 | -9.538 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -132.402 | -137.698 | -143.206 | -148.935 | -154.892 | -161.088 | -167.531 | -174.233 | -181.202 | -188.450 | -195.988 | -203.827 | -211.981 | -220.460 | -229.278 | -238.449 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.757.218 | 2.619.519 | 2.476.313 | 2.327.378 | 2.172.486 | 2.011.398 | 1.843.867 | 1.669.635 | 1.488.433 | 1.299.983 | 1.103.995 | 900.168 | 688.187 | 467.727 | 238.449 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Annuität** | **€/a** | | **-115.585** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **-247.987** | **0** | **0** | **0** |

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| **Gewerbesteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -317.332 | -317.332 | -310.108 | -302.884 | -295.660 | -288.436 | -281.212 | -273.988 | -266.764 | -259.540 | -312.443 | -305.219 | -297.995 | -290.771 | -283.547 | -276.323 | -269.099 | -261.875 | -261.875 | 1.344.072 |
| Hinzurechnungen | €/a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -317.300 | -634.600 | -944.700 | -1.247.500 | -1.543.100 | -1.831.500 | -2.112.700 | -2.386.600 | -2.653.300 | -2.912.800 | -3.225.200 | -3.530.400 | -3.828.300 | -4.119.000 | -4.402.500 | -4.678.800 | -4.947.800 | -5.209.600 | -5.471.400 |
| Gewerbeertrag | €/a | | -317.300 | -634.600 | -944.700 | -1.247.500 | -1.543.100 | -1.831.500 | -2.112.700 | -2.386.600 | -2.653.300 | -2.912.800 | -3.225.200 | -3.530.400 | -3.828.300 | -4.119.000 | -4.402.500 | -4.678.800 | -4.947.800 | -5.209.600 | -5.471.400 | -4.127.300 |
| **Abzuführende GwSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Körperschaftssteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -317.332 | -317.332 | -310.108 | -302.884 | -295.660 | -288.436 | -281.212 | -273.988 | -266.764 | -259.540 | -312.443 | -305.219 | -297.995 | -290.771 | -283.547 | -276.323 | -269.099 | -261.875 | -261.875 | 1.344.072 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -317.332 | -634.665 | -944.773 | -1.247.657 | -1.543.317 | -1.831.753 | -2.112.965 | -2.386.953 | -2.653.717 | -2.913.257 | -3.225.700 | -3.530.920 | -3.828.915 | -4.119.686 | -4.403.233 | -4.679.556 | -4.948.654 | -5.210.529 | -5.472.404 |
| Ertrag Körperschaftssteuer | €/a | | -317.332 | -634.665 | -944.773 | -1.247.657 | -1.543.317 | -1.831.753 | -2.112.965 | -2.386.953 | -2.653.717 | -2.913.257 | -3.225.700 | -3.530.920 | -3.828.915 | -4.119.686 | -4.403.233 | -4.679.556 | -4.948.654 | -5.210.529 | -5.472.404 | -4.128.332 |
| **Abzuführende KSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Operativer Cashflow (CFADS)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 95.130 | 95.130 | 95.130 | 95.130 | 95.130 | 95.130 | 95.130 | 95.130 | 95.130 | 95.130 | 35.002 | 35.002 | 35.002 | 35.002 | 35.002 | 35.002 | 35.002 | 35.002 | 35.002 | 1.640.949 |

| **Berechnung DSCR** | Forderung Bank | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | # | # | # |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DSCR | - | | 0,82 | 0,32 | 0,33 | 0,34 | 0,35 | 0,36 | 0,37 | 0,38 | 0,39 | 0,40 | 0,15 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,19 | # | # | # |
| ADSCR | - | | 0,31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| **Berechnung der dynamischen PBT** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cashflow (Projekt) | -3.612.025 | | -20.455 | -20.455 | -13.231 | -6.007 | 1.217 | 8.441 | 15.665 | 22.889 | 30.113 | 37.337 | -15.566 | -8.342 | -1.118 | 6.106 | 13.330 | 20.554 | 27.778 | 35.002 | 35.002 | 1.640.949 |
| Kumulierter Cashflow (Projekt, diskontiert) | -3.612.025 | | -3.631.694 | -3.650.606 | -3.662.368 | -3.667.503 | -3.666.503 | -3.659.832 | -3.647.928 | -3.631.203 | -3.610.046 | -3.584.822 | -3.594.933 | -3.600.144 | -3.600.815 | -3.597.289 | -3.589.887 | -3.578.913 | -3.564.653 | -3.547.375 | -3.530.761 | -2.781.853 |
| Dyn. Amortisation (interpoliert) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hilfslinie | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| **Kennzahlen (Projektebene)** | |
|---|---|
| Kapitalwert | -2.781.853 |
| Interner Zinsfuß | -3,44% |
| Amortisationsdauer dyn. | #NV |
| Mittlerer Schuldendienst-deckungsgrad | 0,31 |
| LCOH | 17,14 ct |

| **Berechnung Wärmegestehungskosten Kapitalwertmethode** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Realer Kalkulatorischer Zinssatz | 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwert, diskontiert | 732.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diskontierte Betriebskosten | | 282.798 | 271.922 | 261.463 | 251.407 | 241.737 | 232.440 | 223.500 | 214.904 | 206.638 | 198.690 | 230.106 | 221.256 | 212.746 | 204.563 | 196.696 | 189.130 | 181.856 | 174.862 | 168.136 | 161.669 |
| Diskontierter Ertrag | | 2.974.038 | 2.859.652 | 2.749.666 | 2.643.909 | 2.542.221 | 2.444.443 | 2.350.426 | 2.260.025 | 2.173.101 | 2.089.520 | 2.009.154 | 1.931.879 | 1.857.576 | 1.786.130 | 1.717.433 | 1.651.378 | 1.587.863 | 1.526.792 | 1.468.069 | 1.411.605 |

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Dorfkern

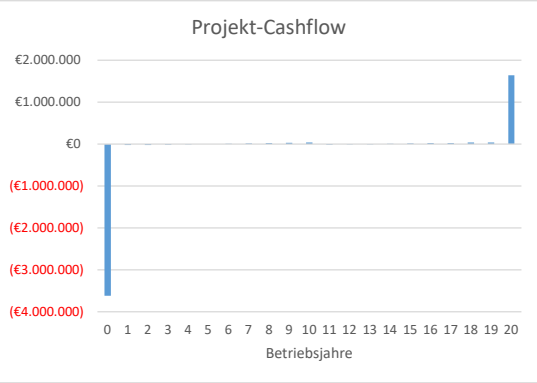
## Kennzahlen & Diagramme

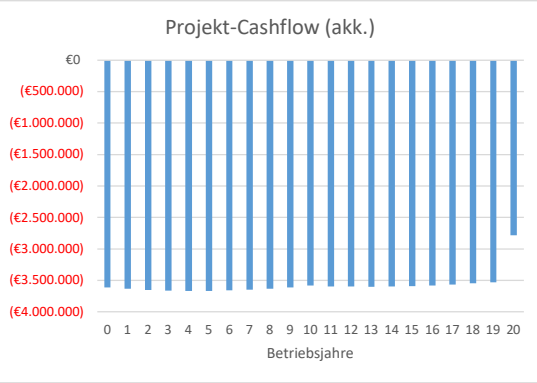
Stand 25.11.2024

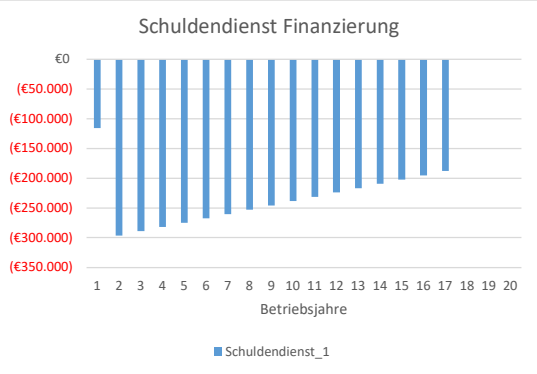
| Wirtschaftliche Kennzahlen (Projektebene) | |
|---|---|
| Kapitalwert | -2.781.853,42 € |
| Interner Zinsfuß | -3,4402% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,31 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 17,14 ct |

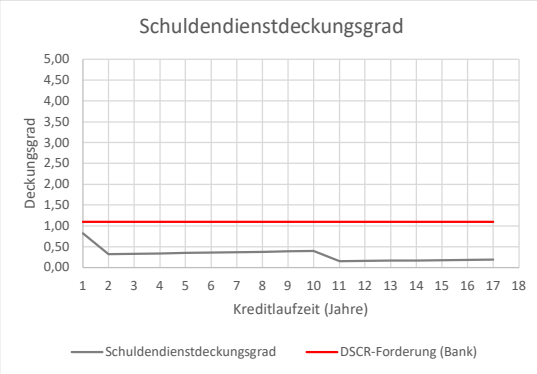
| Wirtschaftliche Kennzahlen (Projektebene) | |
|---|---|
| Kapitalwert | -6.102.355,14 € |
| Interner Zinsfuß | -6,0467% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,07 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 24,96 ct |

| Projektübersicht | |
|---|---|
| Investitionskosten Gesamt ohne Förderung | 5.937.542,44 € |
| Fördersumme Gesamt | 2.325.516,98 € |
| Jährliche Betriebskosten | 294.110,37 € |
| Jährliche Erlöse | 389.240,00 € |



# Anlage 6 Gewässerwärmepumpe

# (Szenario 2 mit PV- Gesamtquartier)

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Gesamtquart

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Eingabe der projektbezogenen Berechnungsparameter

Stand 25.11.2024

| Allgemeines | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Projekt: | Wärmeplanung Mühbrook | - |
| Kunde: | Zeiten°Grad | - |
| Unternehmensform: | GmbH | |
| Straße/Nr.: | | - |
| PLZ: | 24582 | - |
| Ort: | Mühbrook | - |
| | | |
| Outputmenge Wärme | 3.926.000 | kWh |
| Geplante Inbetriebname: | 01.06.2027 | - |
| Projektlaufzeit (Jahre) | 20 | Jahre |

| Berechnungsparameter | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| **Indexierung** | | |
| Kalkulationszins | 4,0% | - |
| Inflation | 2,0% | - |
| **Kreditlinie 1 (Bank)** | | |
| Anteil-Fremdkapital | 80% | - |
| Anteil-Eigenkapital | 20% | - |
| Tilgungsart | Raten | - |
| Kreditlaufzeit | 17 | Jahre |
| Tilgungsfreie Anlaufjahre | 1 | Jahre |
| Zinsen | 4,00% | - |
| **Steuersätze** | | |
| Hebesatz (GwSt.) | 330% | - |
| Messzahl (GwSt.) | 3,5% | - |
| Steuersatz_GwSt. | 12% | - |
| Freibetrag (GwSt.) | 0 | € |
| Körperschaftsteuer | 15,825% | - |

| Projektspezifische Angaben | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Gesamtlänge Wärmenetz | 6.261 | m |
| Leistung Gewässerwärmepumpe | 393 | $kW_{th}$ |
| COP Gewässerwärmepumpe (Mittelwert) | 2,70 | - |
| Leistung Erdgaskessel | 970 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Erdgaskessel | 0,95 | |
| Volumen Wärmespeicher | 27,30 | $m^3$ |
| Maximaler Leistungsbedarf Stromnetz | 163,00 | kW |
| Anzahl angeschlossene Gebäude | 112 | - |

| Auslastungsfaktoren | | |
|---|---|---|
| **Jahr** | **Betriebskosten** | **Erlöse** |
| 1 | 100% | 100% |
| 2 | 100% | 100% |
| 3 | 100% | 100% |
| 4 | 100% | 100% |
| 5 | 100% | 100% |
| 6 | 100% | 100% |
| 7 | 100% | 100% |
| 8 | 100% | 100% |
| 9 | 100% | 100% |
| 10 | 100% | 100% |
| 11 | 100% | 100% |
| 12 | 100% | 100% |
| 13 | 100% | 100% |
| 14 | 100% | 100% |
| 15 | 100% | 100% |
| 16 | 100% | 100% |
| 17 | 100% | 100% |
| 18 | 100% | 100% |
| 19 | 100% | 100% |
| 20 | 100% | 100% |

## Eingabeparameter Ausgaben

Stand 25.11.2024

| | Investitionskosten (nach Förderung) | | | | Gesamt: | 4.461.515,00 € | 5,68 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Kreditlinie 1: | 4.461.515,00 € | 5,68 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 2: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 3: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| **Lfd. Nr.** | **Status** | **Position** | **Kreditlinie** | **AfA (Jahre)** | **Förderhinweis** | **Preis** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Ein | Rohrleitungen und Erdarbeiten | Kredit_1 | 20 | | 4.958.712,00 € | 6,32 | Kostenschätzung |
| 2 | Ein | Netzperipherie und Übergabestation | Kredit_1 | 20 | | 340.000,00 € | 0,43 | Kostenschätzung |
| 3 | Ein | Großwärmepumpe Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 589.500,00 € | 0,75 | Kostenschätzung |
| 4 | Ein | Erdgaskessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 145.500,00 € | 0,19 | Kostenschätzung |
| 5 | Ein | Wärmespeicher Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 15.015,00 € | 0,02 | Kostenschätzung |
| 6 | Ein | Direktleitung PV-Anlage | Kredit_1 | 20 | | 68.250,00 € | 0,09 | Kostenschätzung |
| 7 | Ein | Planungskosten | Kredit_1 | 20 | | 501.512,39 € | 0,64 | HOAI (50 % aller Leistungsphasen) |
| 8 | Ein | Grundstückskosten | Kredit_1 | 20 | | 53.200,00 € | 0,07 | Kostenschätzung |
| 9 | Ein | Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | Kredit_1 | 20 | | 667.168,94 € | 0,85 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Aus | | | | | | | |
| | **Zwischensumme** | | | | | **7.338.858,33 €** | **9,35** | |

| | Förderung | | | Gesamt: | 2.877.343,33 € | 3,66 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Angaben zur Förderquelle** | **Kreditlinie** | **Satz** | **Investition** | **Förderbeträge** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) | Kredit_1 | 40,00% | 7.193.358,33 € | 2.877.343,33 € | 3,66 | BEW-Merkblatt |
| 2 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |
| 3 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |

| | Jährliche Betriebskosten | | | Gesamt: | 373.313,42 € | 9,51 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Preis | Preis / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | 0,165 € | 906.000 | 1 | 149.490,00 € | 3,81 | Kostenschätzung |
| 2 | Netzentgelt Leistungspreis (kW) | 116,74 € | 163 | 1 | 19.028,62 € | 0,48 | Preisblatt SH-Netz |
| 3 | Einkauf Strom über PPA (kWh) | 0,060 € | 295.800 | 1 | 17.748,00 € | 0,45 | Kostenschätzung |
| 4 | Einkauf Erdgas (kWh) | 0,071 € | 827.000 | 1 | 58.717,00 € | 1,50 | Kostenschätzung |
| 5 | Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | 1% | - | 1 | 52.987,12 € | 1,35 | AGFW - Kennwerte |
| 6 | Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | 2,50% | - | 1 | 14.737,50 € | 0,38 | VDI 2067 |
| 7 | Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | 3% | - | 1 | 4.365,00 € | 0,11 | VDI 2067 |
| 8 | Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | 1% | - | 1 | 73.388,58 € | 1,87 | Kostenschätzung |
| 9 | Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | 0,30% | - | 1 | 22.016,57 € | 0,56 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | 10% | - | 1 | 41.247,84 € | 1,05 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 11 | Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | -0,068 | 1.177.764 | 1 | -80.412,82 € | -2,05 | Förderzeitraum 10 Jahre |
| 12 | | | | | 0,00 € | | |

## Eingabeparameter Einnahmen

| | Jährliche Erlöse | | | Gesamt: | 454.720,00 € | 11,58 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Erlös | Erlös / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | 0,14 € | 2.768.000 | 1 | 387.520,00 € | 9,87 | Preisindikation |
| 2 | Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | 600,00 € | 112 | 1 | 67.200,00 € | 1,71 | Preisindikation |
| 3 | | | | | 0,00 € | | |

## Berechnung (Kapitalwert-Methode)

Stand 25.11.2024

| Plan GuV | Heute | Planung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***Erlöse*** | | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***2.648.983*** |
| Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 |
| Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 |
| Restwert am Ende der Projektlaufzeit | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.194.263 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Betriebskosten*** | | -373.313 | -373.313 | -373.313 | -373.313 | -373.313 | -373.313 | -373.313 | -373.313 | -373.313 | -373.313 | -453.726 | -453.726 | -453.726 | -453.726 | -453.726 | -453.726 | -453.726 | -453.726 | -453.726 | -453.726 |
| Einkauf Strom über Netzbezug (kWh) | | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 | -149.490 |
| Netzentgelt Leistungspreis (kW) | | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 | -19.029 |
| Einkauf Strom über PPA (kWh) | | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 | -17.748 |
| Einkauf Erdgas (kWh) | | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 | -58.717 |
| Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 |
| Wartungskosten Wärmepumpe (2,5% d. Investition) | | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 | -14.738 |
| Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 |
| Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 | -73.389 |
| Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 | -22.017 |
| Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 | -41.248 |
| Betriebskostenförderung BEW Wärmepumpe (kWh) | | 80.413 | 80.413 | 80.413 | 80.413 | 80.413 | 80.413 | 80.413 | 80.413 | 80.413 | 80.413 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBITDA** | | **81.407** | **81.407** | **81.407** | **81.407** | **81.407** | **81.407** | **81.407** | **81.407** | **81.407** | **81.407** | **994** | **994** | **994** | **994** | **994** | **994** | **994** | **994** | **994** | **2.195.257** |
| Abschreibungen | | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 | -366.943 |
| Rohrleitungen und Erdarbeiten | | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 |
| Netzperipherie und Übergabestation | | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 |
| Großwärmepumpe Schlüsselfertig | | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 | -29.475 |
| Erdgaskessel Schlüsselfertig | | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 |
| Wärmespeicher Schlüsselfertig | | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 | -751 |
| Direktleitung PV-Anlage | | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 | -3.413 |
| Planungskosten | | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 | -25.076 |
| Grundstückskosten | | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 |
| Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 | -33.358 |
| leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBIT** | | **-285.536** | **-285.536** | **-285.536** | **-285.536** | **-285.536** | **-285.536** | **-285.536** | **-285.536** | **-285.536** | **-285.536** | **-365.949** | **-365.949** | **-365.949** | **-365.949** | **-365.949** | **-365.949** | **-365.949** | **-365.949** | **-365.949** | **1.828.314** |
| Zinsen & ähnliche Aufwendungen | | -142.768 | -142.768 | -133.845 | -124.922 | -115.999 | -107.076 | -98.153 | -89.230 | -80.307 | -71.384 | -62.461 | -53.538 | -44.615 | -35.692 | -26.769 | -17.846 | -8.923 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | -142.768 | -142.768 | -133.845 | -124.922 | -115.999 | -107.076 | -98.153 | -89.230 | -80.307 | -71.384 | -62.461 | -53.538 | -44.615 | -35.692 | -26.769 | -17.846 | -8.923 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vorsteuerergebnis (EBT)** | | **-428.305** | **-428.305** | **-419.382** | **-410.459** | **-401.536** | **-392.613** | **-383.690** | **-374.767** | **-365.844** | **-356.921** | **-428.410** | **-419.487** | **-410.564** | **-401.641** | **-392.718** | **-383.795** | **-374.872** | **-365.949** | **-365.949** | **1.828.314** |
| Steuern | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Körperschaftssteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gewerbesteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Jahresüberschuss/-fehlbetrag** | | **-428.305** | **-428.305** | **-419.382** | **-410.459** | **-401.536** | **-392.613** | **-383.690** | **-374.767** | **-365.844** | **-356.921** | **-428.410** | **-419.487** | **-410.564** | **-401.641** | **-392.718** | **-383.795** | **-374.872** | **-365.949** | **-365.949** | **1.828.314** |

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Gesamtquart

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| **Cashflow Berechnung (indirekt)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abschreibungen | | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 | 366.943 |
| Investitionen | -4.461.515 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | -4.461.515 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ersatzinvestition | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (Projektsicht)** | **-4.461.515** | **-61.362** | **-61.362** | **-52.439** | **-43.516** | **-34.593** | **-25.670** | **-16.747** | **-7.824** | **1.099** | **10.022** | **-61.467** | **-52.544** | **-43.621** | **-34.698** | **-25.775** | **-16.852** | **-7.929** | **994** | **994** | **2.195.257** |
| Cashflow (Projektsicht, diskontiert) | -4.461.515 | -59.002 | -56.733 | -46.618 | -37.198 | -28.433 | -20.287 | -12.726 | -5.717 | 772 | 6.771 | -39.928 | -32.819 | -26.198 | -20.037 | -14.312 | -8.998 | -4.071 | 491 | 472 | 1.001.887 |
| Aufnahme Fremdkapital | 3.569.212 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | 3.569.212 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung Fremdkapital | | 0 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | 0 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (EK-Sicht)** | **-892.303** | **-61.362** | **-284.438** | **-275.515** | **-266.592** | **-257.669** | **-248.746** | **-239.822** | **-230.899** | **-221.976** | **-213.053** | **-284.543** | **-275.620** | **-266.697** | **-257.774** | **-248.851** | **-239.928** | **-231.005** | **994** | **994** | **2.195.257** |
| Cashflow (EK-Sicht, diskontiert) | -892.303 | -59.002 | -262.979 | -244.931 | -227.884 | -211.785 | -196.587 | -182.245 | -168.716 | -155.958 | -143.931 | -184.834 | -172.152 | -160.171 | -148.858 | -138.178 | -128.100 | -118.592 | 491 | 472 | 1.001.887 |

| **Indexierung** | **Einheit** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abzinsung EK-Index | - | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |
| Inflation-Index | - | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,13 | 1,15 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,46 | 1,49 |
| Auslastungsindex - Erlöse | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Auslasungsindex - OPEX | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| **Kreditlinie 1** | Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 3.569.212 | 3.346.136 | 3.123.060 | 2.899.985 | 2.676.909 | 2.453.833 | 2.230.757 | 2.007.682 | 1.784.606 | 1.561.530 | 1.338.454 | 1.115.379 | 892.303 | 669.227 | 446.151 | 223.076 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -142.768 | -142.768 | -133.845 | -124.922 | -115.999 | -107.076 | -98.153 | -89.230 | -80.307 | -71.384 | -62.461 | -53.538 | -44.615 | -35.692 | -26.769 | -17.846 | -8.923 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 3.346.136 | 3.123.060 | 2.899.985 | 2.676.909 | 2.453.833 | 2.230.757 | 2.007.682 | 1.784.606 | 1.561.530 | 1.338.454 | 1.115.379 | 892.303 | 669.227 | 446.151 | 223.076 | -0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-142.768** | **-365.844** | **-356.921** | **-347.998** | **-339.075** | **-330.152** | **-321.229** | **-312.306** | **-303.383** | **-294.460** | **-285.537** | **-276.614** | **-267.691** | **-258.768** | **-249.845** | **-240.922** | **-231.999** | **0** | **0** | **0** |
| Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 3.569.212 | 3.346.136 | 3.123.060 | 2.899.985 | 2.676.909 | 2.453.833 | 2.230.757 | 2.007.682 | 1.784.606 | 1.561.530 | 1.338.454 | 1.115.379 | 892.303 | 669.227 | 446.151 | 223.076 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -142.768 | -142.768 | -133.845 | -124.922 | -115.999 | -107.076 | -98.153 | -89.230 | -80.307 | -71.384 | -62.461 | -53.538 | -44.615 | -35.692 | -26.769 | -17.846 | -8.923 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | -223.076 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 3.346.136 | 3.123.060 | 2.899.985 | 2.676.909 | 2.453.833 | 2.230.757 | 2.007.682 | 1.784.606 | 1.561.530 | 1.338.454 | 1.115.379 | 892.303 | 669.227 | 446.151 | 223.076 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-142.768** | **-365.844** | **-356.921** | **-347.998** | **-339.075** | **-330.152** | **-321.229** | **-312.306** | **-303.383** | **-294.460** | **-285.537** | **-276.614** | **-267.691** | **-258.768** | **-249.845** | **-240.922** | **-231.999** | **0** | **0** | **0** |
| Annuitäten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 3.569.212 | 3.405.671 | 3.235.588 | 3.058.702 | 2.874.740 | 2.683.420 | 2.484.447 | 2.277.515 | 2.062.306 | 1.838.488 | 1.605.718 | 1.363.637 | 1.111.872 | 850.037 | 577.729 | 294.529 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -142.768 | -142.768 | -136.227 | -129.424 | -122.348 | -114.990 | -107.337 | -99.378 | -91.101 | -82.492 | -73.540 | -64.229 | -54.545 | -44.475 | -34.001 | -23.109 | -11.781 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -163.541 | -170.083 | -176.886 | -183.962 | -191.320 | -198.973 | -206.932 | -215.209 | -223.818 | -232.770 | -242.081 | -251.764 | -261.835 | -272.308 | -283.201 | -294.529 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 3.405.671 | 3.235.588 | 3.058.702 | 2.874.740 | 2.683.420 | 2.484.447 | 2.277.515 | 2.062.306 | 1.838.488 | 1.605.718 | 1.363.637 | 1.111.872 | 850.037 | 577.729 | 294.529 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Annuität** | **€/a** | | **-142.768** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **-306.310** | **0** | **0** | **0** |

# WiBe - Szenario 2 Gewässerwärmepumpe mit PV - Gesamtquart

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gewerbesteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EBT | €/a | | -428.305 | -428.305 | -419.382 | -410.459 | -401.536 | -392.613 | -383.690 | -374.767 | -365.844 | -356.921 | -428.410 | -419.487 | -410.564 | -401.641 | -392.718 | -383.795 | -374.872 | -365.949 | -365.949 | 1.828.314 |
| Hinzurechnungen | €/a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -428.300 | -856.600 | -1.275.900 | -1.686.300 | -2.087.800 | -2.480.400 | -2.864.000 | -3.238.700 | -3.604.500 | -3.961.400 | -4.389.800 | -4.809.200 | -5.219.700 | -5.621.300 | -6.014.000 | -6.397.700 | -6.772.500 | -7.138.400 | -7.504.300 |
| Gewerbeertrag | €/a | | -428.300 | -856.600 | -1.275.900 | -1.686.300 | -2.087.800 | -2.480.400 | -2.864.000 | -3.238.700 | -3.604.500 | -3.961.400 | -4.389.800 | -4.809.200 | -5.219.700 | -5.621.300 | -6.014.000 | -6.397.700 | -6.772.500 | -7.138.400 | -7.504.300 | -5.675.900 |
| **Abzuführende GwSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Körperschaftssteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EBT | €/a | | -428.305 | -428.305 | -419.382 | -410.459 | -401.536 | -392.613 | -383.690 | -374.767 | -365.844 | -356.921 | -428.410 | -419.487 | -410.564 | -401.641 | -392.718 | -383.795 | -374.872 | -365.949 | -365.949 | 1.828.314 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -428.305 | -856.610 | -1.275.991 | -1.686.450 | -2.087.986 | -2.480.599 | -2.864.288 | -3.239.055 | -3.604.898 | -3.961.819 | -4.390.229 | -4.809.717 | -5.220.281 | -5.621.922 | -6.014.641 | -6.398.436 | -6.773.308 | -7.139.257 | -7.505.206 |
| Ertrag Körperschaftssteuer | €/a | | -428.305 | -856.610 | -1.275.991 | -1.686.450 | -2.087.986 | -2.480.599 | -2.864.288 | -3.239.055 | -3.604.898 | -3.961.819 | -4.390.229 | -4.809.717 | -5.220.281 | -5.621.922 | -6.014.641 | -6.398.436 | -6.773.308 | -7.139.257 | -7.505.206 | -5.676.892 |
| **Abzuführende KSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| **Operativer Cashflow (CFADS)** | | | 81.407 | 81.407 | 81.407 | 81.407 | 81.407 | 81.407 | 81.407 | 81.407 | 81.407 | 81.407 | 994 | 994 | 994 | 994 | 994 | 994 | 994 | 994 | 994 | 2.195.257 |
| **Berechnung DSCR** | Forderung Bank | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | # | # | # |
| DSCR | - | | 0,57 | 0,22 | 0,23 | 0,23 | 0,24 | 0,25 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | # | # | # |
| ADSCR | - | | 0,17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Berechnung der dynamischen PBT** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cashflow (Projekt) | | -4.461.515 | -61.362 | -61.362 | -52.439 | -43.516 | -34.593 | -25.670 | -16.747 | -7.824 | 1.099 | 10.022 | -61.467 | -52.544 | -43.621 | -34.698 | -25.775 | -16.852 | -7.929 | 994 | 994 | 2.195.257 |
| Kumulierter Cashflow (Projekt, diskontiert) | | -4.461.515 | -4.520.517 | -4.577.249 | -4.623.867 | -4.661.065 | -4.689.498 | -4.709.785 | -4.722.511 | -4.728.228 | -4.727.455 | -4.720.685 | -4.760.613 | -4.793.432 | -4.819.630 | -4.839.667 | -4.853.979 | -4.862.977 | -4.867.047 | -4.866.557 | -4.866.085 | -3.864.199 |
| Dyn. Amortisation (interpoliert) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hilfslinie | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| **Kennzahlen (Projektebene)** | |
|---|---|
| Kapitalwert | -3.864.199 |
| Interner Zinsfuß | -4,24% |
| Amortisationsdauer dyn. | #NV |
| Mittlerer Schuldendienst-deckungsgrad | 0,17 |
| LCOH | 16,82 ct |

| **Berechnung Wärmegestehungskosten Kapitalwertmethode** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Realer Kalkulatorischer Zinssatz | 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwert, diskontiert | 1.001.433 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diskontierte Betriebskosten | | 358.955 | 345.149 | 331.874 | 319.110 | 306.836 | 295.035 | 283.688 | 272.776 | 262.285 | 252.197 | 294.732 | 283.396 | 272.496 | 262.016 | 251.938 | 242.248 | 232.931 | 223.972 | 215.358 | 207.075 |
| Diskontierter Ertrag | | 3.775.000 | 3.629.808 | 3.490.200 | 3.355.961 | 3.226.886 | 3.102.775 | 2.983.437 | 2.868.690 | 2.758.356 | 2.652.265 | 2.550.255 | 2.452.168 | 2.357.854 | 2.267.167 | 2.179.968 | 2.096.123 | 2.015.503 | 1.937.984 | 1.863.446 | 1.791.775 |

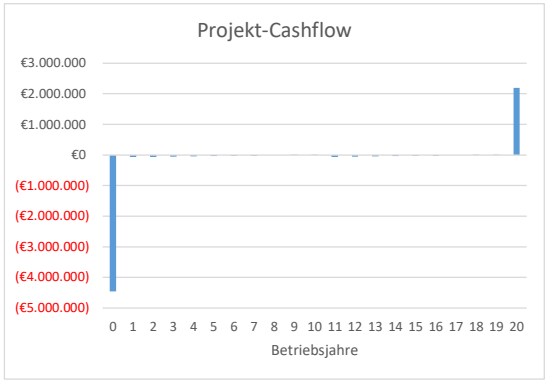
## Kennzahlen & Diagramme

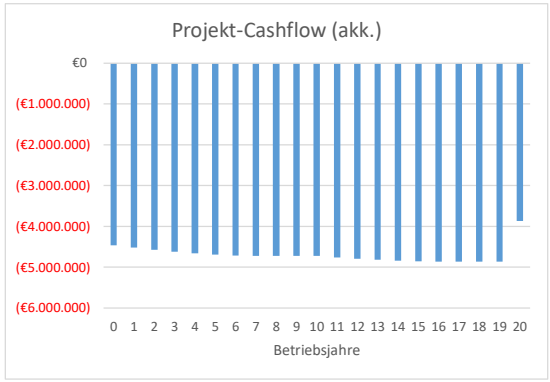
Stand 25.11.2024

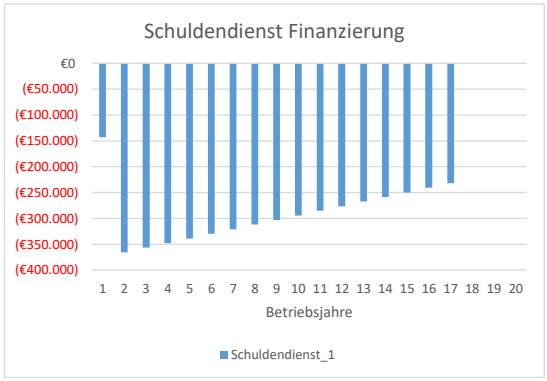
| Wirtschaftliche Kennzahlen Mit Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -3.864.198,66 € |
| Interner Zinsfuß | -4,2382% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,17 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 16,82 ct |

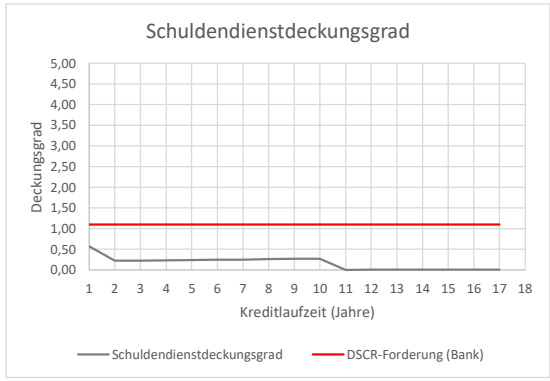
| Wirtschaftliche Kennzahlen Ohne Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -7.973.817,76 € |
| Interner Zinsfuß | -6,4915% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,00 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 24,51 ct |

| Projektübersicht | |
|---|---|
| Investitionskosten Gesamt ohne Förderung | 7.338.858,33 € |
| Fördersumme Gesamt | 2.877.343,33 € |
| Jährliche Betriebskosten | 373.313,42 € |
| Jährliche Erlöse | 454.720,00 € |



# Anlage 7 Holzhackschnitzelkessel

# (Szenario 3 – Dorfkern)

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Dorfkern

## Eingabe der projektbezogenen Berechnungsparameter

Stand 25.11.2024

| Allgemeines | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Projekt: | Wärmeplanung Mühbrook | - |
| Kunde: | Zeiten°Grad | - |
| Unternehmensform: | GmbH | |
| Straße/Nr.: | | - |
| PLZ: | 24582 | - |
| Ort: | Mühbrook | - |
| | | |
| Outputmenge Wärme | 3.093.000 | kWh |
| Geplante Inbetriebname: | 01.06.2027 | - |
| Projektlaufzeit (Jahre) | 20 | Jahre |

| Berechnungsparameter | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| **Indexierung** | | |
| Kalkulationszins | 4,0% | - |
| Inflation | 2,0% | - |
| **Kreditlinie 1 (Bank)** | | |
| Anteil-Fremdkapital | 80% | - |
| Anteil-Eigenkapital | 20% | - |
| Tilgungsart | Raten | - |
| Kreditlaufzeit | 17 | Jahre |
| Tilgungsfreie Anlaufjahre | 1 | Jahre |
| Zinsen | 4,00% | - |
| **Steuersätze** | | |
| Hebesatz (GwSt.) | 330% | - |
| Messzahl (GwSt.) | 3,5% | - |
| Steuersatz_GwSt. | 12% | - |
| Freibetrag (GwSt.) | 0 | € |
| Körperschaftsteuer | 15,825% | - |

| Projektspezifische Angaben | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Gesamtlänge Wärmenetz | 4.948 | m |
| Leistung Biomassekessel | 477 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Biomassekessel | 0,90 | - |
| Leistung Erdgaskessel | 825 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Erdgaskessel | 0,95 | |
| Volumen Wärmespeicher | 7,70 | $m^3$ |
| Anzahl angeschlossene Gebäude | 92 | - |
| Art der Biomasse | Hackschnitzel | - |

| Auslastungsfaktoren | | |
|---|---|---|
| **Jahr** | **Betriebskosten** | **Erlöse** |
| 1 | 100% | 100% |
| 2 | 100% | 100% |
| 3 | 100% | 100% |
| 4 | 100% | 100% |
| 5 | 100% | 100% |
| 6 | 100% | 100% |
| 7 | 100% | 100% |
| 8 | 100% | 100% |
| 9 | 100% | 100% |
| 10 | 100% | 100% |
| 11 | 100% | 100% |
| 12 | 100% | 100% |
| 13 | 100% | 100% |
| 14 | 100% | 100% |
| 15 | 100% | 100% |
| 16 | 100% | 100% |
| 17 | 100% | 100% |
| 18 | 100% | 100% |
| 19 | 100% | 100% |
| 20 | 100% | 100% |

## Eingabeparameter Ausgaben

Stand 25.11.2024

| | Investitionskosten (nach Förderung) | | | | Gesamt: | 3.314.855,21 € | 5,36 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Kreditlinie 1: | 3.314.855,21 € | 5,36 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 2: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 3: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| **Lfd. Nr.** | **Status** | **Position** | **Kreditlinie** | **AfA (Jahre)** | **Förderhinweis** | **Preis** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Ein | Rohrleitungen und Erdarbeiten | Kredit_1 | 20 | | 3.889.128,00 € | 6,29 | Kostenschätzung |
| 2 | Ein | Netzperipherie und Übergabestation | Kredit_1 | 20 | | 340.000,00 € | 0,55 | Kostenschätzung |
| 3 | Ein | Biomassekessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 143.100,00 € | 0,23 | Kostenschätzung |
| 4 | Ein | Erdgaskessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 123.750,00 € | 0,20 | Kostenschätzung |
| 5 | Ein | Wärmespeicher Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 4.235,00 € | 0,01 | Kostenschätzung |
| 6 | Ein | Planungskosten | Kredit_1 | 20 | | 394.094,90 € | 0,64 | HOAI (50 % aller Leistungsphasen) |
| 7 | Ein | Grundstückskosten | Kredit_1 | 20 | | 53.200,00 € | 0,09 | Kostenschätzung |
| 8 | Ein | Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | Kredit_1 | 20 | | 494.750,79 € | 0,80 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 9 | Aus | | | | | | | |
| | **Zwischensumme** | | | | | **5.442.258,69 €** | **8,80** | |

| | Förderung | | | Gesamt: | 2.127.403,48 € | 3,44 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Angaben zur Förderquelle** | **Kreditlinie** | **Satz** | **Investition** | **Förderbeträge** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) | Kredit_1 | 40,00% | 5.318.508,69 € | 2.127.403,48 € | 3,44 | BEW-Merkblatt |
| 2 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |
| 3 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Dorfkern

| | Jährliche Betriebskosten | | | Gesamt: | 332.723,54 € | 10,76 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Preis | Preis / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Einkauf Holzhackschnitzel (kWh) | 0,050 € | 3.323.000 | 1 | 166.150,00 € | 5,37 | Kostenschätzung |
| 2 | Einkauf Erdgas (kWh) | 0,071 € | 108.000 | 1 | 7.668,00 € | 0,25 | Kostenschätzung |
| 3 | Einkauf Strom (kWh) | 0,374 € | 12.700 | 1 | 4.749,80 € | 0,15 | Kostenschätzung |
| 4 | Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | 1% | - | 1 | 42.291,28 € | 1,37 | AGFW - Kennwerte |
| 5 | Wartungskosten Biomassekessel (3 % d. Investition) | 3,00% | - | 1 | 4.293,00 € | 0,14 | VDI 2067 |
| 6 | Sonstige Betriebskosten Biomassekessel (2 % d. Investition) | 2,00% | - | 1 | 2.862,00 € | 0,09 | Kostenschätzung |
| 7 | Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | 3% | - | 1 | 3.712,50 € | 0,12 | VDI 2067 |
| 8 | Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | 1% | - | 1 | 54.422,59 € | 1,76 | Kostenschätzung |
| 9 | Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | 0,30% | - | 1 | 16.326,78 € | 0,53 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | 10% | - | 1 | 30.247,59 € | 0,98 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 11 | | | | | 0,00 € | | |

## Eingabeparameter Einnahmen

| | Jährliche Erlöse | | | Gesamt: | 389.240,00 € | 12,58 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Erlös | Erlös / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | 0,14 € | 2.386.000 | 1 | 334.040,00 € | 10,80 | Preisindikation |
| 2 | Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | 600,00 € | 92 | 1 | 55.200,00 € | 1,78 | Preisindikation |
| 3 | | | | | 0,00 € | | |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Berechnung (Kapitalwert-Methode)

