

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

im Auftrag der AK NÖ

Endbericht

August 2022 bis Jänner 2023

Mario Reisinger, BA MU

Dipl.-Ing. (FH) Johannes Lindorfer

Dipl.-Ing. Eva-Maria Heigl, MSc.

Matthias Hilger, BSc.

Julia Haider, BSc.

Dr.ⁱⁿ Andrea Kollmann

Dr. Robert Tichler



Inhaltsverzeichnis

GLOSSAR	5
1 MOTIVATION	7
2 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	9
3 STRUKTUR DER STUDIE	20
4 AUSGANGSLAGE ZUM HEIZUNGSBESTAND IN NÖ	23
4.1 AKTUELLE GEBÄUDESANIERUNGSQUOTE IN NÖ	25
4.2 EMISSIONEN SEKTOR GEBÄUDE	26
4.3 ZIELE DER ÖSTERREICHISCHEN KLIMASTRATEGIE MIT BEZUG ZUM GEBÄUDESEKTOR	26
5 AKTUELLE FÖRDERUNGEN FÜR ANLAGENSEITIGE (HEIZUNGSTAUSCH) UND THERMISCHE (GEBÄUDEHÜLLE) SANIERUNGSMABNAHMEN IN NÖ	27
5.1 HEIZKESSELTAUSCH (NÖ RAUS AUS ÖL UND GAS-BONUS):	27
5.2 HEIZKESSELTAUSCH (BUND RAUS AUS ÖL UND GAS FÜR EIN- UND ZWEIFAMILIENHAUS, REIHENHAUS).....	28
5.3 HEIZKESSELTAUSCH (BUND RAUS AUS ÖL UND GAS FÜR MEHRGESCHOSSIGEN WOHNBAU)	29
5.4 WOHNBAUFÖRDERUNG EIGENHEIM- UND WOHNUNGSSANIERUNG (LAND NÖ)	30
5.4.1 <i>Eigenheimsanierung</i>	30
5.4.2 <i>Wohnungssanierung</i>	31
5.5 SANIERUNGSOFFENSIVE 2023/2024 (FÖRDERUNG DES BUNDES).....	32
5.5.1 <i>Sanierungsscheck für Private (Ein- und Zweifamilienhaus, Reihenhaus)</i>	32
5.5.2 <i>Sanierungsscheck für Private (mehrgeschoßiger Wohnbau)</i>	33
6 ABSCHNITT I: BEWERTUNG DER RAUMWÄRMESYSTEM-ALTERNATIVEN UND DARSTELLUNG TECHNISCH MÖGLICHER UMRÜSTUNGSMABNAHMEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG LIMITIERENDER FAKTOREN FÜR REPRÄSENTATIVE GEBÄUDETYPEN 34	
6.1 SYSTEMGRENZE GEBÄUDE UND UMFELDDANALYSE.....	34
6.1.1 <i>Systemgrenze der anlagenseitigen Sanierung (Heizungstausch)</i>	35
6.1.2 <i>Auswahlkriterien für die anlagenseitige Sanierung</i>	36
6.1.3 <i>Definition der Referenzgebäude</i>	39
6.2 ENERGETISCHE CHARAKTERISTIKA DER THERMISCHEN SANIERUNG ZUR MINIMIERUNG VON WÄRMEVERLUSTEN IN GEBÄUDEN (GEBÄUDEHÜLLE).....	45
6.2.1 <i>Austausch von Fenster und Türen</i>	48
6.2.2 <i>Thermische Fassadensanierung</i>	49
6.2.3 <i>Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke</i>	51
6.2.4 <i>Wärmedämmung der Kellerdecke</i>	51

6.3	ENERGETISCHE CHARAKTERISTIKA DER ANLAGENSEITIGEN SANIERUNG (HEIZUNGSTAUSCH)	52
6.3.1	<i>Gasheizung als Referenz</i>	52
6.3.2	<i>Qualitative Darstellung der Vorteile eines Umstiegs von fossil-basierten auf erneuerbar-basierten Raumwärme- u. Warmwassersystemen</i>	52
6.3.3	<i>Heizungsverteilsystem/Wärmeübertragung an den zu beheizenden Raum</i>	52
6.3.4	<i>Luft-Wasser Wärmepumpe</i>	54
6.3.5	<i>Erdreich-Wasser Wärmepumpe</i>	57
6.3.6	<i>Wärmepumpenvarianten mit PV Anlage</i>	60
6.3.7	<i>Wärmepumpe für die Kühlung</i>	60
6.3.8	<i>Mittel- und Hochtemperaturwärmepumpen</i>	60
6.3.9	<i>Fern- und Nahwärme</i>	61
6.3.10	<i>Thermische Solaranlagen</i>	61
6.4	ENERGETISCHE UND ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG DER PHOTOVOLTAIKTECHNOLOGIE	64
7	ABSCHNITT II: KOSTEN/NUTZEN ANALYSE ANLAGENSEITIGER (HEIZUNGSTAUSCH) UND THERMISCHER (GEBÄUDEHÜLLE) SANIERUNGSMÄßNAHMEN AUS SICHT DER KONSUMENT*INNEN	87
7.1	METHODE DER KOSTEN/NUTZEN ANALYSE	87
7.2	JÄHRLICHE CO ₂ EQ. EMISSIONEN [KG/A] BZW. CO ₂ EQ. EINSPARUNGEN [KG/A]	90
7.3	KOSTENANALYSE THERMISCHER SANIERUNGSMÄßNAHMEN (GEBÄUDEHÜLLE)	90
7.3.1	<i>Thermische Fassadensanierung</i>	90
7.3.2	<i>Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke</i>	92
7.3.3	<i>Wärmedämmung der Kellerdecke</i>	92
7.3.4	<i>Austausch von Fenster und Türen</i>	92
7.4	KOSTENANALYSE ANLAGENSEITIGER SANIERUNGSMÄßNAHMEN (HEIZUNGSTAUSCH).....	93
7.4.1	<i>Luft-Wasser Wärmepumpe</i>	93
7.4.2	<i>Erdreich-Wasser Wärmepumpe</i>	94
7.4.3	<i>Anmerkungen zur ökonomischen Betrachtung von LWP und EWP</i>	95
7.4.4	<i>Solaranlagen</i>	95
7.4.5	<i>Fernwärme</i>	96
8	ABSCHNITT III: KOMPARATIVE BEWERTUNG ANLAGENSEITIGER (HEIZUNGSTAUSCH) UND THERMISCHER (GEBÄUDEHÜLLE) SANIERUNGSMÄßNAHMEN MITTELS SZENARIEN-MODELLIERUNG	97
8.1	ÜBERBLICK DER SANIERUNGSSTRATEGIEN.....	97
8.2	ZUSAMMENFASSENDE ÜBERSICHT DER INVESTITIONSKOSTEN FÜR THERMISCHE SANIERUNGSMÄßNAHMEN NACH GEBÄUDEART	97
8.2.1	<i>Referenzgebäude A: Einfamilienhaus (1-2 Wohneinheiten)</i>	98

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

8.2.2	Referenzgebäude B: Mehrfamilienhaus (3-10 Wohneinheiten)	98
8.2.3	Referenzgebäude C: Mehrfamilienhaus (>10 Wohneinheiten)	98
8.3	BESTMÖGLICHE INVESTITIONSENTSCHEIDUNG FÜR KONSUMENT*INNEN.....	99
8.3.1	Betriebswirtschaftliche Bewertung (Einsparungen) für anlagenseitige, thermische oder kombinierte Sanierungen.....	100
8.3.2	Investitionsentscheidung EFH A (1-2 WE)	120
8.3.3	Investitionsentscheidung MFH B (3-10 WE).....	121
8.3.4	Investitionsentscheidung MFH C (> 10 WE).....	122
9	ABSCHNITT IV: GRAPHISCHE AUFBEREITUNG.....	123
9.1	REFERENZGEBÄUDE A – UNSANIERT, HEIZUNGSTAUSCH	123
9.2	REFERENZGEBÄUDE A – SANIERT.....	128
9.2.1	Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch.....	128
9.2.2	Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch.....	132
9.2.3	Dämmung Fassade und Heizungstausch.....	136
9.2.4	Erneuerung Fenster und Heizungstausch	140
9.2.5	Vollsanierung und Heizungstausch	144
9.3	REFERENZGEBÄUDE B – UNSANIERT, HEIZUNGSTAUSCH	148
9.4	REFERENZGEBÄUDE B – SANIERT.....	152
9.4.1	Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch.....	152
9.4.2	Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch.....	156
9.4.3	Dämmung Fassade und Heizungstausch.....	160
9.4.4	Erneuerung Fenster und Heizungstausch	164
9.4.5	Vollsanierung und Heizungstausch	168
9.5	REFERENZGEBÄUDE C – UNSANIERT, HEIZUNGSTAUSCH	172
9.6	REFERENZGEBÄUDE C – SANIERT.....	176
9.6.1	Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch.....	176
9.6.2	Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch.....	180
9.6.3	Dämmung Fassade und Heizungstausch.....	184
9.6.4	Erneuerung Fenster und Heizungstausch	188
9.6.5	Vollsanierung und Heizungstausch	192
9.7	BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG.....	196
9.7.1	Jährliche Einsparung bei Vollsanierung und Heizungstausch verglichen mit unsaniertem Gebäude und Gas-Konstanttemperaturkessel (k).....	196
9.7.2	Heizwärmeeinsparpotentiale in €/kWh durch Sanierungspfade (a,t,k).....	197
9.7.3	Kosteneinsparung durch Vermeidung von Treibhausgasemissionen (CO ₂ eq).....	197

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

9.8	GRAFISCH VERWERTBARE MODELLRECHNUNG.....	199
9.8.1	<i>CO₂ Emissionsvermeidung in kg pro investiertem Euro</i>	199
9.8.2	<i>Treibhausgas-Vermeidungskosten-Kurven</i>	203
10	LITERATURVERZEICHNIS	207

Glossar

Gebäudetechnische Daten aus dem Energieausweis[1]

- Brutto-Grundfläche: Hierunter wird die Summe aller Flächen inklusive der Wände verstanden. Der Energiebedarf wird auf diesen Wert bezogen.
- Kompaktheit: Die Kompaktheit wird durch das A/V-Verhältnis (Oberfläche/Volumen-Verhältnis) ausgedrückt und ist ein Kennwert für die Gebäudegeometrie.
- Charakteristische Länge (l_c): Hierbei handelt es sich ebenfalls um ein Maß für die Geometrie des Gebäudes und entspricht dem Kehrwert der Kompaktheit.
- U-Wert: Dieser Parameter beschreibt den Wärmedurchgang je Quadratmeter und Grad Temperaturunterschied zwischen innen und außen. Es ist auf einen möglichst niedrigen U-Wert der Bauteile zu achten.

Energetische Daten aus dem Energieausweis[1]

- Heizwärmebedarf (HWB): Darunter wird jene Wärmemenge verstanden, die den konditionierten Räumen zugeführt werden muss, um die vorgegebene Solltemperatur von 20 °C zu erreichen.
- Der WWWB gibt den jährlichen Warmwasserwärmebedarf je m² konditionierter Brutto-Grundfläche an.
- Heiztechnikenergiebedarf für Raumheizung (HTEB RH): Dieser Wert bildet die Verluste des Heiztechniksystems für Raumheizung ab.
- Heiztechnikenergiebedarf für Warmwasser (HTEB WW): Mittels diesem Wert werden die Verluste des Heizsystems zur Warmwassererzeugung abgebildet.
- Heizenergiebedarf (HEB): Der HEB ist jener Teil des Endenergiebedarfs der für die Heizungs- und Warmwasserversorgung aufzubringen ist.
- Endenergiebedarf (EEB): Dieser Wert gibt jene Menge an Energie an, die dem Heizsystem und allen anderen energietechnischen Systemen zugeführt werden muss, damit der Heizwärmebedarf, der Warmwasserwärmebedarf, der Kühlbedarf sowie die erforderlichen Komfortanforderungen an Belüftung und Beleuchtung gedeckt werden kann. Die Systemgrenze ist dabei das betrachtete Gebäude.

Weitere Begriffsdefinitionen[1]

- Zonenbezogen: Der Energiebedarf bzw. der Emissionsausstoß wird bezogen auf eine Zone bzw. die gesamte Wohneinheit dargestellt.
- Spezifisch: Der Energiebedarf bzw. der Emissionsausstoß wird auf einen m² konditionierte Brutto-Grundfläche bezogen.
- Standortklima: Die Parameter des Energieausweises werden mit den tatsächlichen Klimadaten am Standort des Gebäudes berechnet.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

- Referenzklima: Hier wird den Berechnungen im Energieausweis ein Referenzklima zugrunde gelegt.
- Monovalente Betriebsweise: Zur Wärmeerzeugung wird bei monovalenter Betriebsweise nur ein Heizsystem bzw. ein Energieträger eingesetzt.
- Jahresarbeitszahl (JAZ): Die Jahresarbeitszahl gibt an, wie viel Mal mehr Nutzwärme innerhalb eines ganzen Jahres das Gerät abgibt, als Antriebsenergie bzw. elektrische Energie benötigt wird.

1 Motivation

Ausgangspunkt der Studie ist die Tatsache, dass trotz Bemühung auf Bundes- und Länderebene, die ambitionierten energetischen Zielsetzungen, die für den Wohngebäudesektor angestrebt wurden, noch nicht erreicht werden konnten. So liegt etwa die Althaus-Sanierungsquote deutlich unter dem Ziel von 3% p.a. Wesentliche Emissions- aber auch Verbrauchsreduktionen werden durch den Einsatz von erneuerbaren Energieträgern zur Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung gegenüber fossil betriebenen Systemen erzielt. Der aktuelle Ministerialentwurf betreffend Bundesgesetz zum Ausstieg aus der fossil betriebenen Wärmebereitstellung (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWG) sieht zur Erreichung der Ziele des Übereinkommens von Paris aus dem Jahr 2015 und des Ziels der Europäischen Union, bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen auf netto Null zu reduzieren und bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent (gegenüber dem Jahr 1990) zu senken sowie im Bestreben, die Klimaneutralität Österreichs bis zum Jahr 2040 zu erreichen, den Ausstieg aus der Wärmeversorgung von Gebäuden mittels fossiler Brennstoffe vor. Dazu wurde ein Stufenplan mit gesetzlichen Grundlagen zum Ersatz von Öl-, Kohle- und Koksheizungen in der Raumwärme erstellt, der zeitlich gestaffelt folgende Stufen umfassen soll:

- Bereits seit 1. Jänner 2020 in Kraft ist das Einbauverbot von Kesseln für feste und flüssige fossile Brennstoffe im Neubau (Ölkesselbauverbotsgesetz).
- Ab 2023 müssen kaputte Öl- und Kohleheizungen durch klimafitte Heizsysteme ersetzt werden.
- Ab dem Jahr 2023 soll fossiles Gas in Neubauten verboten werden.
- Ab dem Jahr 2025 sollen Öl-, Kohle- und Koksheizungen, die ein bestimmtes Alter überschreiten, sukzessive stillgelegt werden.
- Bis zum Jahr 2035 sollen sämtliche Öl-, Kohle- und Koksheizungen stillgelegt werden.
- Bis zum Jahr 2040 soll die gesamte Wärmeversorgung dekarbonisiert sein.

Analog zum Stufenplan für den Ausstieg aus flüssigen und festen fossilen Brennstoffen soll auch ein Phase-out-Plan zum Ersatz von fossilen Gasheizungen in der Raumwärme erstellt werden. Es sollen Phase-Out-Pläne für fossile Energieträger in der Raumwärme und -kälte sowie Warmwasser festgelegt werden. Zudem soll ein sukzessives Stilllegungsgebot von Anlagen zur Wärmebereitstellung auf Basis fossiler fester und fossiler flüssiger Energieträger ab dem Jahr 2025 erarbeitet werden. Für die soziale Verträglichkeit der Maßnahmen aus dem EWG sollen Basisförderungen zum Tausch einer fossilen Anlage zur Wärmebereitstellung angeboten werden [2].

Auf Basis dieser aktuellen Pläne stellt sich die Frage, welchen energetischen bzw. ökologischen Effekt die Umrüstung von fossilen auf erneuerbare Heizungstechnologien und die thermische Sanierung im Wohngebäudebestand im Bundesland Niederösterreich haben kann, und wie hoch die Kosten für individuelle Umrüstungen ausfallen.

Zur Analyse dieser Aspekte erfolgt **in der gegenständlichen Studie eine umfassende Bewertung anlagenseitiger (technischer) Umrüstungsinitiativen im Bereich der dezentralen Wärmeenergieerzeugung und -bereitstellung sowie thermischer Sanierungsmaßnahmen im Wohngebäudebestand.** Somit ist die **Bewertung der betriebswirtschaftlichen sowie der ökologischen Charakteristika von anlagenseitigen**

und thermischen Initiativen in den niederösterreichischen Haushalten ein zentraler Baustein dieser Analyse. Dabei wird ein zentraler Fokus auf die betroffenen Anwender*innen gelegt. So ist es von Bedeutung, potentiellen Konsument*innen eine Identifikation mit dem Referenzszenario zu ermöglichen. Dies wiederum bedingt die Formulierung verschiedener Basisszenarien, wobei Haushalte, die bisher keine Sanierungsmaßnahmen durchgeführt haben, ebenso wie jene die bereits teilweise Investitionen in die Verbesserung der Energieeffizienz getätigt haben, abgebildet werden. Es wird von der Definition durchschnittlicher Haushaltscharakteristika Abstand genommen, anstelle dessen werden verschiedenste Prototypen-Haushalte bzw. Wohngebäude abgebildet, welche die aktuelle Situation in Niederösterreich bestmöglich abbilden.

2 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Interpretation der Ergebnisse

Die **Erreichung der Zielsetzungen** bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen auf netto Null zu reduzieren und bis zum Jahr 2030 um mindestens 55 Prozent (gegenüber dem Jahr 1990) zu senken sowie das Bestreben, die Klimaneutralität Österreichs bis zum Jahr 2040 zu erreichen, bedeutet für den niederösterreichischen Gebäudesektor eine große Kraftanstrengung. Das Einbauverbot bzw. das Austauschgebot von Heizungen für feste und flüssige fossile Brennstoffe bedeutet in der Praxis den Ersatz von mehr als 200.000 Gas- und 80.000 Ölheizungen bei einem Gesamtbestand von rund 500.000 Zentralheizungen im Referenzzeitraum der Zielsetzungen.

Zur Analyse von Kosten/Nutzen Effekten dieser Motivation wurden in der gegenständlichen Analyse **anlagenseitige (Heizungstausch) und thermische (Gebäudehülle) Sanierungsoptionen im Bereich der dezentralen Wärmeenergieerzeugung und -bereitstellung sowie thermischer Sanierungsmaßnahmen im Wohngebäudebestand in Niederösterreich einer umfassenden Bewertung unterzogen. Der zentrale Fokus ist dabei auf die Entscheiderperspektive** der Endkonsument*innen gelegt um die energetischen, ökologischen aber vor allem (voll)kostenseitigen Auswirkungen zu quantifizieren. Dazu wurde ein umfassendes Set aus Varianten und Szenarien gebildet, das bestmöglich alle Optionen beinhaltet spezifisch bewertet, wobei Haushalte, die bisher keine Sanierungsmaßnahmen durchgeführt haben, ebenso wie jene die bereits teilweise Investitionen in die Verbesserung der Energieeffizienz getätigt haben, abgebildet wurden.

Als Basis der Berechnung wurden Referenzgebäude (drei Gebäudetypen, ein typisches Einfamilienhaus mit 1-2 Wohneinheiten, ein Mehrfamilienhaus mit 3-10 Wohneinheiten und ein Mehrfamilienhaus mit mehr als 10 Wohneinheiten) herangezogen, deren gebäudetechnische, architektonische sowie energetische Charakteristika den Gebäudebestand widerspiegeln und einer möglichst breiten Gruppe von Konsument*innen in Niederösterreich Identifikationsfläche bieten.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Klimafittes Wohnen. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Ziele der österreichischen Klimastrategie im Bereich Wohnen



Referenzgebäude für den Bestand (Ist-Zustand)

A. Einfamilienhaus EFH (1-2 Wohneinheiten)

200 m²
HWB unsaniert 200 kWh/m²a
HWB thermisch saniert 60 kWh/kWh/m²a



B. Mehrfamilienhaus MFH (3-10 Wohneinheiten)

507 m²
HWB unsaniert 125 kWh/m²a
HWB thermisch saniert 50 kWh/m²a



C. Mehrfamilienhaus MFH (>10 Wohneinheiten)

1.170 m²
HWB unsaniert 113 kWh/m²a
HWB thermisch saniert 41 kWh/m²a



Referenzheizsystem im Bestand (Ist-Zustand)



Erdgas-Zentralheizung

Erdgas-Etagenheizung

Öl-Heizung

Kohle,-Koks Heizung



Thermische Sanierung zum klimafittes Gebäude

- i. Dämmung der obersten Geschoßdecke
- ii. Dämmung der Kellerdecke
- iii. Austausch von Fenster & Türen
- iv. Dämmung der Außenwände



Anlagenseitige Sanierung zum klimafittes Heizsystem

Fernwärme/Nahwärme

Luft-Wasser Wärmepumpe

Erdwärme-Wasser-Wärmepumpe

Grund-Wasser-Wärmepumpe



Grundlage für die Berechnungen und Analysen sind reale Energieausweisdaten dieser Gebäudetypen, die je nach Sanierungsstand einen gewissen Heizwärmebedarf ausweisen. Bei den **thermischen (Gebäudehülle) Sanierungsoptionen wurden als Einzelmaßnahmen aber auch in Kombination die Dämmung der obersten Geschoßdecke, der Kellerdecke, der Austausch von Fenstern und Außentüren sowie die Dämmung der Außenwände bewertet.** Durch die Kombination der thermischen Sanierungsoptionen (Vollsanierung) konnte der Heizwärmebedarf in allen Referenzgebäudetypen mehr als halbiert werden (z.B. von 200 kWh/m²a auf 60 kWh/m²a; - 70 % beim Einfamilienhaus, - 60 % beim Mehrfamilienhaus bis 10 Wohneinheiten & - 63 % beim Mehrfamilienhaus) was einer signifikanten Energieeinsparung entspricht. Die erreichbaren Energieeinsparungen sind jedoch auch mit signifikanten Investitionskosten verbunden, nicht zuletzt durch Preissteigerungen der letzten Monate kommt die durchgeführte Abschätzung der Investitionen bei einer Vollsanierung des Referenzgebäudes Einfamilienhaus auf knapp unter 60.000 €, beim Mehrfamilienhaus mit bis zu 10 Wohneinheiten auf ca. 110.000 € bzw. beim Gebäude mit mehr als 10 Wohneinheiten auf 180.000 € wobei die wirksamsten Maßnahmen wie die thermische Fassadensanierung auch die höchsten spezifischen Investitionskosten (~ 130 €/m²) aufweisen. Im mehrgeschossigen Wohnbau liegen die spezifischen Kosten aufgrund der günstigeren Oberflächen zu Volumen Verhältnisse darunter. Die Größenordnung der notwendigen Investitionen verdeutlicht, dass diese Sanierungen für Privat- bzw. Einzelpersonen Herausforderungen darstellen. In Analogie zum privatwirtschaftlichen und öffentlichen Bereich könnte die Entwicklung von maßgeschneiderten Finanzierungsformen auch in diesem Bereich zusätzliche Realisierungsimpulse ermöglichen.


Die aktuelle Förderlandschaft fördert die Realisierung dieser Maßnahmen durch Gebäudeeigentümer*innen bzw. deren bevollmächtigter Vertretung (z.B. der Hausverwaltung) in der Größenordnung von maximal 30 Prozent der gesamten förderungsfähigen Kosten. Die Ermittlung der förderbaren Sanierungskosten wird mithilfe eines Punktesystems beschrieben,

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich





welches von den jeweiligen Sanierungsmaßnahmen abhängt. Vorsicht ist geboten bei den Förderkriterien, da relativ hohe Standards angelegt werden, und nicht jede Maßnahme diese per se erfüllt. Eine optimale Förderberatung ist daher essentiell um Klarheit für die Endkonsument*innen über die Möglichkeiten und Grenzen zu haben.

Aufgrund der Tatsache, dass für die Einzelmaßnahmen und die Maßnahmenkombinationen die Amortisationsdauern im einstelligen Bereich liegen, wie in den nachfolgenden Abschnitten referenziert, geht es aus Sicht der Autor*innen im Bereich der Förderungen weniger um beispielsweise eine Erhöhung der Förderungen, sondern stärker um das möglichst einfache Abrufen bzw. die Abwicklung durch die Konsument*innen. Aufgrund der enormen Anzahl an Betroffenen in den nächsten Jahren ist von einem signifikanten Anstieg des Bedarfs nach individuellen Informations- und Beratungsprogrammen auszugehen.

Thermische Sanierung zum klimafitten Gebäude

- i. Dämmung der obersten Geschosßdecke 
- ii. Dämmung der Kellerdecke
- iii. Austausch von Fenster & Türen
- iv. Dämmung der Außenwände


Anlagenseitige Sanierung zum klimafitten Heizsystem


- Fernwärme/Nahwärme 
- Luft-Wasser Wärmepumpe 
- Erdwärme-Wasser-Wärmepumpe 
- Grund-Wasser-Wärmepumpe 


Kombination Photovoltaik & Solarthermische Anlage

PV-Anlagenleistung Kollektorfläche Solaranlage


	PV-Anlagenleistung	Kollektorfläche	Solaranlage
A. EFH	4,9 [kWpeak]	12 [m ²]	
B. MFH	19,9 [kWpeak]	18 [m ²]	
C. MFH	45,9 [kWpeak]	27 [m ²]	

Energetische Betrachtung 

- Gebäudetechnischer Heizwärmebedarf (HWB) [kWh/m²]
- Nutzungsseitiger Warmwasserwärmebedarf (WWWB) [kWh/a]
- Leistungsbedarf für Heizung und Warmwasser [kW]
- Jahresarbeitszahl / Wirkungsgrade [%]
- Endenergie-Bedarf und Einsparpotentiale [kWh/a] 

Ökonomische Betrachtung 

- Investitionskosten [€]
- Betriebsgebundene Kosten [€/a]
- Förderungen in NÖ [€]
- Jährliche monetäre Ersparnis [€/a]
- Amortisation [a]

Ökologische Betrachtung 

- Jährliche CO₂eq Emissionen und Einsparungen [kg CO₂eq /a]
- CO₂ eq Vermeidungskosten [€/kg CO₂eq]

Im Bereich der anlagenseitigen Sanierungsoptionen wurde der Austausch von aktuell fossil, insbesondere gasbetriebenen Heizungssystemen auf klimafitte Heizungs- und Warmwasserbereitung mit Wärmepumpe und Fern- und Nahwärme umfassend untersucht. Erneuerbar-basierte Raumwärme- und Warmwassersysteme bieten vor allem Vorteile bezüglich den Emissionen und somit auch der unmittelbaren Feinstaubbelastung vor Ort. Verbunden mit eigenen Stromerzeugungsanlagen, wie z. B. Photovoltaik, oder in Energiegemeinschaften kann somit der erforderliche Strombedarf gänzlich oder zu großen Teilen gedeckt werden. Zusätzlich ist man bei erneuerbar-basierten Raumwärme - u. Warmwassersystemen nicht auf internationale Rohstoffmärkte und deren Preis- und Lieferschwankungen angewiesen.

Energetische Betrachtung

Zur Dimensionierung einer Wärmebereitstellungstechnologie sind Kenntnisse des spezifischen Wärmebedarfs des zu beheizenden Gebäudes sowie die davon abgeleitete Heizlast notwendig. Aus diesen beiden Faktoren ergeben sich die Auslegung der Heizungsanlage bzw. der Energieverbrauch pro Jahr, welche für die hier untersuchten Referenz-Modellgebäude spezifisch entwickelt wurde. Im Sinne einer Maximierung der

Endenergieeffizienz bzw. Energieeinsparung ist die Realisierung von oben beschriebenen thermischen Sanierungsmaßnahmen (Gebäudehülle) zeitlich den anlagentechnischen Maßnahmen (Heizungstausch) vorzuziehen, um ein maßgeschneidertes Gesamtsystem für das Gebäude zu erhalten und damit zukunftsfitte Wohnen für die Konsument*innen zu ermöglichen. Auch in der Praxis erfolgt die Dimensionierung und Planung der Anlagen durch den Fachbetrieb in ähnlicher Weise wie in dieser theoretischen Betrachtung beschrieben und das Know-how Anforderungsprofil hat sich aufgrund der Komplexität der Systeme in den letzten Jahren erhöht. Neben der optimalen Auslegung der Heizungsanlage für das individuelle Gebäude ist es immer wesentlicher in welcher Form die Wärme an den zu beheizenden Raum übertragen wird. Dabei sind folgende Möglichkeiten der Wärmeabgabe in breitem Einsatz: Wandheizung, Fußbodenheizung und Wasserheizung mit Radiatoren.

Der Vorteil von Wasserheizungen mit Radiatoren ist die schnelle und flexible Regelmöglichkeit sowie die hohe Wiederaufheizleistung. Die Vorlauftemperatur von Radiatoren ist wesentlich höher als bei Wand- und Fußbodenheizungen, welche je nach Länge und Dämmungsgrad der Leitungen bis zu 90 °C betragen kann. Dies führt zu höheren Abstrahlverlusten. Bei Wand- und Fußbodenheizung erzielt man eine gleichmäßigere effizientere Raumtemperaturverteilung und es entsteht keine Aufwirbelung der Luft, die Vorlauftemperaturen liegen im Bereich von 30-50 °C. Nachteilig wirkt sich die höhere Trägheit des Systems aus. Sprich aus technischer Sicht genügt es vereinfacht gesprochen nicht das Heizsystem 1:1 zu tauschen, es bedarf einer Gesamtbetrachtung der Gebäude- und Heizungstechnik um eine zeitgemäße Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung im Bestand für die Konsument*innen auch in Zukunft sicherzustellen. Der effiziente Einsatz einer Wärmepumpe für den monovalenten Betrieb kann auch eine Sanierung des Verteilungssystems notwendig machen um die notwendigen Vorlauftemperaturen zu verringern, wobei bereits Wärmepumpentypen verfügbar sind, die eine Vorlauftemperatur von 65 °C erreichen bzw. für die Sanierungsanwendung geeignet sind, jedoch dann mit etwas geringerer Effizienz betrieben werden. Mögliche Kosten wie Demontage, Stemm-, Maurer-, oder Putzarbeiten wie sie beim Austausch eines Referenzheizsystems auf ein Wärmepumpensystem auftreten können, unterliegen großen Unterschieden und Schwankungen für jeden Anwendungsfall und sind pauschal nicht quantifizierbar—im Einzelfall ist damit eine transparente Vollkostenrechnung und Detailplanung wichtig.

Neben der Integration der Wärmeabgabe kommen für die Wärmepumpe auch unterschiedliche Wärmequellen in Frage, die ebenfalls zu evaluieren sind. Eine Wärmepumpe entzieht der Umgebung bzw. Umwelt Wärmeenergie und hebt damit das Heizungswasser auf ein höheres Temperaturniveau an, um damit für Gebäude Raumwärme und Warmwasser bereitzustellen. Bei der Luft-Wasser Wärmepumpe (LWP) wird im Speziellen der Umgebungsluft über einen Wärmetauscher Wärme entzogen. Eine LWP kann innerhalb sowie außerhalb eines Gebäudes aufgestellt werden, wobei bei einer Innenaufstellung Luftkanäle für die ständige Frischluftzufuhr zu berücksichtigen sind. Damit ist das breiteste Einsatzfeld gegeben. Als Nachteil einer LWP ist zu nennen, dass diese bei sehr niedrigen Außentemperaturen einen niedrigen Anteil an Umweltwärme zu Verfügung hat und dadurch einen niedrigeren Wirkungsgrad bzw. eine niedrigere Jahresarbeitszahl aufweist. Besonders bei Altbauwohnungen mit hohen erforderlichen Vorlauftemperaturen im Bereich des Wärmeverteilsystems ist eine LWP weniger geeignet, da mit einer geringeren Jahresarbeitszahl höhere verbrauchsgebundene Kosten anfallen.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Bei der Erdreich-Wasser Wärmepumpe oder Grundwasser Wärmepumpe wird nicht wie bei der Luft-Wärmepumpe der Umgebungsluft, sondern dem Erdreich oder dem Grundwasser Wärme entzogen und über einen Wärmetauscher dem bestehenden Heizsystem übergeben. Der Vorteil dieser Variante besteht darin, dass das Temperaturniveau des Erdreiches bzw. Grundwassers im Jahresverlauf relativ konstant ist und somit eine hohe Jahresarbeitszahl erreicht werden kann, die über jener der Luft-Wärmepumpe liegt. Wesentlicher Nachteil der Erdreich-Wasser Wärmepumpe ist, dass je nach Ausführungsart, Platz für die Wärmequellenanlage (Verlegung eines Flächenkollektors bzw. Bohrung von Erdwärmesonden) oder bei der Grundwasser Wärmepumpe eine Brunnenanlage benötigt wird. Der Platz für die Kollektoren, die Erdwärmesonden oder die Brunnenanlage ist aber aufgrund von örtlichen Gegebenheiten sicherlich oftmals nicht vorhanden, speziell in Bezug auf den mehrgeschossigen Wohnbau bzw. Gebäude mit einer hohen Anzahl an Wohneinheiten. Genereller Vorteil einer Wärmepumpe ist neben dem geringen Aufwand für Wartung und Reinigung vor allem die vollautomatische Regelung des Aggregats und damit ein geringerer Wartungsaufwand für die Konsument*innen.