Stand 25.11.2024

| Plan GuV | Heute | Planung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***Erlöse*** | | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***389.240*** | ***1.995.186*** |
| Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 | 334.040 |
| Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 | 55.200 |
| Restwert am Ende der Projektlaufzeit | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.605.946 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Betriebskosten*** | | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 | -332.724 |
| Einkauf Holzhackschnitzel (kWh) | | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 | -166.150 |
| Einkauf Erdgas (kWh) | | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 | -7.668 |
| Einkauf Strom (kWh) | | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 | -4.750 |
| Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 | -42.291 |
| Wartungskosten Biomassekessel (3 % d. Investition) | | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 | -4.293 |
| Sonstige Betriebskosten Biomassekessel (2 % d. Investition) | | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 | -2.862 |
| Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 | -3.713 |
| Personal- und Betriebskosten (1 % d. CAPEX) | | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 | -54.423 |
| Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 | -16.327 |
| Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 | -30.248 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBITDA** | | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **56.516** | **1.662.463** |
| Abschreibungen | | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 | -272.113 |
| Rohrleitungen und Erdarbeiten | | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 | -194.456 |
| Netzperipherie und Übergabestation | | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 |
| Biomassekessel Schlüsselfertig | | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 | -7.155 |
| Erdgaskessel Schlüsselfertig | | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 | -6.188 |
| Wärmespeicher Schlüsselfertig | | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 | -212 |
| Planungskosten | | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 | -19.705 |
| Grundstückskosten | | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 |
| Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 | -24.738 |
| leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBIT** | | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **-215.596** | **1.390.350** |
| Zinsen & ähnliche Aufwendungen | | -106.075 | -106.075 | -99.446 | -92.816 | -86.186 | -79.557 | -72.927 | -66.297 | -59.667 | -53.038 | -46.408 | -39.778 | -33.149 | -26.519 | -19.889 | -13.259 | -6.630 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | -106.075 | -106.075 | -99.446 | -92.816 | -86.186 | -79.557 | -72.927 | -66.297 | -59.667 | -53.038 | -46.408 | -39.778 | -33.149 | -26.519 | -19.889 | -13.259 | -6.630 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vorsteuerergebnis (EBT)** | | **-321.672** | **-321.672** | **-315.042** | **-308.412** | **-301.783** | **-295.153** | **-288.523** | **-281.894** | **-275.264** | **-268.634** | **-262.004** | **-255.375** | **-248.745** | **-242.115** | **-235.486** | **-228.856** | **-222.226** | **-215.596** | **-215.596** | **1.390.350** |
| Steuern | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Körperschaftssteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gewerbesteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Jahresüberschuss/-fehlbetrag** | | **-321.672** | **-321.672** | **-315.042** | **-308.412** | **-301.783** | **-295.153** | **-288.523** | **-281.894** | **-275.264** | **-268.634** | **-262.004** | **-255.375** | **-248.745** | **-242.115** | **-235.486** | **-228.856** | **-222.226** | **-215.596** | **-215.596** | **1.390.350** |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| Cashflow Berechnung (indirekt) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abschreibungen | | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 | 272.113 |
| Investitionen | -3.314.855 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | -3.314.855 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ersatzinvestition | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (Projektsicht)** | **-3.314.855** | **-49.559** | **-49.559** | **-42.929** | **-36.299** | **-29.670** | **-23.040** | **-16.410** | **-9.781** | **-3.151** | **3.479** | **10.108** | **16.738** | **23.368** | **29.998** | **36.627** | **43.257** | **49.887** | **56.516** | **56.516** | **1.662.463** |
| Cashflow (Projektsicht, diskontiert) | -3.314.855 | -47.653 | -45.820 | -38.164 | -31.029 | -24.386 | -18.209 | -12.471 | -7.147 | -2.214 | 2.350 | 6.566 | 10.455 | 14.034 | 17.323 | 20.338 | 23.095 | 25.611 | 27.898 | 26.825 | 758.726 |
| Aufnahme Fremdkapital | 2.651.884 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | 2.651.884 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung Fremdkapital | | 0 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | 0 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (EK-Sicht)** | **-662.971** | **-49.559** | **-215.302** | **-208.672** | **-202.042** | **-195.413** | **-188.783** | **-182.153** | **-175.523** | **-168.894** | **-162.264** | **-155.634** | **-149.005** | **-142.375** | **-135.745** | **-129.115** | **-122.486** | **-115.856** | **56.516** | **56.516** | **1.662.463** |
| Cashflow (EK-Sicht, diskontiert) | -662.971 | -47.653 | -199.058 | -185.509 | -172.707 | -160.615 | -149.198 | -138.421 | -128.253 | -118.662 | -109.620 | -101.097 | -93.068 | -85.507 | -78.389 | -71.693 | -65.396 | -59.477 | 27.898 | 26.825 | 758.726 |

| Indexierung | Einheit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abzinsung EK-Index | - | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |
| Inflation-Index | - | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,13 | 1,15 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,46 | 1,49 |
| Auslastungsindex - Erlöse | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Auslasungsindex - OPEX | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| Kreditlinie 1 | Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.651.884 | 2.486.141 | 2.320.399 | 2.154.656 | 1.988.913 | 1.823.170 | 1.657.428 | 1.491.685 | 1.325.942 | 1.160.199 | 994.457 | 828.714 | 662.971 | 497.228 | 331.486 | 165.743 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -106.075 | -106.075 | -99.446 | -92.816 | -86.186 | -79.557 | -72.927 | -66.297 | -59.667 | -53.038 | -46.408 | -39.778 | -33.149 | -26.519 | -19.889 | -13.259 | -6.630 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.486.141 | 2.320.399 | 2.154.656 | 1.988.913 | 1.823.170 | 1.657.428 | 1.491.685 | 1.325.942 | 1.160.199 | 994.457 | 828.714 | 662.971 | 497.228 | 331.486 | 165.743 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-106.075** | **-271.818** | **-265.188** | **-258.559** | **-251.929** | **-245.299** | **-238.670** | **-232.040** | **-225.410** | **-218.780** | **-212.151** | **-205.521** | **-198.891** | **-192.262** | **-185.632** | **-179.002** | **-172.372** | **0** | **0** | **0** |
| Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.651.884 | 2.486.141 | 2.320.399 | 2.154.656 | 1.988.913 | 1.823.170 | 1.657.428 | 1.491.685 | 1.325.942 | 1.160.199 | 994.457 | 828.714 | 662.971 | 497.228 | 331.486 | 165.743 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -106.075 | -106.075 | -99.446 | -92.816 | -86.186 | -79.557 | -72.927 | -66.297 | -59.667 | -53.038 | -46.408 | -39.778 | -33.149 | -26.519 | -19.889 | -13.259 | -6.630 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | -165.743 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.486.141 | 2.320.399 | 2.154.656 | 1.988.913 | 1.823.170 | 1.657.428 | 1.491.685 | 1.325.942 | 1.160.199 | 994.457 | 828.714 | 662.971 | 497.228 | 331.486 | 165.743 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-106.075** | **-271.818** | **-265.188** | **-258.559** | **-251.929** | **-245.299** | **-238.670** | **-232.040** | **-225.410** | **-218.780** | **-212.151** | **-205.521** | **-198.891** | **-192.262** | **-185.632** | **-179.002** | **-172.372** | **0** | **0** | **0** |
| Annuitäten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 2.651.884 | 2.530.375 | 2.404.005 | 2.272.581 | 2.135.899 | 1.993.750 | 1.845.916 | 1.692.168 | 1.532.270 | 1.365.976 | 1.193.030 | 1.013.167 | 826.109 | 631.568 | 429.246 | 218.831 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -106.075 | -106.075 | -101.215 | -96.160 | -90.903 | -85.436 | -79.750 | -73.837 | -67.687 | -61.291 | -54.639 | -47.721 | -40.527 | -33.044 | -25.263 | -17.170 | -8.753 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -121.509 | -126.370 | -131.424 | -136.681 | -142.149 | -147.835 | -153.748 | -159.898 | -166.294 | -172.946 | -179.863 | -187.058 | -194.540 | -202.322 | -210.415 | -218.831 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 2.530.375 | 2.404.005 | 2.272.581 | 2.135.899 | 1.993.750 | 1.845.916 | 1.692.168 | 1.532.270 | 1.365.976 | 1.193.030 | 1.013.167 | 826.109 | 631.568 | 429.246 | 218.831 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Annuität** | **€/a** | | **-106.075** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **-227.585** | **0** | **0** | **0** |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Dorfkern

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| **Gewerbesteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -321.672 | -321.672 | -315.042 | -308.412 | -301.783 | -295.153 | -288.523 | -281.894 | -275.264 | -268.634 | -262.004 | -255.375 | -248.745 | -242.115 | -235.486 | -228.856 | -222.226 | -215.596 | -215.596 | 1.390.350 |
| Hinzurechnungen | €/a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -321.600 | -643.200 | -958.200 | -1.266.600 | -1.568.300 | -1.863.400 | -2.151.900 | -2.433.700 | -2.708.900 | -2.977.500 | -3.239.500 | -3.494.800 | -3.743.500 | -3.985.600 | -4.221.000 | -4.449.800 | -4.672.000 | -4.887.500 | -5.103.000 |
| Gewerbeertrag | €/a | | -321.600 | -643.200 | -958.200 | -1.266.600 | -1.568.300 | -1.863.400 | -2.151.900 | -2.433.700 | -2.708.900 | -2.977.500 | -3.239.500 | -3.494.800 | -3.743.500 | -3.985.600 | -4.221.000 | -4.449.800 | -4.672.000 | -4.887.500 | -5.103.000 | -3.712.600 |
| **Abzuführende GwSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Körperschaftssteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EBT | €/a | | -321.672 | -321.672 | -315.042 | -308.412 | -301.783 | -295.153 | -288.523 | -281.894 | -275.264 | -268.634 | -262.004 | -255.375 | -248.745 | -242.115 | -235.486 | -228.856 | -222.226 | -215.596 | -215.596 | 1.390.350 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -321.672 | -643.344 | -958.386 | -1.266.798 | -1.568.581 | -1.863.734 | -2.152.257 | -2.434.151 | -2.709.415 | -2.978.049 | -3.240.053 | -3.495.428 | -3.744.173 | -3.986.288 | -4.221.774 | -4.450.630 | -4.672.856 | -4.888.452 | -5.104.049 |
| Ertrag Körperschaftssteuer | €/a | | -321.672 | -643.344 | -958.386 | -1.266.798 | -1.568.581 | -1.863.734 | -2.152.257 | -2.434.151 | -2.709.415 | -2.978.049 | -3.240.053 | -3.495.428 | -3.744.173 | -3.986.288 | -4.221.774 | -4.450.630 | -4.672.856 | -4.888.452 | -5.104.049 | -3.713.699 |
| **Abzuführende KSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| **Operativer Cashflow (CFADS)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 56.516 | 1.662.463 |

| **Berechnung DSCR** | Forderung Bank | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | # | # | # |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DSCR | - | | 0,53 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,27 | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,32 | 0,33 | # | # | # |
| ADSCR | - | | 0,28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| **Berechnung der dynamischen PBT** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cashflow (Projekt) | -3.314.855 | -49.559 | -49.559 | -42.929 | -36.299 | -29.670 | -23.040 | -16.410 | -9.781 | -3.151 | 3.479 | 10.108 | 16.738 | 23.368 | 29.998 | 36.627 | 43.257 | 49.887 | 56.516 | 56.516 | 1.662.463 |
| Kumulierter Cashflow (Projekt, diskontiert) | -3.314.855 | -3.362.508 | -3.408.328 | -3.446.492 | -3.477.521 | -3.501.907 | -3.520.116 | -3.532.587 | -3.539.733 | -3.541.947 | -3.539.597 | -3.533.031 | -3.522.576 | -3.508.542 | -3.491.219 | -3.470.881 | -3.447.786 | -3.422.175 | -3.394.277 | -3.367.452 | -2.608.726 |
| Dyn. Amortisation (interpoliert) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hilfslinie | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| **Kennzahlen (Projektebene)** | |
|---|---|
| Kapitalwert | -2.608.726 |
| Interner Zinsfuß | -3,02% |
| Amortisationsdauer dyn. | #NV |
| Mittlerer Schuldendienst-deckungsgrad | 0,28 |
| LCOH | 16,90 ct |

| **Berechnung Wärmegestehungskosten Kapitalwertmethode** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Realer Kalkulatorischer Zinssatz | 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwert, diskontiert | 732.933 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diskontierte Betriebskosten | | 319.926 | 307.622 | 295.790 | 284.413 | 273.474 | 262.956 | 252.843 | 243.118 | 233.767 | 224.776 | 216.131 | 207.818 | 199.825 | 192.140 | 184.750 | 177.644 | 170.811 | 164.242 | 157.925 | 151.851 |
| Diskontierter Ertrag | | 2.974.038 | 2.859.652 | 2.749.666 | 2.643.909 | 2.542.221 | 2.444.443 | 2.350.426 | 2.260.025 | 2.173.101 | 2.089.520 | 2.009.154 | 1.931.879 | 1.857.576 | 1.786.130 | 1.717.433 | 1.651.378 | 1.587.863 | 1.526.792 | 1.468.069 | 1.411.605 |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Dorfkern

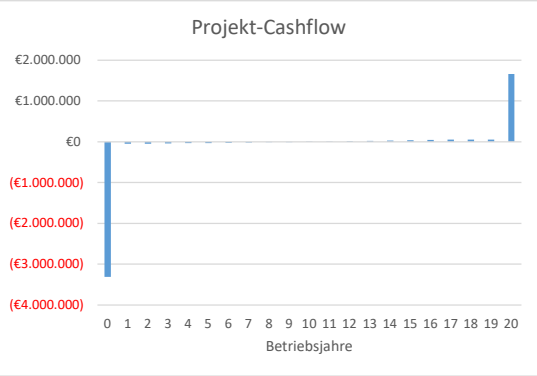
## Kennzahlen & Diagramme

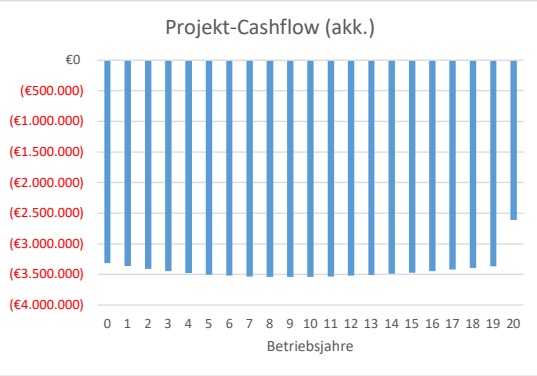
Stand 25.11.2024

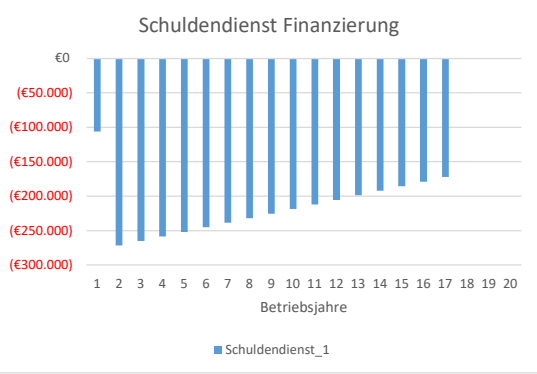
| Wirtschaftliche Kennzahlen Mit Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -2.608.725,71 € |
| Interner Zinsfuß | -3,0203% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,28 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 16,90 ct |

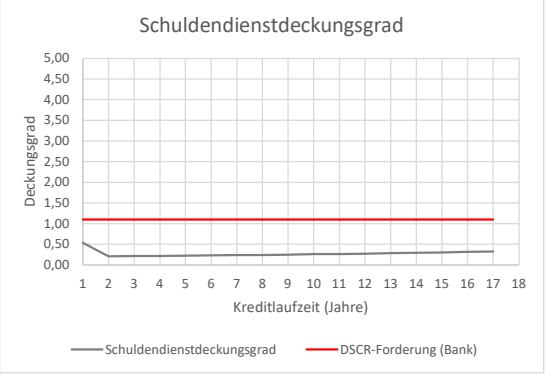
| Wirtschaftliche Kennzahlen Ohne Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -5.227.684,98 € |
| Interner Zinsfuß | -4,9673% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,12 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 22,97 ct |

| Projektübersicht | |
|---|---|
| Investitionskosten Gesamt ohne Förderung | 5.442.258,69 € |
| Fördersumme Gesamt | 2.127.403,48 € |
| Jährliche Betriebskosten | 332.723,54 € |
| Jährliche Erlöse | 389.240,00 € |



# Anlage 8 Holzhackschnitzelkessel

# (Szenario 3 – Gesamtquartier)

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Gesamtquartier

## Eingabe der projektbezogenen Berechnungsparameter

Stand 25.11.2024

| Allgemeines | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Projekt: | Wärmeplanung Mühbrook | - |
| Kunde: | Zeiten°Grad | - |
| Unternehmensform: | GmbH | |
| Straße/Nr.: | | - |
| PLZ: | 24582 | - |
| Ort: | Mühbrook | - |
| | | |
| Outputmenge Wärme | 3.926.000 | kWh |
| Geplante Inbetriebname: | 01.06.2027 | - |
| Projektlaufzeit (Jahre) | 20 | Jahre |

| Berechnungsparameter | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| **Indexierung** | | |
| Kalkulationszins | 4,0% | - |
| Inflation | 2,0% | - |
| **Kreditlinie 1 (Bank)** | | |
| Anteil-Fremdkapital | 80% | - |
| Anteil-Eigenkapital | 20% | - |
| Tilgungsart | Raten | - |
| Kreditlaufzeit | 17 | Jahre |
| Tilgungsfreie Anlaufjahre | 1 | Jahre |
| Zinsen | 4,00% | - |
| **Steuersätze** | | |
| Hebesatz (GwSt.) | 330% | - |
| Messzahl (GwSt.) | 3,5% | - |
| Steuersatz_GwSt. | 12% | - |
| Freibetrag (GwSt.) | 0 | € |
| Körperschaftsteuer | 15,825% | - |

| Projektspezifische Angaben | | |
|---|---|---|
| **Bezeichnung** | **Wert** | **Einheit** |
| Gesamtlänge Wärmenetz | 6.261 | m |
| Leistung Biomassekessel | 582 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Biomassekessel | 0,90 | - |
| Leistung Erdgaskessel | 970 | $kW_{th}$ |
| Wirkungsgrad Erdgaskessel | 0,95 | |
| Volumen Wärmespeicher | 7,60 | $m^3$ |
| Anzahl angeschlossene Gebäude | 112 | - |
| Art der Biomasse | Hackschnitzel | - |

| Auslastungsfaktoren | | |
|---|---|---|
| **Jahr** | **Betriebskosten** | **Erlöse** |
| 1 | 100% | 100% |
| 2 | 100% | 100% |
| 3 | 100% | 100% |
| 4 | 100% | 100% |
| 5 | 100% | 100% |
| 6 | 100% | 100% |
| 7 | 100% | 100% |
| 8 | 100% | 100% |
| 9 | 100% | 100% |
| 10 | 100% | 100% |
| 11 | 100% | 100% |
| 12 | 100% | 100% |
| 13 | 100% | 100% |
| 14 | 100% | 100% |
| 15 | 100% | 100% |
| 16 | 100% | 100% |
| 17 | 100% | 100% |
| 18 | 100% | 100% |
| 19 | 100% | 100% |
| 20 | 100% | 100% |

## Eingabeparameter Ausgaben

Stand 25.11.2024

| | Investitionskosten (nach Förderung) | | | | Gesamt: | 4.114.275,60 € | 5,24 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Kreditlinie 1: | 4.114.275,60 € | 5,24 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 2: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| | | | | | Kreditlinie 3: | 0,00 € | 0 ct/kWh | |
| **Lfd. Nr.** | **Status** | **Position** | **Kreditlinie** | **AfA (Jahre)** | **Förderhinweis** | **Preis** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Ein | Rohrleitungen und Erdarbeiten | Kredit_1 | 20 | BEW | 4.958.712,00 € | 6,32 | Kostenschätzung |
| 2 | Ein | Netzperipherie und Übergabestation | Kredit_1 | 20 | BEW | 340.000,00 € | 0,43 | Kostenschätzung |
| 3 | Ein | Biomassekessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | BEW | 174.600,00 € | 0,22 | Kostenschätzung |
| 4 | Ein | Erdgaskessel Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | | 145.500,00 € | 0,19 | Kostenschätzung |
| 5 | Ein | Wärmespeicher Schlüsselfertig | Kredit_1 | 20 | BEW | 4.180,00 € | 0,01 | Kostenschätzung |
| 6 | Ein | Planungskosten | Kredit_1 | 20 | BEW | 469.377,10 € | 0,60 | HOAI (50 % aller Leistungsphasen) |
| 7 | Ein | Grundstückskosten | Kredit_1 | 20 | BEW | 53.200,00 € | 0,07 | Kostenschätzung |
| 8 | Ein | Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | Kredit_1 | 20 | BEW | 614.556,91 € | 0,78 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 9 | Aus | | | | | | | |
| | **Zwischensumme** | | | | | **6.760.126,01 €** | **8,61** | |

| | Förderung | | | Gesamt: | 2.645.850,40 € | 3,37 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Angaben zur Förderquelle** | **Kreditlinie** | **Satz** | **Investition** | **Förderbeträge** | **Preis / Output (ct/kWh)** | **Bemerkung** |
| 1 | Bundesförderung für Effiziente Wärmenetze (BEW) | Kredit_1 | 40,00% | 6.614.626,01 € | 2.645.850,40 € | 3,37 | BEW-Merkblatt |
| 2 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |
| 3 | | | 0,00% | | 0,00 € | 0,00 | |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Gesamtquartier

| | Jährliche Betriebskosten | | | Gesamt: | 400.066,54 € | 12,93 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Preis | Preis / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Einkauf Holzhackschnitzel (kWh) | 0,050 € | 4.235.000 | 1 | 211.750,00 € | 6,85 | Kostenschätzung |
| 2 | Einkauf Erdgas (kWh) | 0,071 € | 121.000 | 1 | 8.591,00 € | 0,28 | Kostenschätzung |
| 3 | Einkauf Strom (kWh) | 0,365 € | 31.600 | 1 | 11.521,36 € | 0,37 | Kostenschätzung |
| 4 | Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | 1% | - | 1 | 52.987,12 € | 1,71 | AGFW - Kennwerte |
| 5 | Wartungskosten Biomassekessel (3 % d. Investition) | 3,00% | - | 1 | 5.238,00 € | 0,17 | VDI 2067 |
| 6 | Sonstige Betriebskosten Biomassekessel (2 % d. Investition) | 2,00% | - | 1 | 3.492,00 € | 0,11 | Kostenschätzung |
| 7 | Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | 3% | - | 1 | 4.365,00 € | 0,14 | VDI 2067 |
| 8 | Personal- und Betriebskosten (10 % der Erlöse) | 10% | - | 1 | 45.472,00 € | 1,47 | Kostenschätzung |
| 9 | Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | 0,30% | - | 1 | 20.280,38 € | 0,66 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 10 | Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | 10% | - | 1 | 36.369,69 € | 1,18 | Erfahrungsbasierte Annahme |
| 11 | | | | | 0,00 € | | |

## Eingabeparameter Einnahmen

| | Jährliche Erlöse | | | Gesamt: | 454.720,00 € | 11,58 ct/kWh | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lfd. Nr. | Position | Preis / Einheit | Einheiten | Ab Betriebsjahr | Erlös | Erlös / Output (ct/kWh) | Bemerkung |
| 1 | Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | 0,14 € | 2.768.000 | 1 | 387.520,00 € | 9,87 | Preisindikation |
| 2 | Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | 600,00 € | 112 | 1 | 67.200,00 € | 1,71 | Preisindikation |
| 3 | | | | | 0,00 € | | |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Gesamtquartier

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

## Berechnung (Kapitalwert-Methode)

Stand 25.11.2024

| Plan GuV | Heute | Planung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jahr | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***Erlöse*** | | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***454.720*** | ***2.648.983*** |
| Erlöse aus Wärmeverkauf (kWh) | | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 | 387.520 |
| Erlöse aus Grundpreis (Gebäude) | | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 | 67.200 |
| Restwert am Ende der Projektlaufzeit | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.194.263 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Betriebskosten*** | | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 | -400.067 |
| Einkauf Holzhackschnitzel (kWh) | | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 | -211.750 |
| Einkauf Erdgas (kWh) | | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 | -8.591 |
| Einkauf Strom (kWh) | | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 | -11.521 |
| Wartungskosten Wärmenetz (1 % d. Investition) | | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 | -52.987 |
| Wartungskosten Biomassekessel (3 % d. Investition) | | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 | -5.238 |
| Sonstige Betriebskosten Biomassekessel (2 % d. Investition) | | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 | -3.492 |
| Wartungskosten Erdgaskessel (3 % d. Investition) | | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 | -4.365 |
| Personal- und Betriebskosten (10 % der Erlöse) | | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 | -45.472 |
| Versicherung (0,3 % d. CAPEX) | | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 | -20.280 |
| Betriebskostenreserve (10 % d. OPEX) | | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 | -36.370 |
| Leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBITDA** | | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **54.653** | **2.248.916** |
| Abschreibungen | | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 | -338.006 |
| Rohrleitungen und Erdarbeiten | | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 | -247.936 |
| Netzperipherie und Übergabestation | | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 | -17.000 |
| Biomassekessel Schlüsselfertig | | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 | -8.730 |
| Erdgaskessel Schlüsselfertig | | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 | -7.275 |
| Wärmespeicher Schlüsselfertig | | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 | -209 |
| Planungskosten | | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 | -23.469 |
| Grundstückskosten | | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 | -2.660 |
| Investitionskostenreserve (10 % d. Investionskosten) | | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 | -30.728 |
| leer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **EBIT** | | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **-283.353** | **1.910.910** |
| Zinsen & ähnliche Aufwendungen | | -131.657 | -131.657 | -123.428 | -115.200 | -106.971 | -98.743 | -90.514 | -82.286 | -74.057 | -65.828 | -57.600 | -49.371 | -41.143 | -32.914 | -24.686 | -16.457 | -8.229 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | -131.657 | -131.657 | -123.428 | -115.200 | -106.971 | -98.743 | -90.514 | -82.286 | -74.057 | -65.828 | -57.600 | -49.371 | -41.143 | -32.914 | -24.686 | -16.457 | -8.229 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Vorsteuerergebnis (EBT)** | | **-415.010** | **-415.010** | **-406.781** | **-398.553** | **-390.324** | **-382.095** | **-373.867** | **-365.638** | **-357.410** | **-349.181** | **-340.953** | **-332.724** | **-324.496** | **-316.267** | **-308.038** | **-299.810** | **-291.581** | **-283.353** | **-283.353** | **1.910.910** |
| Steuern | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Körperschaftssteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gewerbesteuer | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Jahresüberschuss/-fehlbetrag** | | **-415.010** | **-415.010** | **-406.781** | **-398.553** | **-390.324** | **-382.095** | **-373.867** | **-365.638** | **-357.410** | **-349.181** | **-340.953** | **-332.724** | **-324.496** | **-316.267** | **-308.038** | **-299.810** | **-291.581** | **-283.353** | **-283.353** | **1.910.910** |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Gesamtquartier

RECASE® REGENERATIVE ENERGIEN

| **Cashflow Berechnung (indirekt)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abschreibungen | | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 | 338.006 |
| Investitionen | -4.114.276 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | -4.114.276 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ersatzinvestition | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (Projektsicht)** | **-4.114.276** | **-77.003** | **-77.003** | **-68.775** | **-60.546** | **-52.318** | **-44.089** | **-35.861** | **-27.632** | **-19.404** | **-11.175** | **-2.946** | **5.282** | **13.511** | **21.739** | **29.968** | **38.196** | **46.425** | **54.653** | **54.653** | **2.248.916** |
| Cashflow (Projektsicht, diskontiert) | -4.114.276 | -74.042 | -71.194 | -61.141 | -51.755 | -43.001 | -34.844 | -27.251 | -20.190 | -13.633 | -7.549 | -1.914 | 3.299 | 8.114 | 12.554 | 16.640 | 20.393 | 23.833 | 26.978 | 25.941 | 1.026.376 |
| Aufnahme Fremdkapital | 3.291.420 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | 3.291.420 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung Fremdkapital | | 0 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 1 | | 0 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 2 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kredit 3 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Cashflow (EK-Sicht)** | **-822.855** | **-77.003** | **-282.717** | **-274.489** | **-266.260** | **-258.031** | **-249.803** | **-241.574** | **-233.346** | **-225.117** | **-216.889** | **-208.660** | **-200.432** | **-192.203** | **-183.975** | **-175.746** | **-167.517** | **-159.289** | **54.653** | **54.653** | **2.248.916** |
| Cashflow (EK-Sicht, diskontiert) | -822.855 | -74.042 | -261.388 | -244.019 | -227.600 | -212.083 | -197.423 | -183.577 | -170.504 | -158.164 | -146.522 | -135.542 | -125.189 | -115.432 | -106.241 | -97.586 | -89.439 | -81.775 | 26.978 | 25.941 | 1.026.376 |

| **Indexierung** | **Einheit** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Abzinsung EK-Index | - | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,70 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,49 | 0,47 | 0,46 |
| Inflation-Index | - | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,13 | 1,15 | 1,17 | 1,20 | 1,22 | 1,24 | 1,27 | 1,29 | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,43 | 1,46 | 1,49 |
| Auslastungsindex - Erlöse | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Auslasungsindex - OPEX | - | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

| **Kreditlinie 1** | Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 3.291.420 | 3.085.707 | 2.879.993 | 2.674.279 | 2.468.565 | 2.262.852 | 2.057.138 | 1.851.424 | 1.645.710 | 1.439.996 | 1.234.283 | 1.028.569 | 822.855 | 617.141 | 411.428 | 205.714 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -131.657 | -131.657 | -123.428 | -115.200 | -106.971 | -98.743 | -90.514 | -82.286 | -74.057 | -65.828 | -57.600 | -49.371 | -41.143 | -32.914 | -24.686 | -16.457 | -8.229 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 3.085.707 | 2.879.993 | 2.674.279 | 2.468.565 | 2.262.852 | 2.057.138 | 1.851.424 | 1.645.710 | 1.439.996 | 1.234.283 | 1.028.569 | 822.855 | 617.141 | 411.428 | 205.714 | -0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-131.657** | **-337.371** | **-329.142** | **-320.913** | **-312.685** | **-304.456** | **-296.228** | **-287.999** | **-279.771** | **-271.542** | **-263.314** | **-255.085** | **-246.857** | **-238.628** | **-230.399** | **-222.171** | **-213.942** | **0** | **0** | **0** |
| Raten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 3.291.420 | 3.085.707 | 2.879.993 | 2.674.279 | 2.468.565 | 2.262.852 | 2.057.138 | 1.851.424 | 1.645.710 | 1.439.996 | 1.234.283 | 1.028.569 | 822.855 | 617.141 | 411.428 | 205.714 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -131.657 | -131.657 | -123.428 | -115.200 | -106.971 | -98.743 | -90.514 | -82.286 | -74.057 | -65.828 | -57.600 | -49.371 | -41.143 | -32.914 | -24.686 | -16.457 | -8.229 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | -205.714 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 3.085.707 | 2.879.993 | 2.674.279 | 2.468.565 | 2.262.852 | 2.057.138 | 1.851.424 | 1.645.710 | 1.439.996 | 1.234.283 | 1.028.569 | 822.855 | 617.141 | 411.428 | 205.714 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Schuldendienst** | **€/a** | | **-131.657** | **-337.371** | **-329.142** | **-320.913** | **-312.685** | **-304.456** | **-296.228** | **-287.999** | **-279.771** | **-271.542** | **-263.314** | **-255.085** | **-246.857** | **-238.628** | **-230.399** | **-222.171** | **-213.942** | **0** | **0** | **0** |
| Annuitäten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eröffnungsbilanz | €/a | | 0 | 3.291.420 | 3.140.608 | 2.983.762 | 2.820.643 | 2.650.999 | 2.474.569 | 2.291.082 | 2.100.256 | 1.901.796 | 1.695.399 | 1.480.745 | 1.257.505 | 1.025.335 | 783.879 | 532.765 | 271.605 | 0 | 0 | 0 |
| Zinsen | €/a | | -131.657 | -131.657 | -125.624 | -119.350 | -112.826 | -106.040 | -98.983 | -91.643 | -84.010 | -76.072 | -67.816 | -59.230 | -50.300 | -41.013 | -31.355 | -21.311 | -10.864 | 0 | 0 | 0 |
| Tilgung | €/a | | 0 | -150.813 | -156.845 | -163.119 | -169.644 | -176.430 | -183.487 | -190.826 | -198.459 | -206.398 | -214.654 | -223.240 | -232.170 | -241.456 | -251.115 | -261.159 | -271.605 | 0 | 0 | 0 |
| Abschlussbilanz | €/a | | 0 | 3.140.608 | 2.983.762 | 2.820.643 | 2.650.999 | 2.474.569 | 2.291.082 | 2.100.256 | 1.901.796 | 1.695.399 | 1.480.745 | 1.257.505 | 1.025.335 | 783.879 | 532.765 | 271.605 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Annuität** | **€/a** | | **-131.657** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **-282.470** | **0** | **0** | **0** |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Gesamtquartier

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gewerbesteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EBT | €/a | | -415.010 | -415.010 | -406.781 | -398.553 | -390.324 | -382.095 | -373.867 | -365.638 | -357.410 | -349.181 | -340.953 | -332.724 | -324.496 | -316.267 | -308.038 | -299.810 | -291.581 | -283.353 | -283.353 | 1.910.910 |
| Hinzurechnungen | €/a | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -415.000 | -830.000 | -1.236.700 | -1.635.200 | -2.025.500 | -2.407.500 | -2.781.300 | -3.146.900 | -3.504.300 | -3.853.400 | -4.194.300 | -4.527.000 | -4.851.400 | -5.167.600 | -5.475.600 | -5.775.400 | -6.066.900 | -6.350.200 | -6.633.500 |
| Gewerbeertrag | €/a | | -415.000 | -830.000 | -1.236.700 | -1.635.200 | -2.025.500 | -2.407.500 | -2.781.300 | -3.146.900 | -3.504.300 | -3.853.400 | -4.194.300 | -4.527.000 | -4.851.400 | -5.167.600 | -5.475.600 | -5.775.400 | -6.066.900 | -6.350.200 | -6.633.500 | -4.722.500 |
| **Abzuführende GwSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Körperschaftssteuer** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EBT | €/a | | -415.010 | -415.010 | -406.781 | -398.553 | -390.324 | -382.095 | -373.867 | -365.638 | -357.410 | -349.181 | -340.953 | -332.724 | -324.496 | -316.267 | -308.038 | -299.810 | -291.581 | -283.353 | -283.353 | 1.910.910 |
| Verlustvortrag | €/a | | 0 | -415.010 | -830.019 | -1.236.800 | -1.635.353 | -2.025.677 | -2.407.772 | -2.781.639 | -3.147.278 | -3.504.688 | -3.853.869 | -4.194.821 | -4.527.546 | -4.852.041 | -5.168.308 | -5.476.347 | -5.776.157 | -6.067.738 | -6.351.091 | -6.634.444 |
| Ertrag Körperschaftssteuer | €/a | | -415.010 | -830.019 | -1.236.800 | -1.635.353 | -2.025.677 | -2.407.772 | -2.781.639 | -3.147.278 | -3.504.688 | -3.853.869 | -4.194.821 | -4.527.546 | -4.852.041 | -5.168.308 | -5.476.347 | -5.776.157 | -6.067.738 | -6.351.091 | -6.634.444 | -4.723.534 |
| **Abzuführende KSt** | **€/a** | | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Operativer Cashflow (CFADS)** | | | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 54.653 | 2.248.916 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Berechnung DSCR** | Forderung Bank | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | # | # | # |
| DSCR | - | | 0,42 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | # | # | # |
| ADSCR | - | | 0,21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Berechnung der dynamischen PBT** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cashflow (Projekt) | | -4.114.276 | -77.003 | -77.003 | -68.775 | -60.546 | -52.318 | -44.089 | -35.861 | -27.632 | -19.404 | -11.175 | -2.946 | 5.282 | 13.511 | 21.739 | 29.968 | 38.196 | 46.425 | 54.653 | 54.653 | 2.248.916 |
| Kumulierter Cashflow (Projekt, diskontiert) | | -4.114.276 | -4.188.317 | -4.259.511 | -4.320.652 | -4.372.407 | -4.415.408 | -4.450.253 | -4.477.504 | -4.497.694 | -4.511.327 | -4.518.876 | -4.520.790 | -4.517.491 | -4.509.377 | -4.496.823 | -4.480.183 | -4.459.790 | -4.435.956 | -4.408.978 | -4.383.037 | -3.356.661 |
| Dyn. Amortisation (interpoliert) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Hilfslinie | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| **Kennzahlen (Projektebene)** | |
|---|---|
| Kapitalwert | -3.356.661 |
| Interner Zinsfuß | -3,09% |
| Amortisationsdauer dyn. | #NV |
| Mittlerer Schuldendienst-deckungsgrad | 0,21 |
| LCOH | 16,02 ct |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Berechnung Wärmegestehungskosten Kapitalwertmethode** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realer Kalkulatorischer Zinssatz | 4% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Restwert, diskontiert | 1.001.433 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diskontierte Betriebskosten | | | 384.679 | 369.884 | 355.658 | 341.979 | 328.826 | 316.178 | 304.018 | 292.325 | 281.081 | 270.271 | 259.876 | 249.880 | 240.270 | 231.028 | 222.143 | 213.599 | 205.383 | 197.484 | 189.889 | 182.585 |
| Diskontierter Ertrag | | | 3.775.000 | 3.629.808 | 3.490.200 | 3.355.961 | 3.226.886 | 3.102.775 | 2.983.437 | 2.868.690 | 2.758.356 | 2.652.265 | 2.550.255 | 2.452.168 | 2.357.854 | 2.267.167 | 2.179.968 | 2.096.123 | 2.015.503 | 1.937.984 | 1.863.446 | 1.791.775 |

# WiBe - Szenario 3 Holzhackschnitzelkessel - Gesamtquartier

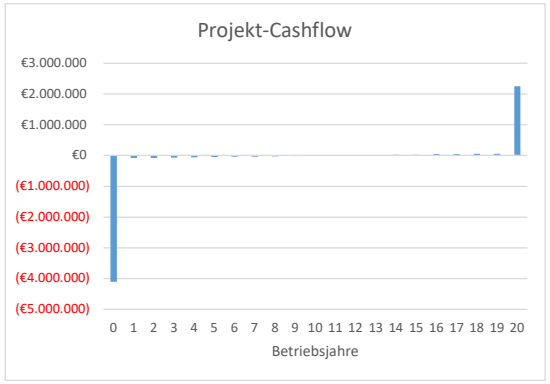
## Kennzahlen & Diagramme

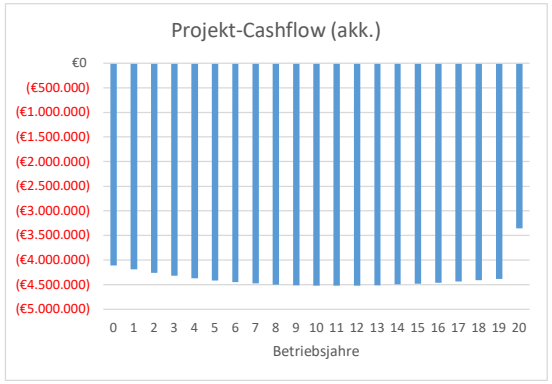
Stand 25.11.2024

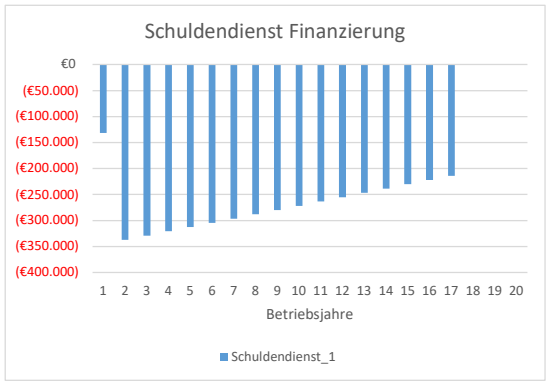
| Wirtschaftliche Kennzahlen Mit Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -3.356.660,77 € |
| Interner Zinsfuß | -3,0892% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,21 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 16,02 ct |

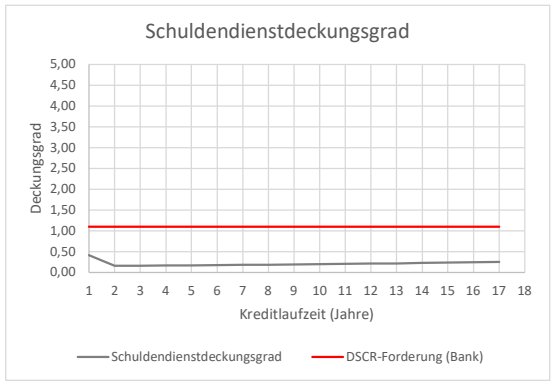
| Wirtschaftliche Kennzahlen Ohne Förderung | |
|---|---|
| Kapitalwert | -6.596.346,75 € |
| Interner Zinsfuß | -4,8979% |
| Amortisationszeit | Nicht innerhalb der Projektlaufzeit. |
| Mittlerer Schuldendienstdeckungsgrad | 0,10 |
| Gestehungspreis dyn. (LCOH) | 21,96 ct |

| Projektübersicht | |
|---|---|
| Investitionskosten Gesamt ohne Förderung | 6.760.126,01 € |
| Fördersumme Gesamt | 2.645.850,40 € |
| Jährliche Betriebskosten | 400.066,54 € |
| Jährliche Erlöse | 454.720,00 € |



# Anlage 9 Energieberatungsbericht 1

# Erläuterungsbericht als Entscheidungsgrundlage zur energetischen Sanierung

[redacted]

Gebäude: Einfamilienhaus
[redacted]
24582 Mühbrook

Erstellt von: Energieberatung Asbahr
David Schwellies, Ingenieur B.Eng.

Hauptstraße 26
25582 Hohenaspe
Tel.: 04893 – 937 33 33
Mobil: 0175 – 262 31 35
info@energieberatung-asbahr.de

Erstellt am: 19. November 2024

D. Schwellies
……
Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen ... 3
2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung ... 4
2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle ... 5
2.1.1 Außenwände ohne Kerndämmung ... 6
2.1.2 Außenwände Kellergeschoss ... 7
2.1.3 Dachflächen Schrägdach ... 8
2.1.4 Bodenplatte ... 9
2.1.5 Fenster und Hauseingangstüren ... 10
2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik ... 11
2.2.1 Wärmeversorgungsanlage ... 11
2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung ... 11
2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand ... 12
2.2.4 Bewertung des Gebäudes ... 13
3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz ... 14
3.1 Variante 1 : Kerndämmung des zweischaligen Mauerwerks ... 14
3.2 Variante 2 : Austausch der Fenster im Erdgeschoss und der Hauseingangstür ... 18
3.3 Variante 3 : Dämmung der Dachflächen ... 21
3.4 Variante 4 : Maßnahmenpaket 1-3 ... 25
3.5 Variante 5 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ... 28
Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen ... 31
4 Empfehlung ... 32
4.1 A.1 Glossar ... 33

# 1 Vorbemerkungen

Dieser Bericht soll Ihnen aufzeigen, in welchem energetischen Zustand sich Ihr Gebäude derzeit befindet und welche Auswirkungen verschiedene Sanierungsmaßnahmen haben. Dabei werden die Maßnahmen aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht betrachtet und auf Einhaltung der von der vom BAFA beschriebenen Technischen Mindestanforderungen geprüft.

**Hinweis**
Dieser Bericht soll den Beratungsempfänger dabei unterstützen, Möglichkeiten für Energiesparmaßnahmen zu erkennen. Die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen erspart wertvolle Rohstoffe, hilft der Umwelt durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen und dem Beratungsempfänger, Brennstoffkosten zu reduzieren. Der Komfort und der Wert des Gebäudes kann sich erhöhen. Energiesparmaßnahmen sind somit eine gute und sichere Anlage für Ihre Zukunft.

- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichterstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden, um den geeignetsten Anbieter zu ermitteln.

- Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlungen und Bauphysik. Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.

- Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen.

- Eine Gewähr für die tatsächliche Erreichung der abgeschätzten Energieeinsparung kann nicht übernommen werden, weil nicht erfasste Randbedingungen wie außergewöhnliches Nutzerverhalten, untypische Bauausführung usw. Einflüsse darstellen, die im Rahmen dieser Orientierungshilfe nicht berücksichtigt werden können.

- Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

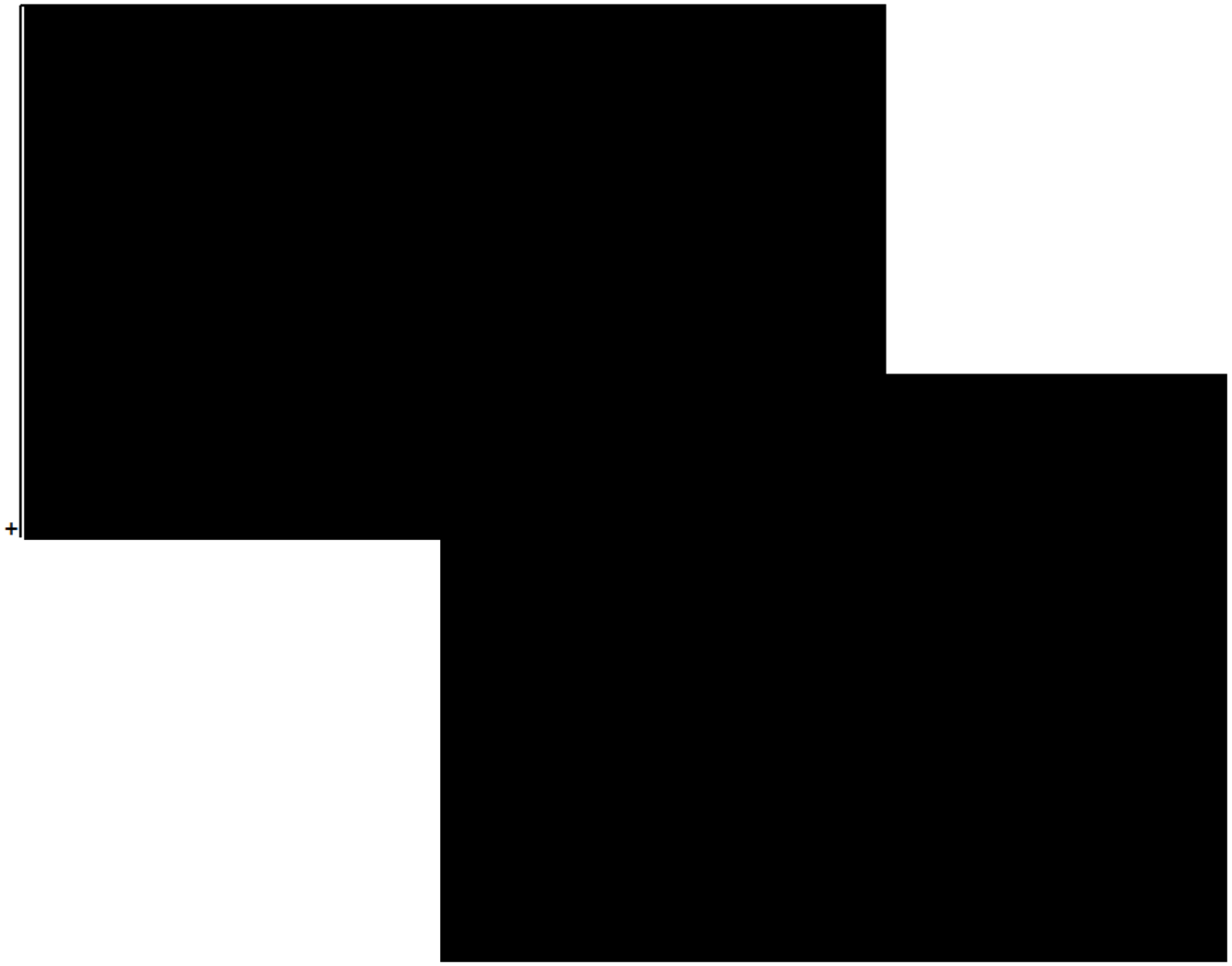
- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.

- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.

- Der Beratungsbericht wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

# 2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung

| | | |
|---|---|---|
| Ort: | | 24582 Mühbrook |
| Bundesland: | | Schleswig-Holstein |
| Gebäudetyp: | | Einfamilienhaus |
| Baujahr: | | 1976 |
| Lage: | | Wohnsiedlung |
| Nutzung: | | Wohngebäude |
| Bauweise | | leichte Bauart |
| | | |
| Geschosse: | | 1 Vollgeschoss + 1 Dachgeschosse |
| Keller: | | Teilunterkellert |
| Wohneinheiten: | | 1 |
| | | |
| Nettogrundfläche | $A_{NGF}$ | 220 m² |
| Nutzfläche: | $A_N$ | 270 m² |
| Hüllfläche: | A | 634 m² |
| Volumen: | Ve | 843 m³ |
| Luftvolumen: | V | 633 m³ |



## 2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Diese Daten basieren auf einer detaillierten Bestandsaufnahme sowie auf Angaben aus den Bauunterlagen. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

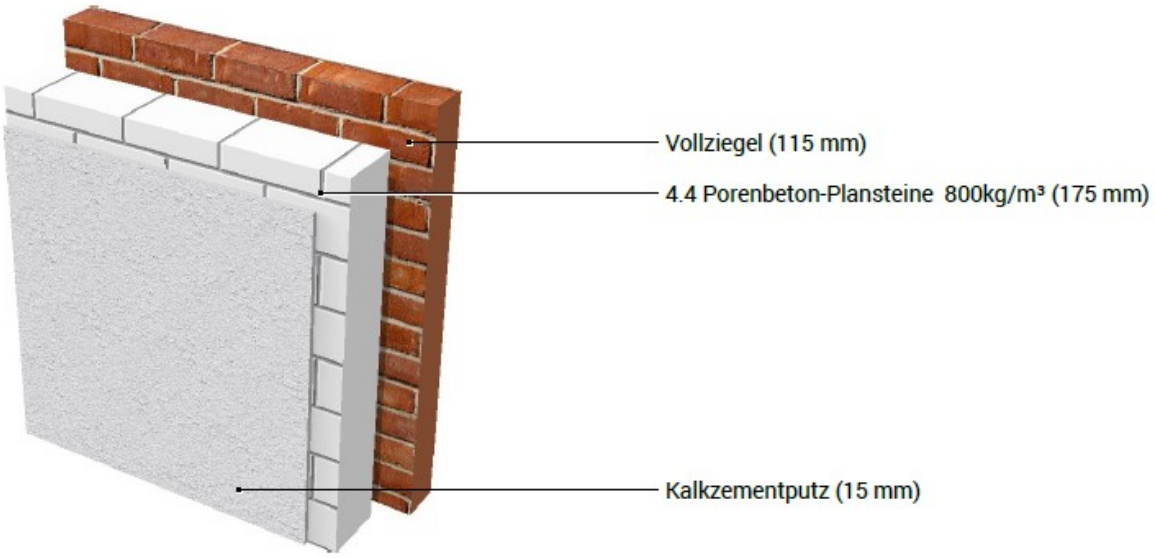
| | **Typ** | **Bauteil** | **U-Wert** in W/m²K | $U_{max}$ **GEG*** in W/m²K | $U_{max}$ **BAFA**** in W/m²K |
|---|---|---|---|---|---|
| | KD | Kellerdecke | 1,40 | 0,30 | 0,25 |
| | BE | Bodenplatte | 1,20 | 0,30 | 0,25 |
| | DA | Steildach | 0,28 | 0,24 | 0,14 |
| | TA | Außentüren | 1,80 | 1,80 | 1,30 |
| | AW | Außenwand ohne Kerndämmung | 0,83 | 0,24 | 0,20 |
| | FA | 2-Scheiben-Verglasung | 1,30 | 1,30 | 0,95 |

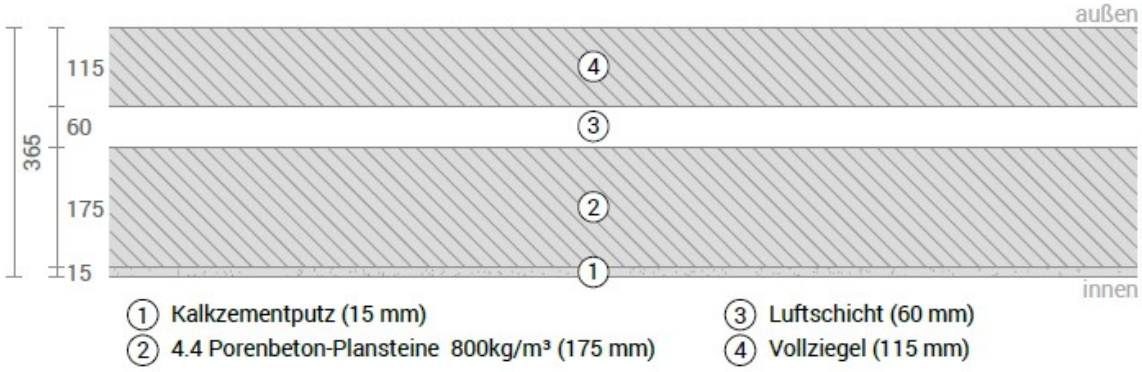
*) Als U-Wert wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der vom GEG vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,035 W/(mK)) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,045 W/(mK) einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von 1,30 W/m²K.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für BAFA-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die BAFA-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 2024 können jederzeit aktualisiert werden.

### 2.1.1 Außenwände ohne Kerndämmung

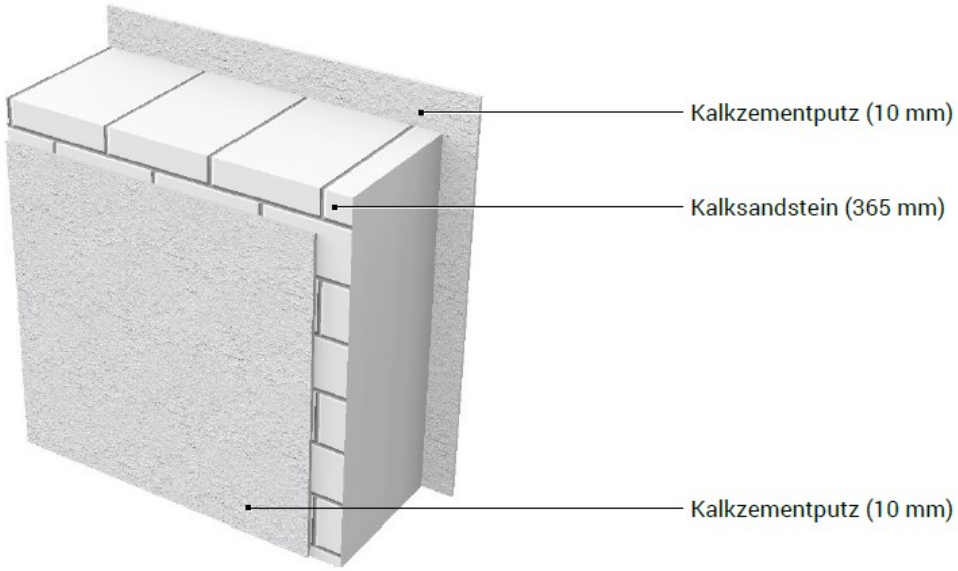
Die Außenwände des Gebäudes sind vermutlich als zweischaliges Mauerwerk ohne Dämmung gemäß der vorgelegten Baubeschreibung ausgeführt. Der Aufbau der einzelnen Schichten von warm nach kalt ist im Folgenden dargestellt. Der U-Wert der Außenwände beträgt 0,83 W/m²K.

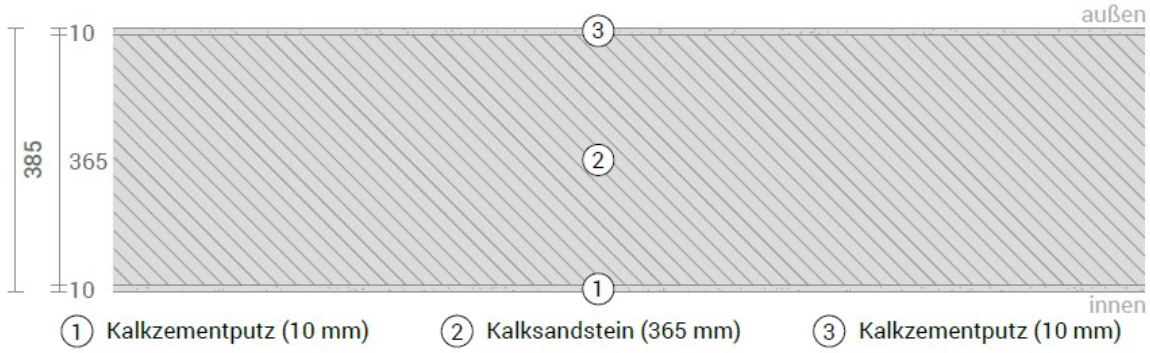


### 2.1.2 Außenwände Kellergeschoss

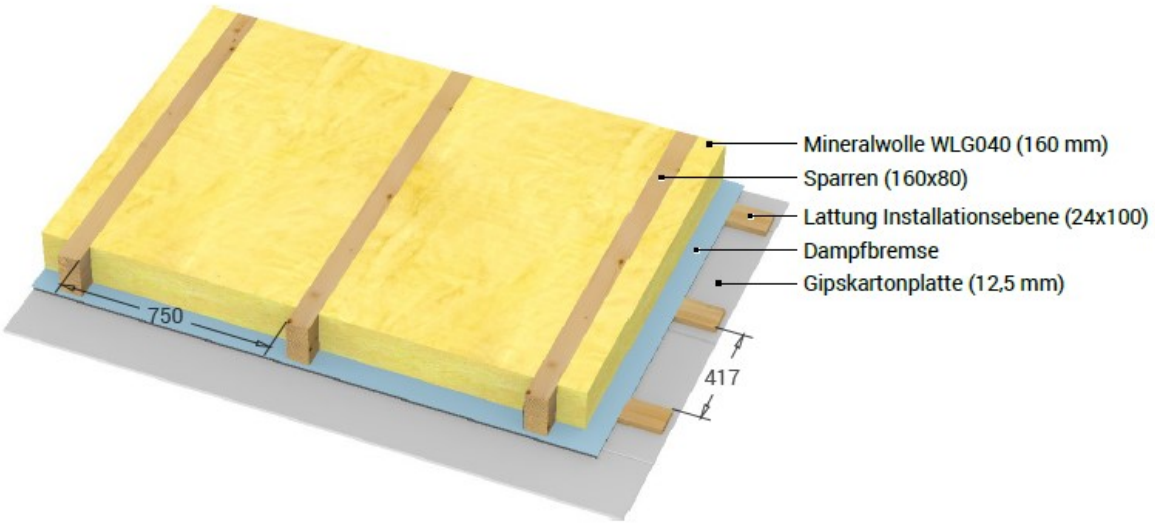
Die Außenwände im Keller des Gebäudes sind vermutlich als einschaliges Mauerwerk gemäß der vorgelegten Baubeschreibung ausgeführt. Der Aufbau der einzelnen Schichten von warm nach kalt ist im Folgenden dargestellt. Der U-Wert der Außenwände beträgt 1,41 W/m²K.

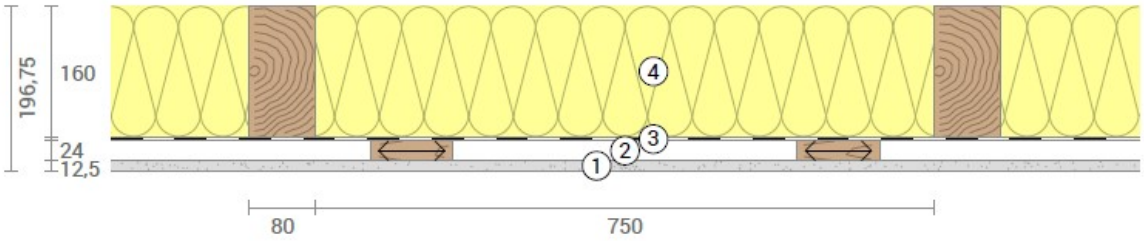


### 2.1.3 Dachflächen Schrägdach

Das Schrägdach hat eine Neigung von 37°, ist in Holzbauweise ausgeführt. Das Dach wurde seit dem Baujahr nicht erneuert. Die Dachflächen sind mit ca. 160 mm Mineralwolle gedämmt. Die Eindeckung besteht aus Dachziegeln. Der ermittelte U-Wert beträgt 0,27 W/m²K.



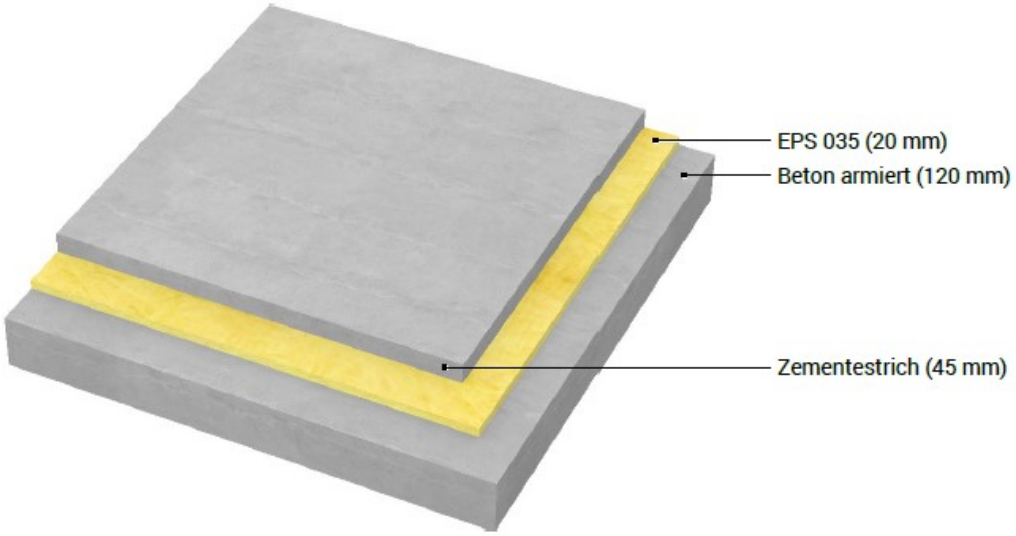



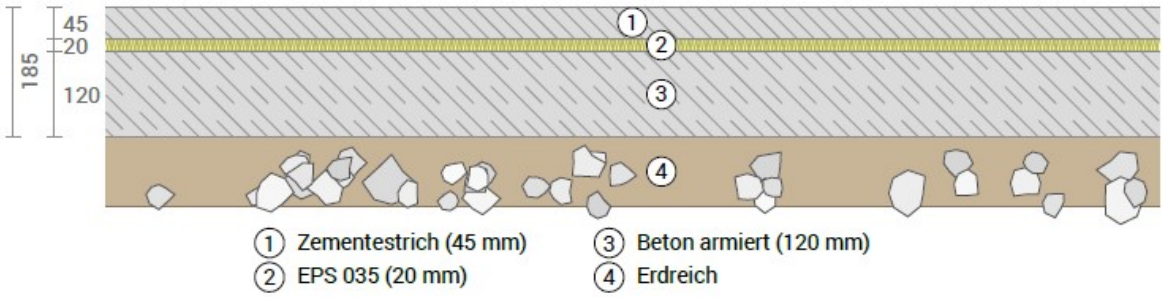

① Gipskartonplatte (12,5 mm)
② Luftschicht (24 mm)
③ Dampfbremse
④ Mineralwolle WLG040 (160 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

### 2.1.4 Bodenplatte

Die Bodenplatte wurde in massiver Bauweise ausgeführt. Der Aufbau wird gemäß der damaligen Bautypologie angenommen und von warm nach kalt wie folgt beschrieben. Der U-Wert beträgt 1,2 W/m²K



### 2.1.5 Fenster und Hauseingangstüren

Die Kunststoffstofffenster sind Zweischeiben-Wärmeschutzverglast mit Uw-Werten von 1,30 W/m²K. Die Haustür besteht ebenfalls aus Kunststoff mit einem U-Wert von 1,8 W/m²K.

**Bewertung der Gebäudehülle**

Im unsanierten Zustand wird der energetische Zustand der Gebäudehülle, bis auf die Außenwände, als gut eingestuft.

## 2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik

### 2.2.1 Wärmeversorgungsanlage

Bei dem Wärmeerzeuger handelt es sich um einen Pelletkessel vom Typ KWB, EF2 15 aus dem Baujahr 2013, der mit Pellets betrieben wird.

| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Wärmeerzeugung<br>NT-Kessel – 15,0 kW, Pellets |
| Verteilung | Auslegungstemperaturen 75/55°C<br>Dämmung der Leitungen: gut gedämmt<br>Umwälzpumpe Leistungsgeregelt<br>Hydraulischer Abgleich wurde 2013 durchgeführt |
| Übergabe | freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich<br>Thermostatventil mit Voreinstellung PI |

### 2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung

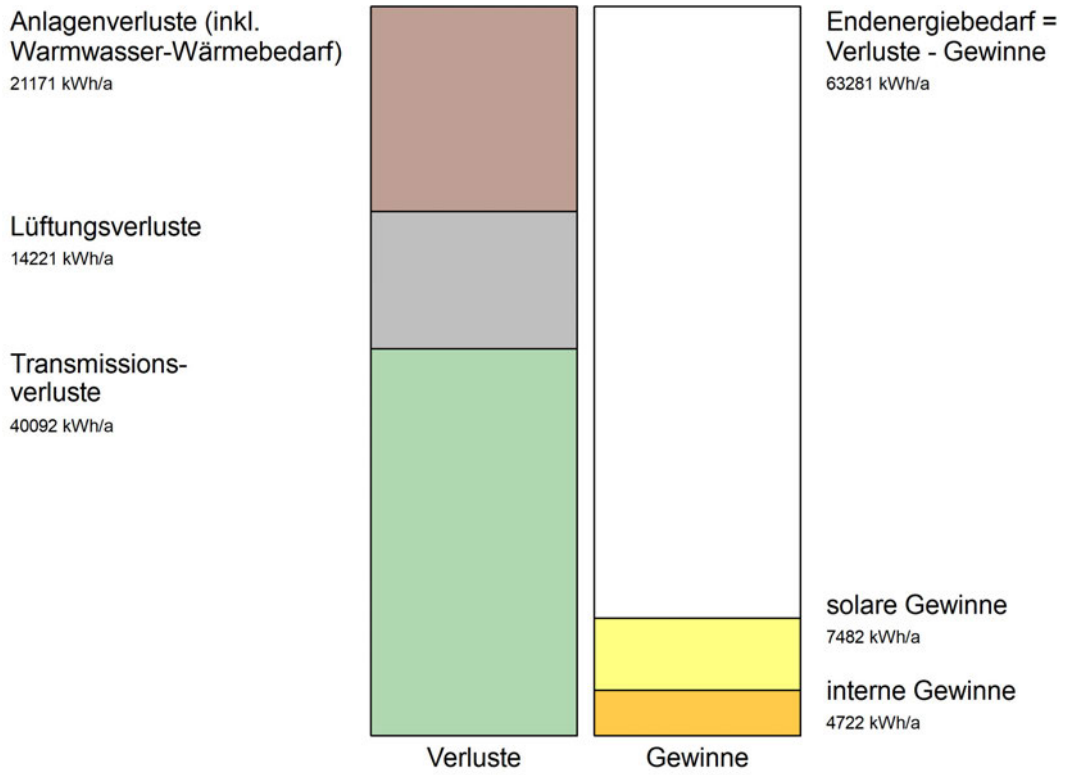
Die Trinkwarmwasserversorgung wird den oben genannten Niedertemperatur-Heizkessel sichergestellt.

| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Warmwasserbereitung<br>Warmwassererzeugung über Niedertemperaturkessel mit Speicher |
| Verteilung | Dämmung der Leitungen: gut |

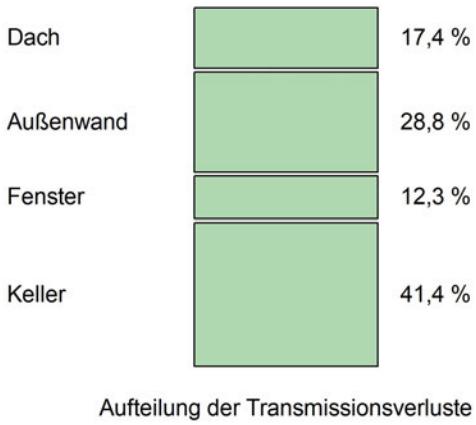
# Darstellung der Energiebilanz des Ist-Zustandes

## 2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand

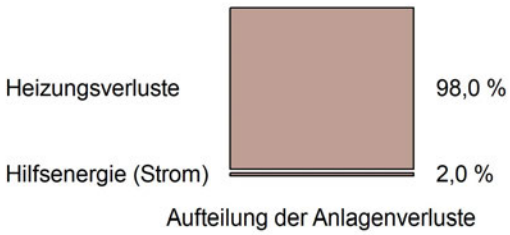
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen? Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.




Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



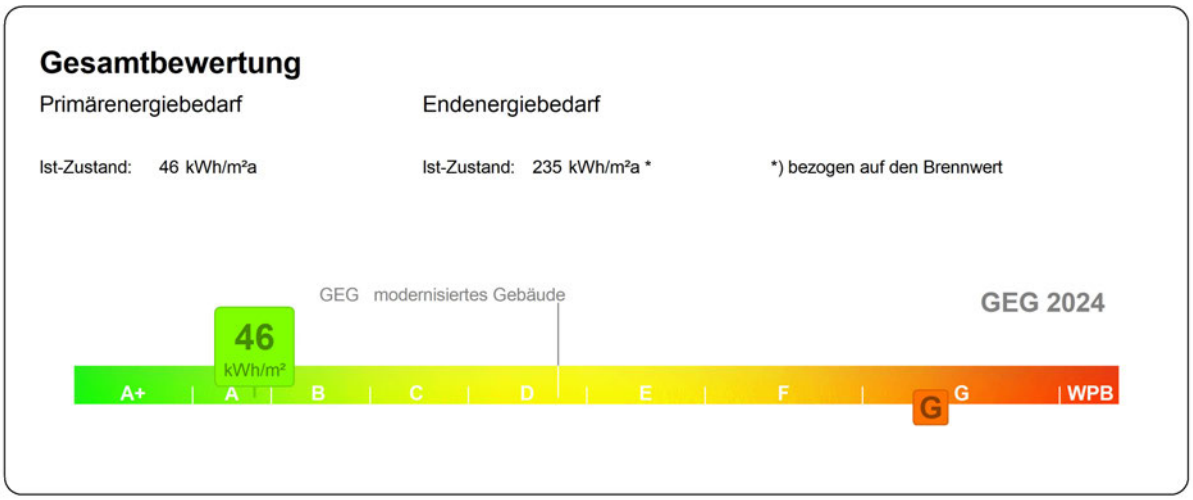

Aufteilung der Transmissionsverluste




Aufteilung der Anlagenverluste

### 2.2.4 Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 46 kWh/m²a.



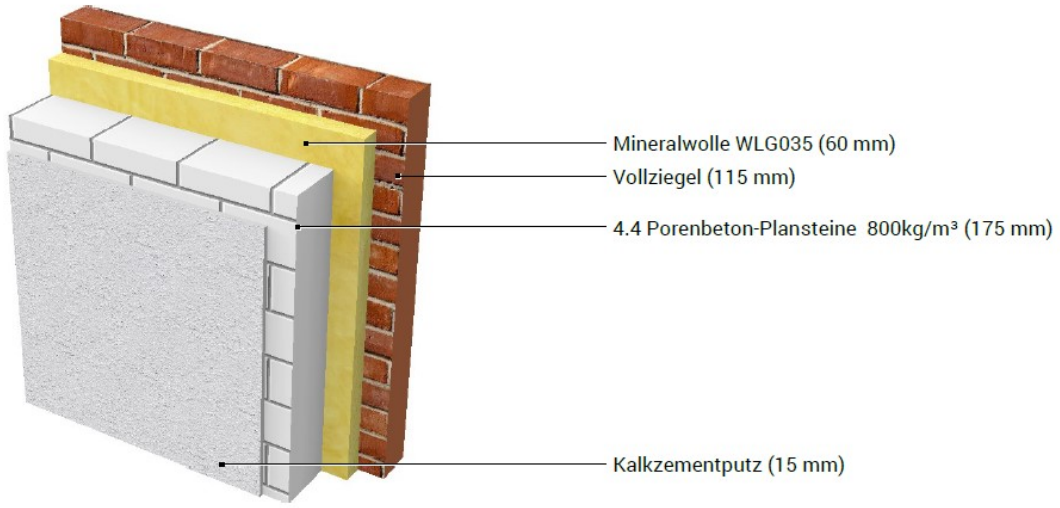
# 3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

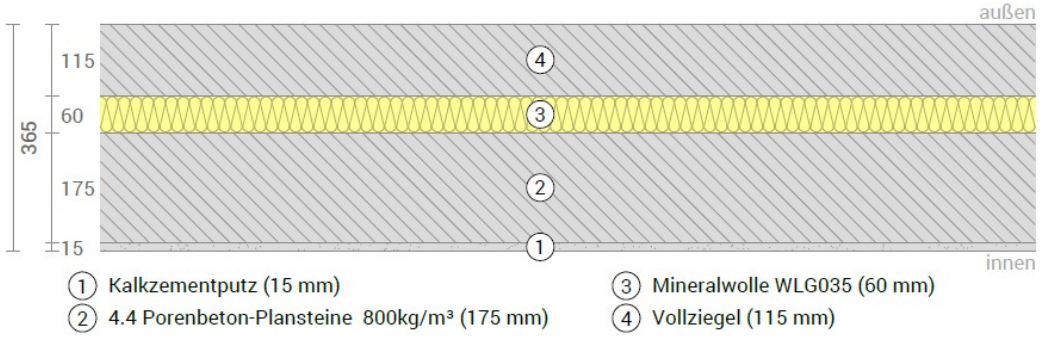
## 3.1 Variante 1 : Kerndämmung des zweischaligen Mauerwerks

Die Luftschicht des zweischaligen Mauerwerkes wird, sofern möglich, nachträglich mit Mineralfaser der Wärmeleitstufe (WLS) 035 im Einblasverfahren gedämmt. Die Stärke der Luftschicht beträgt gemäß Baubeschreibung 6 cm. Vorab ist durch ein Fachunternehmen für Einblasdämmung zu prüfen, ob die Luftschicht wie angegeben in dieser Stärke vorhanden ist.

Um den Dämmstoff einzubringen, werden von außen Löcher in das Fugenkreuz der Verblendfassade gebohrt. Die Bohrungen erfolgen gemäß Herstellervorgaben in definierten Abständen. Im Anschluss werden die Bohrlöcher mit geeignetem Fugenmörtel verschlossen. Eventuell beschädigte Fugen sind zu reparieren, um das Eindringen von Schlagregen zu verhindern.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den Bauteilaufbau. Der U-Wert verbessert sich von 0,83 W/m²K auf 0,36 W/m²K.



**Kosten & Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 35 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten von ca. 4.500 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

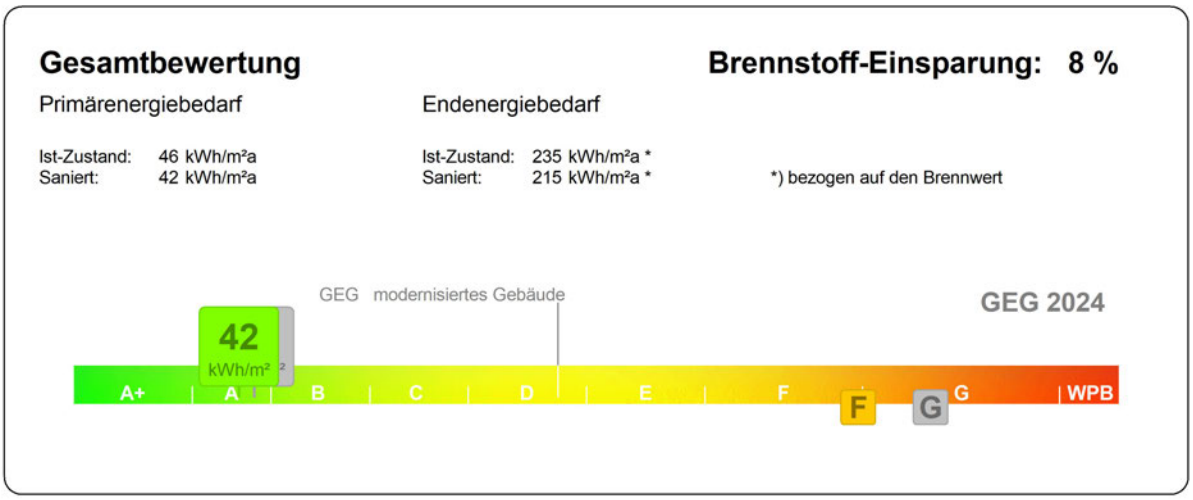
## Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 8 **%.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 63.281 kWh/Jahr reduziert sich auf 57.931 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 5.350 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 110 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **42 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 1 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 1: Kerndämmung des zweischaligen Mauerwerks** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 3.472 | 4.500 | 5.350 | 965 | 8 | 5 : 1 | 30 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.2 Variante 2 : Austausch der Fenster im Erdgeschoss und der Hauseingangstür

In dieser Variante wird der Austausch der Fenster im Erdgeschoss (ohne Terassenelement) betrachtet.

Es werden dreifach-wärmeschutzverglaste Kunststofffenster mit einem UW-Wert von 0,95 W/m²K eingebaut. Die Mindestanforderung für eine Förderung über das BAFA beträgt 0,95 W/m²K. Hierbei ist zu beachten, dass sofern gewünscht, innenliegende Sprossen den Uw-Wert verschlechtern.

Die Anforderung an den $U_D$-Wert der Hauseingangstüren beträgt 1,30 W/m²K.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 500 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten von ca. 12.000 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

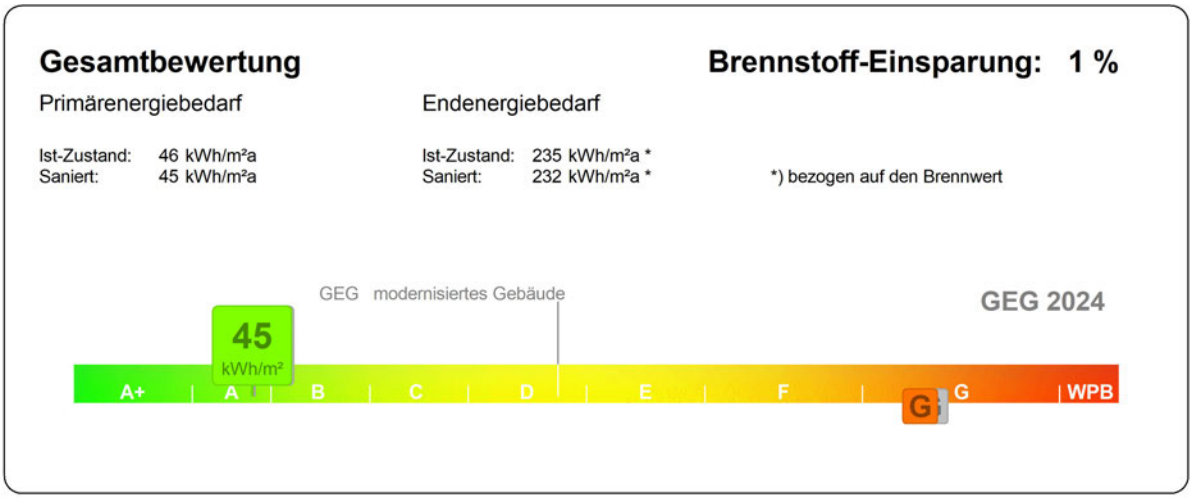
## Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 1 **%.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 63.281 kWh/Jahr reduziert sich auf 62.497 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 784 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 16 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **45 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 2 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 2: Fenstertausch + Haustür** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 3.743 | 12.000 | 784 | 46 | 1 | 261 : 1 | 30 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

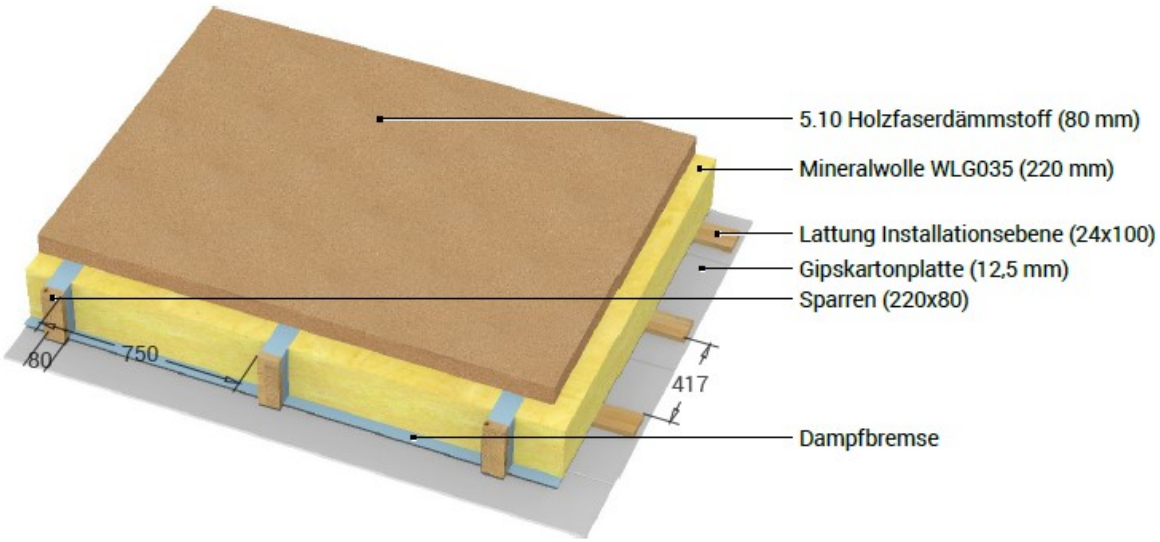
Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

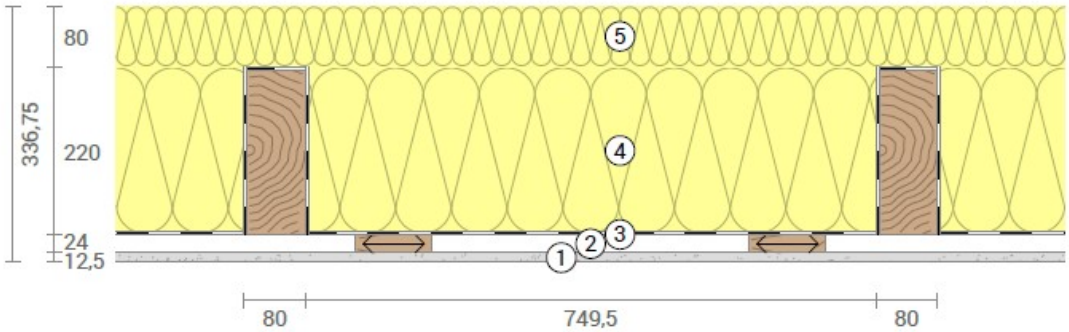
## 3.3 Variante 3 : Dämmung der Dachflächen

In dieser Variante wird die Erneuerung der Dachdämmung betrachtet.

Die Sparren werden auf 220 mm aufgedoppelt. Die Dämmung wird als Zwischensparrendämmung mit Mineralfaser der Wärmeleitstufe 035 und zusätzlicher 80 mm Holzfaserdämmplatte (WLS 040) als Aufsparrendämmung ausgeführt. Die Holzweichfaserplatte trägt, neben der Verringerung des Wärmedurchgangs erheblich zum sommerlichen Wärmeschutz und damit zur Vermeidung der Überhitzung der Innenräume im Sommer bei. Zusätzlich wirken sie sich sehr positiv auf die Ökobilanz aus. Die Dampfbremse wird vorher schlaufenförmig von außen um die Sparren geführt.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den möglichen Bauteilaufbau:




① Gipskartonplatte (12,5 mm)
② Luftschicht (24 mm)
③ Dampfbremse (0,25 mm)
④ Mineralwolle WLG035 (220 mm)
⑤ 5.10 Holzfaserdämmstoff (80 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

**Hinweis zum sommerlichen Wärmeschutz**

Als sommerlicher Wärmeschutz wird die Begrenzung der Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten bezeichnet. Neben den Fensterflächen ist das Dach besonders betroffen. Der Bauteilaufbau und die Wahl der Baustoffe haben wesentlichen Einfluss auf den sommerlichen Wärmeschutz. Die gewählten Baustoffe sollten nicht nur ein gutes Dämmvermögen besitzen, sondern zugleich durch eine gute Wärmespeicherung den Wärmetransport zeitlich verzögern. Diese Verzögerung wird Phasenverschiebung genannt und beschreibt die Zeitspanne (in Stunden), die vergeht, bis die an der Außenseite eines Bauteils gemessene Temperatur dieses Bauteil „durchwandert" hat und auf der Innenseite wirksam wird. Die Phasenverschiebung wird im Wesentlichen von drei Kenngrößen eines Baustoffes beeinflusst: der Rohdichte ρ, der Wärmeleitfähigkeit λ und der spezifischen Wärmekapazität c. Bei Betrachtung verschiedener Dämmstoffe in Bezug auf die vorgenannten Kenngrößen, ist festzustellen, dass Holzwerkstoffe für den sommerlichen Wärmeschutz besonders geeignet sind.

**Kosten & Förderung:**

Die Kosten für die Dämmung der Dachflächen belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 500 bis 550 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten für das Dach von ca. 82.500 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

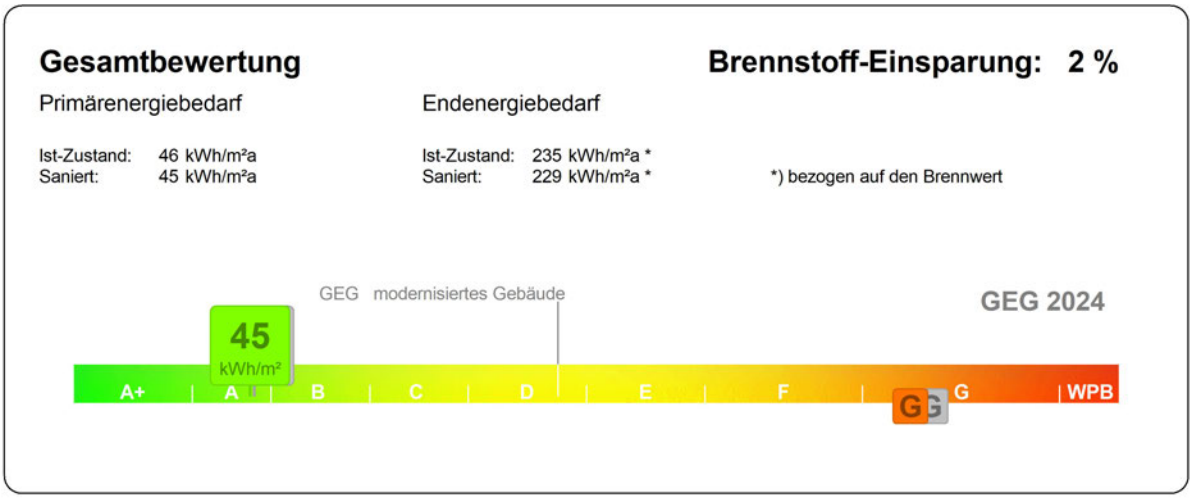
## Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **2 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 63.281 kWh/Jahr reduziert sich auf 61.773 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1.508 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 31 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **45 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 3 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 3: Dämmung der Dachfläche** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 3.700 | 82.500 | 1.508 | 89 | 2 | 926 : 1 | 30 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.4 Variante 4 : Maßnahmenpaket 1-3

Diese Variante ist bildet eine Kombination aus den zuvor beschriebenen Varianten

Variante 1: Dämmung des zweischaligen Mauerwerks
Variante 2: Austausch der Fenster und Haustür
Variante 3: Dämmung der Dachfläche

Die Beschreibungen der Bauteilaufbauten und Ausführungsmöglichkeiten können den einzelnen Varianten entnommen werden.