Die Fern- und Nahwärme als klimafittes Heizsystem ist vor allem geografisch meistens in Ballungszentren vorhanden und nicht für jeden Haushalt verfügbar. Das Bundesministerium für Klimaschutz zählt die Fernwärme zu den saubersten, komfortabelsten und umweltfreundlichsten Formen der Wärmeversorgung. Hier werden die Verbraucher*innen direkt mit heißem Wasser versorgt und somit ist diese Versorgung auch besonders für ältere, bestehende Wärmeverteilssysteme geeignet, da sie höhere Temperaturen benötigen. Das ist ein Vorteil gegenüber Wärmepumpen. Für Konsument*innen entfällt jegliche Wartung, allein die oft rechnerische Ermittlung des Verbrauchs in Mehrparteienhäusern ist schwer nachzuvollziehen, da es oft keine genaue Messung mittels Wärmemengenzähler gibt. Regulatorisch unterliegt die Fernwärme in Österreich dem Preisgesetz, in der Praxis handelt es sich um ein natürliches Monopol, bei dem es aufgrund der geografisch beschränkten Verfügbarkeit nicht möglich ist seinen Lieferanten frei zu wählen oder als Produzent von Wärme einspeisen zu können.

Ökonomische Betrachtung

Die durchgeführte Gesamtkostenrechnung berücksichtigt neben den Investitionskosten ebenso die Kosten für den jeweiligen Energieträger sowie die Betriebskosten. Dazu werden zunächst die jährlichen verbrauchsgebundenen Kosten durch den Betrieb der Heizungsanlage zur Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung für die untersuchten Modellgebäude und Anlagen- bzw. Sanierungsvarianten ermittelt.

Neben den möglichen Beiträgen zu Energieeffizienz und Klimazielen ist nicht zuletzt aufgrund der jüngsten Preissteigerungen bei den fossilen Energieträgerkosten die Umstellung auf ein klimafittes Heizsystem ein Gebot der Stunde. In Extremfällen (Einfamilienhaus unsaniert, HWB > 200 kWh/m²a, 200 m² beheizte Fläche) können die jährlichen Vollkosten für das fossile Heizsystem > 10.000 € betragen.

Die durchgeführte Vergleichskostenübersicht zeigt, dass, im Vergleich zu den unsanierten Referenzgebäuden, sowohl die thermische als auch die anlagenseitige Sanierung in einer wesentlichen Reduktion der verbrauchsgebundenen Kosten resultiert. Die Höhe der Kosten pro Wohneinheit und Jahr schwankt jedoch sehr stark zwischen dem Gebäude mit 1 Wohneinheit und jenen mit mehreren Wohneinheiten. Einige anlagenseitige

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Sanierungsvarianten erreichen geringere verbrauchsgebundene Kosten, einige etwas höhere als die thermische Sanierung der Gebäudehülle.

Neben den jährlichen Verbrauchskosten sind die erforderlichen Investitionskosten für die einzelnen Sanierungsvarianten der Modellgebäude für den niederösterreichischen Gebäudebestand für einen umfassenden Gesamtvergleich wesentlich. In der gegenständlichen Gesamtkostenrechnung werden diese über die jährlichen Kapitalkosten (über die Lebensdauer anfallende Annuität) berücksichtigt. Die Berechnung erfolgt dabei zu Vollkosten unter Berücksichtigung bestehender Förderinstrumente in Niederösterreich.

Die Gesamtkostenbetrachtung zeigt durchwegs geringere jährliche Gesamtkosten für die anlagenseitigen Sanierungsvarianten (v.a. bei den Gebäuden mit mehreren Wohneinheiten) im Vergleich zur singulären thermischen Sanierung des jeweiligen Referenzgebäudes. Dieses Ergebnis resultiert einerseits aus dem geringeren Investitionsaufwand bzw. jährlichen Kapitaldienst der anlagenseitigen Sanierungsvarianten und andererseits aus den kostengünstigeren Energieträgern im Vergleich zum fossilen Erdgas der Referenzheiztechnologie. Vor allem, in den bisherigen Sanierungsstrategien weniger beachtete, mehrgeschossige Wohnbauten bieten hohe Einsparpotentiale bei den jährlichen Gesamtkosten für Raumwärme und Warmwasserbereitung. Innerhalb der anlagenseitigen Sanierungsoptionen bietet der Einsatz von Wärmepumpen mit Grundwassernutzung die höchsten Einsparungen, diese sind jedoch in der Umsetzbarkeit an Standorten mit Nutzungspotential des Grundwassers begrenzt, aber auch Erdwärmepumpen mit Flächenkollektoren oder Tiefenbohrung erzielen vergleichbare Einsparpotentiale. Diese Ergebnisse sind als Richtwerte zu interpretieren, wobei die Machbarkeit einer Sanierungsvariante jeweils immer individuell zu prüfen ist.

Die Abbildung 2-1 vergleicht die Amortisationszeiten der anlagenseitigen Sanierungsvarianten mit der thermischen Sanierung der Gebäudehülle in einem Einfamilienhaus (EFH A). Es wird die Annahme zugrunde gelegt, dass die Maßnahme entweder eigenfinanziert (statisch) oder zu 100 % kreditfinanziert (jährlicher Zinssatz variiert zwischen 2, 4 & 6 %) wird, derzeitige Kostenstrukturen hinterlegt sind, und damit keine Berücksichtigung der Inflation oder der Energiepreisentwicklung erfolgt. Dies stellt eine konservative Bewertungssystematik dar, da die Energieträgerkosten für den fossil dominierten Referenzheizmix in den letzten Jahren stärker anstiegen als die betrachteten Systeme der anlagenseitigen Sanierung.

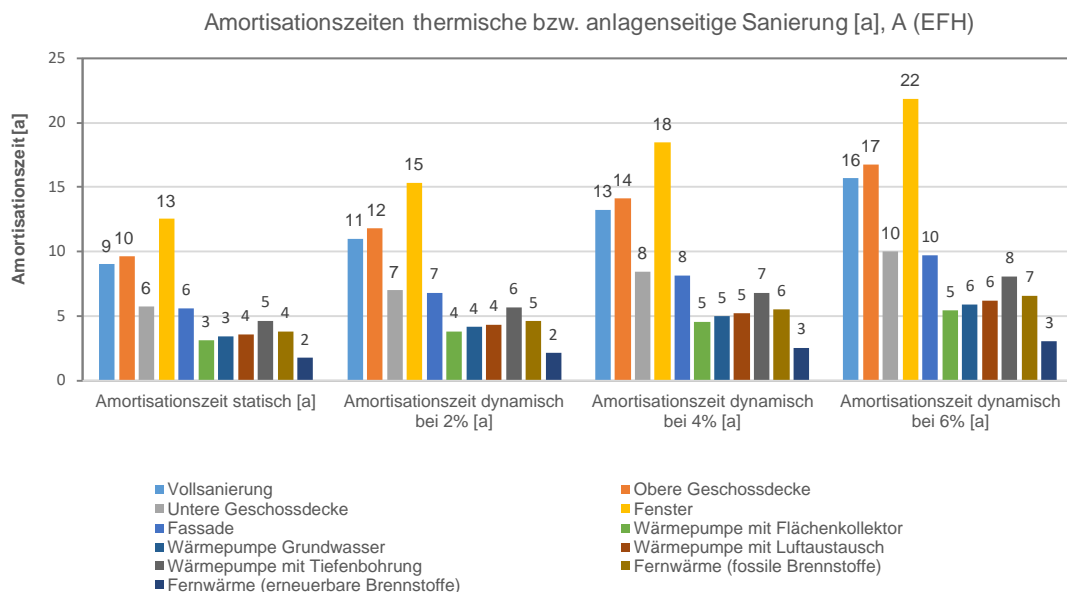


Abbildung 2-1: Amortisationszeiten im EFH A: thermische vs. anlagenseitige Sanierung

Die Amortisationszeiten der untersuchten Sanierungsvarianten liegen unter der Lebensdauer der jeweiligen Maßnahme, und sind damit als sinnvolle Maßnahmen einzustufen. Deutlich hervor treten die wesentlich geringeren Amortisationszeiten bei den anlagenseitigen Sanierungsvarianten gegenüber der thermischen Sanierung der Gebäudehülle. Die Amortisationszeiten der anlagenseitigen Sanierungen liegen bei ca. 50 % der thermischen Sanierung. Dieses Ergebnis ist vor allem auf den Einfluss der Investitionskosten über den jährlichen Kapitaldienst zurückzuführen. Die Refinanzierung der Sanierungsmaßnahme über die Energieeinsparung ist damit bei Technologien mit geringeren Investitionskosten schneller erreichbar. Dieser Effekt ist insbesondere beim Vergleich der Erdwärmepumpe mit Flächenkollektor versus Tiefensonde als Wärmequellenanlage plakativ bestätigt.

Ökologische Betrachtung

In einem eigenen Abschnitt sind die Ergebnisse der ökologischen Betrachtung zusammengestellt. Dabei werden die jährlichen CO₂-Emissionen der untersuchten Referenzgebäude durch die thermische Sanierung der Gebäudehülle und die anlagenseitigen Sanierungen im Vergleich zum unsanierten Referenzzustand dargestellt.

Die CO₂-Einsparungen durch die thermische Sanierung der Gebäudehülle resultiert ausschließlich aus der energetischen Verbrauchsreduktion gegenüber dem unsanierten Referenzzustand. Die hohen CO₂-Einsparungen durch die anlagenseitige Sanierung begründet sich weniger durch die energetische Verbrauchsreduktion als durch den erfolgten Fuel-Switch (Energieträgerwechsel) von der fossilen Referenzheiztechnologie Gas zu den anlagenseitigen Sanierungsvarianten. Die höchste Reduktion ist mit dem Umstieg auf CO₂-neutrale Fern- bzw. Nahwärme erreichbar. Die hohe Einsparung bei den Wärmepumpenvarianten resultiert aus der Nutzung der Umweltwärme.

Die Ergebnisse der CO₂-Einsparung in den betrachteten Sanierungsvarianten beim Einfamilienhaus (EFH) Referenzgebäude gelten grundsätzlich auch für das Referenzgebäude mit kleiner 10 Wohneinheiten (WE) und größer 10 WE. Etwas veränderte Einspareffekte

resultieren aus den unterschiedlichen Anlagen- und Gebäudekonfigurationen. So sind beim Einfamilienhaus (EFH) jährliche CO₂-Einsparungen von bis zu 15 Tonnen im Vergleich zum Referenzheizsystem zu erzielen, im Mehrfamilienhaus bis 10 Wohneinheiten gar bis zu 31,5 Tonnen und im Mehrfamilienhaus mit mehr als 10 Wohneinheiten mehr als 76 Tonnen. Um dieses Potential zu heben, müssten alle Gebäudetypen auf erneuerbare Fernwärme umgestellt und eine thermische Vollsanieung vorgenommen werden.

Förderinstrumente

Die Förderungen stellen einen wesentlichen Beitrag dar, um Investitionen in die Sanierung und den Heizkesseltausch vorzunehmen und wirken sich somit direkt auf die heimische Volkswirtschaft und die Endkonsument*innen aus.

Gebäude A

Durch die Vollsanieung und die Fassadendämmung des Gebäudes A kann eine Reduktion des spezifischen Heizwärmebedarfs (HWB) um min. 40% erzielt werden, somit steht die Bundesförderung für „Teilsanieung 40%“ laut Sanierungsscheck für Private 2023/2024 (Ein- und Zweifamilienhaus, Reihenhause) zu. Die Vorgaben für eine umfassende Sanierung „guter Standard“ oder „klimaaktiv“ – und die damit einhergehenden höheren Förderungen – können jedoch im Modellgebäude A nicht erreicht werden. Für die übrigen thermischen Sanierungsmaßnahmen ist eine Förderung für Einzelbauteilsanieung laut Sanierungsscheck möglich. Darüber hinaus wurde für das Gebäude A die Bundesförderung „Raus aus Öl und Gas“ für den Tausch fossiler Heizsysteme, optional in Kombination mit Solarthermie, berücksichtigt.

Für thermische Sanierung, Heizungstausch und Solarthermie im Gebäude A ist zudem ein Zuschuss lt. NÖ Wohnungsförderungsrichtlinien 2019 möglich („Eigenheimsanieung“). Dieser fällt für die Vollsanieung von A und die Fassadendämmung von A höher aus, da in diesen Fällen der geforderte spez. HWB bzw. eine Reduktion des spez. HWB um min. 40% erreicht werden kann, für die übrigen Sanierungsmaßnahmen etwas niedriger. Auch die NÖ Landesförderung „Raus aus Öl und Gas“ kann für das Gebäude A bezogen werden, jedoch nur dann, wenn der Heizungstausch nicht bereits über die Förderschiene der NÖ Eigenheimsanieung gefördert wurde (Doppelförderung nicht zulässig).

Gebäude B

Für die Vollsanieung des Gebäudes B ist eine Bundesförderung für umfassende Sanierung nach klimaaktiv Standard möglich, da in diesem Fall der laut Sanierungsscheck für Private 2023/2024 (Mehrgeschossiger Wohnbau/Reihenhauseanlage) geforderte spez. HWB erreicht wird. Für den kompletten Fenstertausch im Gebäude B kann eine Förderung für Einzelbauteilsanieung laut Sanierungsscheck in Anspruch genommen werden. Für die übrigen Einzelsanieungsmaßnahmen kann keine Bundesförderung lukriert werden. Darüber hinaus wurde für das Gebäude B die Bundesförderung „Raus aus Öl und Gas“ für den Tausch fossiler Heizsysteme, optional in Kombination mit Solarthermie, berücksichtigt.

Zudem ist für das Gebäude B ein Annuitätenzuschuss lt. NÖ Wohnungsförderungsrichtlinien 2019 für Heizungstausch, Solarthermie und thermische Sanierung möglich („Wohnungssanieung“). Bei Erstellung eines Energieausweises und Erreichen des in den RL angegebenen spez. HWB wäre ein noch höherer Zuschuss möglich (Förderungsmodell

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Wohnungssanierung mit Energieausweis). Die Förderung des Landes NÖ „Raus aus Öl und Gas“ steht für das Gebäude B nicht zu, da diese Förderung nur für Einfamilienhäuser / Reihenhäuser vergeben wird.

Gebäude C

Für das Gebäude C ist eine Bundesförderung für umfassende Sanierung nach klimaaktiv Standard nicht möglich, da mit den Einzelsanierungsmaßnahmen und auch der Vollsanierung von C der laut Sanierungsscheck für Private 2023/2024 (Mehrgeschossiger Wohnbau/Reihenhausanlage) geforderte spez. HWB nicht erreicht werden kann. Für den kompletten Fenstertausch kann jedoch eine Förderung für Einzelbauteilsanierung laut Sanierungsscheck in Anspruch genommen werden. Diese wurde daher für den Fenstertausch und die Vollsanierung von C berücksichtigt. Darüber hinaus kann für das Gebäude C die Bundesförderung „Raus aus Öl und Gas“ für den Tausch fossiler Heizsysteme, optional in Kombination mit Solarthermie, bezogen werden.

Zudem wurde für das Gebäude C ein Annuitätenzuschuss lt. NÖ Wohnungsförderungsrichtlinien 2019 für Heizungstausch, Solarthermie und thermische Sanierung berücksichtigt („Wohnungssanierung“). Bei Erstellung eines Energieausweises und Erreichen des in den RL angegebenen spez. HWB wäre ein noch höherer Zuschuss möglich (Förderungsmodell Wohnungssanierung mit Energieausweis). Die Förderung des Landes NÖ „Raus aus Öl und Gas“ steht für das Modellgebäude C nicht zu, da diese Förderung nur für Einfamilienhäuser / Reihenhäuser vergeben wird.

Allgemeines zum Thema Förderungen

Für die Berechnung der Förderungen von Seiten des Bundes und des Landes NÖ für thermische Sanierung, Heizungstausch und Solarthermie in den drei Modellgebäuden wurden einige Annahmen und Vereinfachungen getroffen, da nicht alle möglichen Fördervarianten dargestellt werden konnten. Einige Förderungsarten wurden nicht berücksichtigt: z.B. Zusatzförderungen für finanziell benachteiligte Personen (NÖ Wohnungsförderungsrichtlinien 2019), Förderungen für passiven Sonnenschutz (NÖ Wohnungsförderungsrichtlinien 2019) oder Dach-/Fassadenbegrünung (Sanierungsscheck Bund), Verwendung nachwachsender Rohstoffe als Dämmmaterial (Sanierungsscheck Bund) oder auch mögliche Förderungen von Seiten der Gemeinden. Zudem können bei besonders starker Reduktion des Heizwärmebedarfs zum Teil höhere Förderungen in Anspruch genommen werden (z.B. Sanierungsscheck Bund, umfassende Sanierung „klimaaktiv“).

Für Betriebe, Gemeinden, Vereine u.a. gibt es weitere bzw. andere Arten von Förderungen, die hier nicht berücksichtigt wurden.

Die genauen Förderhöhen können somit in der Praxis abweichen und sind individuell zu bewerten.

Investitionsentscheidung

Die Fülle an Möglichkeiten zur thermischen, anlagenseitigen oder kombinierten Sanierung sind für die Konsument*innen nicht einfach zu interpretieren. Im Detail betrachtet, stehen die Konsument*innen vor 41 möglichen Entscheidungen, die in dieser Studie analysiert wurden und durch die budgetäre individuelle Lage und Bereitschaft meist limitiert ist. Außerdem stellt

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

sich die Frage, welche Zielfunktion minimiert bzw. maximiert werden soll. Es handelt sich hierbei mathematisch um ein Optimierungsproblem. Deshalb wurden drei Ziele definiert, die die Präferenzen der Konsument*innen widerspiegeln sollen:

- Betriebskosten minimieren
- Energetische Einsparungen maximieren
- Emissionseinsparungen maximieren

Die Nebenbedingungen sind:

- Einhaltung der budgetären Möglichkeiten
- Eine eindeutige Investitionsentscheidung – entweder thermisch, anlagenseitig oder eine Kombination aus beidem (z. B. Dämmung Kellerdecke + erneuerbare Fernwärme)

Die Investitionsentscheidungen wurden je nach Kaufkraft in 7 gleich große Gruppen unterteilt, gemessen an der höchsten Investition. Die Ergebnisse fallen sehr heterogen für die verschiedenen Kaufkraftgruppen und nach Gebäudetypen aus. Jedoch kristallisieren sich für alle Gebäudetypen und jede Kaufkraft folgende thermische Sanierungen heraus:

- Untere Geschossdecke
- Fassade
- Vollsanierung

Möchte man das Einsparungspotential bei den Emissionen maximieren, so ist über alle Gebäudetypen die erneuerbare Fernwärme die beste Investitionsentscheidung (gepaart mit oben genannten thermischen Sanierungen).

Die geringsten laufenden Energiekosten erzielt man im Idealfall mit einer thermischen Vollsanierung bzw. Fassadensanierung und einer Grundwasser Wärmepumpe gefolgt von einer Wärmepumpe mit Flächenkollektoren, ebenso erzielt man hiermit die größten energetischen Einsparungen.

Für das Einfamilienhaus (EFH A) empfiehlt sich für die geringste Investitionskaufkraft der Anschluss an die erneuerbare Fernwärme mit der Dämmung der untersten Geschossdecke. In der finanziell stärksten Kaufkraftgruppe hingegen die Vollsanierung (gefolgt von Fassadensanierung) und Grundwasser Wärmepumpen gefolgt von Wärmepumpen mit Flächenkollektoren.

Das Mehrfamilienhaus mit 3-10 Wohneinheiten erzielt ebenfalls die besten Ergebnisse in den untersten Kaufkraftgruppen mit einem erneuerbaren Fernwärmeanschluss und der Dämmung der untersten Geschossdecke sowie in den höchsten Kaufkraftgruppen mit der Vollsanierung (gefolgt von Fassadensanierung) und Grundwasser Wärmepumpen gefolgt von Wärmepumpen mit Flächenkollektoren.

Das Mehrfamilienhaus mit über 10 Wohneinheiten liefert ähnliche Ergebnisse wie das kleinere Mehrfamilienhaus mit bis zu 10 Wohneinheiten. Die meisten Einsparungen energetisch und finanziell erreicht man wieder mit einer Grundwasser Wärmepumpe kombiniert mit der Vollsanierung des Gebäudes.

Jedes Gebäude ist jedoch hinsichtlich seiner Beschaffenheit (Sanierungsstand, Kubatur, Verbrauch, Dämmstandard, Wohnfläche, Denkmalschutz, örtliche Gegebenheiten, Grundfläche, Abstände usw.) sehr individuell und es bedarf deshalb auch einer individuellen

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Analyse der besten Investitionsentscheidung. Diese Investitionsentscheidungen sind wie bereits angesprochen abhängig von der finanziellen Kaufkraft als auch den örtlichen Gegebenheiten:

- Ist ein Fernwärmeanschluss vorhanden?
- Sind eine Grundwasser Wärmepumpe, Tiefenbohrung oder Flächenkollektoren überhaupt möglich?
- Sind thermische Sanierungen im Bestand möglich?

Diese Restriktionen bilden dann in der Realität die faktischen Möglichkeiten der Konsument*innen. Eine optimale Förder- und Energieberatung ist daher essentiell, um Klarheit für die Endkonsument*innen über die Möglichkeiten und Grenzen zu schaffen.

3 Struktur der Studie

Im Folgenden werden nun die einzelnen Abschnitte, die für eine fundierte und belastbare Darstellung eines Umstieges von fossil betriebenen Raumheizungen und Warmwassersystemen auf erneuerbaren Energien basierten Systemen in Niederösterreich entwickelt wurden, dargestellt:

Abschnitt I: Bewertung der Raumwärmesystem-Alternativen und Darstellung technisch möglicher Umrüstungsmaßnahmen unter Berücksichtigung limitierender Faktoren für repräsentative Gebäudetypen

In diesem Abschnitt werden die technisch möglichen Umrüstungen von fossil-basierten auf erneuerbar-basierten Wärme- und Warmwasserbereitstellungssystemen für Endverbraucher*innen beschrieben. Anlagenseitige Maßnahmen können Einschränkungen ausgesetzt sein, die sich beispielsweise aus räumlichen Gegebenheiten, finanziellen Mehraufwänden und Denkmalschutz, etc. ergeben und die daher vorab einer Bewertung unterzogen werden müssen. Ziel dieses Abschnitts ist daher eine qualitative Darstellung der Vorteile eines Umstiegs durch Verwendung der mit der Auftraggeberin abgestimmten erneuerbaren Heizwärmetechnologien.

Abschnitt II: Kosten/Nutzen Analyse eines Umstiegs bzw. anlagenseitiger und gebäudetechnischer Sanierungsmaßnahmen aus Sicht der Konsument*innen

In diesem Abschnitt wird der Kosten/Nutzen eines Umstiegs bzw. anlagenseitiger Sanierungsmaßnahmen umfassend und praxisnah analysiert und präsentiert. Diese Analyse basiert auf einer Auswahl an erneuerbaren Energieträger bzw. Wärmebereitstellungstechnologien, für die wesentliche Entscheidungsaspekte transparent gesammelt und aufbereitet wurden:

- Anlagenseitige Investitionen in die einzelnen Maßnahmen (Heizungstausch)
- Gebäudetechnische Investitionen in die einzelnen Maßnahmen (thermische Sanierung der Gebäudehülle)
- Darstellung der Kosten der erneuerbaren Energieträger (Betriebskosten)
- Darstellung der ökologischen Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen
- Darstellung der dadurch eingesparten Kosten für Energieträger

Verschiedene technische Umrüstungen von Heizsystemen weisen über ihre Lebensdauer unterschiedliche Eigenschaften auf. Daher wird in der Studie mittels der Annuitätenmethode eine vergleichbare Kostenbasis in Form von jährlichen Vollkosten geschaffen. Die hierbei herangezogenen Basisannahmen, wie bspw. die Höhe der Zinssätze, die Lebensdauer der Anlagen, die spezifischen Kosten etc., wurden aus Literaturdaten, fachspezifischen Studien und Lieferantenangeboten zusammengestellt und einer Normierung für die Referenzgebäude unterzogen.

Als Basis der Berechnung wurden weiters Referenzgebäude herangezogen, deren gebäudetechnische, architektonische sowie energetische Charakteristika den Gebäudebestand widerspiegeln und einer möglichst breiten Gruppe von Konsument*innen in Niederösterreich Identifikationsfläche bieten.

Abschnitt III: Komparative Bewertung eines Umstiegs bzw. anlagenseitiger Sanierungsmaßnahmen mittels Szenarien-Modellierung

Dieses Arbeitspaket fasst die in Abschnitt II bewerteten Technologien und Szenarien zusammen und geht auf die komparativen Vor- und Nachteile jedes Ansatzes detailliert ein. Ziel ist es dabei, den Konsument*innen die bestmögliche Investitionsentscheidung unter Berücksichtigung der Förderungen bzw. des individuellen Förderanspruchs in Niederösterreich auf Basis wissenschaftlicher Bewertungen verschiedener Technologien und Maßnahmen zu ermöglichen.

Basierend auf der Wohngebäudestruktur in Niederösterreich wurden Referenzgebäude spezifiziert, für die folgende Aspekte detailliert beleuchtet werden:

- Betriebswirtschaftliche Bewertung der individuellen finanziellen Einsparpotenziale anlagenseitiger, thermischer und kombinierter Sanierungspfade
- Individuelle Heizwärmeeinsparpotenziale (in kWh) durch anlagenseitige, thermische und kombinierte Sanierungspfade
- CO₂- bzw. Treibhausgasvermeidungspotenziale (in t CO₂eq) und spezifische Kosten je vermiedener Tonne CO₂eq (in €/t CO₂eq) [individuell und aggregiert mittels Hochrechnungen bis 2040]

Hierbei wurde von zwei unterschiedlichen Ausgangsszenarien ausgegangen, und für beide Situationen wurden unterschiedliche Sanierungsvarianten entwickelt, berechnet und entsprechend bewertet:

- 1) Die Konsument*innen wohnen in einem gänzlich unsanierten Gebäude
- 2) Die Konsument*innen haben bereits einzelne Sanierungsmaßnahmen vorgenommen

Hieraus erfolgt eine Gesamtbewertung der Szenarien für die drei Sanierungsstrategien:

- 1) ausschließlich anlagenseitige Sanierung (Heizungstausch);
- 2) thermische Sanierung (Gebäudehülle),
- 3) kombinierte thermische und anlagenseitige Sanierung.

Abschnitt IV: Graphische Aufbereitung der Ergebnisse für Entscheidungsträger*innen und Konsument*innen

Die Charakteristika der Umstellung des Heizsystems werden auf Basis der betriebswirtschaftlichen und energetischen Effizienzbewertung dargestellt. Dafür ist es notwendig, neben einer profunden Zusammenführung sämtlicher Abschnitte, graphisch verwertbare und intuitive Modellrechnungen zu generieren. Ziel dabei ist, eine für Entscheidungsträger*innen und Konsument*innen nachvollziehbare Übersicht der verschiedenen Umrüstungsmöglichkeiten zu schaffen und diese auf Basis der Ergebnisse einer breiten Anwenderschicht (Entscheidungsträger*innen, Wissenschaft, Stakeholder, Konsument*innen) zukommen zu lassen. Grafisch aufbereitet werden insbesondere die folgenden Ergebnisse der Studie in diesem Abschnitt:

- Treibhausgas-Vermeidungskosten-(Kurven)

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

- Energieeinsparung und Kostendarstellung mittels übersichtlicher Kosten aus Sicht der Konsument*innen (z.B. Einsparung an kWh p.a. je investiertem €)
- Kostenseitige Darstellung der möglichen Einsparungen

4 Ausgangslage zum Heizungsbestand in NÖ

Der aktuelle Heizungsbestand (2019/20) in Niederösterreich gegliedert nach Energieträger ist in Abbildung 4-1 dargestellt. Erdgas ist der dominante Energieträger, gefolgt von Holz, Hackschnitzel, Pellets und Holzbriketts. Danach nimmt die Fernwärme mit über 130.000 Heizungen den dritten Platz ein, Solar und Wärmepumpen liegen mit über 100.000 an vierter Stelle. Am unteren Ende gibt es noch immer fast 86.000 Heizungen die mit Heizöl betrieben werden sowie knapp 50.000 Stromheizungen.

Primäres Heizsystem nach Energieträger 2019/20 in NÖ

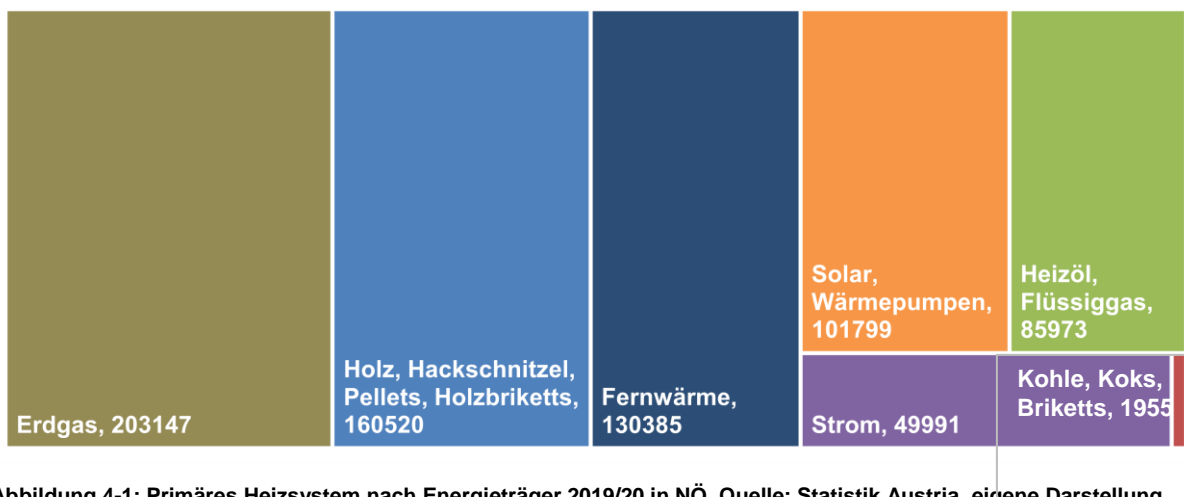


Abbildung 4-1: Primäres Heizsystem nach Energieträger 2019/20 in NÖ, Quelle: Statistik Austria, eigene Darstellung

Q: STATISTIK AUSTRIA, Energiestatistik: MZ Energieeinsatz der Haushalte 2019/2020. Erstellt am 25.05.2021. 1) Hauszentralheizungen mit unbekanntem Brennstoff werden als Fernwärme definiert. - 2) Die Werte zu Kohle, Koks und Briketts sind mit sehr hohen statistischen Unsicherheiten behaftet.

Die Energiestatistik der Statistik Austria weist über 510.000 Zentralheizungen in Niederösterreich aus, gefolgt von über 130.000 Fernwärmeanschlüssen. Knapp 50.000 der niederösterreichischen Heizungsanlagen sind Elektroheizungen, über 31.500 Einzelöfen und knapp 10.000 Gaskonvektorheizungen.