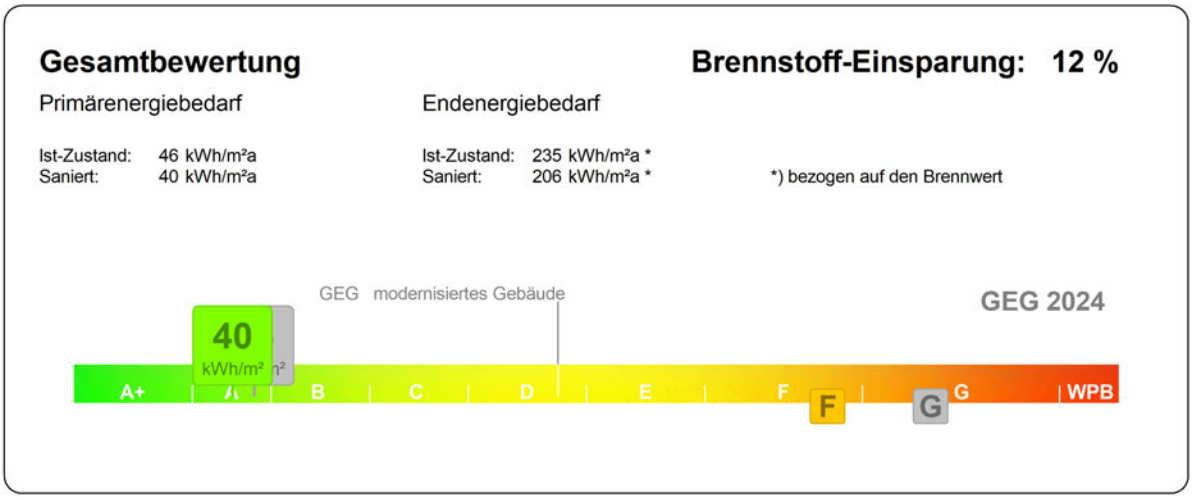
## Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **12 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 63.281 kWh/Jahr reduziert sich auf 55.648 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 7.633 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 156 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **40 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 4 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 4: Maßnahmenpaket 1-3** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 3.337 | 99.000 | 7.633 | 452 | 12 | 220 : 1 | 30 - 50 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.5 Variante 5 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

In dieser Variante wird der Austausch der Heizungsanlage gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe betrachtet.

Die vorhandene Pelletheizung wird vollständig demontiert und entsorgt. Die Auslegung der Wärmepumpe sollte auf Basis einer Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 erfolgen. Die vorhandenen Heizflächen können auf dieser Basis auf Eignung für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb geprüft werden. Die Vorlauftemperatur sollte bei -10°C nicht größer als 50 °C betragen. Sollten einige Heizkörper mehr als 50 °C benötigen, können diese gegen Niedertemperatur-heizkörper ausgetauscht werden. Die Kosten für den Austausch sind ebenfalls förderfähig.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 35.000 € inklusive Demontage- und Entsorgungsarbeiten, jedoch ohne eventuellen Austausch von Heizkörpern.

Diese Maßnahme kann über die KfW mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 30 % (30 % Basisförderung) der förderfähigen Kosten gefördert werden. Weitere 5 % Zuschuss sind möglich, wenn die Wärmepumpe mit natürlichem Kältemittel betrieben wird. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr.

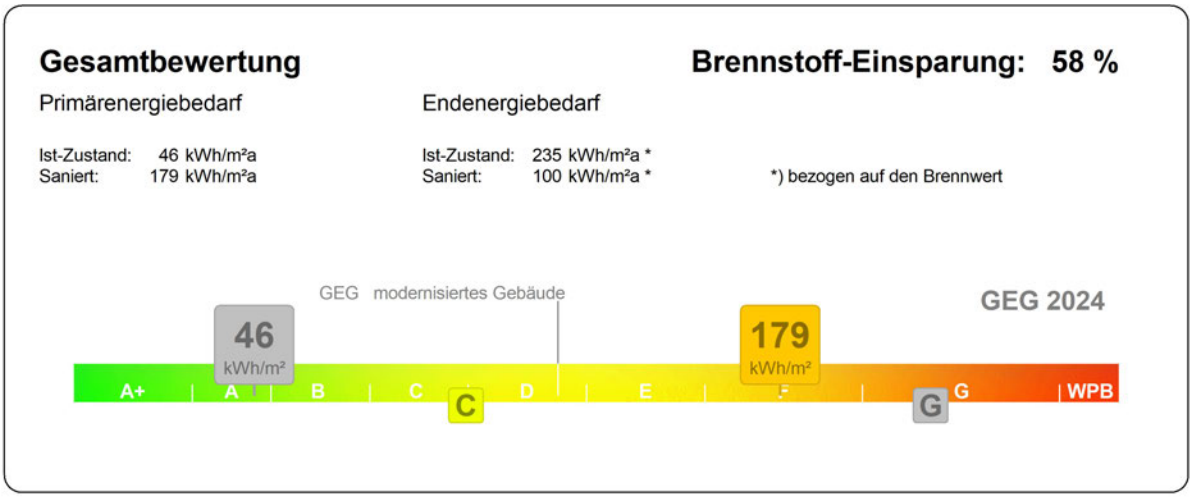
## Energieeinsparung - Variante 5 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **58 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 63.281 kWh/Jahr (Pellets) reduziert sich auf 26.852 kWh/Jahr (Strom). Es ergibt sich somit eine Einsparung von 36.429 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 13.660 kg $CO_2$/Jahr erhöht. Dies wirkt sich negativ auf den Treibhauseffekt aus und schadet unserem Klima.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante steigt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **179 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 5 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

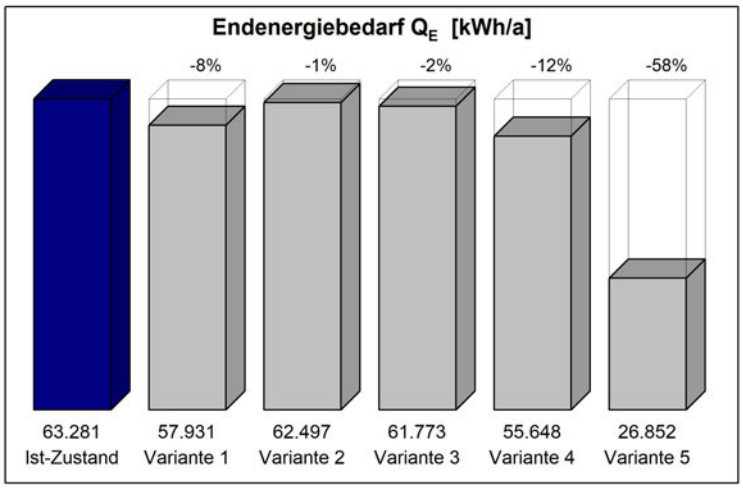
| **Variante 5: Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 6.855 | 35.000 | 36.429 | +3.066 | 58 | - | 15 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

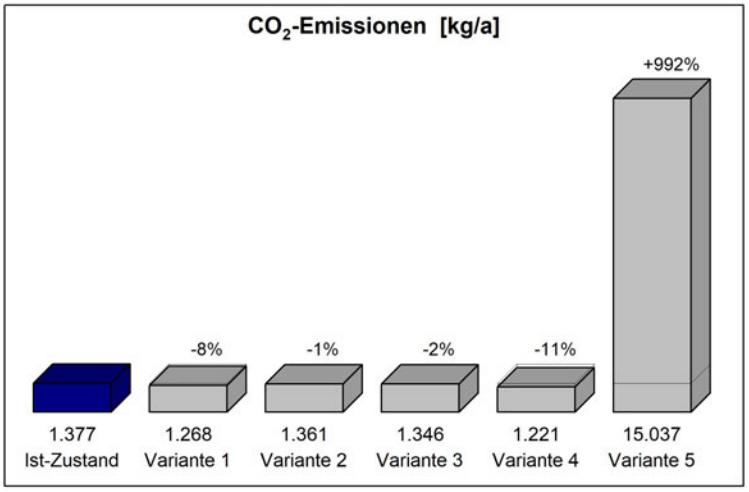
# Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen

Endenergiebedarf $Q_E$:




Ist-Zustand
Var.1 - Kerndämmung
Var.2 - Fenster EG
Var.3 - Dach
Var.4 - Gebäudehülle
Var.5 - Wärmepumpe

$CO_2$-Emissionen:




Ist-Zustand
Var.1 - Kerndämmung
Var.2 - Fenster EG
Var.3 - Dach
Var.4 - Gebäudehülle
Var.5 - Wärmepumpe

# 4 Empfehlung

Grundsätzlich hat das Haus noch eine solide Bausubstanz. Das größte Einsparpotential liegt bei ihrem Gebäude in der Dämmung des zweischaligen Mauerwerks. Diese Maßnahme hat zudem den besten Kosten/Nutzen Faktor der betrachteten Maßnahmen.

Der aktuell geringe Primärenergiebedarf liegt bei Ihnen am Pelletkessel. Holz darf aktuell mit dem Primärenergiefaktor von 0,2 angesetzt werden. Der Primärenergiebedarf wird ermittelt, indem der Primärenergiefaktor mit dem Endenergiebedarf des Gebäudes multipliziert wird. Somit sieht in der Folge auch die Maßnahme 5 auf den ersten Blick schlechter aus, als sie ist.

Durch den Einbau einer Wärmepumpe verringert sich der Endenergiebedarf des Hauses deutlich. Allerdings hat Strom einen Primärenergiefaktor von 1,8. Daraus folgt die Verschiebung von 46 kWh/m² auf 179 kWh/m².

Sofern Sie sich in Zukunft für eine Wärmepumpe entscheiden, empfehlen wir Ihnen vor Angebotseinholung eine Heizlastberechnung durchzuführen. Auf dieser Basis können die Fachunternehmen die Wärmepumpen passend für Ihr Gebäude auslegen.

## 4.1 A.1 Glossar

Im Folgenden werden die im Beratungsbericht verwendeten Fachbegriffe erläutert:

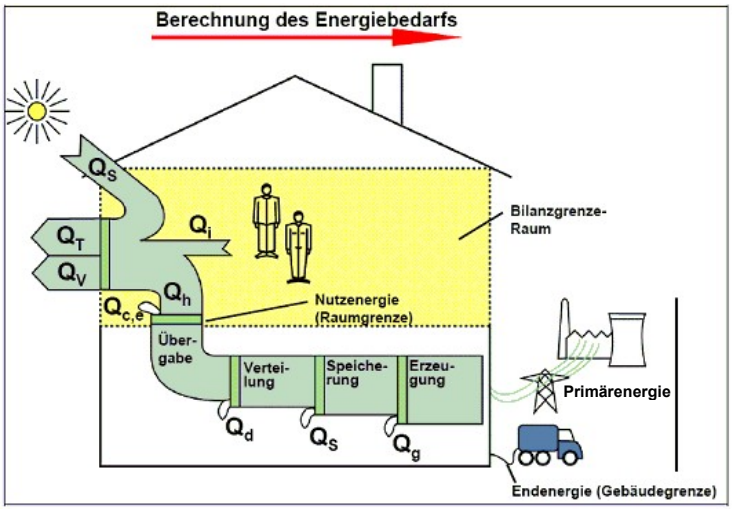
**Energiebedarf**

Energiemenge, die unter genormten Bedingungen (z. B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, zu erreichende Innentemperatur, angenommene innere Wärmequellen) für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur Wohngebäude) zu erwarten ist. Diese Größe dient der ingenieurmäßigen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden. Der tatsächliche **Verbrauch** weicht in der Regel wegen der realen Bedingungen vor Ort (z. B. örtliche Klimabedingungen, abweichendes Nutzerverhalten) vom berechneten Bedarf ab.

**Jahres-Primärenergiebedarf**

Jährliche Endenergiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mit Hilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist.

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. $CO_2$- Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energiesparverordnung.



**Endenergiebedarf**

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im Allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe.

Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

**Nutzenergie**

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

**Transmissionswärmeverluste $Q_T$**

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

**Lüftungswärmeverluste $Q_V$**

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

**Trinkwassererwärmung**

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u.ä.) ermittelt.

**U-Wert** (früher k-Wert)

Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in KWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

**Solare Wärmegewinne $Q_S$**

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

**Interne Wärmegewinne $Q_i$**

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

**Anlagenverluste**

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung $Q_g$ (Abgasverlust), ggf. Speicherung $Q_s$ (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung $Q_d$ (Leitungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe $Q_c$ (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

**Wärmebrücken**

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z. B. Balkonplatten. Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

**Gebäudevolumen $V_e$**

Das beheizte Gebäudevolumen ist das an Hand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

**Wärmeübertragende Umfassungsfläche A**

Die Wärmeübertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminneren nach außen dringt.

**Kompaktheit A/V**

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

**Gebäudenutzfläche $A_N$**

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.

# Anlage 10 Energieberatungsbericht 2

# Erläuterungsbericht als Entscheidungsgrundlage zur energetischen Sanierung

Gebäude: Einfamilienhaus
[redacted]
24582 Mühbrook

Erstellt von: Energieberatung Asbahr
David Schwellies, Ingenieur B.Eng.

Hauptstraße 26
25582 Hohenaspe
Tel.: 04893 – 937 33 33
Mobil: 0175 – 262 31 35
info@energieberatung-asbahr.de

Erstellt am: 12. November 2024

D. Schwellies
……
Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen ..... 3
2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung ..... 4
2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle ..... 5
2.1.1 Außenwände mit Kerndämmung ..... 6
2.1.2 Außenwände Kellergeschoss ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
2.1.3 Dachflächen Schrägdach ..... 7
2.1.4 Bodenplatte ..... 8
2.1.5 Fenster und Hauseingangstüren ..... 9
2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik ..... 10
2.2.1 Wärmeversorgungsanlage ..... 10
2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung ..... 10
2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand ..... 11
2.2.4 Bewertung des Gebäudes ..... 12
3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz ..... 13
3.1 Variante 1 : Austausch der Fenster und Hauseingangstüren ..... 13
3.2 Variante 2 : Dämmung der Kellerwände ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
3.3 Variante 3 : Maßnahmenpaket 1-2 ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
3.4 Variante 4 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ..... 16
Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen ..... 19
4 Empfehlung ..... 20
4.1 A.1 Glossar ..... 21

# 1 Vorbemerkungen

Dieser Bericht soll Ihnen aufzeigen, in welchem energetischen Zustand sich Ihr Gebäude derzeit befindet und welche Auswirkungen verschiedene Sanierungsmaßnahmen haben. Dabei werden die Maßnahmen aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht betrachtet und auf Einhaltung der von der vom BAFA beschriebenen Technischen Mindestanforderungen geprüft.

**Hinweis**
Dieser Bericht soll den Beratungsempfänger dabei unterstützen, Möglichkeiten für Energiesparmaßnahmen zu erkennen. Die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen erspart wertvolle Rohstoffe, hilft der Umwelt durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen und dem Beratungsempfänger, Brennstoffkosten zu reduzieren. Der Komfort und der Wert des Gebäudes kann sich erhöhen. Energiesparmaßnahmen sind somit eine gute und sichere Anlage für Ihre Zukunft.

- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichterstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden, um den geeignetsten Anbieter zu ermitteln.

- Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlungen und Bauphysik. Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.

- Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen.

- Eine Gewähr für die tatsächliche Erreichung der abgeschätzten Energieeinsparung kann nicht übernommen werden, weil nicht erfasste Randbedingungen wie außergewöhnliches Nutzerverhalten, untypische Bauausführung usw. Einflüsse darstellen, die im Rahmen dieser Orientierungshilfe nicht berücksichtigt werden können.

- Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.

- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.

- Der Beratungsbericht wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

# 2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung

| | | |
|---|---|---|
| Ort: | | 24582 Mühbrook |
| Bundesland: | | Schleswig-Holstein |
| Gebäudetyp: | | Einfamilienhaus |
| Baujahr: | | 1989 |
| Lage: | | Wohnsiedlung |
| Nutzung: | | Wohngebäude |
| Bauweise | | schwere Bauart |
| Geschosse: | | 1 Vollgeschoss + 1 Dachgeschosse |
| Keller: | | Vollunterkellert |
| Wohneinheiten: | | 1 |
| Nettogrundfläche | $A_{NGF}$ | 218 m² |
| Nutzfläche: | $A_N$ | 266 m² |
| Hüllfläche: | A | 574 m² |
| Volumen: | Ve | 835 m³ |
| Luftvolumen: | V | 634 m³ |

[redacted]

## 2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Diese Daten basieren auf einer detaillierten Bestandsaufnahme sowie auf Angaben aus den Bauunterlagen. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

| | **Typ** | **Bauteil** | **U-Wert** in W/m²K | $U_{max}$ **GEG*** in W/m²K | $U_{max}$ **BAFA**** in W/m²K |
|---|---|---|---|---|---|
| | KD | Kellerdecke | 0,60 | 0,30 | 0,25 |
| | BE | Bodenplatte | 0,60 | 0,30 | 0,25 |
| | DA | Steildach | 0,29 | 0,24 | 0,14 |
| | TA | Außentüren | 2,90 | 1,80 | 1,30 |
| | AW | Außenwand mit Kerndämmung | 0,28 | 0,24 | 0,20 |
| | FA | 2-Scheiben-Verglasung | 2,70 | 1,30 | 0,95 |

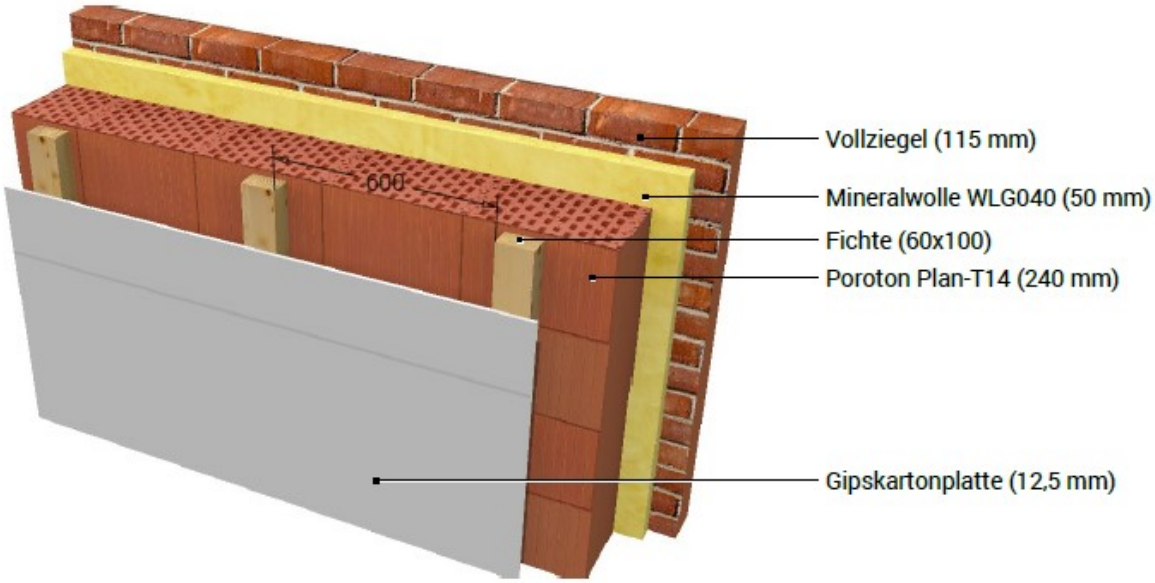
*) Als U-Wert wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der vom GEG vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,035 W/(mK)) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,045 W/(mK) einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von 1,30 W/m²K.

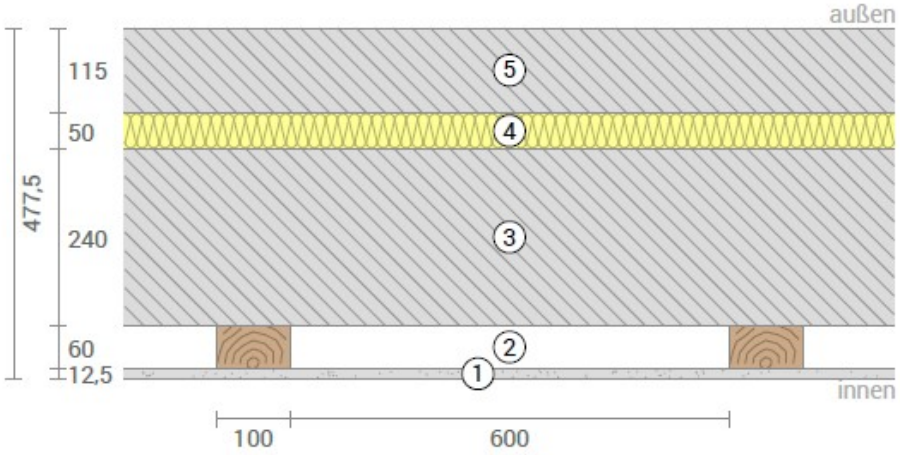
**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für BAFA-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die BAFA-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 2024 können jederzeit aktualisiert werden.

### 2.1.1 Außenwände mit Kerndämmung

Die Außenwände des Gebäudes sind vermutlich als zweischaliges Mauerwerk mit Dämmung gemäß der vorgelegten Baubeschreibung ausgeführt. Der Aufbau der einzelnen Schichten von warm nach kalt ist im Folgenden dargestellt. Der U-Wert der Außenwände beträgt 0,28 W/m²K.

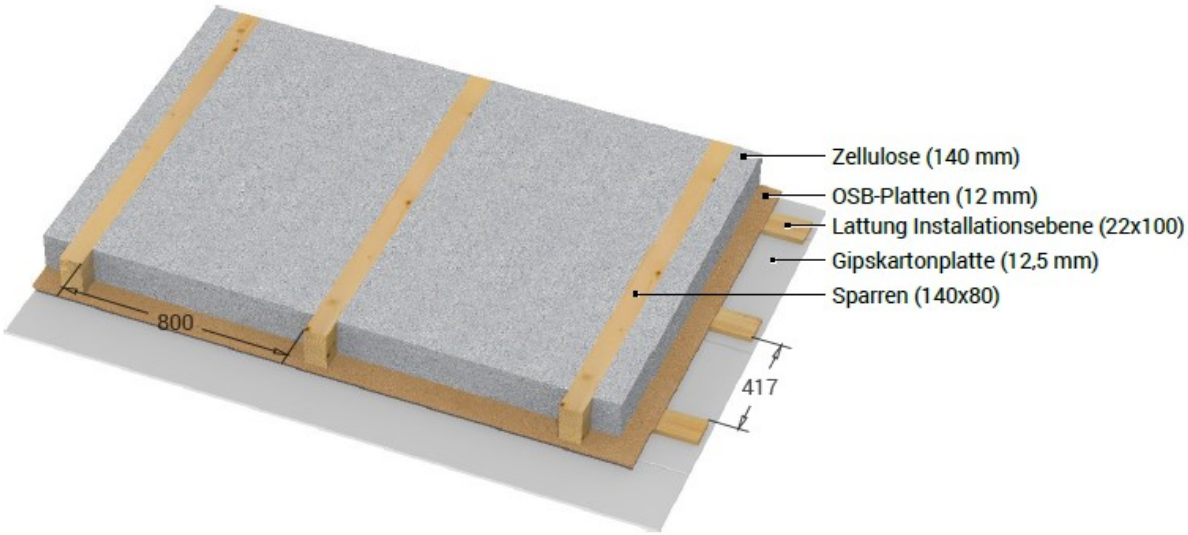
Aufgrund der Gegebenheiten vor Ort wurden die Kellerwände identisch zu den oberen Geschossen angenommen. Sollten an den Wänden energetische Maßnahmen geplant werden, muss der korrekte Aufbau durch eine Fachfirma überprüft werden.

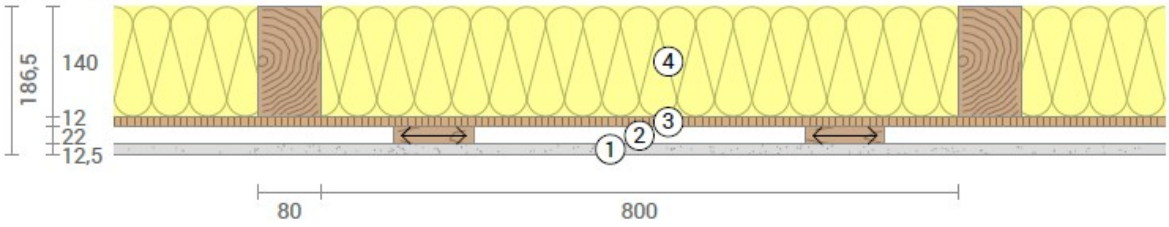


### 2.1.2 Dachflächen Schrägdach

Das Schrägdach hat eine Neigung von 52° und ist in Holzbauweise ausgeführt. Das Dach wurde seit dem Baujahr nicht erneuert. Die Dachflächen sind laut Aussagen der Bauherrin mit ca. 140 mm Zelluloseflock gedämmt. Die Eindeckung besteht aus Dachziegeln. Der ermittelte U-Wert beträgt 0,29 W/m²K.



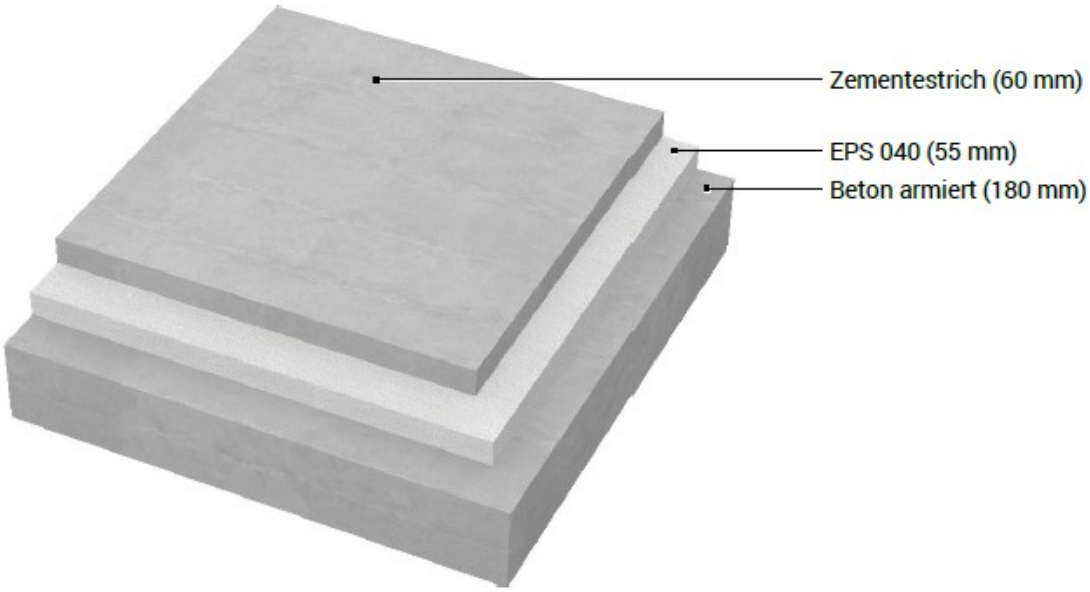



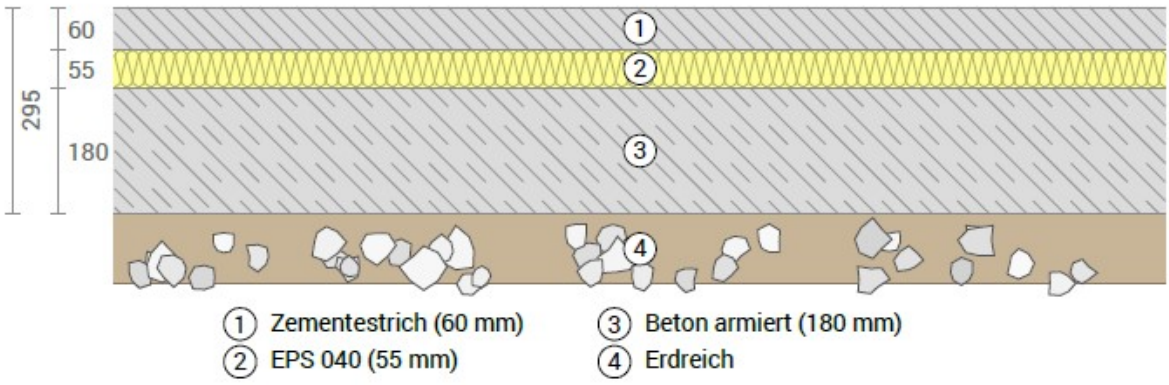

① Gipskartonplatte (12,5 mm)
② Luftschicht (22 mm)
③ OSB-Platten (12 mm)
④ Zellulose (140 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

### 2.1.3 Bodenplatte

Die Bodenplatte wurde in massiver Bauweise ausgeführt. Der Aufbau wird gemäß der damaligen Bautypologie angenommen und von warm nach kalt wie folgt beschrieben. Der U-Wert beträgt 0,6 W/m²K



### 2.1.4 Fenster und Hauseingangstüren

Die Holzstofffenster sind Zweischeiben-Isolierverglast mit Uw-Werten von 2,70 W/m²K. Die Haus- bzw. Nebeneingangstüren bestehen ebenfalls aus Holz mit einem U-Wert von 2,9 W/m²K.

**Bewertung der Gebäudehülle**

Im unsanierten Zustand wird der energetische Zustand der Gebäudehülle als gut eingestuft.

## 2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik

### 2.2.1 Wärmeversorgungsanlage

Bei dem Wärmeerzeuger handelt es sich um einen Niedertemperaturheizkessel vom Typ Klöckner, KL GA 14 aus dem Baujahr 1989, der mit dem Brennstoff Gas betrieben wird.

| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Wärmeerzeugung<br>NT-Kessel – 15,3 kW, Gas |
| Verteilung | Auslegungstemperaturen 75/55°C<br>Dämmung der Leitungen: gut gedämmt<br>Umwälzpumpe Leistungsgeregelt<br>Hydraulischer Abgleich wurde nicht durchgeführt |
| Übergabe | freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich<br>Thermostatventil mit Voreinstellung PI |

### 2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung

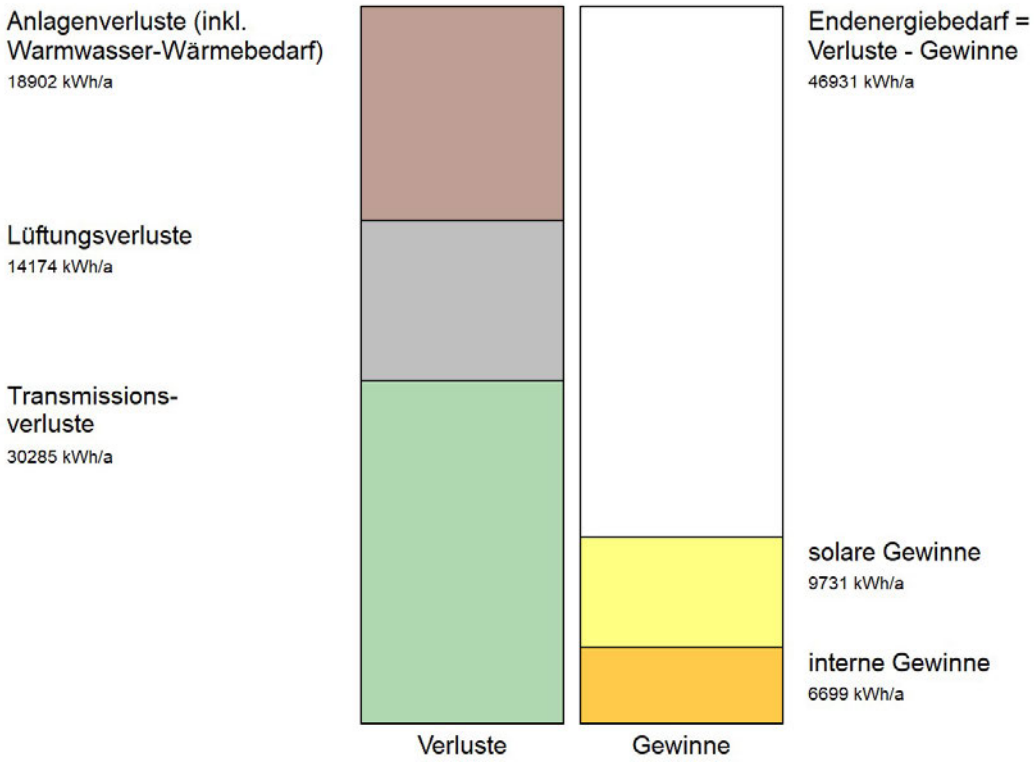
Die Trinkwarmwasserversorgung wird über eine Trinkwarmwasser-Wärmepumpe sichergestellt. Als Spitzenlastunterstützung wird der oben genannte Niedertemperatur-Heizkessel zugeschaltet.

| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Warmwasserbereitung<br>Warmwassererzeugung über Trinkwarmwasser-Wärmepumpe |
| Verteilung | Dämmung der Leitungen: gut |

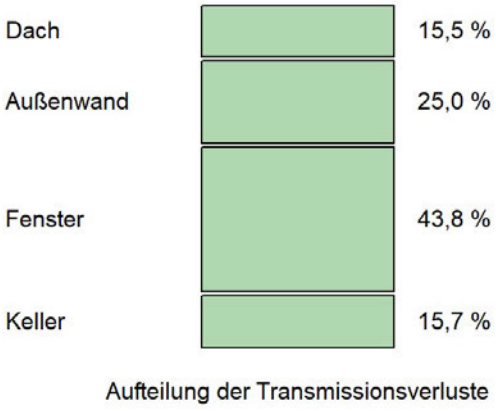
# Darstellung der Energiebilanz des Ist-Zustandes

## 2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand

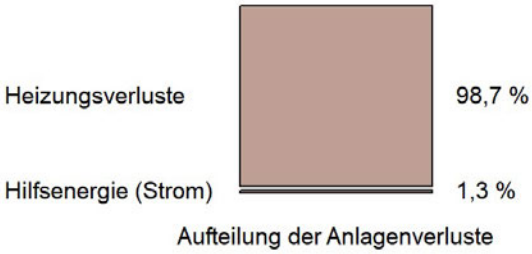
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen? Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.




Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



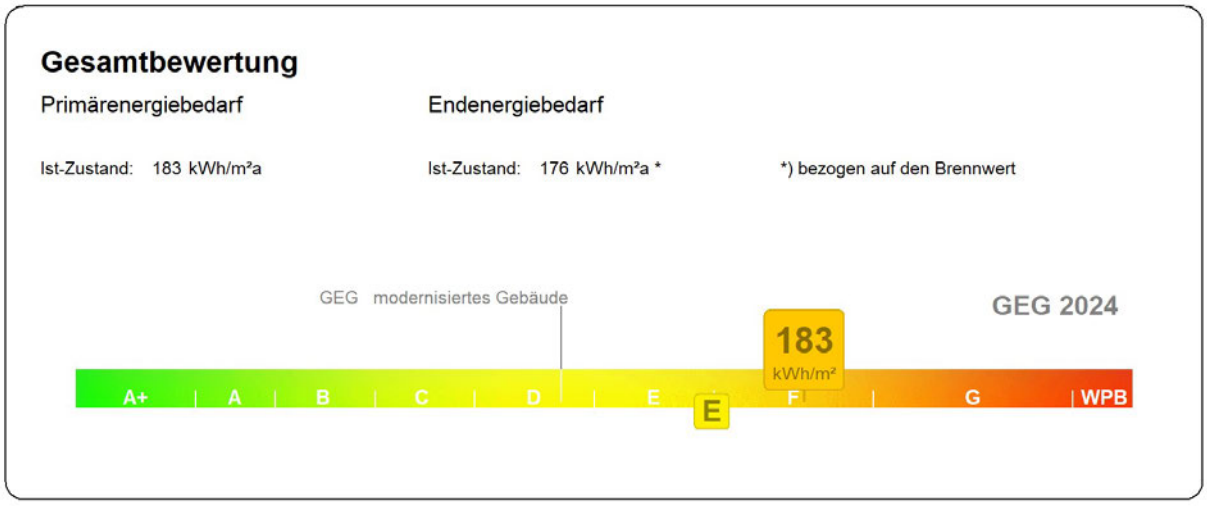

Aufteilung der Transmissionsverluste




Aufteilung der Anlagenverluste

### 2.2.4 Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 183 kWh/m²a.



# 3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

## 3.1 Variante 1 : Austausch der Fenster und Hauseingangstüren

In dieser Variante wird der Austausch der Fenster und der Hauseingangstür betrachtet.

Es werden dreifach-wärmeschutzverglaste Kunststofffenster mit einem UW-Wert von 0,95 W/m²K eingebaut. Die Mindestanforderung für eine Förderung über das BAFA beträgt 0,95 W/m²K. Hierbei ist zu beachten, dass sofern gewünscht, innenliegende Sprossen den Uw-Wert verschlechtern und bei der Uw-Wert Berechnung des Herstellers berücksichtigt werden müssen.

Die Anforderung an den $U_D$-Wert der Hauseingangstüren beträgt 1,30 W/m²K.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 500 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten von ca. 29.000 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

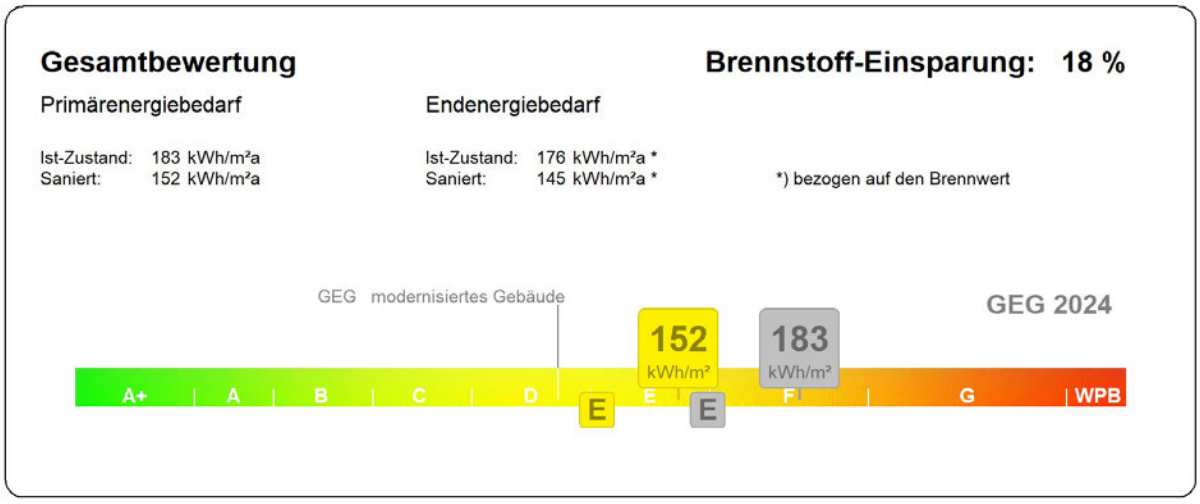
## Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 18 **%.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 46.931 kWh/Jahr reduziert sich auf 38.698 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 8.233 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 1.787 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **152 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 1 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 1: Fenstertausch + Haustür** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 4.934 | 29.000 | 8.233 | 859 | 18 | 34 : 1 | 30 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.2 Variante 2 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

In dieser Variante wird der Austausch der Heizungsanlage gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe betrachtet.

Die vorhandene Gasheizung wird vollständig demontiert und entsorgt. Die Auslegung der Wärmepumpe sollte auf Basis einer Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 erfolgen. Die vorhandenen Heizflächen können auf dieser Basis auf Eignung für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb geprüft werden. Die Vorlauftemperatur sollte bei -10°C nicht größer als 50 °C betragen. Sollten einige Heizkörper mehr als 50 °C benötigen, können diese gegen Niedertemperatur-heizkörper ausgetauscht werden. Die Kosten für den Austausch sind ebenfalls förderfähig.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 35.000 € inklusive Demontage- und Entsorgungsarbeiten, jedoch ohne eventuellen Austausch von Heizkörpern.

Diese Maßnahme kann über die KfW mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 50 % (30 % Basisförderung + 20 % Geschwindigkeitsbonus) der förderfähigen Kosten gefördert werden. Weitere 5 % Zuschuss sind möglich, wenn die Wärmepumpe mit natürlichem Kältemittel betrieben wird. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr.