Heizungsanlagenbestand in Niederösterreich

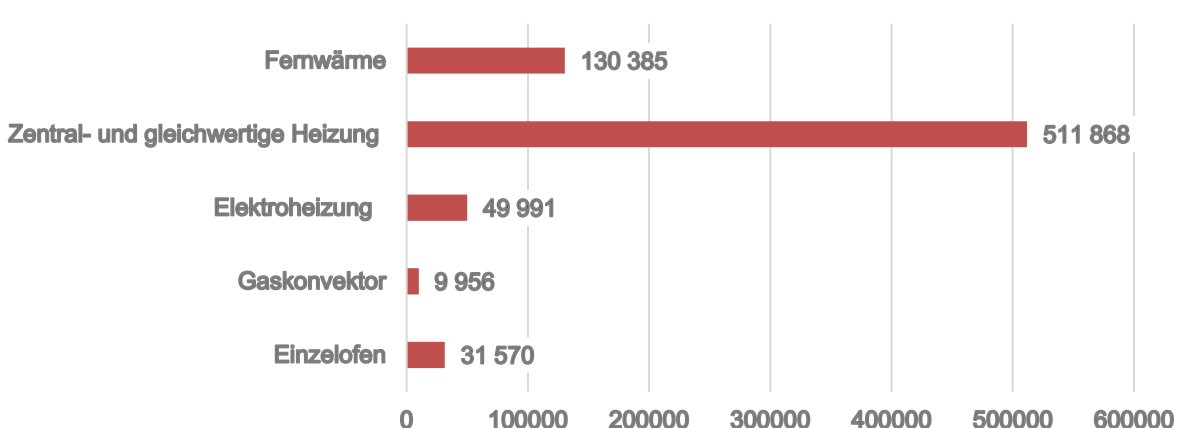


Abbildung 4-2: Heizungsanlagenbestand in Niederösterreich 2019/2020, Quelle: Statistik Austria, eigene Darstellung

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Q: STATISTIK AUSTRIA, Energiestatistik: MZ Energieeinsatz der Haushalte 2019/2020. Erstellt am 25.05.2021.
1) Hauszentralheizungen mit unbekanntem Brennstoff werden als Fernwärme definiert. - 2) Die Werte zu Kohle, Koks und Briketts sind mit sehr hohen statistischen Unsicherheiten behaftet.

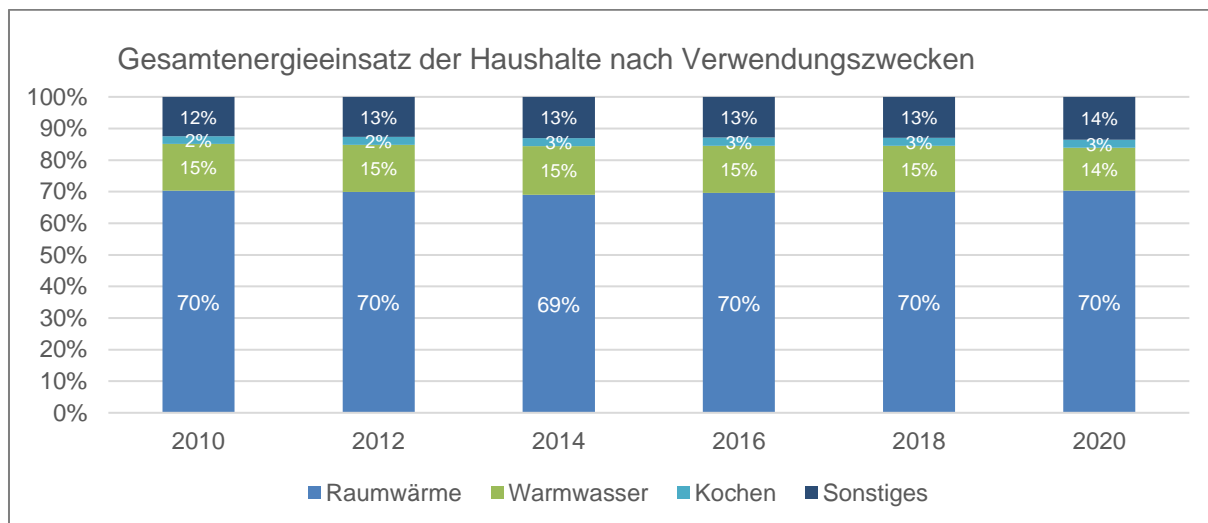


Abbildung 4-3: Gesamtenergieeinsatz der Haushalte nach Verwendungszwecke, Quelle: Statistik Austria, eigene Darstellung

Der Großteil der eingesetzten Energie in den Haushalten wird für die Raumwärme verwendet, die 70% des Gesamtenergieeinsatzes ausmacht. Im Jahr 2020 wendeten die Haushalte 14% für die Warmwasserbereitung auf und 3% fürs Kochen, 14% des Gesamtenergieeinsatzes ist sonstigem zuzuordnen. Wie in Abbildung 4-3 ersichtlich, haben sich diese Werte in den letzten 10 Jahren nahezu nicht verändert.

4.1 Aktuelle Gebäudesanierungsquote in NÖ

Die Sanierungsquote in Österreich sowie in Niederösterreich ist im Durchschnitt seit 2009 von 2% auf 1,4% im Jahr 2018 jährlich gesunken. Im Österreichvergleich weist Oberösterreich mit 1,9% im Jahr 2018 die höchste Sanierungsquote auf gefolgt vom Burgenland mit 1,8%. Die niedrigste Sanierungsquote ist demnach in Wien mit 1% sowie Salzburg und Tirol mit 1,1% zu finden.

Tabelle 4-1: Sanierungsquote in Österreich nach Bundesländern 2009-2018, Quelle: Global 2000 Wohnbaueck 2021 (Werte aus IIBW & UBA), eigene Darstellung

Sanierungsrate	AT-Ø	BGLD	KTN	NÖ	OÖ	SBG	STMK	TIR	VBG	WIEN
2009	2,0%	1,7%	1,8%	1,9%	1,8%	2,0%	3,3%	1,9%	1,1%	1,7%
2010	2,1%	1,3%	2,0%	2,0%	2,7%	1,5%	2,5%	2,4%	1,4%	1,7%
2011	2,0%	2,4%	1,1%	2,1%	2,1%	1,9%	1,6%	3,0%	2,7%	1,8%
2012	2,0%	1,8%	1,0%	1,8%	2,2%	2,4%	2,0%	1,9%	2,1%	2,3%
2013	1,8%	1,8%	2,4%	1,8%	1,9%	1,8%	1,9%	2,1%	1,5%	1,7%
2014	1,6%	1,6%	1,9%	1,5%	1,7%	1,1%	1,6%	2,0%	1,2%	1,5%
2015	1,4%	1,7%	1,8%	1,3%	1,8%	1,1%	1,3%	1,9%	1,0%	1,1%
2016	1,3%	1,2%	1,6%	1,1%	1,6%	1,0%	1,1%	2,0%	0,9%	1,0%
2017	1,4%	1,1%	1,8%	1,4%	1,7%	1,3%	1,4%	1,3%	1,5%	1,1%
2018	1,4%	1,8%	1,4%	1,4%	1,9%	1,1%	1,3%	1,1%	1,5%	1,0%

In Abbildung 4-4 ist die Sanierungsquote im Zeitverlauf in Niederösterreich dargestellt. So erreichte Niederösterreich mit 2,1% im Jahr 2011 den Höhepunkt ausgehend von 1,9% im Jahr 2009 und sank bis 2016 gar auf 1,1% pro Jahr. 2017 und 2018 konnte Niederösterreich die Sanierungsquote wieder auf 1,4% steigern und liegt im Bundesländervergleich im Mittelfeld.

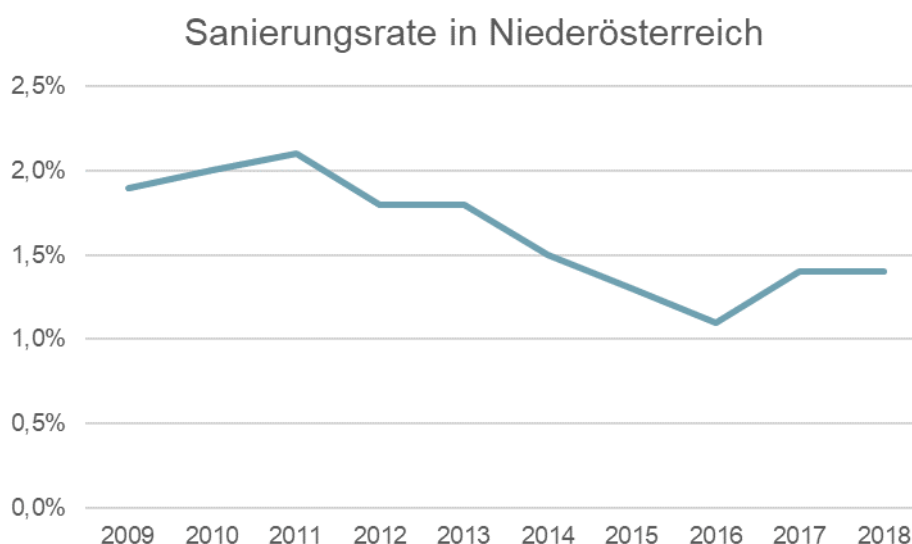


Abbildung 4-4: Sanierungsrate in Niederösterreich, Quelle: Global 2000 Wohnbaueck 2021 (Werte aus IIBW & UBA), eigene Darstellung

4.2 Emissionen Sektor Gebäude

8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent waren im Jahr 2020 alleine auf den Sektor Gebäude zurückzuführen, obwohl sie seit dem Jahr 1990 bereits um 37,5% gesunken waren. Dies entsprach einem Rückgang von 4,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent, die vor allem seit dem Jahr 2000 aufgrund thermischer Sanierungen, dem steigenden Anteil von Erneuerbaren sowie der größeren Verbreitung der Fernwärme und dem Austausch der Heizungssysteme zurückgingen. Im gleichen Zeitraum ist die Zahl der Hauptwohnsitze gestiegen sowie die Wohnnutzfläche pro Wohnung. In den letzten Jahren gab es jedoch bereinigt um Witterung und Wetter kaum Schwankungen der Emissionen im Gebäudesektor. Im Jahr 2020 konnte das sektorale Ziel des Klimaschutzgesetzes um 0,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent nicht eingehalten werden. [3]

4.3 Ziele der österreichischen Klimastrategie mit Bezug zum Gebäudesektor

Der Umstieg von fossil-basierten auf erneuerbar-basierten Raumwärme- u. Warmwassersystemen ist gesetzlich vorgegeben bzw. in politische Zielvorgaben formuliert (vgl. Abbildung 4-5). Diese Zielvorgaben sind der Klimakrise geschuldet, da sich durch einen Umstieg Emissionen im laufenden Betrieb stark reduzieren lassen.

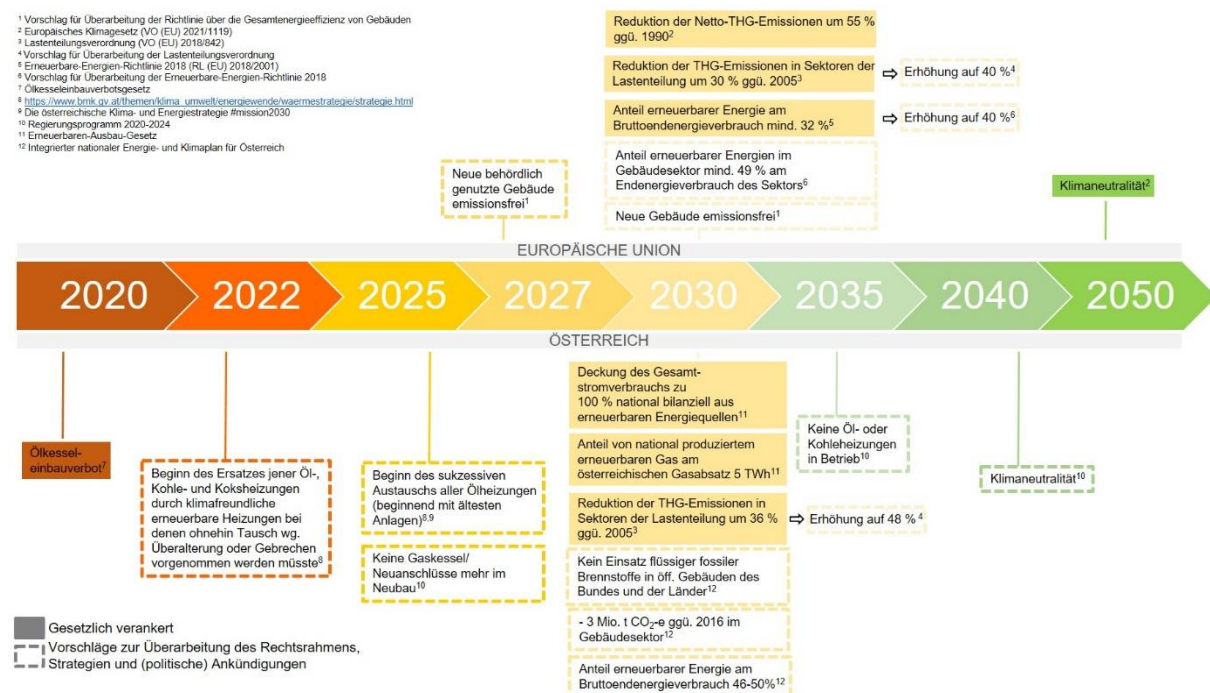


Abbildung 4-5: Europäische und österreichische Zielvorgaben mit Bezug zum Gebäudesektor

Quelle: eigene Darstellung

5 Aktuelle Förderungen für anlagenseitige (Heizungstausch) und thermische (Gebäudehülle) Sanierungsmaßnahmen in NÖ

Um die Investitionen der Sanierung oder eines Heizkesseltauschs abzufedern, gibt es sowohl vom Land Niederösterreich als auch vom Bund diesbezüglich Fördermöglichkeiten. Diese werden in den kommenden Abschnitten näher erläutert:

Für einkommensschwache Haushalte gibt es auch die Sauber Heizen für Alle Förderaktion. Hier sind jedoch Einkommensgrenzen zu beachten und es muss der Hauptwohnsitz schon vor dem 31.12.2021 begründet worden sein. Nach erfolgreicher Registrierung bei der Kommunalkredit Public Consulting wird die Abwicklung von der Energieberatung Niederösterreich übernommen.

5.1 Heizkesseltausch (NÖ Raus aus Öl und Gas-Bonus):

Das Land Niederösterreich unterstützt mit dem NÖ Wohnbaumodell die Sanierung bestehender Gebäude mit dem Raus-aus-Öl-Bonus. Diese Landesförderung, die es auch als Bundesförderung gibt, wird auch 2023 gewährt, die Bundesförderung auch bis 2024 fortgesetzt [4].

Gefördert wird der Ersatz von Heizungsanlagen auf der Basis fossiler Brennstoffe und der Ersatz von ineffizienten Heizungsanlagen auf der Basis biogener Brennstoffe. Unter anderem zählen dazu Pelletsheizanlagen, Hackgutheizanlagen, Stückholzkessel mit Pufferspeicher oder Ganzhausheizungen mit Pufferspeicher [4].

Förderungsfähige Kessel (analog der Bundesförderung) sind Luft/Wasserwärmepumpen, Sole/Wasserwärmepumpen, Wasser/Wasserwärmepumpen und Wärmepumpen mit Direktverdampfer. Die Vorlauftemperatur des Wärmeabgabesystems darf 40° bei Normaußentemperatur nicht überschreiten [4].

Wie wird gefördert?

Für den Ersatz von Heizungsanlagen auf Basis fossiler Brennstoffe, kann ein Zuschuss zu den anerkannten Investitionskosten in der Höhe von 20% gewährt werden, jedoch maximal € 3.000 [4].

Ineffiziente, mit biogenen Brennstoffen betriebene Festbrennstoffkessel/Allesbrenner können durch Heizungsanlagen mit biogenen oder alternativen Energieträgern gewechselt werden. Hier wird ein Zuschuss gewährt in der Höhe von 20% der Investitionskosten, jedoch maximal € 1.000 [4].

Einkommensschwache Haushalte in Ein- oder Zweifamilienhäuser und Reihenhäuser können bis zu 100% der anrechenbaren Umstiegskosten erhalten. Weitere Informationen sind unter <https://www.noee.gv.at/heizkesseltausch> zu finden.