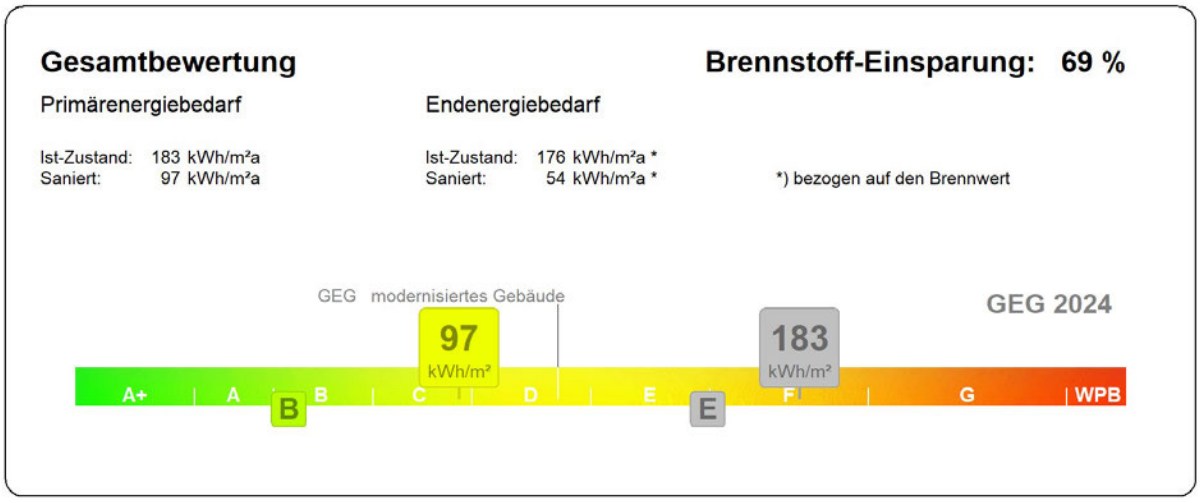
## Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **69 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 46.931 kWh/Jahr (Gas) reduziert sich auf 14.365 kWh/Jahr (Strom). Es ergibt sich somit eine Einsparung von 32.565 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 3.068 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **97 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 2 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

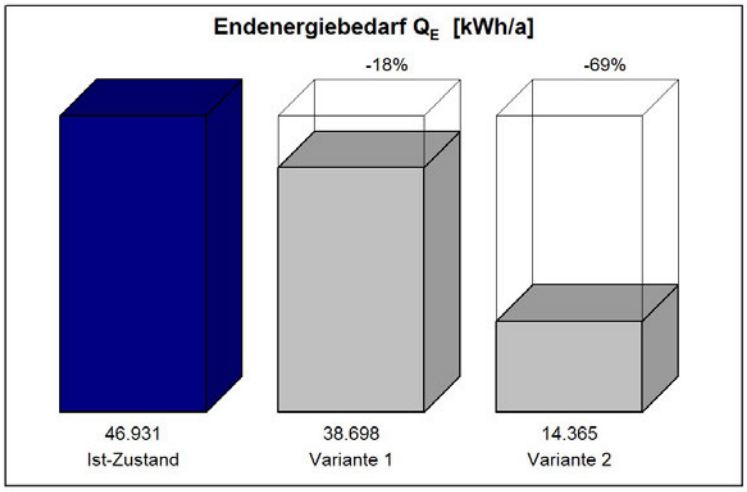
| **Variante 2: Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 3.719 | 35.000 | 32.565 | 2.073 | 69 | 17 : 1 | 15 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

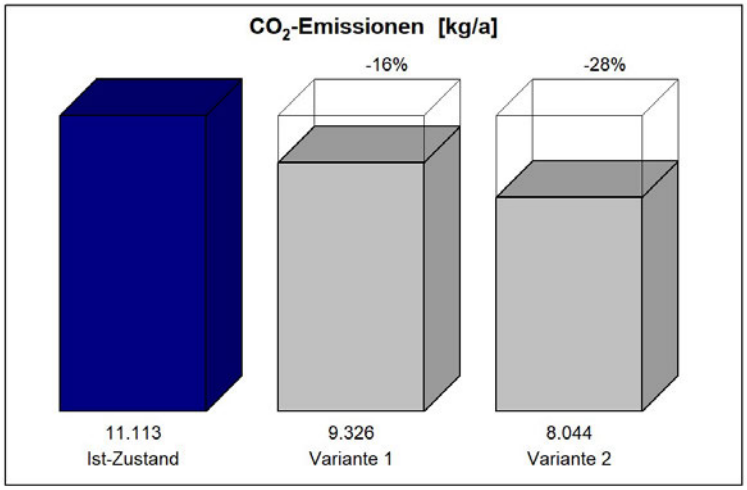
# Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen

Endenergiebedarf $Q_E$:




Ist-Zustand
Var.1 - Fenster
Var.2 - Wärmepumpe

$CO_2$-Emissionen:




Ist-Zustand
Var.1 - Fenster
Var.2 - Wärmepumpe

# 4 Empfehlung

Grundsätzlich hat das Haus noch eine solide Bausubstanz. Aus diesem Grund können wir Ihnen nur nahelegen, in den nächsten Jahren die 2-fach isolierverglasten Fenster gegen 3-fach wärmeschutzverglaste Fenster zu tauschen. Durch die bereits vorhandene Kerndämmung im Außenmauerwerk sind die Bedingungen für 3-fach verglaste Fenster gegeben.

Die Vorteile dieser Variante lassen sich wie folgt bauphysikalisch zusammenfassen:

- Reduzierung des Heizwärmebedarfs
- Deutliche energetische Verbesserung der Gebäudehülle
- Minimierung von Transmissionswärmeverlusten
- Verbesserung des Schallschutzes

Sofern Sie sich in Zukunft für eine Wärmepumpe entscheiden, empfehlen wir Ihnen vor Angebotseinholung eine Heizlastberechnung durchzuführen. Auf dieser Basis können die Fachunternehmen die Wärmepumpen passend für Ihr Gebäude auslegen.

## 4.1 A.1 Glossar

Im Folgenden werden die im Beratungsbericht verwendeten Fachbegriffe erläutert:

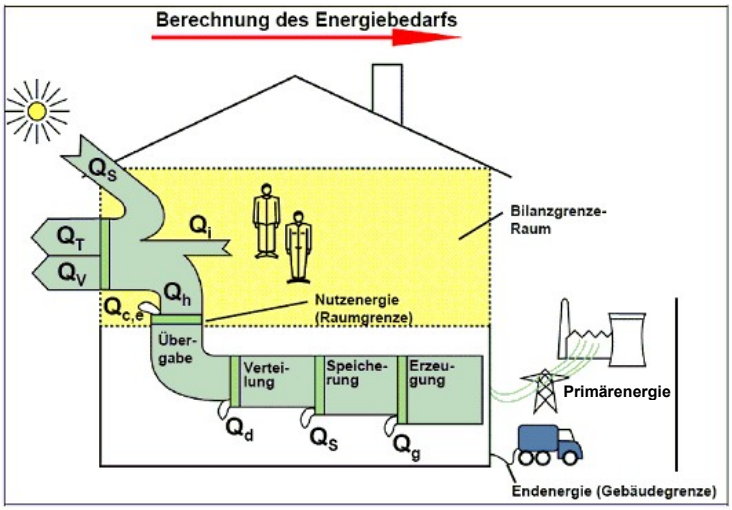
**Energiebedarf**

Energiemenge, die unter genormten Bedingungen (z. B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, zu erreichende Innentemperatur, angenommene innere Wärmequellen) für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur Wohngebäude) zu erwarten ist. Diese Größe dient der ingenieurmäßigen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden. Der tatsächliche **Verbrauch** weicht in der Regel wegen der realen Bedingungen vor Ort (z. B. örtliche Klimabedingungen, abweichendes Nutzerverhalten) vom berechneten Bedarf ab.

**Jahres-Primärenergiebedarf**

Jährliche Endenergiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mit Hilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist.

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. $CO_2$- Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energiesparverordnung.



**Endenergiebedarf**

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im Allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe.

Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

**Nutzenergie**

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

**Transmissionswärmeverluste $Q_T$**

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

**Lüftungswärmeverluste $Q_V$**

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

**Trinkwassererwärmung**

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u.ä.) ermittelt.

**U-Wert** (früher k-Wert)

Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in KWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

**Solare Wärmegewinne $Q_S$**

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

**Interne Wärmegewinne $Q_i$**

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

**Anlagenverluste**

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung $Q_g$ (Abgasverlust), ggf. Speicherung $Q_s$ (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung $Q_d$ (Leitungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe $Q_c$ (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

**Wärmebrücken**

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z. B. Balkonplatten. Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

**Gebäudevolumen $V_e$**

Das beheizte Gebäudevolumen ist das an Hand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

**Wärmeübertragende Umfassungsfläche A**

Die Wärmeübertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminneren nach außen dringt.

**Kompaktheit A/V**

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

**Gebäudenutzfläche $A_N$**

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.

# Anlage 11 Energieberatungsbericht 3

# Erläuterungsbericht als Entscheidungsgrundlage zur energetischen Sanierung

Gebäude: Einfamilienhaus
[redacted]
24582 Mühbrook

Erstellt von: Energieberatung Asbahr
David Schwellies, Ingenieur B. Eng.

Hauptstraße 26
25582 Hohenaspe
Tel.: 04893 – 937 33 33
Mobil: 0175 – 262 31 35
info@energieberatung-asbahr.de

Erstellt am: 25. November 2024 ……
Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen ... 3
2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung ... 4
2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle ... 5
2.1.1 Außenwände mit Kerndämmung ... 6
2.1.2 Dachflächen Schrägdach ... 7
2.1.3 Oberste Geschossdecke ... 8
2.1.4 Kellerdecke ... 9
2.1.5 Fenster und Hauseingangstüren ... 10
2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik ... 11
2.2.1 Wärmeversorgungsanlage ... 11
2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung ... 11
2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand ... 12
2.2.4 Bewertung des Gebäudes ... 13
3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz ... 14
3.1 Variante 1 : Dämmung der Außenwände ... 14
3.2 Variante 2 : Fenstertausch ... 18
3.3 Variante 3 : Maßnahmenpaket 1-2 ... 21
3.4 Variante 4 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ... 24
Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen ... 27
4 Empfehlung ... 28
4.1 A.1 Glossar ... 29

# 1 Vorbemerkungen

Dieser Bericht soll Ihnen aufzeigen, in welchem energetischen Zustand sich Ihr Gebäude derzeit befindet und welche Auswirkungen verschiedene Sanierungsmaßnahmen haben. Dabei werden die Maßnahmen aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht betrachtet und auf Einhaltung der von der vom BAFA beschriebenen Technischen Mindestanforderungen geprüft.

**Hinweis**
Dieser Bericht soll den Beratungsempfänger dabei unterstützen, Möglichkeiten für Energiesparmaßnahmen zu erkennen. Die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen erspart wertvolle Rohstoffe, hilft der Umwelt durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen und dem Beratungsempfänger, Brennstoffkosten zu reduzieren. Der Komfort und der Wert des Gebäudes kann sich erhöhen. Energiesparmaßnahmen sind somit eine gute und sichere Anlage für Ihre Zukunft.

- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichterstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden, um den geeignetsten Anbieter zu ermitteln.

- Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlungen und Bauphysik. Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.

- Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen.

- Eine Gewähr für die tatsächliche Erreichung der abgeschätzten Energieeinsparung kann nicht übernommen werden, weil nicht erfasste Randbedingungen wie außergewöhnliches Nutzerverhalten, untypische Bauausführung usw. Einflüsse darstellen, die im Rahmen dieser Orientierungshilfe nicht berücksichtigt werden können.

- Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.

- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.

- Der Beratungsbericht wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

# 2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung

| | | |
|---|---|---|
| Ort: | 24582 Mühbrook | |
| Bundesland: | Schleswig-Holstein | |
| Gebäudetyp: | Einfamilienhaus | |
| Baujahr: | 1965 | |
| Lage: | Wohnsiedlung | |
| Nutzung: | Wohngebäude | |
| Bauweise | leichte Bauart | |
| | | |
| Geschosse: | 1 Vollgeschoss + 1 Dachgeschosse | |
| Keller: | Vollunterkellert | |
| Wohneinheiten: | 1 | |
| | | |
| Nettogrundfläche | $A_{NGF}$ | 114 m² |
| Nutzfläche: | $A_N$ | 124 m² |
| Hüllfläche: | A | 323 m² |
| Volumen: | Ve | 386 m³ |
| Luftvolumen: | V | 294 m³ |

[redacted]

## 2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Diese Daten basieren auf einer detaillierten Bestandsaufnahme sowie auf Angaben aus den Bauunterlagen. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

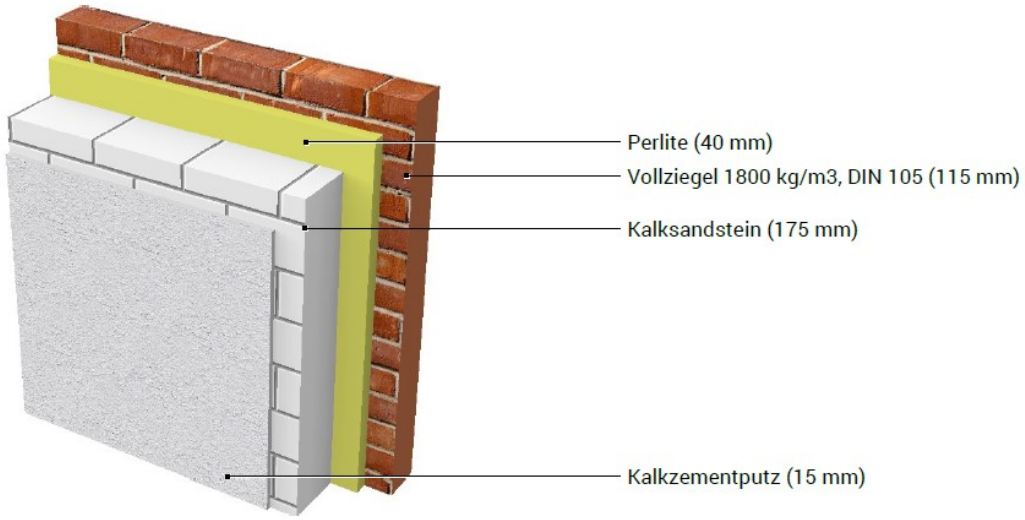
| | Typ | Bauteil | U-Wert in W/m²K | $U_{max}$ GEG* in W/m²K | $U_{max}$ BAFA** in W/m²K |
|---|---|---|---|---|---|
| | KD | Kellerdecke | 0,27 | 0,30 | 0,25 |
| | BE | Bodenplatte | 1,20 | 0,30 | 0,25 |
| | DA | Steildach | 0,27 | 0,24 | 0,14 |
| | OGD | Oberste Geschossdecke | 0,28 | 0,24 | 0,14 |
| | TA | Außentüren | 2,90 | 1,80 | 1,30 |
| | AW | Außenwand Altbau | 0,73 | 0,24 | 0,20 |
| | FA | 2-Scheiben-Verglasung | 2,70 | 1,30 | 0,95 |

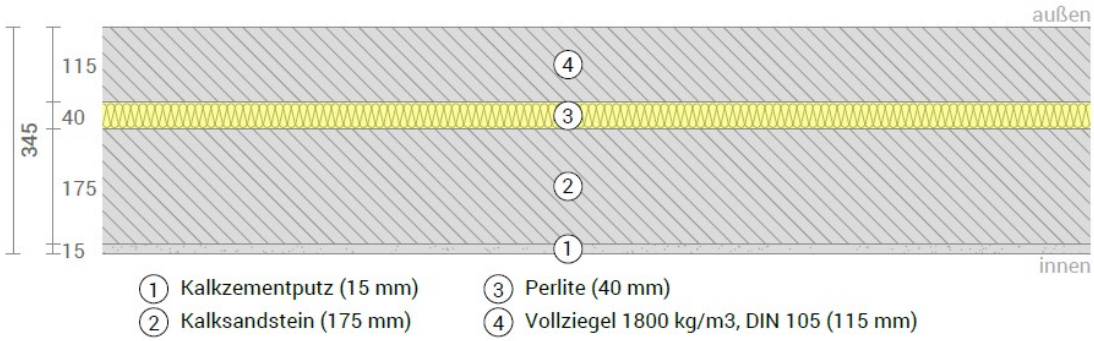
*) Als U-Wert wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der vom GEG vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,035 W/(mK)) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,045 W/(mK) einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von 1,30 W/m²K.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für BAFA-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die BAFA-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 2024 können jederzeit aktualisiert werden.

### 2.1.1 Außenwände mit Kerndämmung

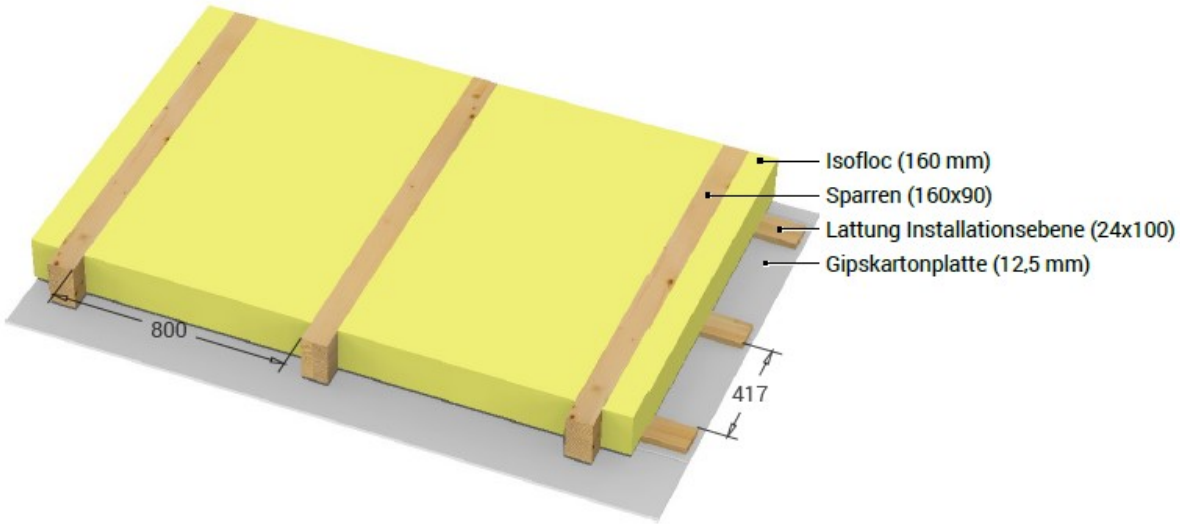
Die Außenwände des Gebäudes sind vermutlich als zweischaliges Mauerwerk ausgeführt. Gemäß den Aussagen der Bauherrin wurde die Luftschicht im Jahr 2009 nachträglich mit Perliten gedämmt. Der Aufbau der einzelnen Schichten von warm nach kalt ist im Folgenden dargestellt. Der U-Wert der Außenwände beträgt 0,73 W/m²K.

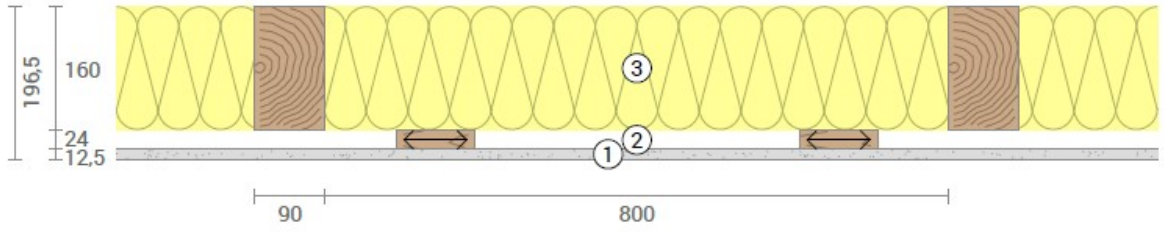


### 2.1.2 Dachflächen Schrägdach

Das Walmdach hat eine Neigung von 50°, ist in Holzbauweise ausgeführt. Das Dach wurde 2009 nachträglich mit Isofloc gedämmt. Die Eindeckung besteht aus Dachziegeln. Der ermittelte U-Wert beträgt 0,27 W/m²K.



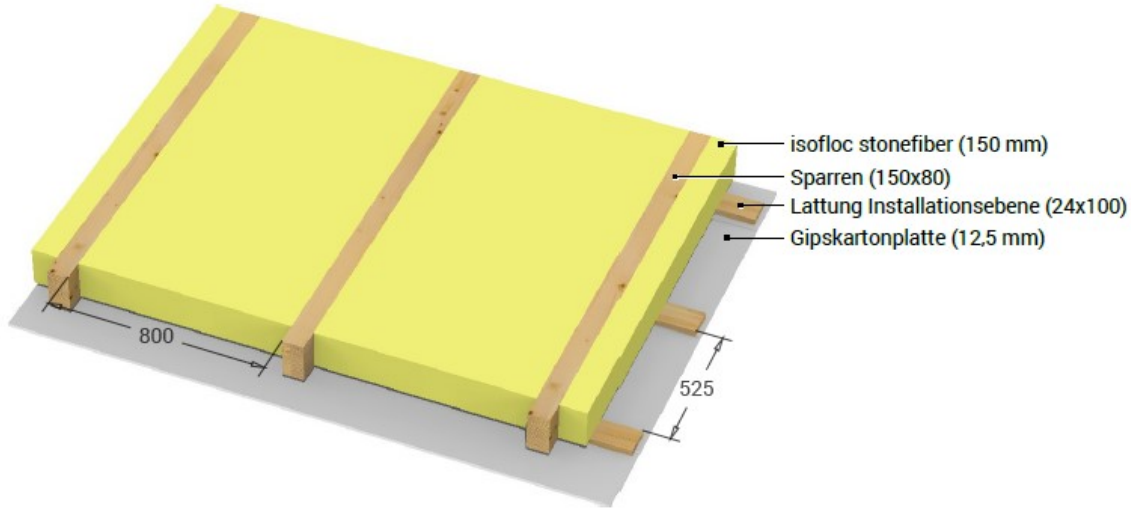



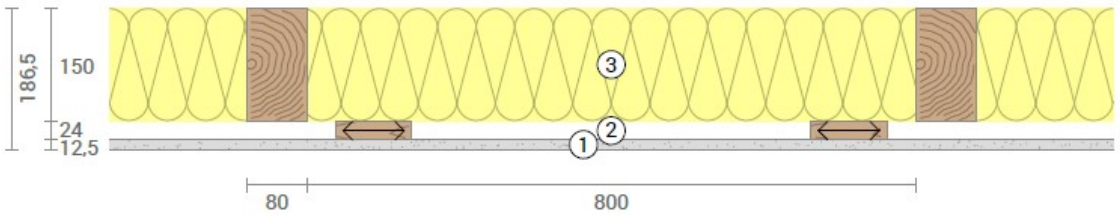

① Gipskartonplatte (12,5 mm) ② Luftschicht (24 mm) ③ Isofloc (160 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

### 2.1.3 Oberste Geschossdecke

Als oberer Abschluss der beheizten Gebäudehülle dient in diesem Fall die Geschossdecke des Obergeschosses. Die Decke ist als Holzbalkendecke ausgeführt und wurde 2009 nachträglich mit Isofloc gedämmt. Der Aufbau der einzelnen Schichten von warm nach kalt ist im Folgenden dargestellt. Der ermittelte U-Wert beträgt 0,28 W/m²K.



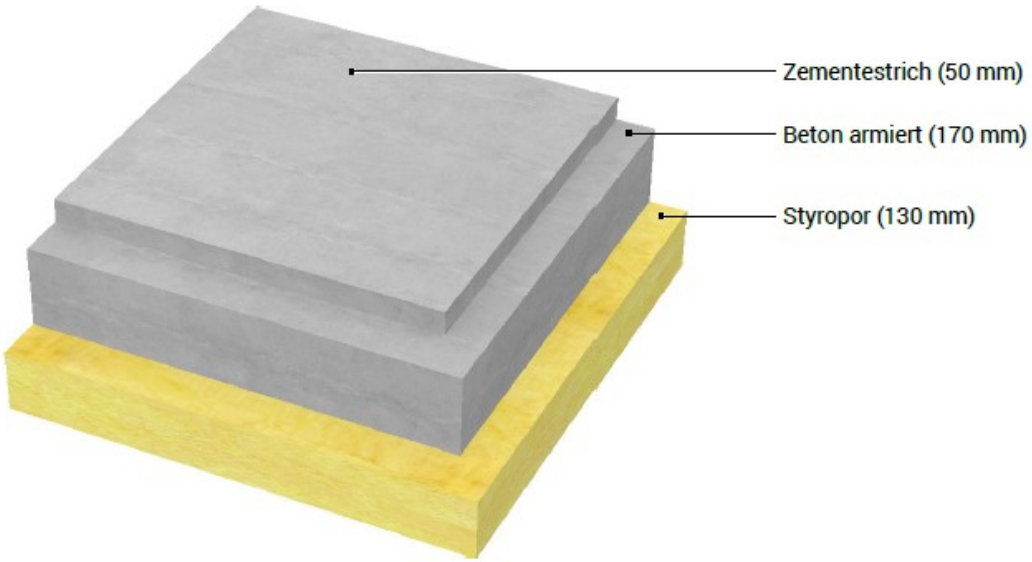



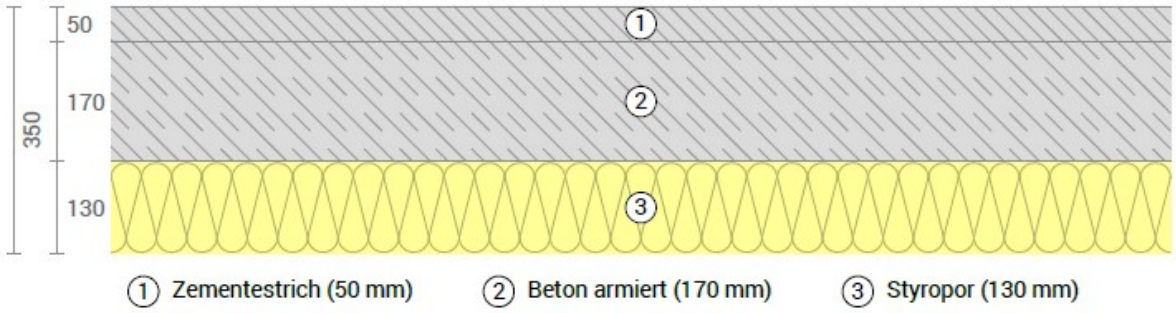

① Gipskartonplatte (12,5 mm) ② Luftschicht (24 mm) ③ isofloc stonefiber (150 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

### 2.1.4 Kellerdecke

Die Kellerdecke ist in massiver Bauweise ausgeführt. Der Aufbau wird baujahrtypisch angenommen. Die Kellerdecke wurde von unten mit 130 mm nachträglich gedämmt. Der Bauteilaufbau wird von warm nach kalt wie folgt beschrieben. Der U-Wert beträgt 0,27 W/m²K



### 2.1.5 Fenster und Hauseingangstüren

Die Holzfenster sind Zweischeiben-Isolierverglast mit einem Uw-Wert von 2,70 W/m²K. Die Hauseingangstüren bestehen aus Holz mit einem U-Wert von 2,9 W/m²K.

**Bewertung der Gebäudehülle**

Im unsanierten Zustand wird der energetische Zustand der Gebäudehülle, bis auf die Fenster und Türen, die Bodenplatte und die Außenwände, als gut eingestuft.

## 2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik

### 2.2.1 Wärmeversorgungsanlage

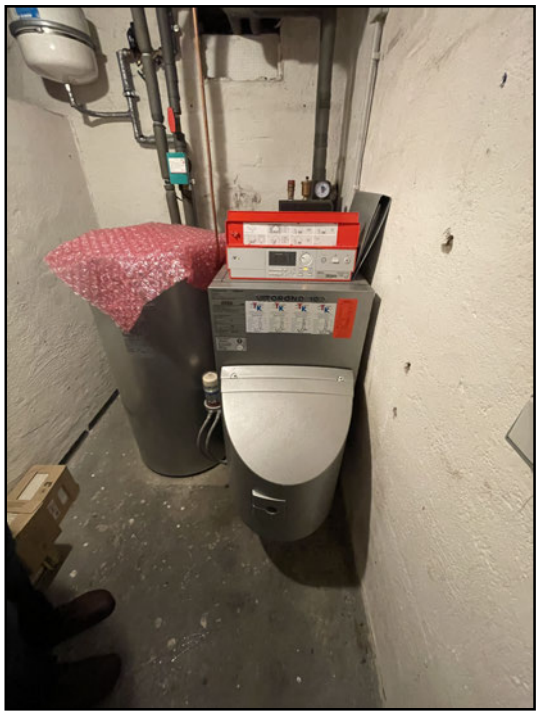
Bei dem Wärmeerzeuger handelt es sich um einen Niedertemperatur-Heizkessel vom Typ Viessmann, Vitorond 100 aus dem Baujahr 2009, der mit dem Brennstoff Öl beschickt wird.

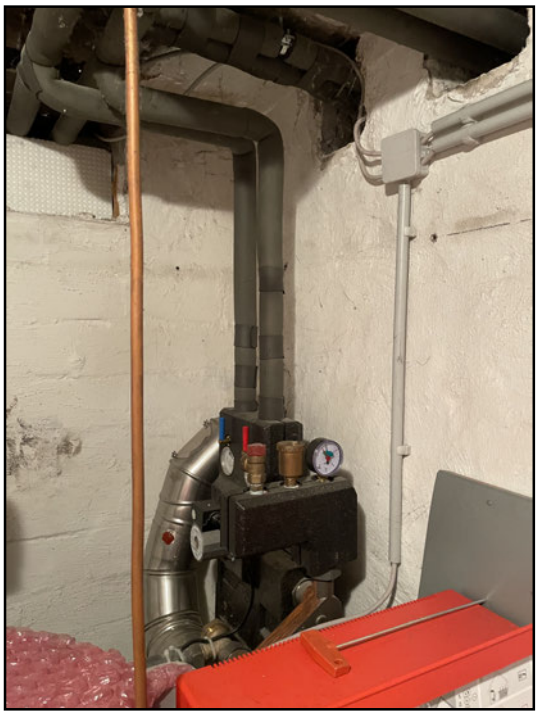
| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Wärmeerzeugung<br>NT-Kessel – 18 kW, Öl |
| Verteilung | Auslegungstemperaturen 70/55°C<br>Dämmung der Leitungen: befriedigend gedämmt<br>Umwälzpumpe Leistungsgeregelt<br>Hydraulischer Abgleich wurde nicht durchgeführt |
| Übergabe | freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich<br>Thermostatventil ohne Voreinstellung PI |

### 2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung

Die Trinkwarmwasserversorgung wird über den oben genannten Niedertemperatur-Heizkessel sichergestellt.

| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Warmwasserbereitung<br>Warmwassererzeugung über die Heizungsanlage |
| Verteilung | Dämmung der Leitungen: befriedigend |

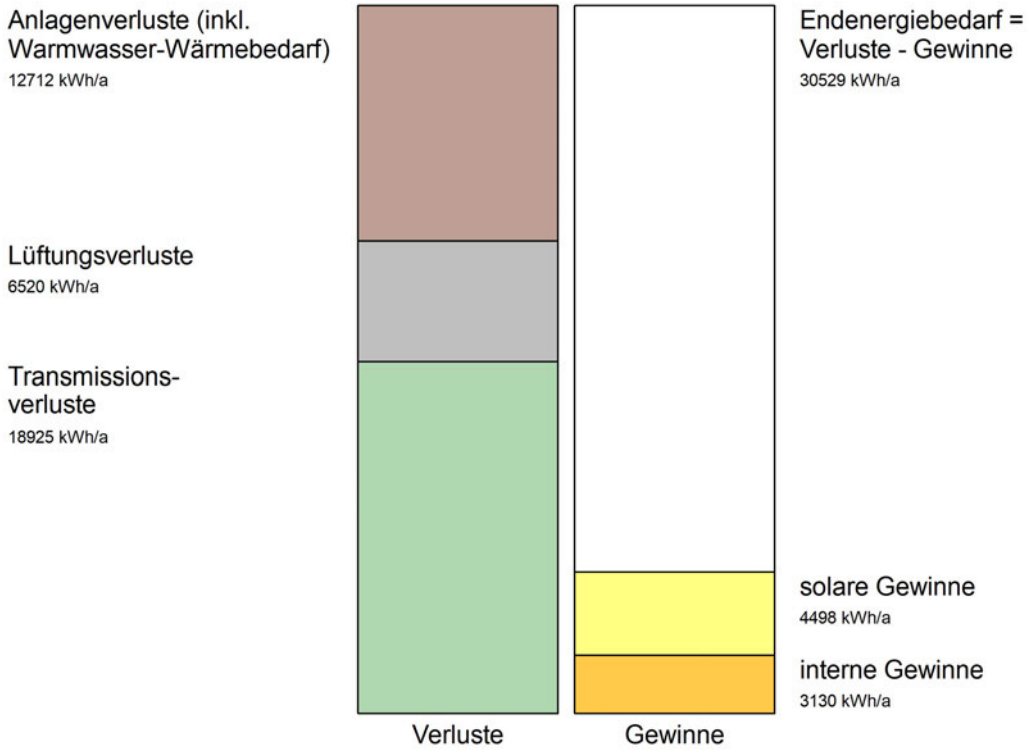




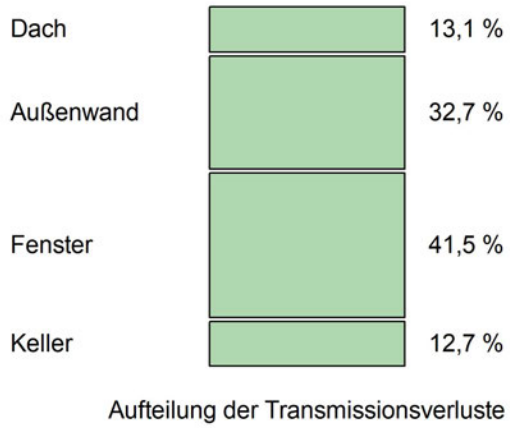
# Darstellung der Energiebilanz des Ist-Zustandes

## 2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand

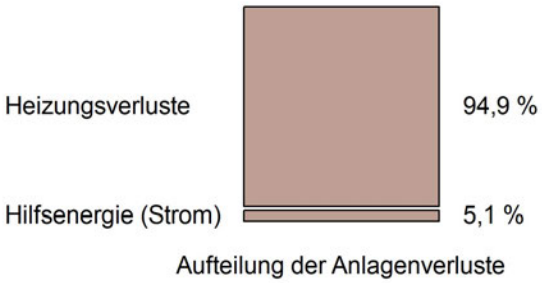
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen? Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.




Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



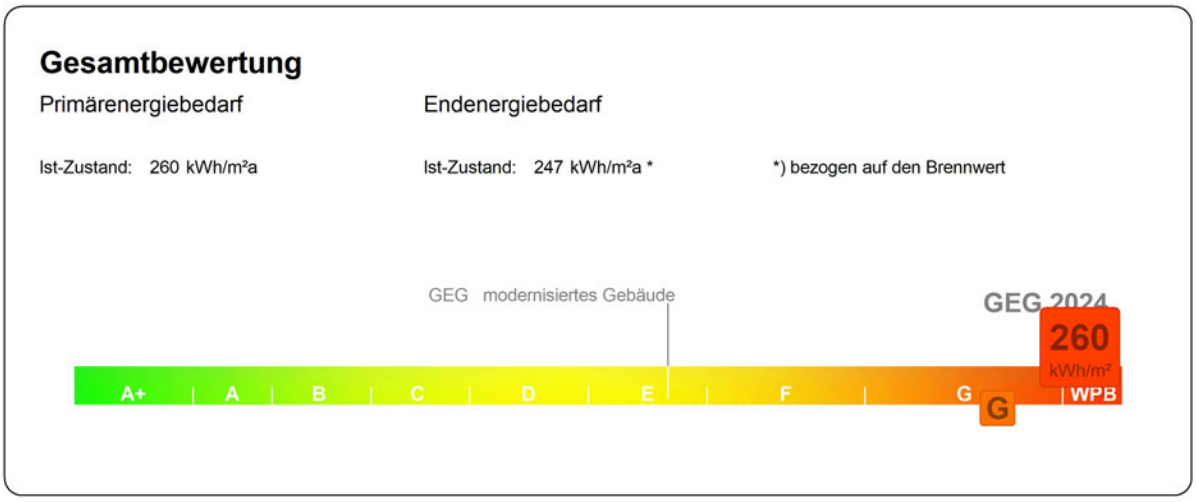

Aufteilung der Transmissionsverluste




Aufteilung der Anlagenverluste

### 2.2.4 Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 260 kWh/m²a.



# 3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

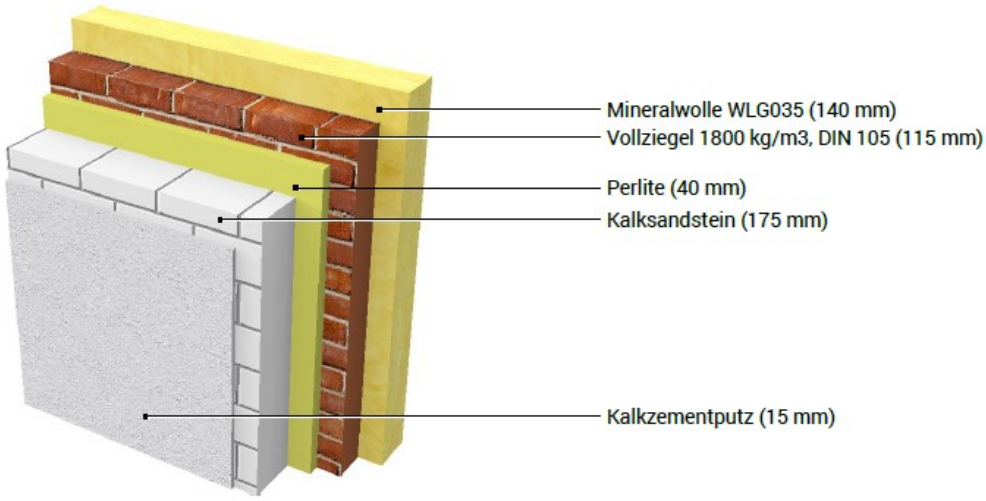
## 3.1 Variante 1 : Dämmung der Außenwände

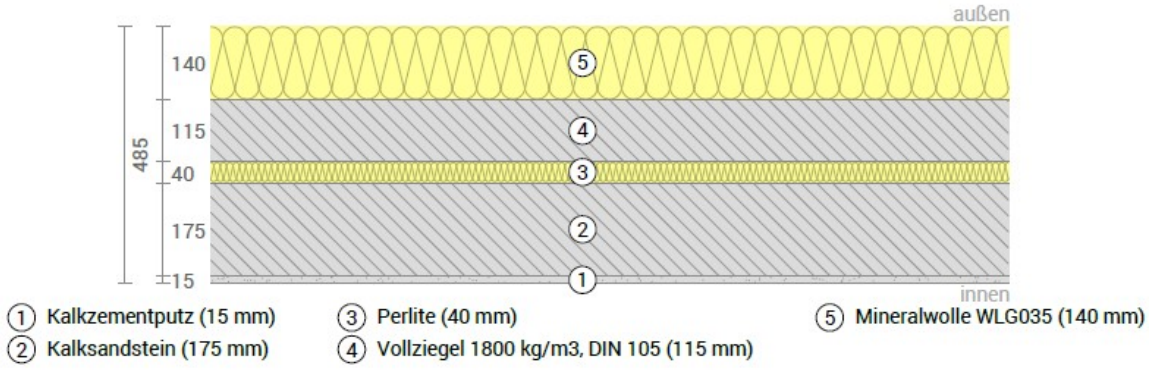
Das vorhandene Mauerwerk wird von außen mit einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS) gedämmt. Hierzu wird eine 140 mm Mineralfaserdämmplatte montiert, anschließend verputzt und mit einem Anstrich bzw. mit Klinkerriemchen versehen.

Die Montage der Dämmplatten erfolgt mit sogenannten Thermodübeln, die im vorhandenen Mauerwerk verankert werden.

Diese Maßnahme sollte zeitgleich mit der Dachdämmung erfolgen, um sämtliche Bauteilanschlüssen wärmebrückenfrei ausführen zu können. Das WDVS soll lückenlos an die Dämmung der Dachflächen anschließen.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den möglichen Bauteilaufbau:



**Hinweis zum sommerlichen Wärmeschutz**

Als sommerlicher Wärmeschutz wird die Begrenzung der Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten bezeichnet. Neben den Fensterflächen ist das Dach besonders betroffen. Der Bauteilaufbau und die Wahl der Baustoffe haben wesentlichen Einfluss auf den sommerlichen Wärmeschutz. Die gewählten Baustoffe sollten nicht nur ein gutes Dämmvermögen besitzen, sondern zugleich durch eine gute Wärmespeicherung den Wärmetransport zeitlich verzögern. Diese Verzögerung wird Phasenverschiebung genannt und beschreibt die Zeitspanne (in Stunden), die vergeht, bis die an der Außenseite eines Bauteils gemessene Temperatur dieses Bauteil „durchwandert" hat und auf der Innenseite wirksam wird. Die Phasenverschiebung wird im Wesentlichen von drei Kenngrößen eines Baustoffes beeinflusst: der Rohdichte ρ, der Wärmeleitfähigkeit λ und der spezifischen Wärmekapazität c. Bei Betrachtung verschiedener Dämmstoffe in Bezug auf die vorgenannten Kenngrößen, ist festzustellen, dass Holzwerkstoffe für den sommerlichen Wärmeschutz besonders geeignet sind.

**Kosten & Förderung:**

Die Kosten für das Aufbringen eines WDVS belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 230 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten für das Dach von ca. 23.000 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

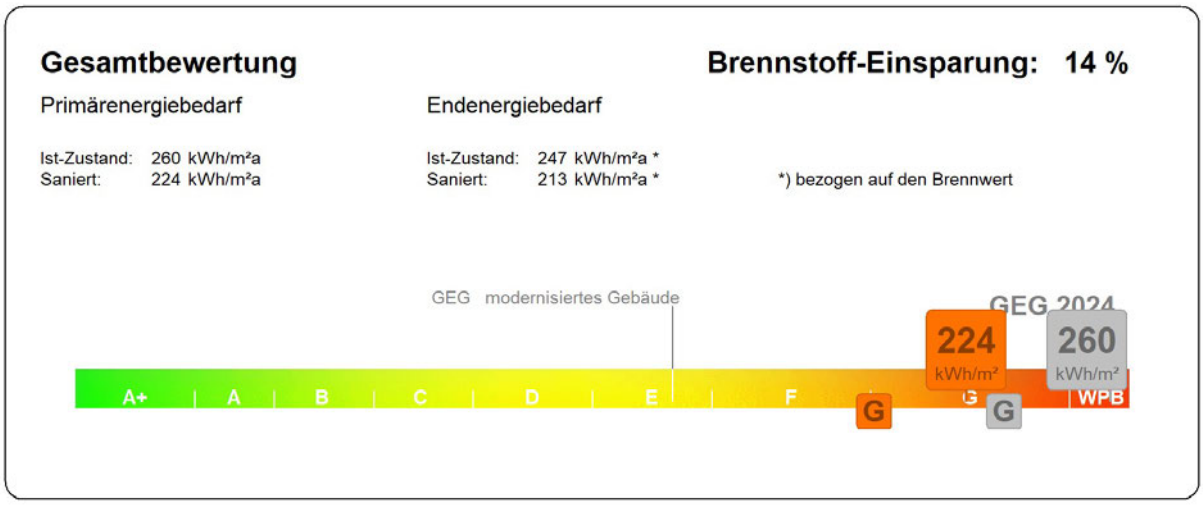
## Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **14 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 30.529 kWh/Jahr reduziert sich auf 26.254 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 4.275 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 1.261 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **224 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 1 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 1: Dämmung Außenwände** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.559 | 23.000 | 4.275 | 405 | 14 | 57 : 1 | 50 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.2 Variante 2 : Fenstertausch

In dieser Variante wird der Austausch der Fenster betrachtet.