Wer kann ansuchen?

Ein Ansuchen um Förderung können natürliche Personen – wie Eigentümer*innen, Miteigentümer*innen, Bauberechtigte und Mieter*innen – stellen [4].

5.2 Heizkesseltausch (Bund Raus aus Öl und Gas für Ein- und Zweifamilienhaus, Reihenhaus)

Die Förderungsaktion soll Betrieben und Privaten den Umstieg von einer fossil betriebenen Raumheizung auf ein nachhaltiges Heizungssystem erleichtern. Damit möchte das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) einen weiteren, wesentlichen Schritt zur Klimaneutralität 2040 setzen [5].

Förderungsfähig ist der Ersatz eines fossilen Heizungssystems durch ein neues klimafreundliches Heizungssystem. Gefördert wird der Anschluss an eine hocheffiziente oder klimafreundliche Nah-/Fernwärme. Ist diese Anschlussmöglichkeit nicht gegeben, gibt es die Möglichkeit den Umstieg auf eine Holzzentralheizung oder eine Wärmepumpe zu fördern. Die förderungsfähigen Kosten beziehen sich auf die Kosten für das Material, die Montage sowie Planungskosten. Zusätzlich sind Demontage- und Entsorgungskosten für außer Betrieb genommene Kessel und Tankanlagen förderungsfähig [5].

Wie wird gefördert?

Die Förderung wird in Form eines einmaligen, nicht rückzahlbaren Investitionskostenzuschusses vergeben. Planungskosten werden mit max. 10 % aller förderungsfähigen Kosten bei der Berechnung der Förderung berücksichtigt.

Tabelle 5-1: Geförderte Maßnahmen Einfamilienhaus (EFH)

Förderungsfähige Maßnahme	max. Förderung
Ersatz des fossilen Heizungssystems durch klimafreundliche oder hocheffiziente Nah-/Fernwärme oder Holzzentralheizung	7.500 Euro
Ersatz des fossilen Heizungssystems durch Wärmepumpe (Für Wärmepumpen mit einem Kältemittel mit einem GWP zwischen 1.500 und 2.000 wird die ermittelte Förderung um 20 % reduziert.)	7.500 Euro
Zuschlag „Raus aus Gas“** bei Ersatz einer Gas-Heizung (Erdgas/Flüssiggas)	+ 2.000 Euro
Zuschlag „Ortskern“ bei Ersatz des fossilen Heizungssystems durch hocheffiziente Nah-/Fernwärme im Ortskern** in Erdgas-versorgten Gebieten	+ 2.000 Euro
Solarbonus bei gleichzeitiger Errichtung einer thermischen Solaranlage (mind. 6 m² Kollektorfläche) und Tausch des Heizungssystems	+ 1.500 Euro

* kann nicht mit dem Ortskern-Zuschlag kombiniert werden

** Ob sich das Förderobjekt im Ortskern und einem Erdgas-versorgtem Gebiet befindet, muss im Rahmen der Antragstellung mittels Bestätigung der Gemeinde nachgewiesen werden.

Quelle: Informationsblatt „raus aus Öl und Gas“ für Private 2023/2024

Wer kann ansuchen?

„raus aus Öl und Gas“ für Ein-/Zweifamilienhäuser und Reihenhäuser richtet sich an (Mit-) Eigentümer*innen, Bauberechtigte oder Mieter*innen eines Ein-/Zweifamilienhauses oder Reihenhauses [5].

5.3 Heizkesseltausch (Bund Raus aus Öl und Gas für mehrgeschossigen Wohnbau)

Was wird gefördert?

Siehe Ein- und Zweifamilienhaus, Reihenhaus.

Wie wird gefördert?

Tabelle 5-2: Geförderte Maßnahmen Mehrfamilienhaus (MFH)

Förderungsfähige Maßnahme	Förderung
Ersatz des fossilen Heizungssystems durch klimafreundliche oder hocheffiziente Nah-/Fernwärme, Holzcentralheizung oder Wärmepumpe	
Anlagen < 50 kW	7.500 Euro*
Anlagen 50 kW bis 100 kW	12.000 Euro*
Anlagen > 100 kW	15.000 Euro*
* Für Wärmepumpen mit einem Kältemittel mit einem GWP zwischen 1.500 und 2.000 wird die ermittelte Förderung um 20 % reduziert	
Zentralisierung des Heizungssystems – je neu angeschlossener Wohnung	3.000 Euro/Wohneinheit
Zuschlag „Raus aus Gas“ (kann nicht mit dem Ortskern-Zuschlag kombiniert werden)	
Bei Ersatz von Gas-Heizungen (Erdgas/Flüssiggas) ergeben sich folgende Zuschlagsmöglichkeiten	
Anlagen < 50 kW	+ 2.000 Euro
Anlagen 50 kW bis 100 kW	+ 3.200 Euro
Anlagen > 100 kW	+ 4.000 Euro
Zentralisierung des Heizungssystems – je neu angeschlossener Wohnung	+ 600 Euro/Wohneinheit
Zuschlag „Ortskern“	
Bei Anschlüssen von Gebäuden in Ortskernen* in Erdgas-versorgten Gebieten an hocheffiziente Fernwärme ergeben sich folgende Zuschlagsmöglichkeiten	
Anlagen < 50 kW	+ 2.000 Euro
Anlagen 50 kW bis 100 kW	+ 3.200 Euro
Anlagen > 100 kW	+ 4.000 Euro
Zentralisierung des Heizungssystems – je neu angeschlossener Wohnung	+ 600 Euro/Wohneinheit
Zuschlag „Solar“	
Solarbonus - bei gleichzeitiger Umsetzung einer thermischen Solaranlage	
Bei Anlagen < 50 kW (mind. 6 m ² Kollektorfläche)	+ 1.500 Euro
Bei Anlagen 50 kW bis 100 kW (mind. 9 m ² Kollektorfläche)	+ 2.500 Euro
Bei Anlagen > 100 kW (mind. 12 m ² Kollektorfläche)	+ 4.000 Euro
Die Gesamtförderung ist mit max. 50 % der förderungsfähigen Investitionskosten begrenzt. Die endgültige Förderungssumme wird nach Umsetzung der Maßnahmen und Vorlage der Endabrechnungsunterlagen ermittelt und ausbezahlt.	

* Ob sich das Förderobjekt im Ortskern und einem Erdgas-versorgtem Gebiet befindet, muss im Rahmen der Antragstellung mittels Bestätigung der Gemeinde nachgewiesen werden.
Quelle: Informationsblatt „raus aus Öl und Gas“ für Private 2023/2024 mehrgeschoßiger Wohnbau

Wer kann ansuchen?

Förderungsanträge können von Gebäudeeigentümer*innen bzw. deren bevollmächtigter Vertretung (z.B. der Hausverwaltung) eines mehrgeschoßigen Wohnbaus mit mindestens drei Wohneinheiten gestellt werden [5].

5.4 Wohnbauförderung Eigenheim- und Wohnungssanierung (Land NÖ)

Die vielfältige Wohnbauförderung des Landes NÖ bietet die Möglichkeit, die in die Jahre gekommenen Häuser bzw. Wohnblöcke wieder in nachhaltige und energieeinsparende Gebäude zu verwandeln und unterstützt mit individuellen Finanzierungen [5].

5.4.1 Eigenheimsanierung

Im Rahmen der NÖ Eigenheimsanierung wird zwischen 2 Sanierungsvarianten unterschieden, nämlich die Sanierung **mit** Energieausweis und die Sanierung **ohne** Energieausweis. Die Ermittlung der förderbaren Sanierungskosten wird mithilfe eines Punktesystems beschrieben, welches von jeweiligen Sanierungsmaßnahmen abhängt. Es können höchstens 100 Punkte erreicht werden. Die förderbaren Sanierungskosten ergeben sich aus der Multiplikation der anerkegnbaren Sanierungskosten mit der Summe der erzielten Punkte als Prozentwert (1 Punkt = 1%). Nähere Informationen zur Punkteverteilung kann man der Broschüre „Wohnbauförderung Eigenheimsanierung“ auf der Homepage der niederösterreichischen Landesregierung entnehmen.¹

Als Obergrenze können max. € 600,- pro m² Wohnnutzfläche anerkannt werden. Pro Wohneinheiten werden bis zu 130 m² Wohnnutzfläche anerkannt. Damit werden Sanierungskosten in der Höhe von maximal € 78.000,- pro Wohneinheit anerkannt [6].

Was wird gefördert?

Förderbare Sanierungsmaßnahmen **MIT** Energieausweis: [6]

- Sämtliche Wärmedämmungsmaßnahmen an der Gebäudehülle
- Umstellung auf hocheffiziente alternative Heiz- und Warmwassersysteme
- Errichtung von Solar- und Photovoltaikanlagen
- Errichtung von Wohnraumlüftungsanlagen
- Sicherheitseinrichtungen (Alarmanlagen)
- Schaffung von bis zu 2 zusätzlichen Wohneinheiten bei einem Gebäudebestand

Förderbare Sanierungsmaßnahmen **OHNE** Energieausweis: [6]

- Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle
- Dachsanierungen
- Fenstertausch mit und ohne Sonnenschutz
- Fassadensanierung bei denkmalgeschützten Gebäuden
- Fenstersanierung bei denkmalgeschützten Gebäuden
- Trockenlegung/Feuchtigkeitsschutz
- Sicherheitseinrichtungen (Alarmanlagen bei Eigenheimen und Wohnungen; Sicherheitstür bei Wohnungen im Geschoßwohnbau)
- Die Umstellung auf hocheffiziente alternative Heizsysteme
- Die Errichtung von Solar- und Photovoltaikanlagen
- Hochwasserschutz (Instandsetzungs- und Präventivmaßnahmen)

¹ www.noe.gv.at/noe/Sanieren-Renovieren/NWBF_21_006_EHS-Broschuere_20210622_ES.pdf

Wer kann ansuchen?

Um die Förderung ansuchen zu können, muss das zu sanierende Gebäude fertiggestellt sein und die Fertigstellungsanzeige bei der Gemeinde aufliegen. Zusätzlich muss ein Nachweis über den Hauptwohnsitz der Bewohner*innen vorgelegt werden. Der Antrag kann nur von einer natürlichen Person (Privathaushalt) gestellt werden [6].

5.4.2 Wohnungssanierung

Wie auch im Rahmen der NÖ Eigenheimsanierung wird bei der „NÖ Wohnbauförderung Wohnungssanierung“ zwischen 2 Sanierungsvarianten unterschieden, nämlich die Sanierung **mit** Energieausweis und die Sanierung **ohne** Energieausweis. Die Ermittlung der förderbaren Sanierungskosten wird mithilfe eines Punktesystems beschrieben, welches von jeweiligen Sanierungsmaßnahmen abhängt. Es können höchstens 100 Punkte erreicht werden. Die förderbaren Sanierungskosten ergeben sich aus der Multiplikation der anerkehbaren Sanierungskosten mit der Summe der erzielten Punkte als Prozentwert (1 Punkt = 1%). Nähere Informationen zur Punkteverteilung kann man den Wohnungsförderungsrichtlinien unter § 37 Förderungshöhe entnehmen.²

Als förderbare Obergrenze können max. € 1.200,- pro m² Wohnnutzfläche anerkannt werden. Pro Wohneinheiten werden bis zu 130 m² Wohnnutzfläche anerkannt. Damit werden Sanierungskosten in der Höhe von maximal € 156.000,- pro Wohneinheit anerkannt [6].

Was wird gefördert?

Förderungen für Wohnungssanierung werden für Objekte im Eigentum von natürlichen Personen mit einer bestehenden zu sanierenden (Wohn)Nutzfläche von mehr als 500 m² oder im Eigentum juristischer Personen zuerkannt [6].

Förderbare Sanierungsmaßnahmen sind: [6]

- Wärmeschutzmaßnahmen und Maßnahmen zur Verminderung des Energieverbrauches
- schalldämmende Maßnahmen
- Maßnahmen für Menschen mit Behinderung
- Erhaltungsarbeiten zur Bestandsicherung des Objektes
- die Vereinigung oder Teilung von Wohnungen
- die Sanierung oder Errichtung von der gemeinsamen Benützung der Bewohner dienenden Räumen oder Anlagen, wie Wasserleitungs-, Stromleitungs- und Sanitäreinrichtungen, Zentralheizungsanlagen mit oder ohne Anschluss an Fernwärme. Die Sanierung von Gasleitungsanlagen
- im Zusammenhang mit anderen überwiegenden Sanierungsmaßnahmen bei Wohnungssanierungsförderung auch die Errichtung oder Umgestaltung von Außenanlagen und Nebengebäuden (z.B. Abstellanlagen für Kraftfahrzeuge,

² www.noef.gv.at/noef/Bauen-Neubau/NOef_Wohnungsforderungsrichtlinien_2019_-_8._Aenderung.pdf

Abstellräumen), Erneuerung und Herstellung allgemein genutzter Anlagen und Räume (z.B. Stiegenhausmalerei).

- Sicherheitspaket
- Heizungsanlagen mit und ohne Warmwasseraufbereitung mit erneuerbarer bzw. mit Umweltenergie
- Präventivmaßnahmen für den Hochwasserschutz
- Sanierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen infolge von Hochwasserschäden an Wohngebäuden einschließlich des Kellers.

Wer kann ansuchen?

Nach den NÖ Wohnungsförderungsrichtlinien 2019 dürfen Förderungen nur von gemeinnützigen Bauvereinigungen, Gemeinden und sonstigen juristischen Personen, sowie natürlichen Personen, wenn die bestehende zu sanierende (Wohn)Nutzfläche mehr als 500 m² beträgt, zuerkannt werden. Die Förderungswerber müssen Eigentümer*innen oder Bauberechtigte sein [6].

5.5 Sanierungsoffensive 2023/2024 (Förderung des Bundes)

Im Rahmen der Sanierungsoffensive 2023/2024 werden thermische Gebäudesanierungen unterstützt. Der Sanierungsscheck richtet sich an Privatpersonen [7].

5.5.1 Sanierungsscheck für Private (Ein- und Zweifamilienhaus, Reihenhaus)

Mit dem Sanierungsscheck für Private 2023/2024 (Ein- und Zweifamilienhaus, Reihenhaus) werden thermische Sanierungen im privaten Wohnbau für Gebäude, die älter als 20 Jahre sind, gefördert [8].

Was wird gefördert?

Folgende Maßnahmen sind förderungsfähig: [8]

- Dämmung der Außenwände
- Dämmung der obersten Geschoßdecke bzw. des Daches
- Dämmung der untersten Geschoßdecke bzw. des Kellerbodens
- Sanierung bzw. Austausch der Fenster und Außentüren

Wie wird gefördert?

Die Förderung beträgt je nach Sanierungsart zwischen 2.000 Euro und 6.000 Euro. Bei Verwendung von Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen kann darüber hinaus ein Zuschlag gewährt werden. Es können maximal 30 Prozent der gesamten förderungsfähigen Kosten gefördert werden [8].

Wer kann ansuchen?

Der Sanierungsscheck für Ein-/Zweifamilienhäuser und Reihenhäuser richtet sich an (Mit-)Eigentümer*innen, Bauberechtigte und an Mieter*innen eines Ein-/Zweifamilienhauses oder Reihenhauses. Eine Förderung ist nur für Gebäude im Inland möglich [8].

5.5.2 Sanierungsscheck für Private (mehrgeschoßiger Wohnbau)

Mit dem Sanierungsscheck für Private 2023/2024 (mehrgeschoßiger Wohnbau – MGW) werden thermische Sanierungen gefördert, sofern das privat genutzte Wohngebäude älter als 20 Jahre ist [9].

Wie wird gefördert?

Die Förderung beträgt 50 Euro/m² Wohnnutzfläche. Bei Verwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (mindestens 25 Prozent aller gedämmten Flächen) erhöht sich die Förderung auf 75 Euro/m² Wohnnutzfläche. Es können maximal 30 Prozent der förderungsfähigen Kosten gefördert werden [9].

Was wird gefördert?