Es werden dreifach-wärmeschutzverglaste Kunststofffenster mit einem UW-Wert von 0,95 W/m²K eingebaut. Die Mindestanforderung für eine Förderung über das BAFA beträgt 0,95 W/m²K. Hierbei ist zu beachten, dass sofern gewünscht, innenliegende Sprossen den Uw-Wert verschlechtern.

Beim Einbau der neuen Fenster ist darauf zu achten, dass die vorhandene Kerndämmung nicht aus dem Mauerwerk rieselt. Gegebenenfalls muss die Kerndämmung nach erfolgter Montage der Fenster ergänzt werden.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 500 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten von ca. 16.000 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

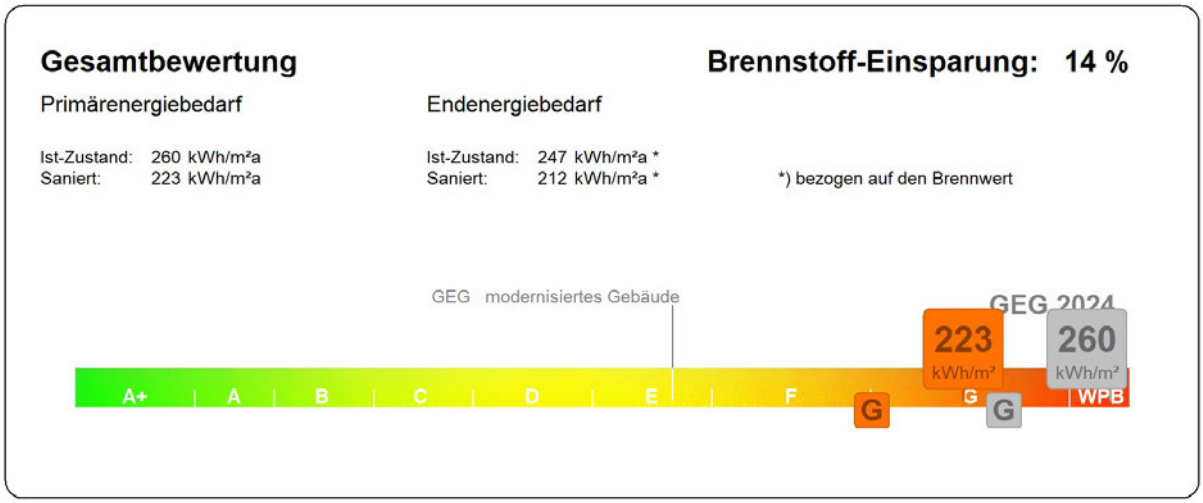
## Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 14 **%.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 30.529 kWh/Jahr reduziert sich auf 26.167 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 4.363 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 1.286 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **223 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 2 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 2: Fenstertausch** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.552 | 16.000 | 4.363 | 412 | 14 | 39 : 1 | 30 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.3 Variante 3 : Maßnahmenpaket 1-2

Diese Variante ist bildet eine Kombination aus den zuvor beschriebenen Varianten

Variante 1: Dämmung der Außenwände
Variante 2: Austausch Fenster

Die Beschreibungen der Bauteilaufbauten und Ausführungsmöglichkeiten können den einzelnen Varianten entnommen werden.

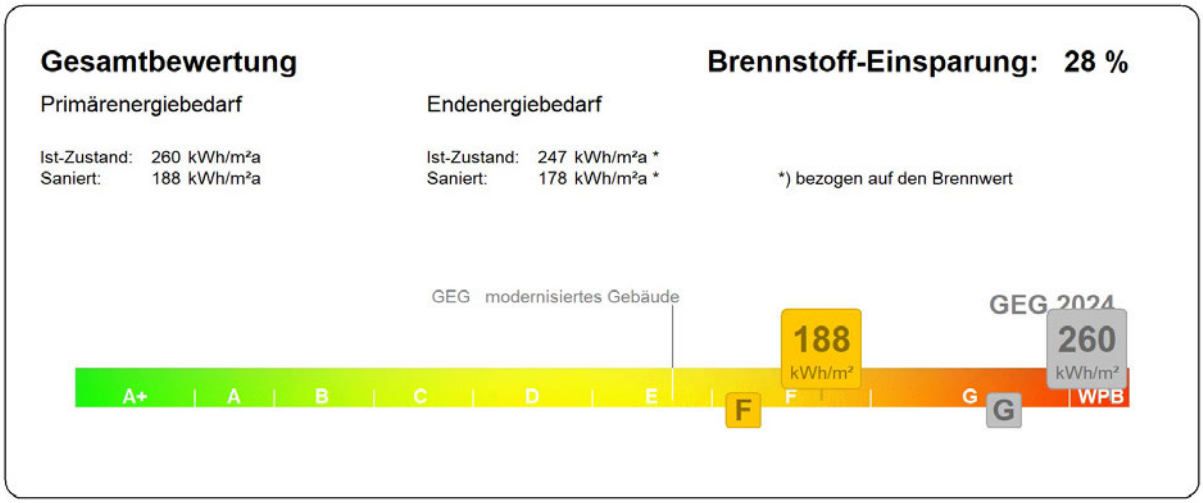
## Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **28 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 30.529 kWh/Jahr reduziert sich auf 21.938 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 8.591 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 2.534 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **188 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 3 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 3: Maßnahmenpaket 1-2** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.151 | 39.000 | 8.591 | 813 | 28 | 48 : 1 | 30 - 50 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.4 Variante 4 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

In dieser Variante wird der Austausch der Heizungsanlage gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe betrachtet.

Die vorhandene Ölheizung wird vollständig demontiert und entsorgt. Die Auslegung der Wärmepumpe sollte auf Basis einer Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 erfolgen. Die vorhandenen Heizflächen können auf dieser Basis auf Eignung für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb geprüft werden. Die Vorlauftemperatur sollte bei -10°C nicht größer als 50 °C betragen. Sollten einige Heizkörper mehr als 50 °C benötigen, können diese gegen Niedertemperatur-heizkörper ausgetauscht werden. Die Kosten für den Austausch sind ebenfalls förderfähig.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 33.000 € inklusive Demontage- und Entsorgungsarbeiten, jedoch ohne eventuellen Austausch von Heizkörpern.

Diese Maßnahme kann über die KfW mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 50 % (30 % Basisförderung + 20 % Klima-Geschwindigkeitsbonus) der förderfähigen Kosten gefördert werden. Weitere 5 % Zuschuss sind möglich, wenn die Wärmepumpe mit natürlichem Kältemittel betrieben wird. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr.

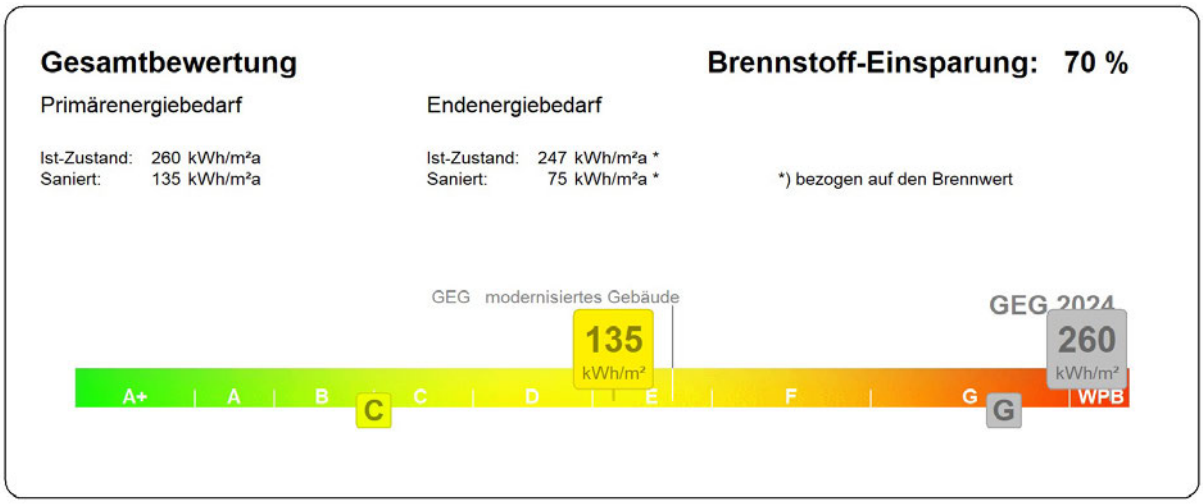
## Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **70 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 30.529 kWh/Jahr (Öl) reduziert sich auf 9.275 kWh/Jahr (Strom). Es ergibt sich somit eine Einsparung von 21.254 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 3.890 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **135 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 4 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

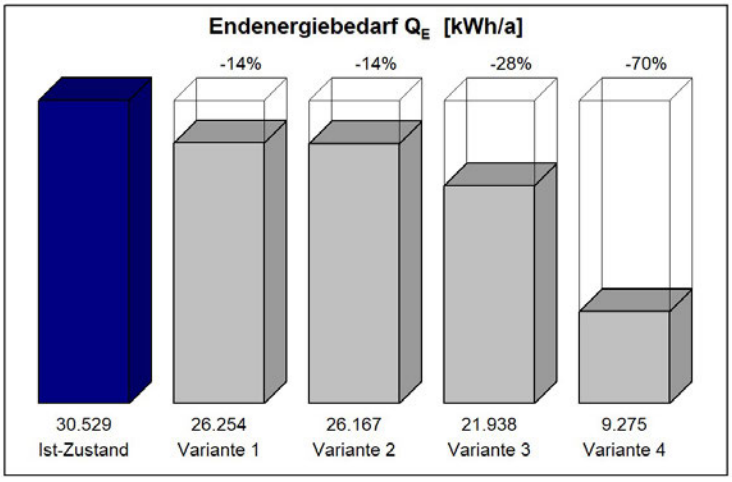
| **Variante 4: Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.445 | 33.000 | 21.254 | 515 | 70 | 64 : 1 | 15 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

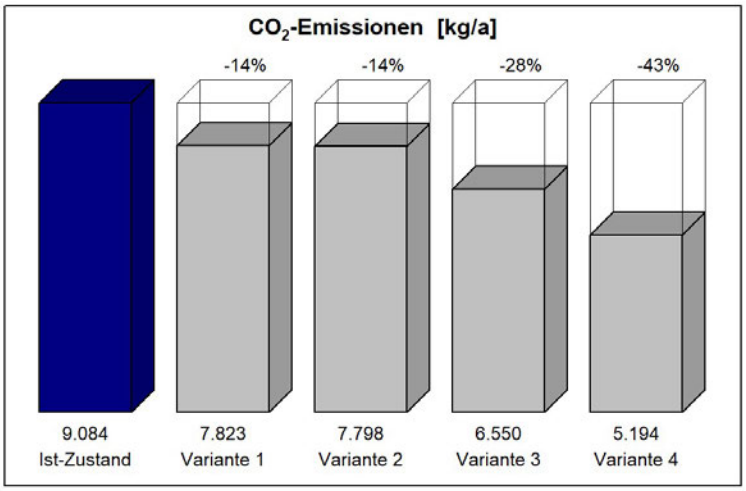
# Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen

Endenergiebedarf $Q_E$:




Ist-Zustand
Var.1 - Außenwand
Var.2 - Fenster
Var.3 - Gebäudehülle
Var.4 - Wärmepumpe

$CO_2$-Emissionen:




Ist-Zustand
Var.1 - Außenwand
Var.2 - Fenster
Var.3 - Gebäudehülle
Var.4 - Wärmepumpe

# 4 Empfehlung

Da an dem Gebäude in der Vergangenheit bereits einige Sanierungsmaßnahmen durchgeführt wurden, würden wir zunächst empfehlen, die 2-fach isolierverglasten Fenster gegen 3-fach wärmeschutzverglaste Fenster zu tauschen. Da im Mauerwerk genügend Kerndämmung vorhanden ist, können diese bedenkenlos eingebaut werden. Sollte während des Einbaus die Kerndämmung aus der Wand gelangen, empfehlen wir diese unbedingt wieder ersetzen zu lassen.

Sollten Sie sich in diesem Zuge auch entscheiden die Kellerfenster zu tauschen, würden hierbei 2-fach verglaste Fenster ausreichend sein.

Die Vorteile dieser Variante lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Reduzierung des Heizwärmebedarfs
- Deutliche energetische Verbesserung der Gebäudehülle
- Minimierung von Transmissionswärmeverlusten
- Verbesserung des Schallschutzes

Das in Variante 1 betrachtete Wärmedämmverbundsystem ist nur eine weitere Möglichkeit das Gebäude noch besser zu dämmen. Aufgrund der bereits vorhandenen Kerndämmung, ist diese Maßnahme nicht zwingend notwendig.

Sofern Sie sich in Zukunft für eine Wärmepumpe entscheiden, empfehlen wir Ihnen vor Angebotseinholung eine Heizlastberechnung durchzuführen. Auf dieser Basis können die Fachunternehmen die Wärmepumpen passend für Ihr Gebäude auslegen.

## 4.1 A.1 Glossar

Im Folgenden werden die im Beratungsbericht verwendeten Fachbegriffe erläutert:

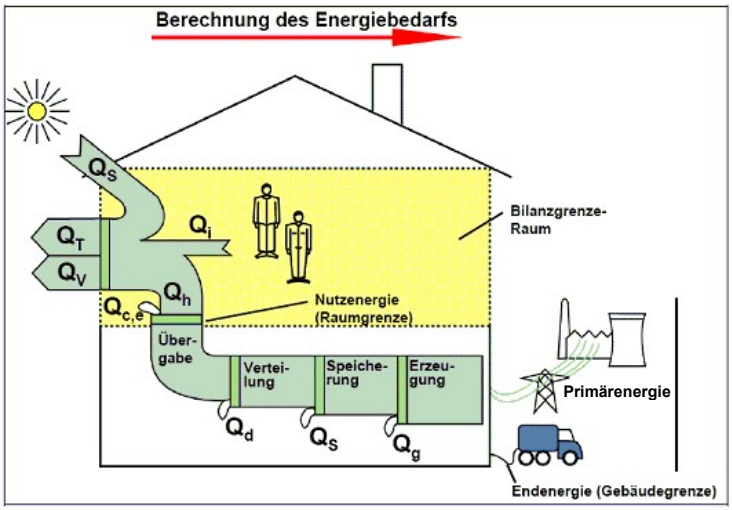
**Energiebedarf**

Energiemenge, die unter genormten Bedingungen (z. B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, zu erreichende Innentemperatur, angenommene innere Wärmequellen) für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur Wohngebäude) zu erwarten ist. Diese Größe dient der ingenieurmäßigen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden. Der tatsächliche **Verbrauch** weicht in der Regel wegen der realen Bedingungen vor Ort (z. B. örtliche Klimabedingungen, abweichendes Nutzerverhalten) vom berechneten Bedarf ab.

**Jahres-Primärenergiebedarf**

Jährliche Endenergiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mit Hilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist.

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. $CO_2$- Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energiesparverordnung.



**Endenergiebedarf**

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im Allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe.

Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

**Nutzenergie**

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

**Transmissionswärmeverluste $Q_T$**

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

**Lüftungswärmeverluste $Q_V$**

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

**Trinkwassererwärmung**

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u.ä.) ermittelt.

**U-Wert** (früher k-Wert)

Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in KWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

**Solare Wärmegewinne $Q_S$**

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

**Interne Wärmegewinne $Q_i$**

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

**Anlagenverluste**

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung $Q_g$ (Abgasverlust), ggf. Speicherung $Q_s$ (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung $Q_d$ (Leitungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe $Q_c$ (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

**Wärmebrücken**

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z. B. Balkonplatten. Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

**Gebäudevolumen $V_e$**

Das beheizte Gebäudevolumen ist das an Hand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

**Wärmeübertragende Umfassungsfläche A**

Die Wärmeübertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminneren nach außen dringt.

**Kompaktheit A/V**

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

**Gebäudenutzfläche $A_N$**

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.

# Anlage 12 Energieberatungsbericht 4

# Erläuterungsbericht als Entscheidungsgrundlage zur energetischen Sanierung

Gebäude: Einfamilienhaus
[redacted]
24582 Mühbrook

Erstellt von: Energieberatung Asbahr
David Schwellies, Ingenieur B. Eng

Hauptstraße 26
25582 Hohenaspe
Tel.: 04893 – 937 33 33
Mobil: 0175 – 262 31 35
info@energieberatung-asbahr.de

Erstellt am: 26. November 2024 ……
Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen ... 3
2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung ... 4
2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle ... 5
2.1.1 Außenwände ... 6
2.1.2 Dachflächen Schrägdach ... 7
2.1.3 Bodenplatte ... 8
2.1.4 Kellerdecke ... 9
2.1.5 Fenster und Hauseingangstüren ... 10
2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik ... 11
2.2.1 Wärmeversorgungsanlage ... 11
2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung ... 11
2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand ... 12
2.2.4 Bewertung des Gebäudes ... 13
3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz ... 14
3.1 Variante 1 : Kellerdeckendämmung ... 14
3.2 Variante 2 : Kerndämmung des zweischaligen Mauerwerks ... 17
3.3 Variante 3 : Fenstertausch ... 21
3.4 Variante 4 : Dämmung der Dachflächen ... 24
3.5 Variante 5 : Maßnahmenpaket 1-4 ... 28
3.6 Variante 6 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ... 31
Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen ... 34
4 Empfehlung ... 35
4.1 A.1 Glossar ... 36

# 1 Vorbemerkungen

Dieser Bericht soll Ihnen aufzeigen, in welchem energetischen Zustand sich Ihr Gebäude derzeit befindet und welche Auswirkungen verschiedene Sanierungsmaßnahmen haben. Dabei werden die Maßnahmen aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht betrachtet und auf Einhaltung der von der vom BAFA beschriebenen Technischen Mindestanforderungen geprüft.

**Hinweis**
Dieser Bericht soll den Beratungsempfänger dabei unterstützen, Möglichkeiten für Energiesparmaßnahmen zu erkennen. Die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen erspart wertvolle Rohstoffe, hilft der Umwelt durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen und dem Beratungsempfänger, Brennstoffkosten zu reduzieren. Der Komfort und der Wert des Gebäudes kann sich erhöhen. Energiesparmaßnahmen sind somit eine gute und sichere Anlage für Ihre Zukunft.

- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichterstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden, um den geeignetsten Anbieter zu ermitteln.

- Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlungen und Bauphysik. Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.

- Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen.

- Eine Gewähr für die tatsächliche Erreichung der abgeschätzten Energieeinsparung kann nicht übernommen werden, weil nicht erfasste Randbedingungen wie außergewöhnliches Nutzerverhalten, untypische Bauausführung usw. Einflüsse darstellen, die im Rahmen dieser Orientierungshilfe nicht berücksichtigt werden können.

- Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.

- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.

- Der Beratungsbericht wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

# 2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung

| | | |
|---|---|---|
| Ort: | | 24582 Mühbrook |
| Bundesland: | | Schleswig-Holstein |
| Gebäudetyp: | | Einfamilienhaus |
| Baujahr: | | 1965 |
| Lage: | | Wohnsiedlung |
| Nutzung: | | Wohngebäude |
| Bauweise | | mittelschwere Bauart |
| | | |
| Geschosse: | | 1 Vollgeschoss + 1 Dachgeschoss |
| Keller: | | Vollunterkellert |
| Wohneinheiten: | | 1 |
| | | |
| Nettogrundfläche | $A_{NGF}$ | 131 m² |
| Nutzfläche: | $A_N$ | 161 m² |
| Hüllfläche: | A | 400 m² |
| Volumen: | Ve | 501 m³ |
| Luftvolumen: | V | 381 m³ |

[redacted]

## 2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Diese Daten basieren auf einer detaillierten Bestandsaufnahme sowie auf Angaben aus den Bauunterlagen. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

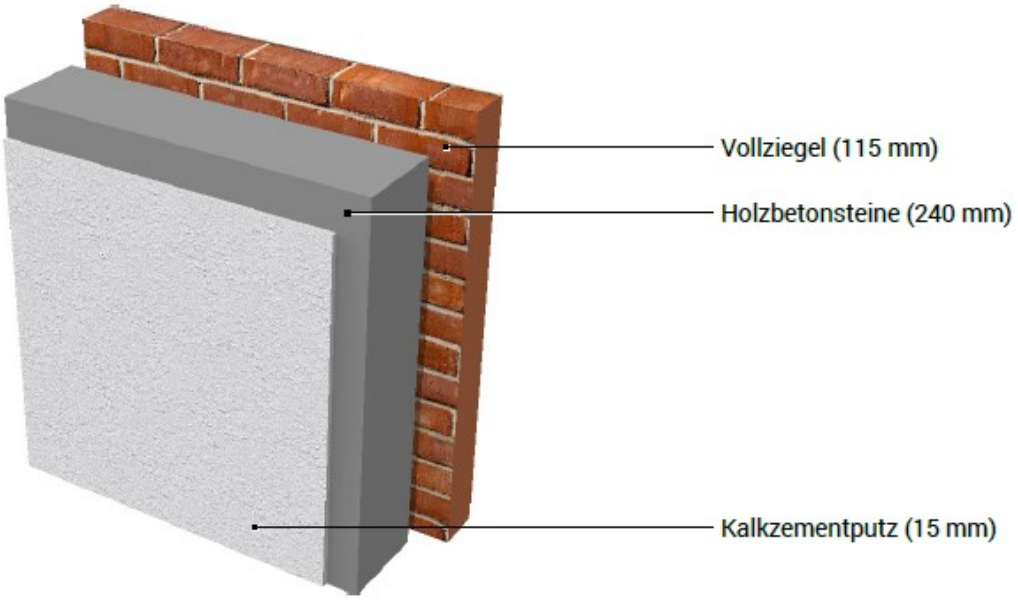
| | **Typ** | **Bauteil** | **U-Wert** in W/m²K | $U_{max}$ **GEG*** in W/m²K | $U_{max}$ **BAFA**** in W/m²K |
|---|---|---|---|---|---|
| | KD | Kellerdecke | 0,69 | 0,30 | 0,25 |
| | BE | Bodenplatte | 1,20 | 0,30 | 0,25 |
| | DA | Steildach | 0,83 | 0,24 | 0,14 |
| | TA | Außentüren | 2,90 | 1,80 | 1,30 |
| | AW | Außenwand ohne Kerndämmung | 0,95 | 0,24 | 0,2 |
| | FA | 2-Scheiben-Verglasung | 1,60 | 1,30 | 0,95 |

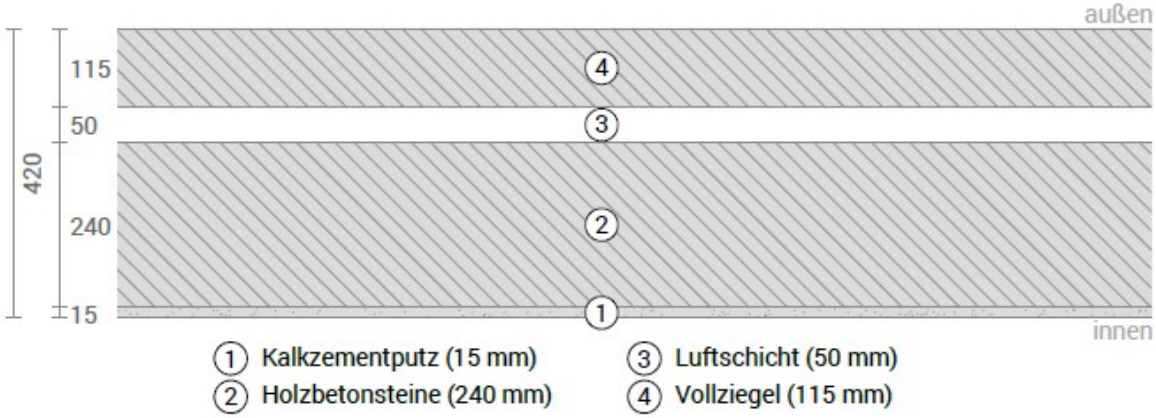
*) Als U-Wert wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der vom GEG vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,035 W/(mK)) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,045 W/(mK) einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von 1,30 W/m²K.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für BAFA-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die BAFA-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 2024 können jederzeit aktualisiert werden.

### 2.1.1 Außenwände

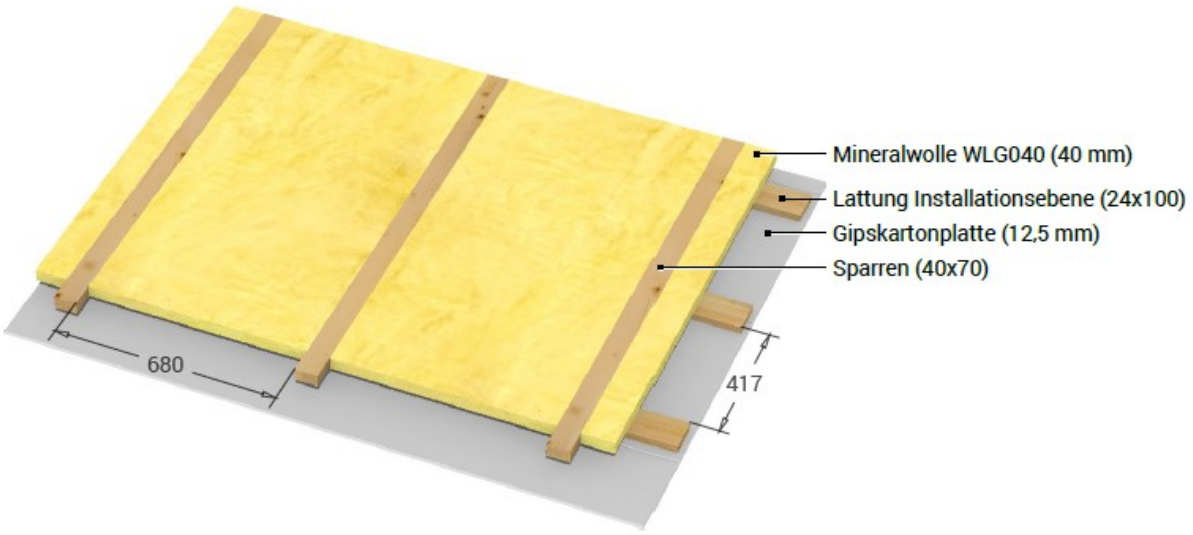
Die Außenwände des Hauptgebäudes sind als zweischaliges Mauerwerk ausgeführt. Das ursprünglich einschalige Mauerwerk wurde 1997 neu verklinkert. Zwischen den beiden Mauerwerken ist eine 5 cm starke Luftschicht entstanden. Der Aufbau der einzelnen Schichten von warm nach kalt ist im Folgenden dargestellt. Der U-Wert der Außenwände beträgt 0,95 W/m²K.

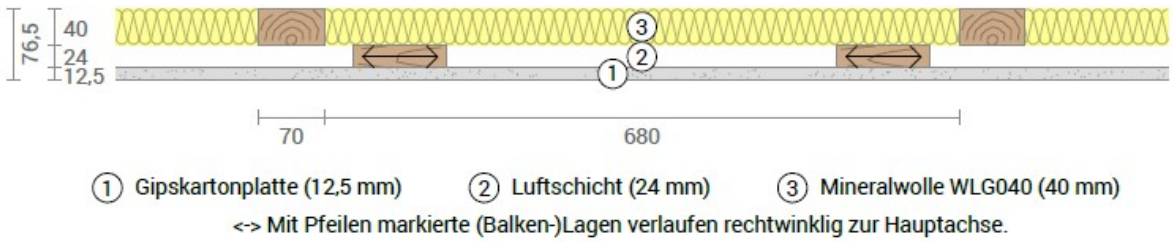


### 2.1.2 Dachflächen Schrägdach

Das Schrägdach hat eine Neigung von 46°, ist in Holzbauweise ausgeführt. Das Dach wurde seit dem Baujahr nicht erneuert. Die Dachflächen sind mit ca. 40 mm alukaschierter Glaswolle gedämmt. Die Eindeckung besteht aus Dachziegeln. Der ermittelte U-Wert beträgt 0,83 W/m²K.



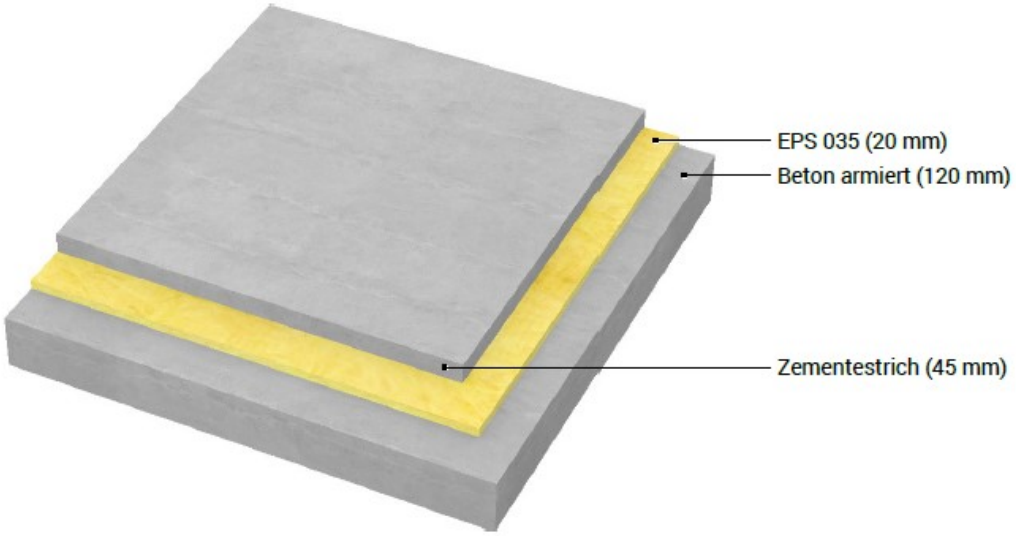



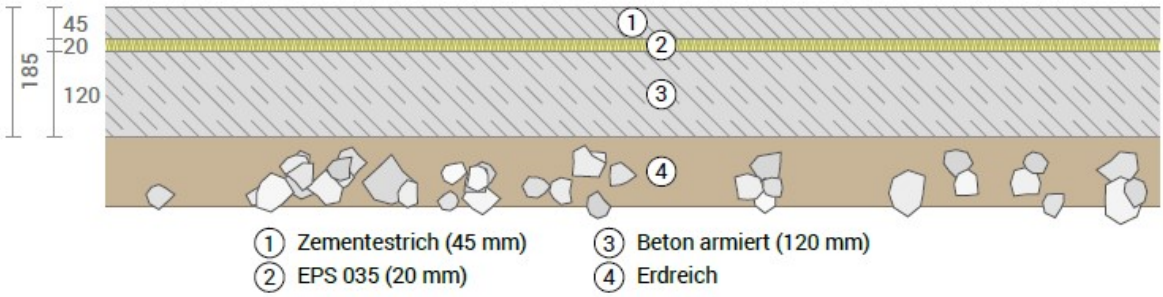

① Gipskartonplatte (12,5 mm) ② Luftschicht (24 mm) ③ Mineralwolle WLG040 (40 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

### 2.1.3 Bodenplatte

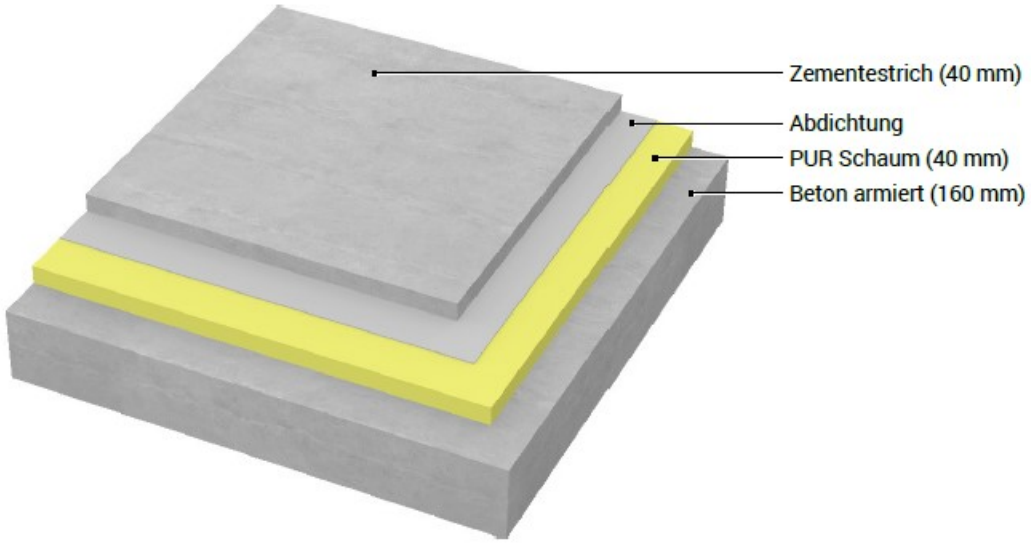
Die Bodenplatte wurde in massiver Bauweise ausgeführt. Der Aufbau wird gemäß der damaligen Bautypologie angenommen und von warm nach kalt wie folgt beschrieben. Der U-Wert beträgt 1,2 W/m²K

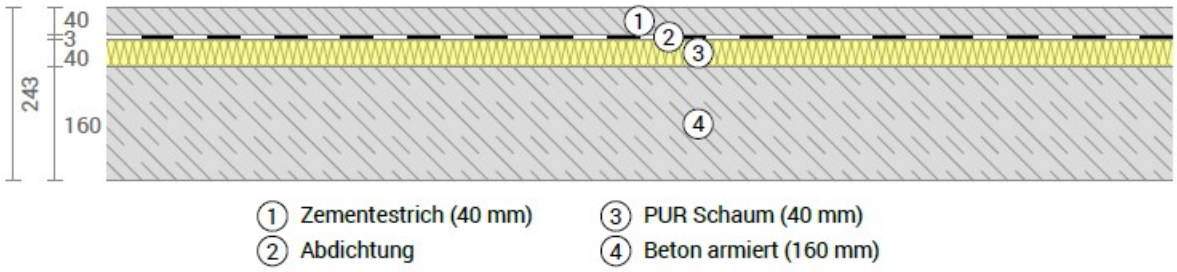


### 2.1.4 Kellerdecke

Die Kellerdecke ist in massiver Bauweise ausgeführt. Der Aufbau wird gemäß der erhaltenen Baubeschreibung angenommen und von warm nach kalt wie folgt beschrieben. Der U-Wert beträgt 0,69 W/m²K




① Zementestrich (40 mm)
② Abdichtung
③ PUR Schaum (40 mm)
④ Beton armiert (160 mm)

### 2.1.5 Fenster und Hauseingangstüren

Die Kunststofffenster sind Zweischeiben-Isolierverglast mit Uw-Werten von 1,90 W/m²K. Die Hauseingangstür besteht ebenfalls aus Kunststoff mit einem U-Wert von 2,9 W/m²K.

**Bewertung der Gebäudehülle**

Im unsanierten Zustand wird der energetische Zustand der Gebäudehülle, bis auf die Außenwände, die Bodenplatte, das Dach und die Fenster, als gut eingestuft.

## 2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik

### 2.2.1 Wärmeversorgungsanlage

Bei dem Wärmeerzeuger handelt es sich um einen Brennwertheizkessel vom Typ Elco, Thision 13 aus dem Baujahr 2006, der mit dem Brennstoff Gas beschickt wird.

| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Wärmeerzeugung<br>BW-Kessel – 14,7 kW, Gas |
| Verteilung | Auslegungstemperaturen 55/45°C<br>Dämmung der Leitungen: befriedigend gedämmt<br>Umwälzpumpe Leistungsgeregelt<br>Hydraulischer Abgleich wurde nicht durchgeführt |
| Übergabe | freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich<br>Thermostatventil ohne Voreinstellung PI |

### 2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung

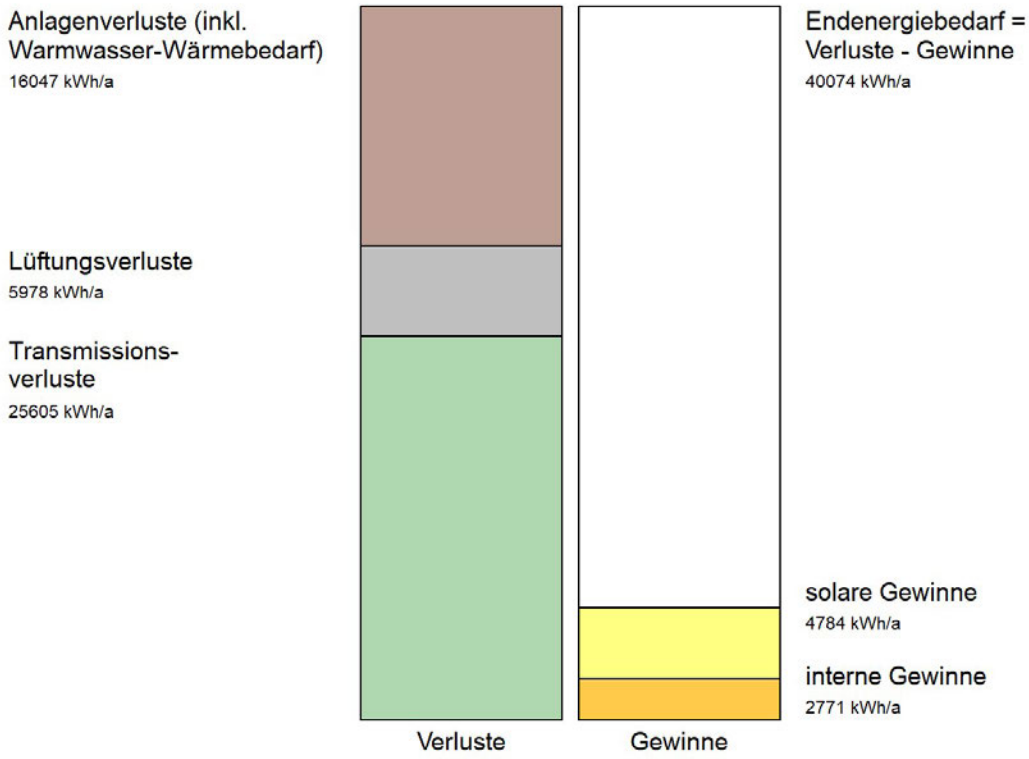
Die Trinkwarmwasserversorgung wird über zwei 21 kW Durchlauferhitzer sichergestellt.

| | |
|---|---|
| Erzeugung | Dezentrale Warmwasserbereitung<br>Warmwassererzeugung über Durchlauferhitzer |
| Verteilung | Dämmung der Leitungen: befriedigend |

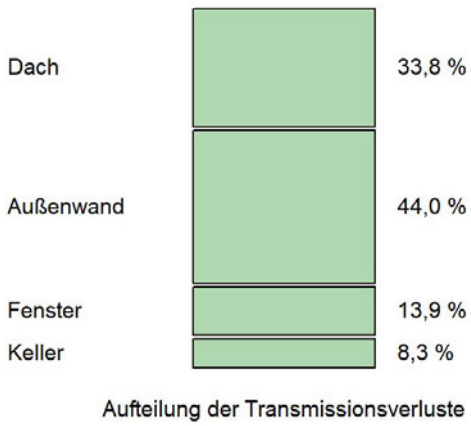
# Darstellung der Energiebilanz des Ist-Zustandes

## 2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand

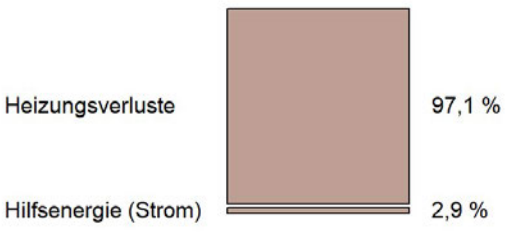
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen? Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.




Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



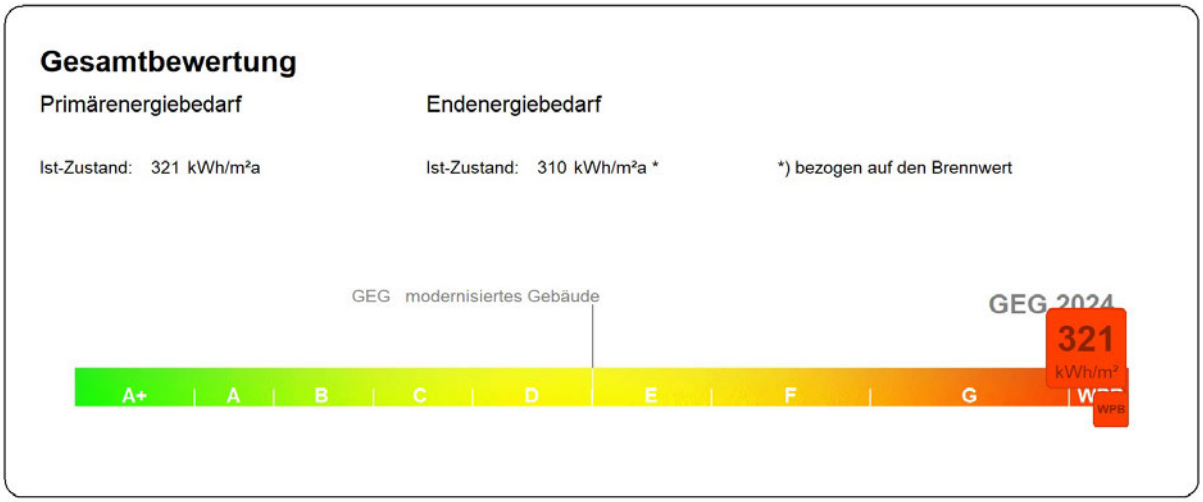

Aufteilung der Transmissionsverluste




Aufteilung der Anlagenverluste

### 2.2.4 Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 321 kWh/m²a.

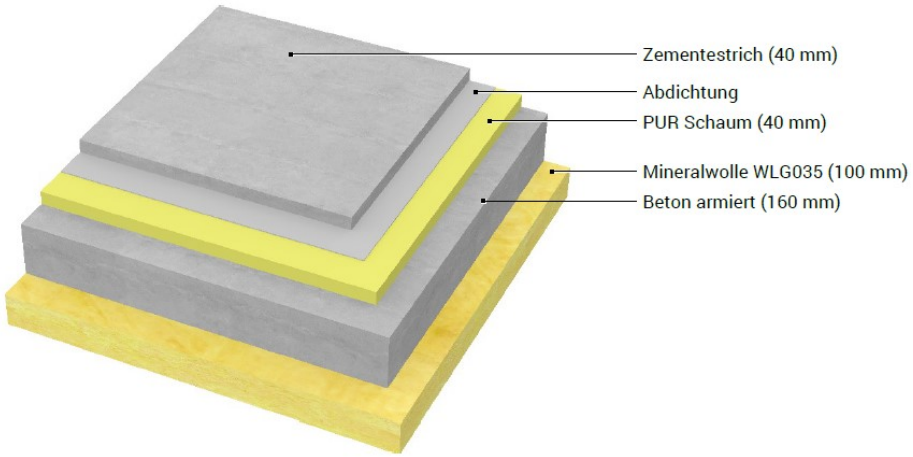


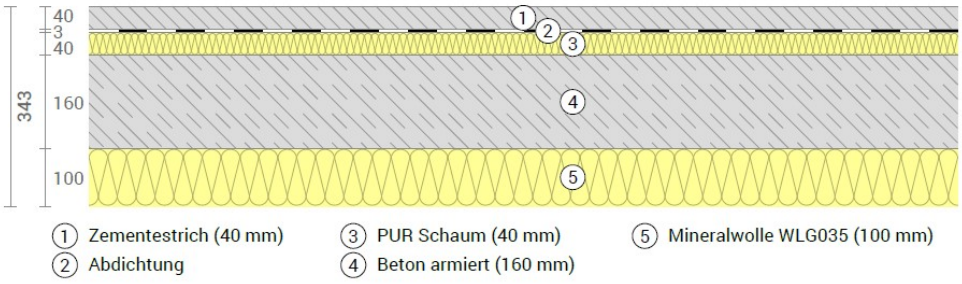
# 3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

## 3.1 Variante 1 : Kellerdeckendämmung

In dieser Variante wird die Dämmung der Kellerdecke von unten betrachtet. Hierzu wird unterseitig eine 100 mm starke Mineralfaserdämmung der Wärmeleitstufe (WLS) 035 angebracht. Je nach Produkt und Herstellervorgaben kann die Montage per Dübel und/oder entsprechendem Kleber erfolgen.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den möglichen Bauteilaufbau. Der U-Wert nach Sanierung beträgt 0,23 W/m² und erfüllt die Vorgaben des Fördergeldgebers.




**Kosten & Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 4.200 €. Dies entspricht 50 €/m². Diese Maßnahme kann alternativ mit etwas handwerklichem Geschick in Eigenleistung erfolgen. Die Materialkosten belaufen sich auf 1.200 € (15 €/m²).

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

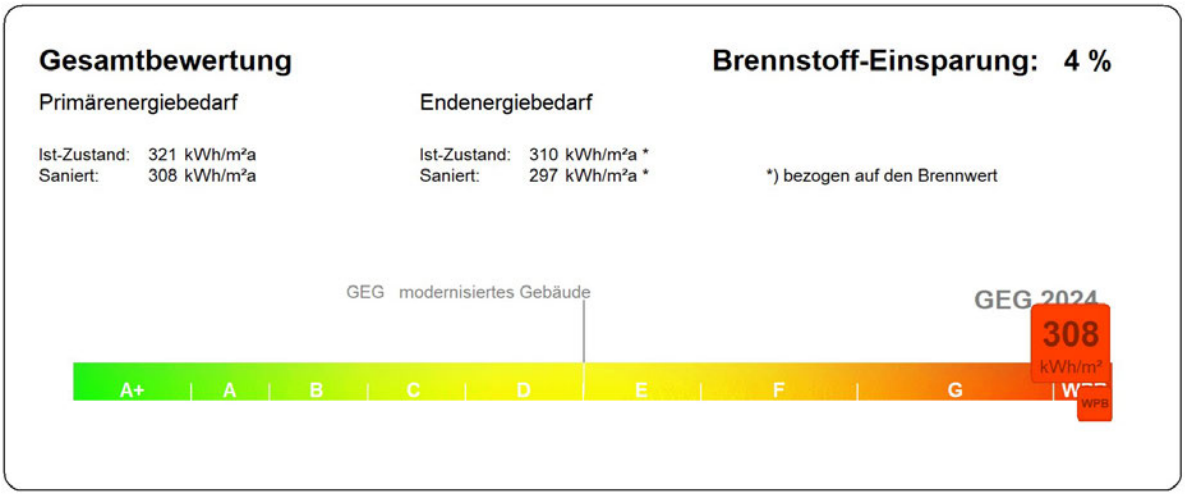
## Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **4 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 40.074 kWh/Jahr reduziert sich auf 38.418 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1.657 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 364 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **308 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 1 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 1: Dämmung Kellerdecke** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.698 | 2.400 | 346 | 96 | 4 | 25 : 1 | 50 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

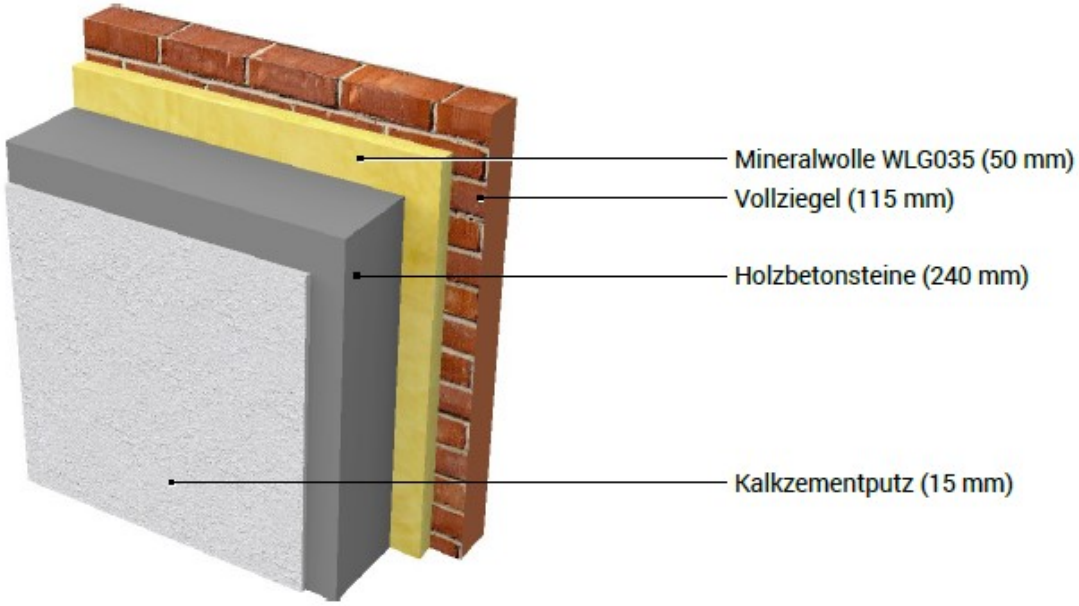
Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

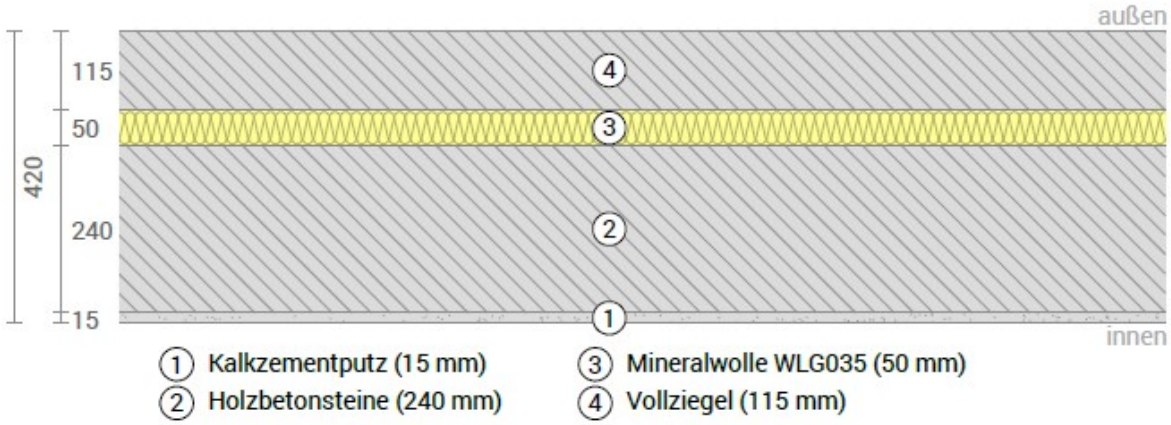
## 3.2 Variante 2 : Kerndämmung des zweischaligen Mauerwerks

Die Luftschicht des zweischaligen Mauerwerkes wird, sofern möglich, nachträglich mit Mineralfaser der Wärmeleitstufe (WLS) 035 im Einblasverfahren gedämmt. Die Stärke der Luftschicht beträgt gemäß Bestandsaufnahme ca. 5 cm. Vorab ist durch ein Fachunternehmen für Einblasdämmung zu prüfen, ob die Luftschicht wie angegeben in dieser Stärke vorhanden ist.

Um den Dämmstoff einzubringen, werden von außen Löcher in das Fugenkreuz der Verblendfassade gebohrt. Die Bohrungen erfolgen gemäß Herstellervorgaben in definierten Abständen. Im Anschluss werden die Bohrlöcher mit geeignetem Fugenmörtel verschlossen. Eventuell beschädigte Fugen sind zu reparieren, um das Eindringen von Schlagregen zu verhindern.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den Bauteilaufbau. Der U-Wert verbessert sich von 0,95 W/m²K auf 0,43 W/m²K.



**Kosten & Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 35 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten von ca. 5.000 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

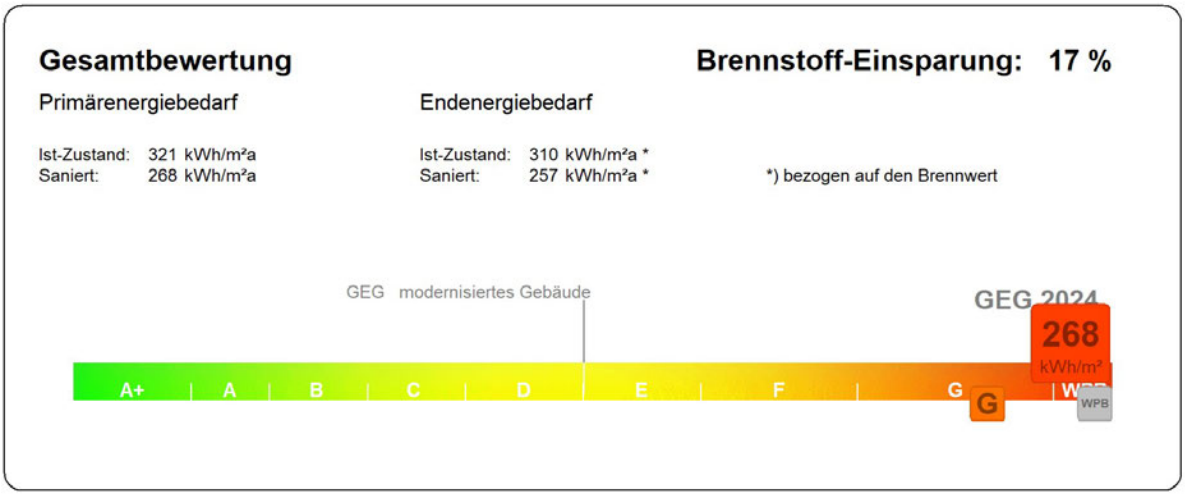
## Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 17 **%.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 40.074 kWh/Jahr reduziert sich auf 33.220 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 6.855 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 1.504 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **268 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 2 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 2: Kerndämmung des zweischaligen Mauerwerks** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.398 | 5.000 | 6.855 | 395 | 17 | 13 : 1 | 30 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.3 Variante 3 : Fenstertausch

In dieser Variante wird der Austausch der Fenster betrachtet.

Es werden dreifach-wärmeschutzverglaste Kunststofffenster mit einem UW-Wert von 0,95 W/m²K eingebaut. Die Mindestanforderung für eine Förderung über das BAFA beträgt 0,95 W/m²K. Hierbei ist zu beachten, dass sofern gewünscht, innenliegende Sprossen den Uw-Wert verschlechtern.

Des Weiteren ist zu beachten, dass vor dem Einbau von dreifach wärmeschutzverglasten Fenstern die Außenwand, wie in Variante 2 beschrieben, saniert werden sollte. Grund hierfür ist der aktuell schlechte Uw-Wert der Außenwand von 0,95 W/m²K. Die Grundregel beim Einbau von neuen Fenstern lautet, dass der Uw-Wert der Wand niedriger sein sollte, als der Uw-Wert der neuen Fenster.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 500 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten von ca. 11.000 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

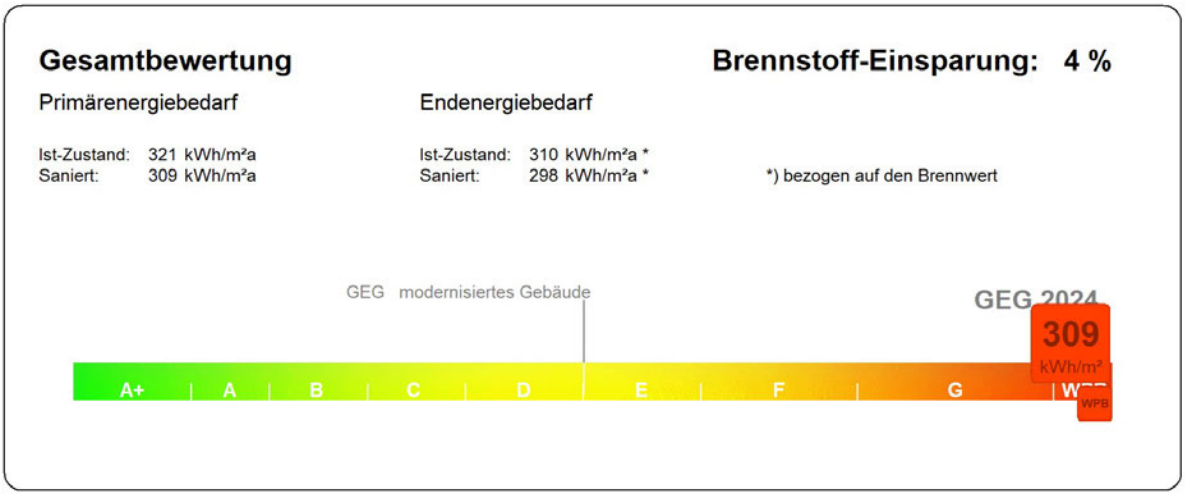
## Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 4 **%.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 40.074 kWh/Jahr reduziert sich auf 38.476 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1.598 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 351 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **309 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 3 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 3: Fenstertausch** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.701 | 11.000 | 1.598 | 92 | 4 | 120 : 1 | 30 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

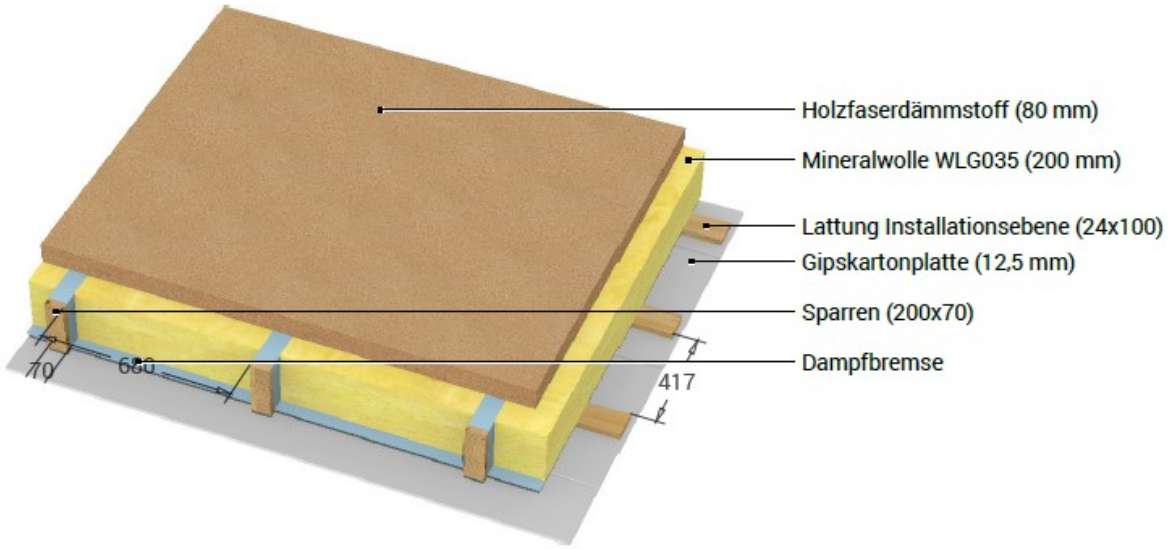
Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

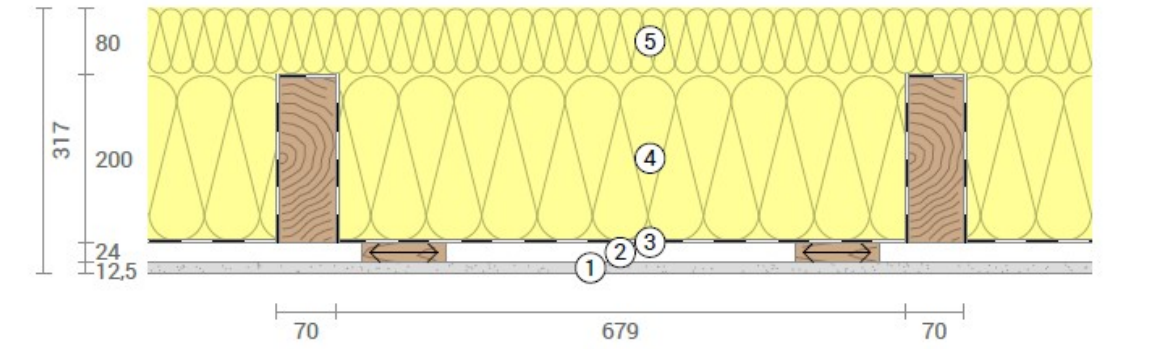
## 3.4 Variante 4 : Dämmung der Dachflächen

In dieser Variante wird die Erneuerung der Dachdämmung betrachtet.

Die Sparren werden auf 200 mm aufgedoppelt. Die Dämmung wird als Zwischensparrendämmung mit Mineralfaser der Wärmeleitstufe 035 und zusätzlicher 80 mm Holzfaserdämmplatte (WLS 040) als Aufsparrendämmung ausgeführt. Die Holzweichfaserplatte trägt, neben der Verringerung des Wärmedurchgangs erheblich zum sommerlichen Wärmeschutz und damit zur Vermeidung der Überhitzung der Innenräume im Sommer bei. Zusätzlich wirken sie sich sehr positiv auf die Ökobilanz aus. Die Dampfbremse wird vorher schlaufenförmig von außen um die Sparren geführt.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den möglichen Bauteilaufbau:




① Gipskartonplatte (12,5 mm)
② Luftschicht (24 mm)
③ Dampfbremse (0,5 mm)
④ Mineralwolle WLG035 (200 mm)
⑤ Holzfaserdämmstoff (80 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

**Hinweis zum sommerlichen Wärmeschutz**

Als sommerlicher Wärmeschutz wird die Begrenzung der Wärmegewinne durch Sonneneinstrahlung in den Sommermonaten bezeichnet. Neben den Fensterflächen ist das Dach besonders betroffen. Der Bauteilaufbau und die Wahl der Baustoffe haben wesentlichen Einfluss auf den sommerlichen Wärmeschutz. Die gewählten Baustoffe sollten nicht nur ein gutes Dämmvermögen besitzen, sondern zugleich durch eine gute Wärmespeicherung den Wärmetransport zeitlich verzögern. Diese Verzögerung wird Phasenverschiebung genannt und beschreibt die Zeitspanne (in Stunden), die vergeht, bis die an der Außenseite eines Bauteils gemessene Temperatur dieses Bauteil „durchwandert" hat und auf der Innenseite wirksam wird. Die Phasenverschiebung wird im Wesentlichen von drei Kenngrößen eines Baustoffes beeinflusst: der Rohdichte ρ, der Wärmeleitfähigkeit λ und der spezifischen Wärmekapazität c. Bei Betrachtung verschiedener Dämmstoffe in Bezug auf die vorgenannten Kenngrößen, ist festzustellen, dass Holzwerkstoffe für den sommerlichen Wärmeschutz besonders geeignet sind.

**Kosten & Förderung:**

Die Kosten für die Dämmung der Dachflächen belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 500 bis 550 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten für das Dach von ca. 63.000 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

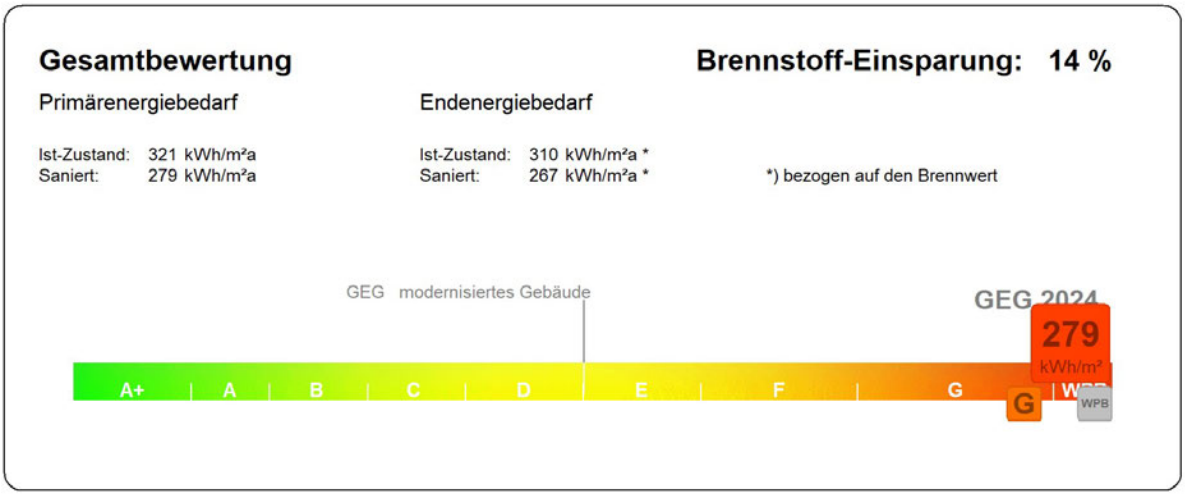
## Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **14 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 40.074 kWh/Jahr reduziert sich auf 34.560 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 5.515 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 1.210 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **279 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 4 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 4: Dämmung der Dachfläche** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.476 | 63.000 | 5.515 | 318 | 14 | 199 : 1 | 50 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.5 Variante 5 : Maßnahmenpaket 1-4

Diese Variante ist bildet eine Kombination aus den zuvor beschriebenen Varianten

Variante 1: Kellerdeckendämmung
Variante 2: Kerndämmung der Außenwand
Variante 3: Austausch Fenster
Variante 4: Dämmung der Dachfläche

Die Beschreibungen der Bauteilaufbauten und Ausführungsmöglichkeiten können den einzelnen Varianten entnommen werden.

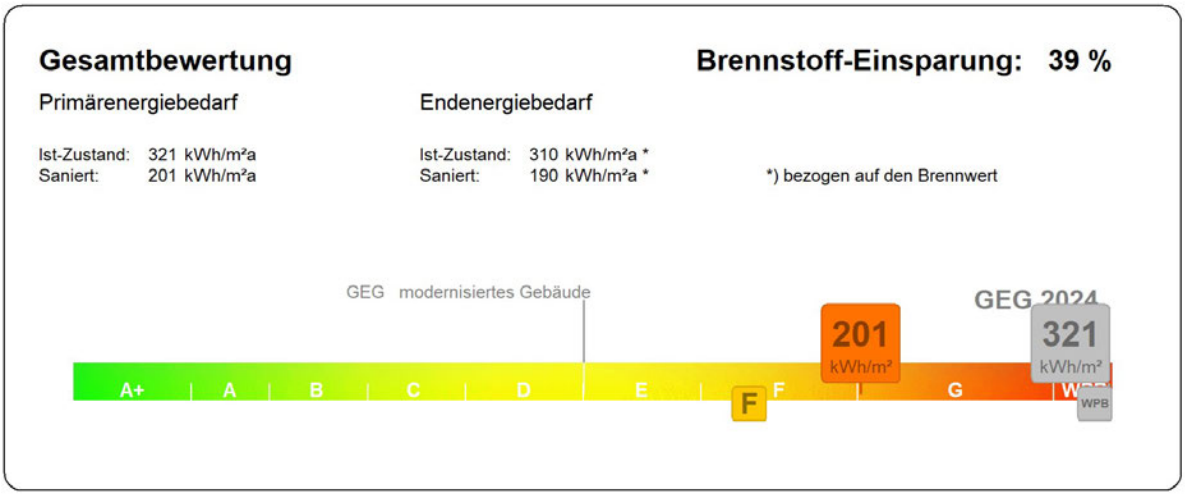
## Energieeinsparung - Variante 5 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **39 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 40.074 kWh/Jahr reduziert sich auf 24.507 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 15.568 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 3.417 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **201 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 5 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 5: Maßnahmenpaket 1-4** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 1.896 | 81.400 | 15.568 | 898 | 39 | 91 : 1 | 30 - 50 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.6 Variante 6 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

In dieser Variante wird der Austausch der Heizungsanlage gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe betrachtet.

Die vorhandene Gasheizung wird vollständig demontiert und entsorgt. Die Auslegung der Wärmepumpe sollte auf Basis einer Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 erfolgen. Die vorhandenen Heizflächen können auf dieser Basis auf Eignung für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb geprüft werden. Die Vorlauftemperatur sollte bei -10°C nicht größer als 50 °C betragen. Sollten einige Heizkörper mehr als 50 °C benötigen, können diese gegen Niedertemperaturheizkörper ausgetauscht werden. Die Kosten für den Austausch sind ebenfalls förderfähig.

Die Warmwasserbereitung wird dabei nicht weiter betrachtet und wird weiterhin mittels Durchlauferhitzer betrieben.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 35.000 € inklusive Demontage- und Entsorgungsarbeiten, jedoch ohne eventuellen Austausch von Heizkörpern.

Diese Maßnahme kann über die KfW mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 30 % (30 % Basisförderung) der förderfähigen Kosten gefördert werden. Weitere 5 % Zuschuss sind möglich, wenn die Wärmepumpe mit natürlichem Kältemittel betrieben wird. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr.

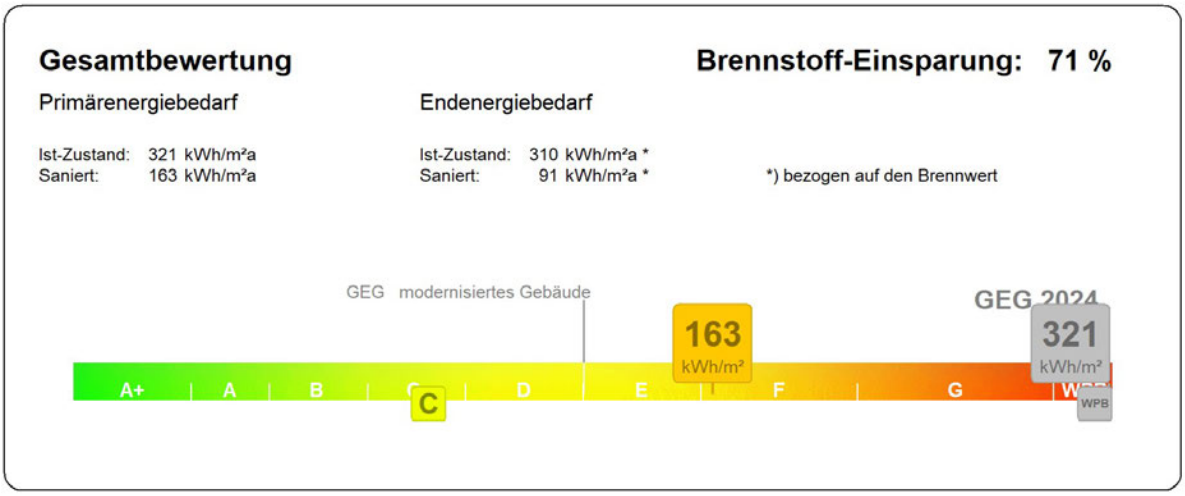
## Energieeinsparung - Variante 6 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **71 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 40.074 kWh/Jahr (Gas) reduziert sich auf 11.716 kWh/Jahr (Strom). Es ergibt sich somit eine Einsparung von 28.358 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 2.870 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **163 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 6 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

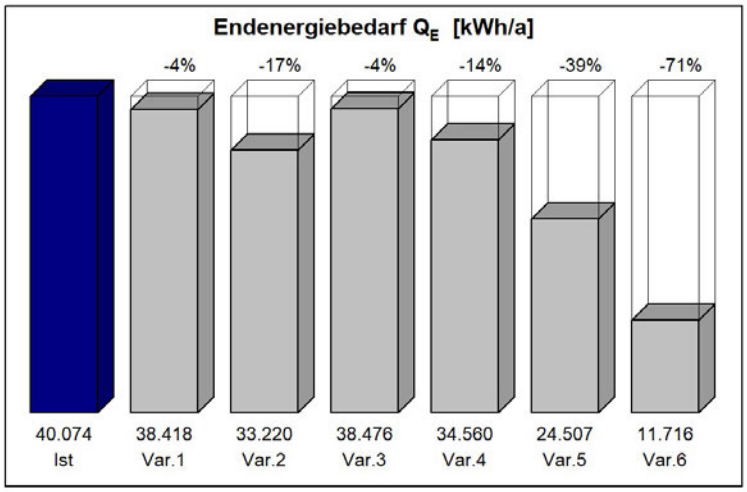
| **Variante 6: Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 1.791 | 35.000 | 28.358 | 1.002 | 71 | 35 : 1 | 15 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

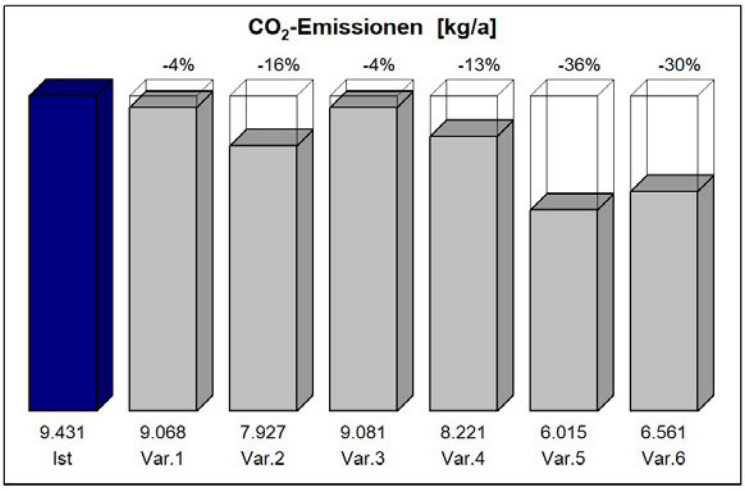
# Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen

Endenergiebedarf $Q_E$:




Ist-Zustand
Var.1 - Kellerdecke
Var.2 - Kerndämmung
Var.3 - Fenster
Var.4 - Dach
Var.5 - Gebäudehülle
Var.6 - Wärmepumpe

$CO_2$-Emissionen:




Ist-Zustand
Var.1 - Kellerdecke
Var.2 - Kerndämmung
Var.3 - Fenster
Var.4 - Dach
Var.5 - Gebäudehülle
Var.6 - Wärmepumpe

# 4 Empfehlung

Wir empfehlen Ihnen im ersten Schritt die Dämmung der Außenwand. Diese Variante hat, im Verhältnis zu den Investitionskosten, den besten Kosten-Nutzen-Faktor. Außerdem empfehlen wir Ihnen diese Maßnahme vor dem Einbau von neuen Fenstern durchführen zu lassen, um Schimmelbildung in der Wand vorzubeugen.

Außerdem würden wir empfehlen, die Kellerdecke zu dämmen. Auch diese Variante hat für ihr Gebäude einen sehr hohen Kosten-Nutzen-Faktor und kann auch von Ihnen selbst durchgeführt werden. Zudem hat diese Variante neben der Energieeinsparung noch einen weiteren Vorteil. Indem die Temperatur der Kellerdecke erhöht wird, steigt auch das Wohngefühl.

Des Weiteren würden wir empfehlen, in den nächsten Jahren die letzten 2-fach isolierverglasten Kunststofffenster gegen 3-fach wärmeschutzverglaste Fenster zu tauschen. Wie bereits im ersten Absatz angemerkt, würden wir unbedingt vorher empfehlen, die Außenwand dämmen zu lassen.

Sollten Sie sich in diesem Zuge auch entscheiden die Kellerfenster zu tauschen, würden hierbei 2-fach verglaste Fenster ausreichend sein.

Die Vorteile dieser Variante lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Reduzierung des Heizwärmebedarfs
- Deutliche energetische Verbesserung der Gebäudehülle
- Minimierung von Transmissionswärmeverlusten
- Verbesserung des Schallschutzes

Sollten Sie die Dachsanierung aufgrund der hohen Kosten in den nächsten Jahren nicht umsetzen wollen, sind sie zumindest gemäß GEG §47 dazu verpflichtet, die oberste Geschossdecke zu dämmen. Eine Ausnahme würde bestehen, wenn Sie das Gebäude bereits am 01.02.2002 selbst bewohnt haben. Ein U-Wert von 0,24 W/m²K darf dabei nicht überschritten werden. Sollte die Dämmung in die Hohlräume der obersten Geschossdecke eingeblasen werden, reicht eine Dämmung mit einer Wärmedurchgangsklasse von 0,035 W/m²K aus. Sollten nachwachsende Rohstoffe als Dämmmaterial zum Einblasen genutzt werden, reicht sogar eine Wärmedurchgangsklasse von 0,045 W/m²K aus.

Sofern Sie sich in Zukunft für eine Wärmepumpe entscheiden, empfehlen wir Ihnen vor Angebots-einholung eine Heizlastberechnung durchzuführen. Auf dieser Basis können die Fachunternehmen die Wärmepumpen passend für Ihr Gebäude auslegen.

## 4.1 A.1 Glossar

Im Folgenden werden die im Beratungsbericht verwendeten Fachbegriffe erläutert:

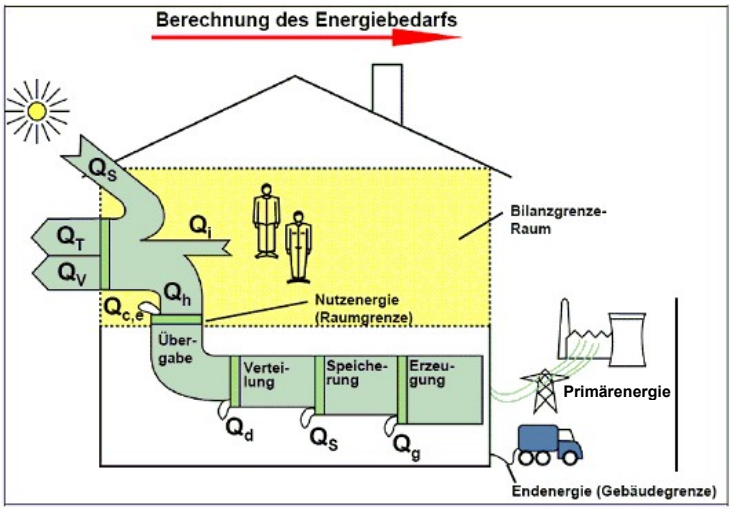
**Energiebedarf**

Energiemenge, die unter genormten Bedingungen (z. B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, zu erreichende Innentemperatur, angenommene innere Wärmequellen) für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur Wohngebäude) zu erwarten ist. Diese Größe dient der ingenieurmäßigen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden. Der tatsächliche **Verbrauch** weicht in der Regel wegen der realen Bedingungen vor Ort (z. B. örtliche Klimabedingungen, abweichendes Nutzerverhalten) vom berechneten Bedarf ab.

**Jahres-Primärenergiebedarf**

Jährliche Endenergiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mit Hilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist.

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. $CO_2$- Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energiesparverordnung.



**Endenergiebedarf**

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im Allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe.

Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

**Nutzenergie**

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

**Transmissionswärmeverluste $Q_T$**

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

**Lüftungswärmeverluste $Q_V$**

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

**Trinkwassererwärmung**

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u.ä.) ermittelt.

**U-Wert** (früher k-Wert)

Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in KWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

**Solare Wärmegewinne $Q_S$**

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

**Interne Wärmegewinne $Q_i$**

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

**Anlagenverluste**

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung $Q_g$ (Abgasverlust), ggf. Speicherung $Q_s$ (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung $Q_d$ (Leitungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe $Q_c$ (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

**Wärmebrücken**

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z. B. Balkonplatten. Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

**Gebäudevolumen $V_e$**

Das beheizte Gebäudevolumen ist das an Hand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

**Wärmeübertragende Umfassungsfläche A**

Die Wärmeübertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminneren nach außen dringt.

**Kompaktheit A/V**

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

**Gebäudenutzfläche $A_N$**

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.

# Anlage 13 Energieberatungsbericht 5

# Erläuterungsbericht als Entscheidungsgrundlage zur energetischen Sanierung

Gebäude: Einfamilienhaus
[redacted]
24582 Mühbrook

Erstellt von: Energieberatung Asbahr
David Schwellies, Ingenieur B. Eng.

Hauptstraße 26
25582 Hohenaspe
Tel.: 04893 – 937 33 33
Mobil: 0175 – 262 31 35
info@energieberatung-asbahr.de

Erstellt am: 25. November 2024 ……
Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen ... 3
2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung ... 4
2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle ... 5
2.1.1 Außenwände im Holzrahmenbau ... 6
2.1.2 Oberste Geschossdecke ... 7
2.1.3 Bodenplatte ... 8
2.1.4 Fenster und Hauseingangstüren ... 9
2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik ... 10
2.2.1 Wärmeversorgungsanlage ... 10
2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung ... 10
2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand ... 11
2.2.4 Bewertung des Gebäudes ... 12
3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz ... 13
3.1 Variante 1 : Austausch der Fenster und der Türen ... 13
3.2 Variante 2 : Oberste Geschossdecke ... 16
3.3 Variante 3 : Maßnahmenpaket 1-2 ... 20
3.4 Variante 4 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe ... 23
Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen ... 26
4 Empfehlung ... 27
4.1 A.1 Glossar ... 28

# 1 Vorbemerkungen

Dieser Bericht soll Ihnen aufzeigen, in welchem energetischen Zustand sich Ihr Gebäude derzeit befindet und welche Auswirkungen verschiedene Sanierungsmaßnahmen haben. Dabei werden die Maßnahmen aus energetischer und wirtschaftlicher Sicht betrachtet und auf Einhaltung der von der vom BAFA beschriebenen Technischen Mindestanforderungen geprüft.

**Hinweis**
Dieser Bericht soll den Beratungsempfänger dabei unterstützen, Möglichkeiten für Energiesparmaßnahmen zu erkennen. Die Umsetzung der Energiesparmaßnahmen erspart wertvolle Rohstoffe, hilft der Umwelt durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen und dem Beratungsempfänger, Brennstoffkosten zu reduzieren. Der Komfort und der Wert des Gebäudes kann sich erhöhen. Energiesparmaßnahmen sind somit eine gute und sichere Anlage für Ihre Zukunft.

- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichterstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden, um den geeignetsten Anbieter zu ermitteln.

- Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlungen und Bauphysik. Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.

- Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen.

- Eine Gewähr für die tatsächliche Erreichung der abgeschätzten Energieeinsparung kann nicht übernommen werden, weil nicht erfasste Randbedingungen wie außergewöhnliches Nutzerverhalten, untypische Bauausführung usw. Einflüsse darstellen, die im Rahmen dieser Orientierungshilfe nicht berücksichtigt werden können.

- Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.

- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.

- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.

- Der Beratungsbericht wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

# 2 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung

| | | |
|---|---|---|
| Ort: | 24582 Mühbrook | |
| Bundesland: | Schleswig-Holstein | |
| Gebäudetyp: | Einfamilienhaus | |
| Baujahr: | 1999 | |
| Lage: | Wohnsiedlung | |
| Nutzung: | Wohngebäude | |
| Bauweise | leichte Bauart | |
| | | |
| Geschosse: | 1 Vollgeschoss | |
| Keller: | Nicht unterkellert | |
| Wohneinheiten: | 1 | |
| | | |
| Nettogrundfläche | $A_{NGF}$ | 110 m² |
| Nutzfläche: | $A_N$ | 120 m² |
| Hüllfläche: | A | 429 m² |
| Volumen: | Ve | 374 m³ |
| Luftvolumen: | V | 284 m³ |

## 2.1 Ist-Zustand Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Diese Daten basieren auf einer detaillierten Bestandsaufnahme sowie auf Angaben aus den Bauunterlagen. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die das Gebäudeenergiegesetz (GEG) bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

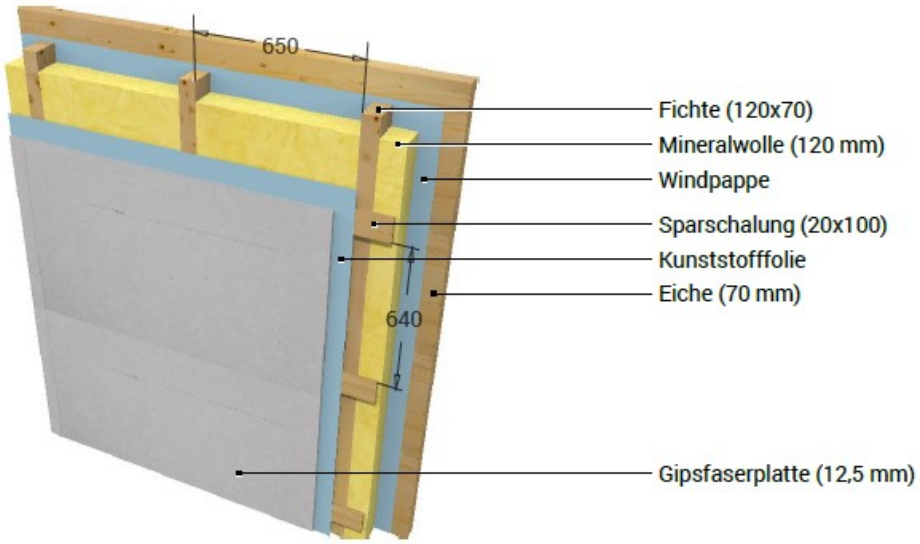
| | Typ | Bauteil | U-Wert in W/m²K | $U_{max}$ GEG* in W/m²K | $U_{max}$ BAFA** in W/m²K |
|---|---|---|---|---|---|
| | BE | Bodenplatte | 0,56 | 0,30 | 0,25 |
| | OGD | Oberste Geschossdecke | 0,22 | 0,24 | 0,14 |
| | TA | Außentüren | 1,80 | 1,80 | 1,30 |
| | AW | Außenwand | 0,30 | 0,24 | 0,20 |
| | FA | 2-Scheiben-Verglasung | 1,30 | 1,30 | 0,95 |

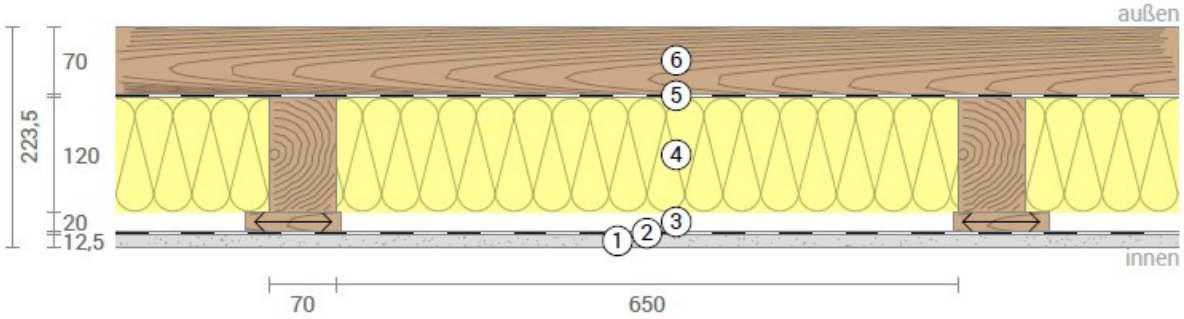
*) Als U-Wert wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der vom GEG vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,035 W/(mK)) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von λ = 0,045 W/(mK) einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von 1,30 W/m²K.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für BAFA-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die BAFA-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 2024 können jederzeit aktualisiert werden.