Folgende Maßnahmen sind förderungsfähig: [9]

- Dämmung der Außenwände
- Dämmung der obersten Geschoßdecke bzw. des Daches
- Dämmung der untersten Geschoßdecke bzw. des Kellerbodens
- Sanierung bzw. Austausch der Fenster und Außentüren

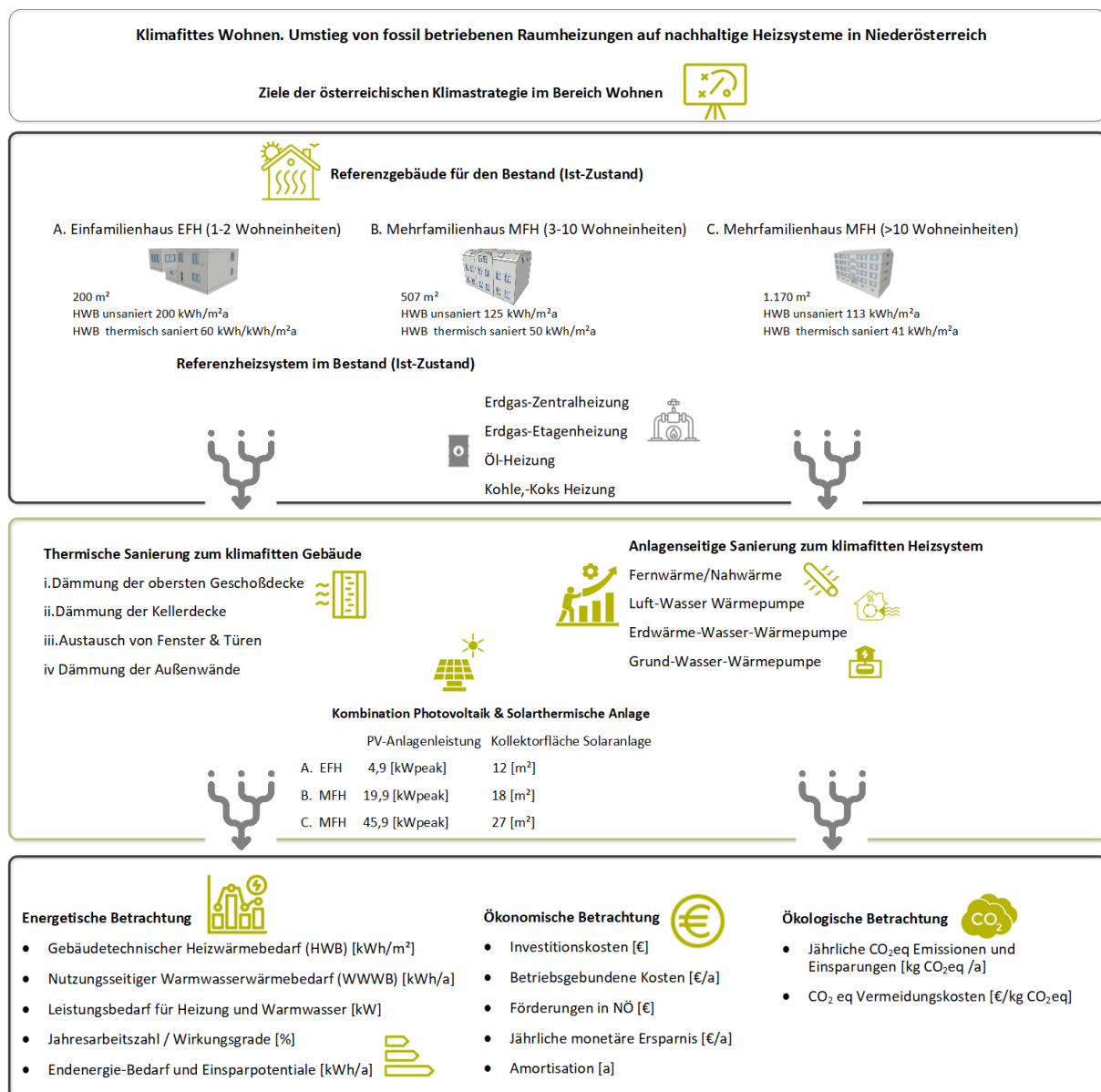
Wer kann ansuchen?

Einreichen können Gebäudeeigentümer*innen bzw. deren bevollmächtigte Vertretung (z. B. die Hausverwaltung) eines mehrgeschoßigen Wohnbaus mit mindestens drei Wohneinheiten. Eine Förderung ist nur für Gebäude im Inland möglich [9].

6 Abschnitt I: Bewertung der Raumwärmesystem-Alternativen und Darstellung technisch möglicher Umrüstungsmaßnahmen unter Berücksichtigung limitierender Faktoren für repräsentative Gebäudetypen

6.1 Systemgrenze Gebäude und Umfeldanalyse

Es werden in dieser Studie drei Gebäudetypen betrachtet (Abbildung 6-1), ein typisches Einfamilienhaus mit 1-2 Wohneinheiten, ein Mehrfamilienhaus mit 3-10 Wohneinheiten und ein Mehrfamilienhaus mit mehr als 10 Wohneinheiten aus dem Gebäudebestand. Grundlage für die Berechnungen und Analysen sind reale Energieausweisdaten dieser Gebäudetypen, die je nach Sanierungsstand einen gewissen Heizwärmebedarf ausweisen. Es werden die Heizungsanlagen in den Gebäuden und der thermische Sanierungsgrad berücksichtigt.



6.1.1 Systemgrenze der anlagenseitigen Sanierung (Heizungstausch)

Das folgende Kapitel befasst sich mit den verschiedenen Technologieoptionen im Bereich einer anlagenseitigen Sanierung. Dabei wurden zusammen mit dem Auftraggeber – unabhängig von der gewählten Heiztechnologie – folgende Maßnahmen für eine anlagenseitige Sanierung festgelegt:

- Austausch des Wärmeerzeugers zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser (rot)
- Austausch der Heizungsregelung und Heizungspumpe
- Austausch des Warmwasserspeichers (grün)
- Einbau neuer Thermostatventile (orange)
- Einbau Fußbodenheizung, Erneuerung der Heizkörper

Zusätzlich könnten noch weitere Maßnahmen wie beispielsweise die Dämmung von Heizungs- und Warmwasserverteilerleitungen im Kellerbereich, der hydraulische Abgleich oder die Anpassung des Abgassystems im Zuge einer anlagenseitigen Sanierung in Erwägung gezogen werden. Im Rahmen dieser Studie werden diese jedoch nicht berücksichtigt, da das Hauptaugenmerk auf die jeweilige Heiztechnologie bzw. den Vergleich der anlagenseitigen mit der thermischen Sanierung der Gebäudehülle gelegt wird.

Diese Maßnahmen bilden die Systemgrenze für die Untersuchung der jeweiligen Heiztechnologie, welche in folgender Abbildung dargestellt wird.

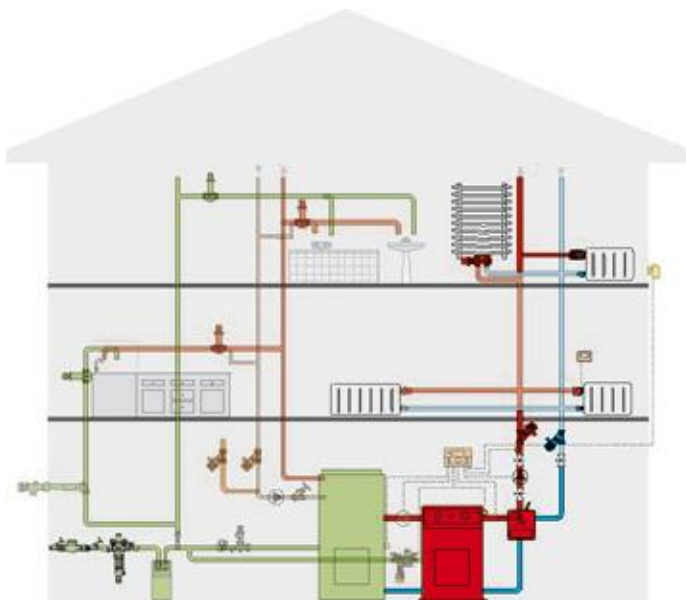


Abbildung 6-2: Systemgrenze der zu untersuchenden anlagenseitigen Sanierungsmaßnahmen

Quelle: eigene Darstellung

Als Technologieoptionen hinsichtlich einer anlagenseitigen Sanierung wurden folgende Heiztechnologien zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser näher untersucht:

- **Wärmepumpe**
 - Luft-Wasser-Wärmepumpe (LWP)
 - Erdreich-Wasser-Wärmepumpe (EWP)
 - mit Flächenkollektor als Wärmequellenanlage
 - mit Tiefensonde als Wärmequellenanlage
 - Grundwasser-Wärmepumpe (Wasser-Wasser-Wärmepumpe, WWP)

- **Fern- und Nahwärme**
 - Fern- und Nahwärme mit fossilen Energieträgern
 - Fern- und Nahwärme mit erneuerbaren Energieträgern

- **Photovoltaik- und Solarthermie**
 - Kombination der Heiztechnologien mit PV Anlagen und Solarthermie

Neben dem Austausch des Wärmeerzeugers, der Heizungsregelung und der Heizungspumpe, dem Warmwasserspeicher und dem Einbau neuer Thermostatventile, kann es auch notwendig bzw. sinnvoll sein das Heizverteilsystem zu erneuern. Hier zählen vor allem Flächenheizungen mit niedriger Vorlauftemperatur zum neuen Standard in Neubauten. Jedoch auch bei substanziellen Sanierungen wird oft das gesamte Heizsystem bestehend aus Wärmeerzeuger, Warmwasserbereitung und Wärmeverteilsystem eines Gebäudes erneuert.

6.1.2 Auswahlkriterien für die anlagenseitige Sanierung

Die individuelle Auswahl einer Heiztechnologie zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser kann unterschiedlichen Restriktionen ausgesetzt sein bzw. kann ihre Einsatzfähigkeit von verschiedenen Faktoren abhängig sein. Diese werden im Folgenden beschrieben.

Denkmalschutz

Vom baulichen Bestand in Österreich stehen 1,3 % unter Denkmalschutz, wobei etwa 20.000 Baudenkmale ständig genutzt und daher thermisch konditioniert werden. Eine energetische Optimierung unterliegt denkmalverträglichen Einschränkungen, welche je nach Ausmaß im Leitfaden „Energieeffizienz am Baudenkmal“ des Bundesdenkmalamtes veröffentlicht wurden. Demnach stellen sich hinsichtlich anlagenseitiger Sanierungen v.a. die Solarthermie und die Photovoltaik als am wenigsten denkmalverträgliche Maßnahmen heraus. Dies wird damit begründet, dass die Solarmodule das authentische Erscheinungsbild eines historischen Daches beeinträchtigen, daher nur mit großen Einschränkungen vertretbar sind und jedenfalls nicht einsehbar sein dürfen. Auf der anderen Seite wurden Maßnahmen definiert, welche einen geringen Eingriff in die Substanz und Erscheinung des Baudenkmals bedeuten, woraus sich eine einfachere Bewilligungsfähigkeit ergibt. Unter anderem werden folgende anlagenseitige Maßnahmen als verträglich im Sinne des Denkmalschutzes bewertet:

- Optimierung bestehender Heizungsanlagen und Heizkörper
- Gebäudeautomation
- Fernwärme
- Holzheizung

- Grundwasser- und Erdreich-Wärmepumpe (Tiefenbohrung)
- Solarthermie neben dem Baudenkmal
- Photovoltaik neben dem Baudenkmal

Individuelle Charakteristika der Systeme

Zusätzlich zu den bereits genannten limitierenden Faktoren des Denkmalschutzes sind noch folgende Einschränkungen hinsichtlich der Auswahl der Heizungstechnologie zu nennen, welche in den nachfolgenden Kapiteln ausführlicher behandelt werden:

- Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Heiztechnologie (Anschaffungs- und Energiekosten, Förderungen, Stabilität der Energiepreise, Energieeffizienz)
- Ökologische Aspekte (erneuerbare versus fossile Energieträger, Emissionen)
- Benutzerfreundlichkeit der Heiztechnologie (Steuerung und Regelung)

In der Tabelle 6-1 sind die individuellen Charakteristika der Systeme bewertet, wobei ++ vorhanden, +groß, - klein, o geeignet/normal und – als notwendig erachtet wird, bzw. den Grad widerspiegelt (z. B. erneuerbarer Energieträger bei Solarthermie erfüllt, bei LWP zum Teil erfüllt wegen Strommix).

Tabelle 6-1: Individuelle Charakteristika der Systeme

Limitierende Faktoren	Nahwärme	Fernwärme	Luft-Wasser WP	Erdreich-Wasser WP	Photovoltaik-anlage	Solarthermie	Adjektiv
Erneuerbarer Energieträger	++	++	+	+	++	++	vorhanden
krisensicherer Energieträger	+	+	o	o	++	++	vorhanden
ungefährlicher Energieträger	++	++	++	++	++	++	vorhanden
CO ₂ neutral	++	++	+	+	++	++	vorhanden
Installation	--	--	-	+	+	+	groß/klein
Brennstofflager	--	--	--	--	--	--	notwendig
Energiekosten	o	o	-	-	--	--	groß/klein
Kamin	--	--	--	--	--	--	notwendig
Staub,Schmutz	--	--	-	--	--	--	vorhanden
Importabhängig	-	-	o	o	--	--	vorhanden
Jahresnutzungsgrad	o	o	+	++	o	o	groß/klein
Fußbodenheizung/ Wandflächenheizung	++	++	++	++	o	o	geeignet
Radiator	+	++	--	-	o	o	geeignet
Automatisierungsgrad/ Regelbarkeit	++	++	++	++	+	+	geeignet
Geräusche	--	--	-	-	--	--	vorhanden
Transportfähigkeit	++	++	++	++	++	++	geeignet
Verbrennungsrückstand	o	o	--	--	--	--	vorhanden
Wartungsaufwand	--	--	-	-	--	--	groß/klein
Platzbedarf	--	--	-	-	+	+	groß/klein

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Zur Dimensionierung einer Wärmebereitstellungstechnologie sind Kenntnisse des spezifischen Wärmebedarfs des zu beheizenden Gebäudes sowie der davon abgeleiteten Heizlast notwendig. Aus diesen beiden Faktoren ergeben sich die Auslegung der Heizungsanlage bzw. der Energieverbrauch pro Jahr, welcher nachfolgend für die hier untersuchten Modellgebäude dargestellt wird.

6.1.3 Definition der Referenzgebäude

6.1.3.1 A. Einfamilienhaus EFH (1-2 Wohneinheiten)

Für das Referenzgebäude mit 1 Wohneinheit wurden unter Berücksichtigung der weiter oben diskutierten Faktoren folgende Parameter im Energieausweis bestimmt:

Tabelle 6-2: Eckdaten des Referenzgebäudes – 1-2 Wohneinheiten [10]

	unsanierter Zustand	sanierter Zustand
Baujahr		1978
Brutto-Grundfläche		199,35 m ²
Charakteristische Länge		1,29 m
Klimaregion	Nord – außerhalb von Föhngebieten (N)	
Kompaktheit		0,77 1/m
Mittlerer U-Wert	0,983 W/m ² K	0,309 W/m ² K
Spezifischer Heizwärmebedarf (Referenzklima)	199,82 kWh/(m ² a)	60,32 kWh/(m ² a)
Spezifischer Heizwärmebedarf (Standortklima)	215,66 kWh/(m ² a)	65,28 kWh/(m ² a)

Bei den angenommenen Sanierungsmaßnahmen für den Gebäudetyp der Ein- und Zweifamilienhäuser handelt es sich um

- Fenstertausch,
- Dämmung der Außenwände mittels Vollwärmeschutz
- Dämmung der obersten Geschoßdecke, und
- Dämmung der Kellerdecke.

Durch die in der Berechnung des Energieausweises angenommenen Sanierungsmaßnahmen kann der Heizwärmebedarf von 200 auf 60 kWh/m²a gesenkt werden. Dabei kann durch einen Fenstertausch im Bereich der Fenster ein U-Wert gesamt von 1,1 W/(m²K) festgestellt werden. Der Vollwärmeschutz wird in einer Stärke von 14 cm ausgeführt und die Dämmung der obersten Geschoßdecke weist eine Dämmstärke von 20 cm auf, die Dämmung der Kellerdecke eine Dämmstärke von 12 cm.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Folgende Darstellung (siehe Abbildung 6-3) zeigt das gewählte Referenzgebäude mit 1 Wohneinheit als Basis für die Berechnung des Energieausweises für den sanierten und den unsanierten Zustand.