### 2.1.1 Außenwände im Holzrahmenbau

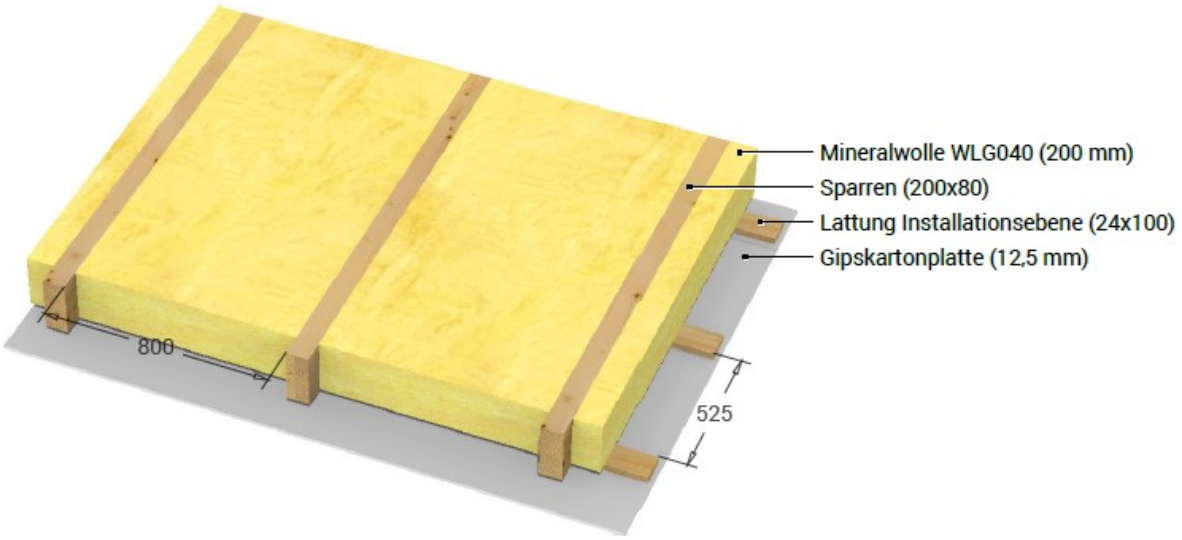
Die Außenwände des Gebäudes sind als Holzrahmenbau, gemäß dem vorgelegten Grundriss ausgeführt. Der Aufbau der einzelnen Schichten von warm nach kalt ist im Folgenden dargestellt. Der U-Wert der Außenwände beträgt 0,30 W/m²K.

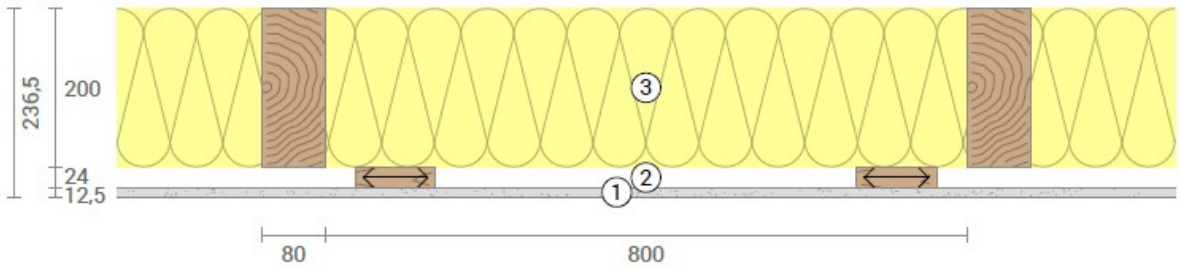


### 2.1.2 Oberste Geschossdecke

Da das Schrägdach als Kaltdach ausgeführt ist, dient die oberste Geschossdecke als oberer Abschluss der beheizten Gebäudehülle. Die Geschossdecke ist mit ca. 200 mm Mineralwolle gedämmt. Der Aufbau der einzelnen Schichten von warm nach kalt ist im Folgenden dargestellt. Der ermittelte U-Wert beträgt 0,22 W/m²K.



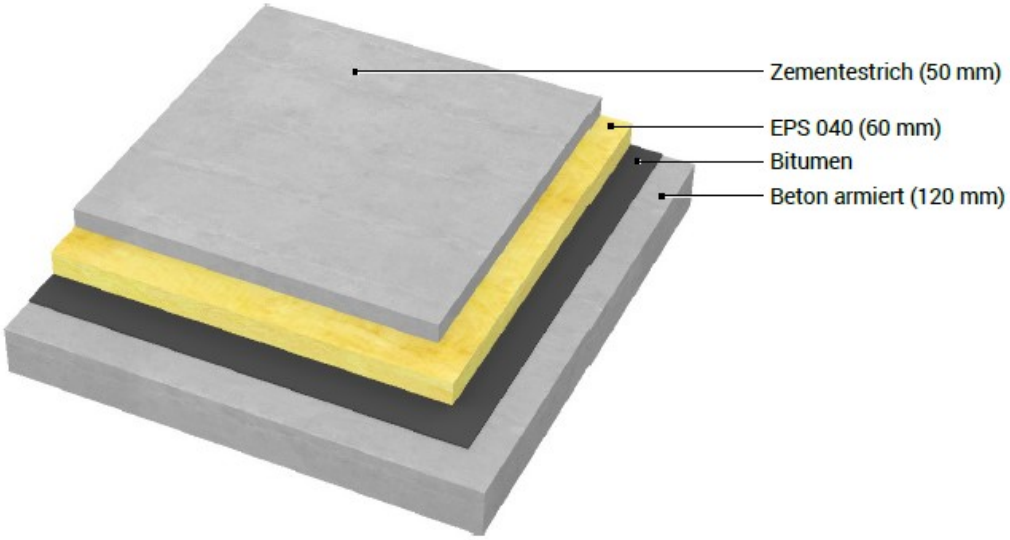



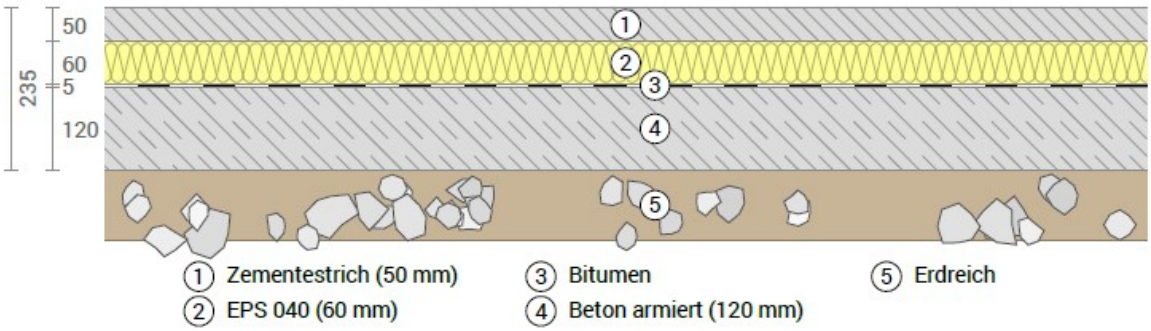

① Gipskartonplatte (12,5 mm) ② Luftschicht (24 mm) ③ Mineralwolle WLG040 (200 mm)

<-> Mit Pfeilen markierte (Balken-)Lagen verlaufen rechtwinklig zur Hauptachse.

### 2.1.3 Bodenplatte

Die Bodenplatte wurde in massiver Bauweise ausgeführt. Der Aufbau wird gemäß dem vorgelegten Grundriss angenommen und von warm nach kalt wie folgt beschrieben. Der U-Wert beträgt 0,56 W/m²K



### 2.1.4 Fenster und Hauseingangstüren

Die Kunststoffstofffenster sind Zweischeiben-Wärmeschutzverglast mit Uw-Werten von 1,30 W/m²K. Die Haustür besteht ebenfalls aus Kunststoff mit einem U-Wert von 1,8 W/m²K.

**Bewertung der Gebäudehülle**

Im unsanierten Zustand wird der energetische Zustand der Gebäudehülle als gut eingestuft.

## 2.2 Ist-Zustand Anlagentechnik

### 2.2.1 Wärmeversorgungsanlage

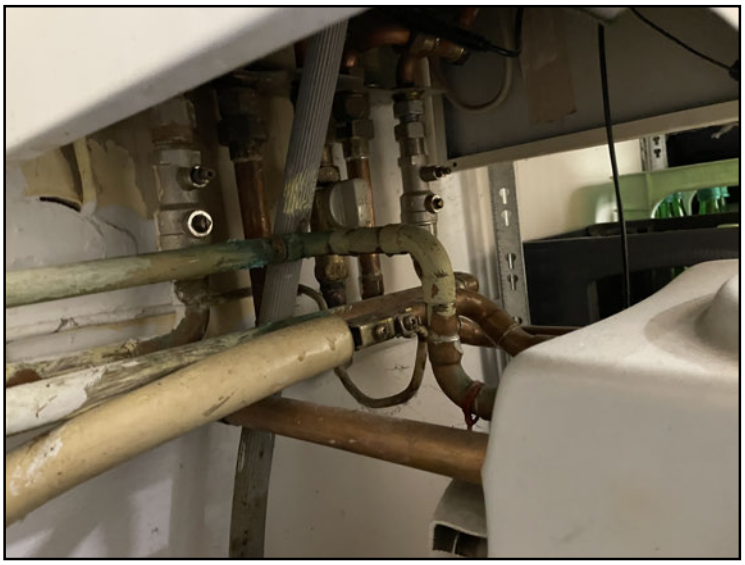
Bei dem Wärmeerzeuger handelt es sich um einen Niedertemperaturheizkessel vom Typ Elco Klöckner, Ultron 22 aus dem Baujahr 1999, der mit Gas betrieben wird.

| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Wärmeerzeugung<br>NT-Kessel – 22,0 kW, Gas |
| Verteilung | Auslegungstemperaturen 75/55°C<br>Dämmung der Leitungen: befriedigend gedämmt<br>Umwälzpumpe Leistungsgeregelt<br>Hydraulischer Abgleich wurde nicht durchgeführt |
| Übergabe | freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich, teilw. Fußbodenheizung<br>Thermostatventil mit Voreinstellung PI |

### 2.2.2 Trinkwarmwasserversorgung

Die Trinkwarmwasserversorgung wird den oben genannten Niedertemperatur-Heizkessel sichergestellt.

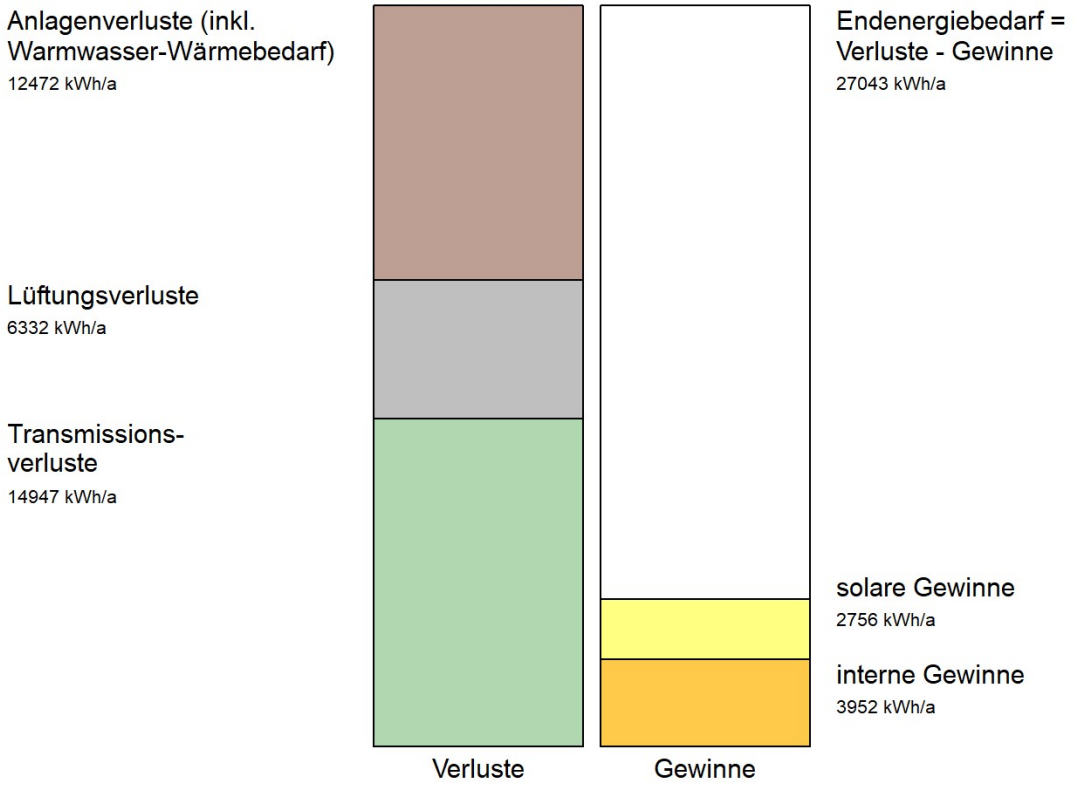
| | |
|---|---|
| Erzeugung | Zentrale Warmwasserbereitung<br>Warmwassererzeugung über Niedertemperaturkessel mit Speicher |
| Verteilung | Dämmung der Leitungen: befriedigend |



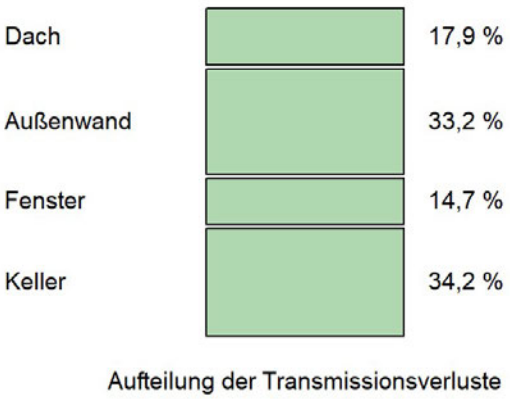
# Darstellung der Energiebilanz des Ist-Zustandes

## 2.2.3 Energiebilanz Ist-Zustand

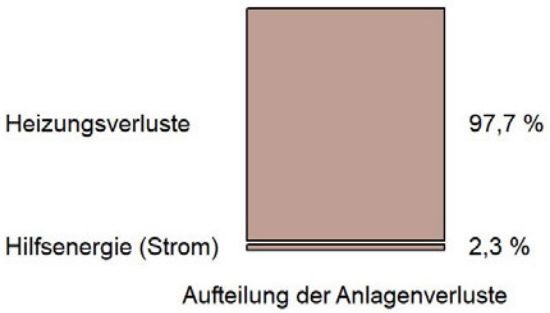
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen? Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.




Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen - Dach - Außenwand - Fenster - Keller - und der Anlagenverluste auf die Bereiche - Heizung - Warmwasser - Hilfsenergie (Strom) - können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.



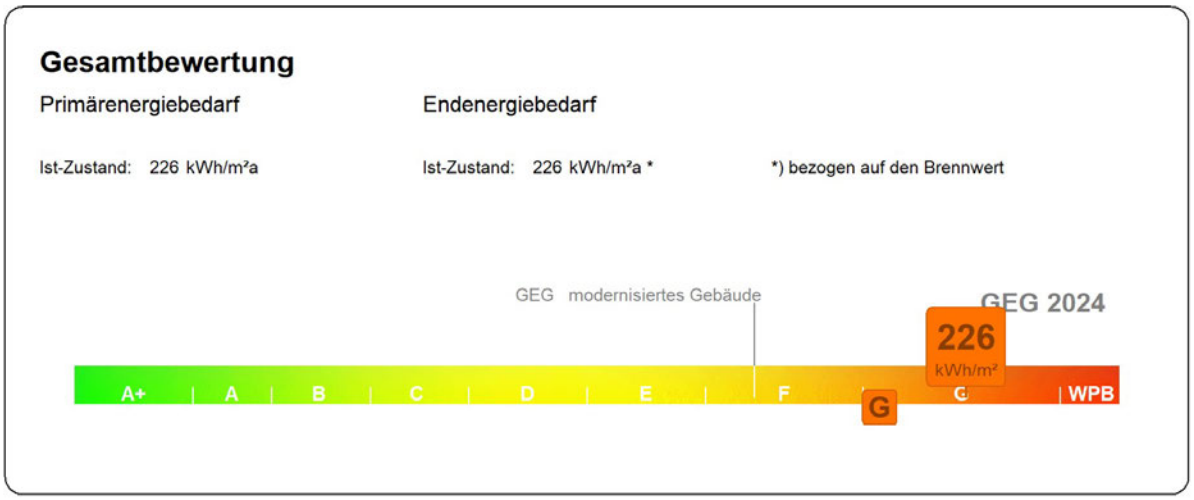

Aufteilung der Transmissionsverluste




Aufteilung der Anlagenverluste

### 2.2.4 Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 226 kWh/m²a.



# 3 Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz

## 3.1 Variante 1 : Austausch der Fenster und der Türen

In dieser Variante wird der Austausch der Fenster und Türen betrachtet.

Es werden dreifach-wärmeschutzverglaste Kunststofffenster mit einem UW-Wert von 0,95 W/m²K eingebaut. Die Mindestanforderung für eine Förderung über das BAFA beträgt 0,95 W/m²K. Hierbei ist zu beachten, dass sofern gewünscht, innenliegende Sprossen den Uw-Wert verschlechtern.

Die Anforderung an den $U_D$-Wert der Hauseingangstüren beträgt 1,30 W/m²K.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 500 €/m². Dies entspricht Gesamtkosten von ca. 13.000 €.

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

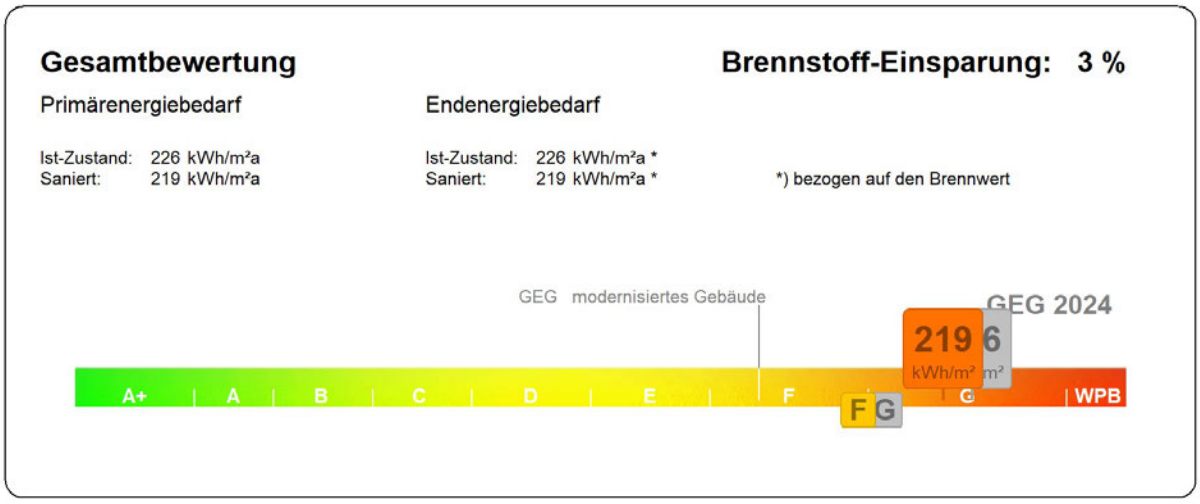
## Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 3 **%.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 27.043 kWh/Jahr reduziert sich auf 26.167 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 875 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 190 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **219 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 1 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 1: Fenstertausch + Haustür** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.961 | 13.000 | 875 | 91 | 3 | 143 : 1 | 30 |

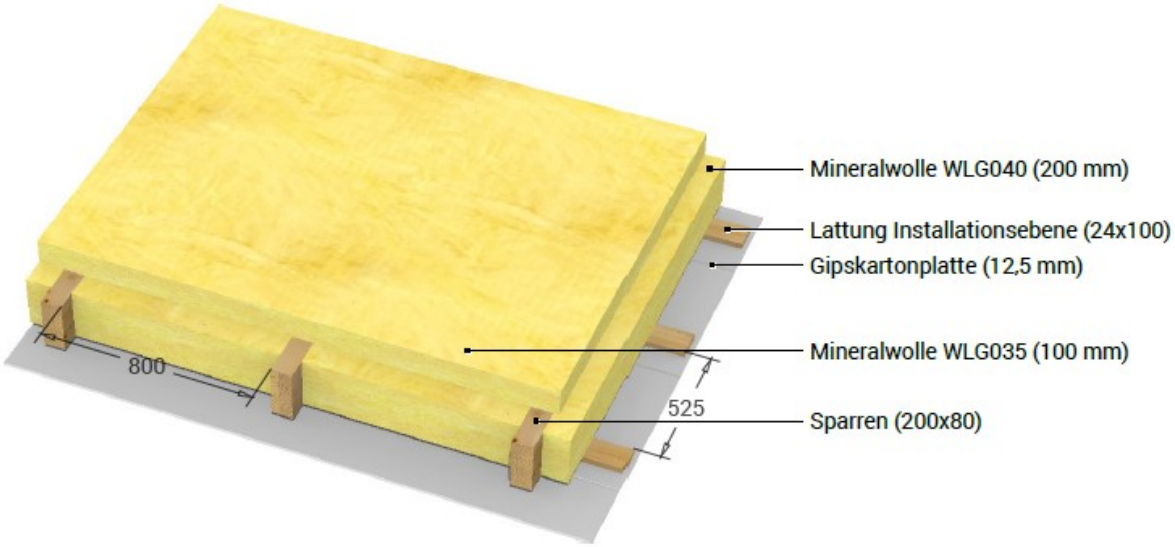
Alle Kosten verstehen sich brutto.

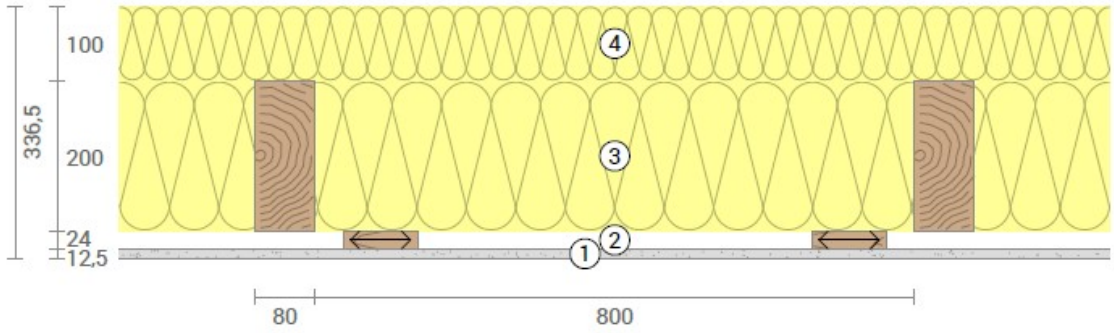
Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.2 Variante 2 : Oberste Geschossdecke

In dieser Variante wird die zusätzliche Dämmung der obersten Geschossdecke betrachtet. Hierzu wird eine zusätzliche Lage 100 mm starke Mineralfaserdämmung der Wärmeleitstufe (WLS) 035 auf die bereits vorhandene Dämmung gelegt.

Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch den möglichen Bauteilaufbau. Der U-Wert nach Sanierung beträgt 0,13 W/m² und erfüllt die Vorgaben des Fördergeldgebers.




**Kosten & Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 7.000 €. Dies entspricht 50 €/m². Diese Maßnahme kann alternativ mit etwas handwerklichem Geschick in Eigenleistung erfolgen. Die Materialkosten belaufen sich auf 2.100 € (15 €/m²).

Diese Maßnahme kann über das BAFA mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 15 % der förderfähigen Kosten gefördert werden. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr. Vor Antragstellung sollten mindestens 2 Angebote eingeholt werden, die durch einen Energie-Effizienzexperten auf Förderfähigkeit geprüft werden. Der Antrag wird online gestellt, nachdem ein Lieferungs- und Leistungsvertrag mit aufschiebender Bedingung abgeschlossen wurde.

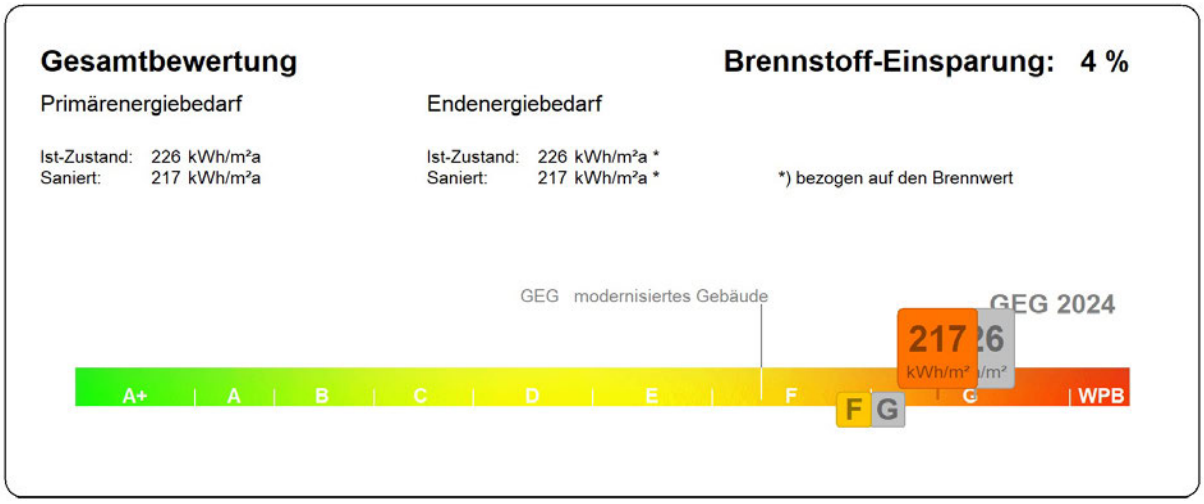
## Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **4 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 27.043 kWh/Jahr reduziert sich auf 25.924 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1.119 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 243 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **217 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 2 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 2: Dämmung oberste Geschossdecke** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.936 | 7.000 | 1.119 | 117 | 4 | 60 : 1 | 50 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.3 Variante 3 : Maßnahmenpaket 1-2

Diese Variante ist bildet eine Kombination aus den zuvor beschriebenen Varianten

Variante 1: Austausch Fenster + Türen
Variante 2: Dämmung der obersten Geschossdecke

Die Beschreibungen der Bauteilaufbauten und Ausführungsmöglichkeiten können den einzelnen Varianten entnommen werden.

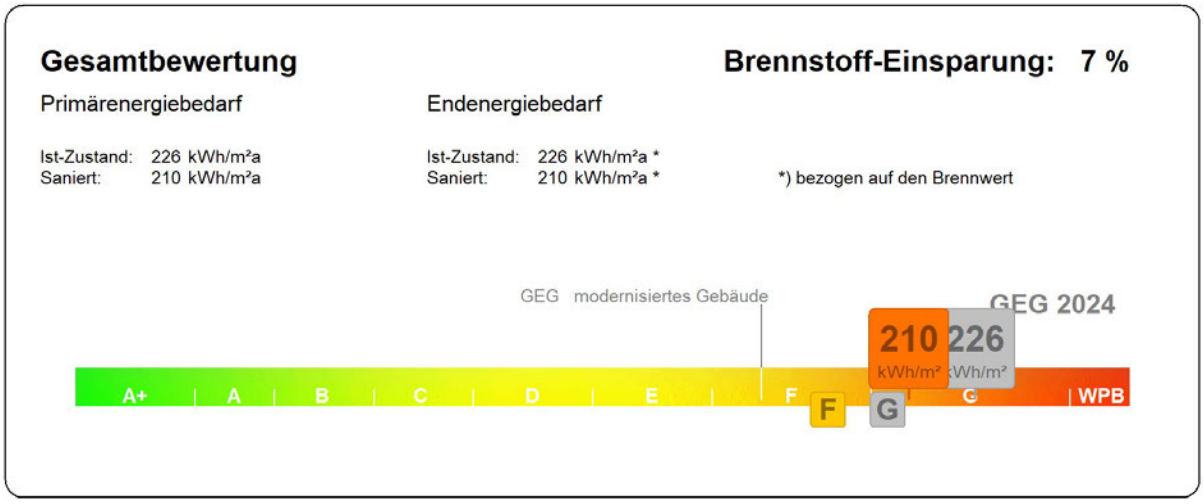
## Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 7 **%.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 27.043 kWh/Jahr reduziert sich auf 25.050 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 1.993 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 433 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **210 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 3 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

| **Variante 3: Maßnahmenpaket 1-2** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 2.844 | 20.000 | 1.993 | 208 | 7 | 97 : 1 | 30-50 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

## 3.4 Variante 4 : Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe

In dieser Variante wird der Austausch der Heizungsanlage gegen eine Luft-Wasser-Wärmepumpe betrachtet.

Die vorhandene Gasheizung wird vollständig demontiert und entsorgt. Die Auslegung der Wärmepumpe sollte auf Basis einer Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 erfolgen. Die vorhandenen Heizflächen können auf dieser Basis auf Eignung für einen effizienten Wärmepumpenbetrieb geprüft werden. Die Vorlauftemperatur sollte bei -10°C nicht größer als 50 °C betragen. Sollten einige Heizkörper mehr als 50 °C benötigen, können diese gegen Niedertemperatur-heizkörper ausgetauscht werden. Die Kosten für den Austausch sind ebenfalls förderfähig.

**Kosten und Förderung:**

Die Kosten belaufen sich auf Basis von Vergleichsprojekten auf 35.000 € inklusive Demontage- und Entsorgungsarbeiten, jedoch ohne eventuellen Austausch von Heizkörpern.

Diese Maßnahme kann über die KfW mit einem nicht rückzahlbaren Investitionszuschuss in Höhe von 50 % (30 % Basisförderung + 20 % Klima-Geschwindigkeitsbonus) der förderfähigen Kosten gefördert werden. Weitere 5 % Zuschuss sind möglich, wenn die Wärmepumpe mit natürlichem Kältemittel betrieben wird. Die maximale Investitionssumme beträgt 30.000 € pro Wohneinheit und Kalenderjahr.

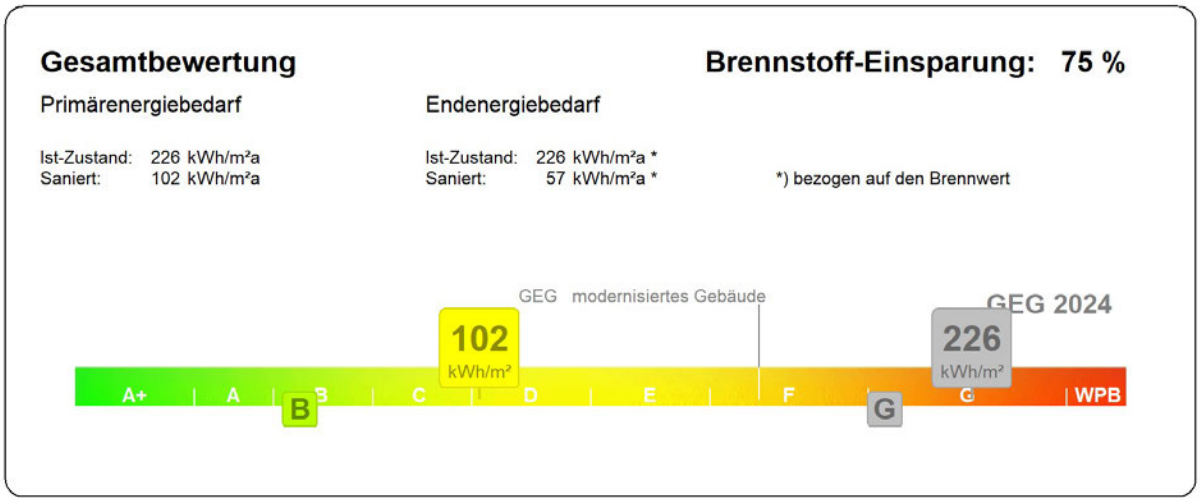
## Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **75 %.**

Der derzeitige Endenergiebedarf von 27.043 kWh/Jahr (Gas) reduziert sich auf 6.766 kWh/Jahr (Strom). Es ergibt sich somit eine Einsparung von 20.276 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die $CO_2$-Emissionen werden um 2.149 kg $CO_2$/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **102 kWh/m²** pro Jahr.



# Wirtschaftlichkeit der Sanierung - Variante 4 -

## Kosten-Nutzen-Analyse

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungskonditionen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft.

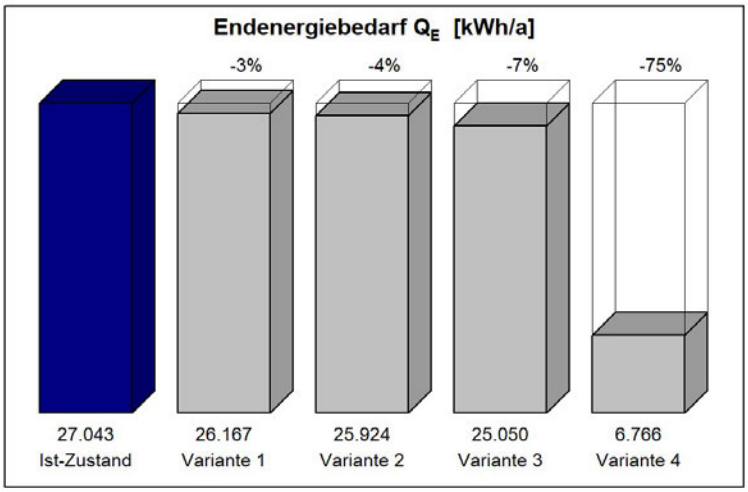
| **Variante 4: Einbau einer Luft-Wasser-Wärmepumpe** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie-kosten nach Sanierung | Energetisch bedingte Investitions-kosten | prognostizierte Einsparungen | | | Kosten / Nutzen | Lebensdauer der Maßnahme (bei regelmäßigem Unterhalt) |
| | | Endenergie-bedarf | Energiekosten | | | |
| [€/a] | [€] | [kWh/a] | [€/a] | [%] | [-] | [Jahre] |
| 1.748 | 35.000 | 20.276 | 1.304 | 75 | 27 : 1 | 15 |

Alle Kosten verstehen sich brutto.

Aus dem Verhältnis zwischen energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderzuschüssen und Energiekosteneinsparung ergibt sich das Kosten/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

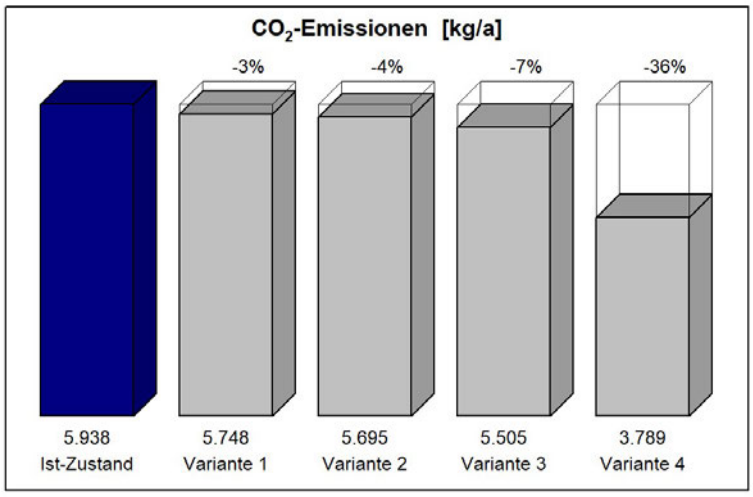
# Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen

Endenergiebedarf $Q_E$:




Ist-Zustand
Var.1 - Fenster
Var.2 - Oberste Geschossdecke
Var.3 - Gebäudehülle
Var.4 - Wärmepumpe

$CO_2$-Emissionen:




Ist-Zustand
Var.1 - Fenster
Var.2 - Oberste Geschossdecke
Var.3 - Gebäudehülle
Var.4 - Wärmepumpe

# 4 Empfehlung

Aufgrund der soliden Bausubstanz des Hauses, sind wirtschaftlich interessante Sanierungen nicht zu ermitteln. Wie bereits im Gespräch vor Ort erwähnt, wäre die nächste mögliche Sanierung der Austausch der Fenster. Allerdings ist in Variante 1 zu erkennen, dass der Austausch zum jetzigen Zeitpunkt aus wirtschaftlicher Sicht nicht in Frage kommt.

Sollten Sie in Zukunft die Fenster austauschen lassen, hätte diese Maßnahme folgende Vorteile:

- Reduzierung des Heizwärmebedarfs
- Deutliche energetische Verbesserung der Gebäudehülle
- Minimierung von Transmissionswärmeverlusten
- Verbesserung des Schallschutzes

Das Gebäude wäre allerdings bestens für den Einbau einer Wärmepumpe geeignet. Da die Gastherme bereits über 20 Jahre alt ist, würden Sie auch den Klima-Geschwindigkeitsbonus erhalten. Somit wäre eine Förderung in Höhe von 50% bzw. 55% möglich.

Sofern Sie sich in Zukunft für eine Wärmepumpe entscheiden, empfehlen wir Ihnen vor Angebotseinholung eine Heizlastberechnung durchzuführen. Auf dieser Basis können die Fachunternehmen die Wärmepumpen passend für Ihr Gebäude auslegen.

## 4.1 A.1 Glossar

Im Folgenden werden die im Beratungsbericht verwendeten Fachbegriffe erläutert:

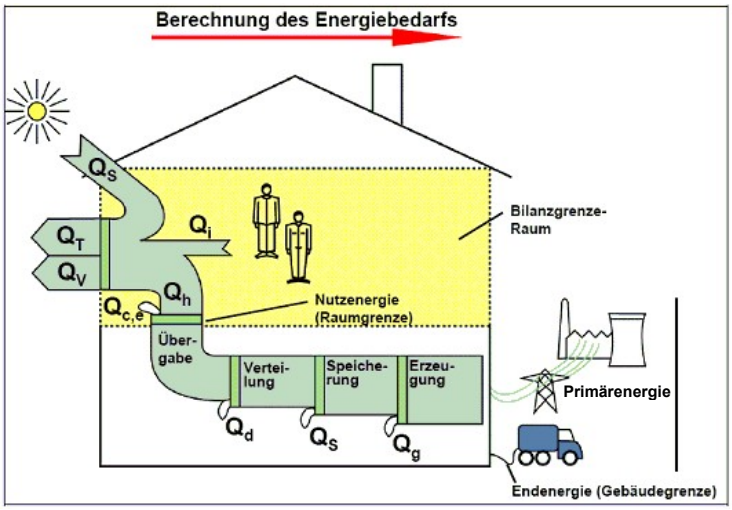
**Energiebedarf**

Energiemenge, die unter genormten Bedingungen (z. B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, zu erreichende Innentemperatur, angenommene innere Wärmequellen) für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur Wohngebäude) zu erwarten ist. Diese Größe dient der ingenieurmäßigen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden. Der tatsächliche **Verbrauch** weicht in der Regel wegen der realen Bedingungen vor Ort (z. B. örtliche Klimabedingungen, abweichendes Nutzerverhalten) vom berechneten Bedarf ab.

**Jahres-Primärenergiebedarf**

Jährliche Endenergiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mit Hilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist.

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. $CO_2$- Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energiesparverordnung.



**Endenergiebedarf**

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im Allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe.

Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

**Nutzenergie**

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

**Transmissionswärmeverluste $Q_T$**

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

**Lüftungswärmeverluste $Q_V$**

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

**Trinkwassererwärmung**

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u.ä.) ermittelt.

**U-Wert** (früher k-Wert)

Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in KWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

**Solare Wärmegewinne $Q_S$**

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

**Interne Wärmegewinne $Q_i$**

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

**Anlagenverluste**

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung $Q_g$ (Abgasverlust), ggf. Speicherung $Q_s$ (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung $Q_d$ (Leitungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe $Q_c$ (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

**Wärmebrücken**

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z. B. Balkonplatten. Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

**Gebäudevolumen $V_e$**

Das beheizte Gebäudevolumen ist das an Hand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

**Wärmeübertragende Umfassungsfläche A**

Die Wärmeübertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminneren nach außen dringt.

**Kompaktheit A/V**

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

**Gebäudenutzfläche $A_N$**

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.