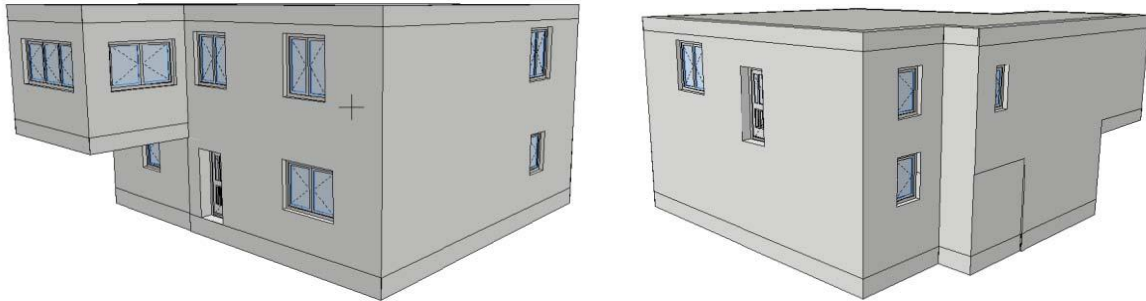


Abbildung 6-3: Referenzgebäude mit 1-2 Wohneinheit

Quelle: Energieausweis für Wohngebäude erstellt von IFEA.

Subvarianten möglicher anlagenseitiger Sanierung (Heizungstausch)

EFH 1 (1-2 WE): Fernwärmeanschluss möglich

Wärmeverteilsystem über Radiatoren

Inkl. Warmwasserbereitung

EFH 2 (1-2 WE): Fernwärmeanschluss NICHT möglich

Wärmeverteilsystem über HT Radiatoren (70°C Vorlauf)

Wärmedämmung optimieren -> Umstellung auf Wärmepumpe

6.1.3.2 B. Mehrfamilienhaus MFH (3-10 Wohneinheiten)

In der vorliegenden Studie wird zur Untersuchung der Sanierung in kleineren Mehrfamilienwohngebäuden ein Wohngebäude mit 3-10 Wohneinheiten als Referenzgebäude herangezogen bei dem die Wohnfläche 84,5 m² je Wohneinheit beträgt.

Gemäß den vom Institut für Energieausweis GmbH (IFEA) erstellten Energieausweisen beträgt der Heizwärmebedarf im Referenzklima für diesen Gebäudetyp im unsanierten Zustand 126 kWh/(m²a). Durch Sanierung kann eine Senkung des Heizwärmebedarfs auf 50 kWh/(m²a) erreicht werden.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Tabelle 6-3: Eckdaten des Referenzgebäudes – 3-10 Wohneinheiten[10]

	unsaniert	saniert
Baujahr		1976
Brutto-Grundfläche		507,28 m ²
Klimaregion	Nord – außerhalb von Föhngebieten (N)	
Charakteristische Länge		1,90 m
Kompaktheit		0,53 1/m
Mittlerer U-Wert	0,901 W/m ² K	0,368 W/m ² K
Spezifischer Heizwärmebedarf (Referenzklima)	125,80 kWh/(m ² a)	49,95 kWh/(m ² a)
Spezifischer Heizwärmebedarf (Standortklima)	135,52 kWh/(m ² a)	54,04 kWh/(m ² a)

Quelle: Energieausweis für Wohngebäude gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG erstellt von IFEA.

Als Sanierungsmaßnahmen werden ein Fenstertausch (U-Wert nach Sanierung: 1,1 W/m²K), die Anbringung eines Vollwärmeschutzes und die Dämmung der obersten Geschoßdecke vorgenommen. Die Stärke des Vollwärmeschutzes an den Außenwänden beträgt 14 cm, die Dämmung der obersten Geschoßdecke wird in einer Stärke von 20 cm ausgeführt und die Dämmung der Kellerdecke in einer Stärke von 12 cm.

Folgende Darstellung zeigt das gewählte Referenzgebäude mit 3-10 Wohneinheiten als Basis für die Berechnung des Energieausweises für den sanierten und den unsanierten Zustand.

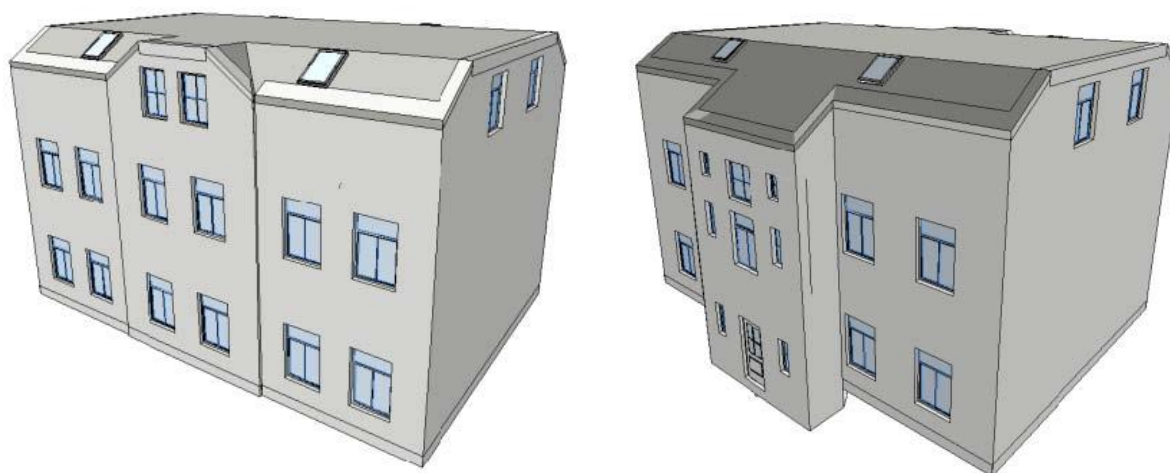


Abbildung 6-4: Referenzgebäude mit 3-10 Wohneinheiten

Quelle: Energieausweis für Wohngebäude erstellt von IFEA.

Subvarianten möglicher anlagenseitiger Sanierung (Heizungstausch)

MFH (kleiner 10 WE) B1: Fernwärmeanschluss möglich

Thermische Sanierung wird durchgeführt, da ein renovierungsbedürftiges Gebäude

i. Zentrale Wärmeversorgung über Fernwärmanlage, wasserbasiertes Wärmeverteilsystem in den Wohneinheiten über Radiatoren

ii. Gas-Etagenheizung (einzelne Gasthermen in den Wohneinheiten)

iii. kein zentrales Heizsystem (Einzelöfen, kein wassergeführtes Verteilsystem)

MFH B2 (kleiner 10 WE): Fernwärmeanschluss nicht möglich -> Umstellung auf Wärmepumpe

Thermische Sanierung wird durchgeführt, da ein renovierungsbedürftiges Gebäude

Verteilsystem mit 60 °C Vorlauf

i. Wasserbasiertes Wärmeverteilsystem in den Wohneinheiten über Radiatoren

ii. Gas-Etagenheizung (einzelne Gasthermen in den Wohneinheiten)

iii. kein zentrales Heizsystem (Einzelöfen, kein wassergeführtes Verteilsystem)

6.1.3.3 C. Mehrfamilienhaus MFH (>10 Wohneinheiten)

Zur Analyse der Effekte verschiedener Sanierungsmaßnahmen in größeren Mehrfamilienwohngebäuden wird ein Wohngebäude mit mehr als 10 Wohneinheiten als Referenzgebäude herangezogen, bei dem die Wohnfläche 73 m² je Wohneinheit beträgt.

Tabelle 6-4: Eckdaten des Referenzgebäudes – >10 Wohneinheiten[10]

	unsanierter Zustand	sanierter Zustand
Baujahr		1976
Brutto-Grundfläche		1.169,76 m ²
Klimaregion		Nord – außerhalb von Föhngebieten (N)
Charakteristische Länge		2,47 m
Kompaktheit		0,40 1/m
Mittlerer U-Wert	1,132 W/(m ² K)	0,438 W/(m ² K)
Spezifischer Heizwärmebedarf (Referenzklima)	113,10 kWh/(m ² a)	41,25 kWh/(m ² a)
Spezifischer Heizwärmebedarf (Standortklima)	121,94 kWh/(m ² a)	44,87 kWh/(m ² a)

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Der Heizwärmebedarf für dieses Referenzgebäude im unsanierten Zustand beträgt laut Energieausweis 113 kWh/m²a. Durch gezielte Sanierungsmaßnahmen kann dieser auf 41 kWh/m²a gesenkt werden. Auch für den Gebäudetyp mit >10 Wohneinheiten werden die Sanierungsschritte Fenstertausch, Dämmung der Außenwand mittels Vollwärmeschutz in einer Stärke von 14 cm sowie eine Dämmung der obersten Geschoßdecke mit 20 cm Dämmmaterial und der Kellerdecke mit 12 cm angenommen.

Folgende Darstellung zeigt das gewählte Referenzgebäude mit >10 Wohneinheiten als Basis für die Berechnung des Energieausweises für den sanierten und den unsanierten Zustand.

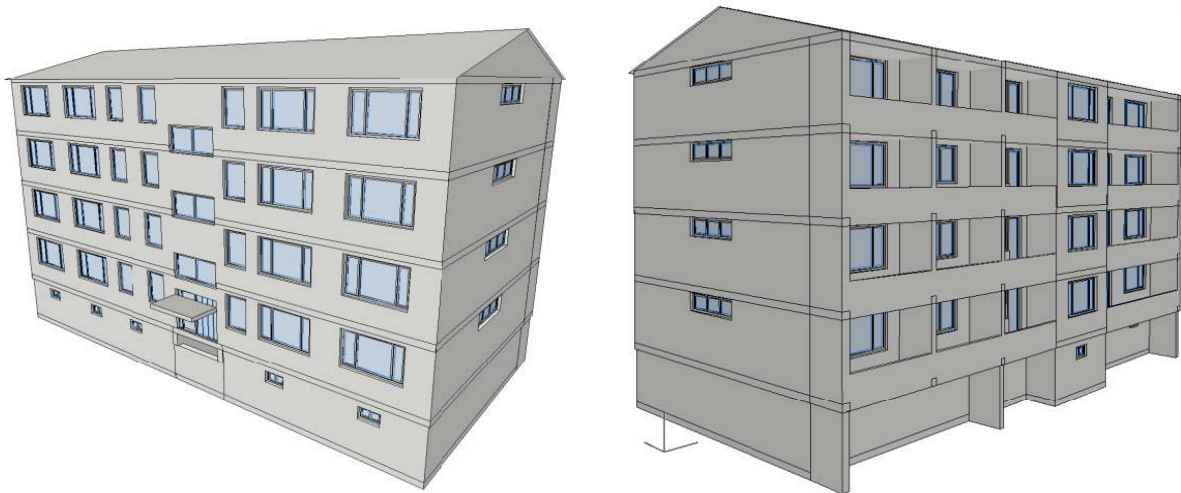


Abbildung 6-5: Referenzgebäude mit mehr als 10 Wohneinheiten^[10]

Subvarianten möglicher anlagenseitiger Sanierung (Heizungstausch)

MFH C1 (> 10 WE): Fernwärmeanschluss möglich

Thermische Sanierung wird durchgeführt, da ein renovierungsbedürftiges Gebäude

- i. Zentrale Wärmeversorgung über Fernwärmanlage, wasserbasiertes Wärmeverteilssystem in den Wohneinheiten über Radiatoren
- ii. Gas-Etagenheizung (einzelne Gasthermen in den Wohneinheiten)
- iii. kein zentrales Heizsystem (Einzelöfen, kein wassergeführtes Verteilsystem)

MFH C2 (> 10 WE): Fernwärmeanschluss nicht möglich und damit Umstellung auf Wärmepumpe

Thermische Sanierung wird durchgeführt, da ein renovierungsbedürftiges Gebäude

Verteilssystem mit 60 °C Vorlauf

- i. Wasserbasiertes Wärmeverteilssystem in den Wohneinheiten über Radiatoren
- ii. Gas-Etagenheizung (einzelne Gasthermen in den Wohneinheiten)
- iii. kein zentrales Heizsystem (Einzelöfen, kein wassergeführtes Verteilsystem)

Die nachfolgende Tabelle 6-5 fasst die Systemgrenze und Definition der Untersuchungsvarianten zu den anlagenseitigen Sanierungen (Heizungstausch) und thermischen Sanierungen (Dämmung der Gebäudehülle) im Überblick zusammen.

Tabelle 6-5: Zusammenfassung der Systemgrenze und Definition der Untersuchungsvarianten

Gebäudetyp/ Heizsystem	Referenzsystem (Ist-Zustand)					Klimafittes Heizsystem			
	Erdgas-zentral Heizung	Erdgas-Etagen Heizung	Öl Heizung	Kohle,- Koks Heizung	Fernwärme/Nah- wärme	Luft-Wasser WP	Erdwärme- Wasser-WP	Grund- wasser-WP	PV Anlage
Einfamilienhaus EFH (1-2 WE) – unsaniert*	X		X	X	X				
Einfamilienhaus EFH (1-2 WE) – saniert*					X	X	X	X	X
Mehrfamilienhaus MFH (3-10 WE) – unsaniert*	X	X	X		X				
Mehrfamilienhaus MFH (3-10 WE) – saniert*					X	X	X	X	X
Mehrfamilienhaus MFH (> 10 WE) – unsaniert*	X	X	X		X				
Mehrfamilienhaus MFH (> 10 WE) – saniert*					X	X	X	X	X

* thermisch

6.2 Energetische Charakteristika der thermischen Sanierung zur Minimierung von Wärmeverlusten in Gebäuden (Gebäudehülle)

Besonders in ungedämmten Gebäuden kann die Wärme über verschiedenste Wege entweichen. Allgemein lassen sich die Wärmeverluste in folgende drei Kategorien einteilen.

- Transmissionsverluste
- Lüftungs- und Infiltrationsverluste
- Heizungsverluste

Zu den Transmissionswärmeverlusten zählen jene Verluste, die durch die wärmebegrenzende Gebäudehülle (Außenwände, Dach bzw. oberste Geschoßdecke, Kellerdecke bzw. Erdreich, Fenster) entstehen und sind ein Maß der Wärmeleitung in den Bauteilen und des Wärmeübergangs an den Oberflächen eines Gebäudes. Berechnet werden die Transmissionsverluste durch die Summe aller Bauteilflächen, die die Gebäudehülle umschließen, multipliziert mit den zugehörigen korrigierten Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werten, siehe Erklärung unterhalb) und der mittleren Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur.

Lüftungswärmeverluste entstehen durch den notwendigen Luftaustausch, vor allem in den Wintermonaten, wenn die verbrauchte Raumluft durch kalte Außenluft ersetzt und erwärmt wird. Infiltrationsverluste sind hingegen überwiegend auf undichte Fenster und Türen zurückzuführen. Die Wärmeverluste eines Gebäudes durch Lüftung und Infiltration werden bestimmt durch das ausgetauschte Raumluftvolumen multipliziert mit der spezifischen Wärmekapazität und Dichte der Luft sowie der mittleren Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur.

Je nach Heizungstechnologie entstehen unterschiedlich hohe Verluste für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Abhängig vom jeweiligen Verbrennungswirkungsgrad und der Auslegung der Heiztechnologie sinkt der Gesamtwirkungsgrad der Anlage wodurch wesentliche Wärmeverluste entstehen.

Die Transmissionsverluste lassen sich durch Dämmung der Fassade, oberste Geschoßdecke bzw. Kellerdecke verringern. Lüftungsverluste können durch den Einbau von Lüftungsanlagen reduziert und Infiltrationsverluste durch den Tausch von undichten Fenstern und Türen stark vermindert werden.

Wärmeverluste in Gebäuden können durch Wärmegewinne kompensiert werden, wobei in diesem Zusammenhang zwischen solarem und innerem Wärmegewinn zu unterscheiden ist. Bei der solaren Wärmegewinnung dringen Sonnenstrahlen durch Fenster in die Räume ein, sodass hinter dem Fenster die Wärme aufgenommen werden kann. Zur inneren Wärmegewinnung wird die Abwärme der Bewohner, Geräte und Anlagen gezählt. Da bei alten Gebäuden der gesamte Wärmegewinn im Verhältnis zum Wärmeverlust sehr klein ist, wird dieser im Folgenden nicht näher betrachtet.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Folgende Möglichkeiten zur Sanierung von Gebäuden werden im Zuge dieser Studie betrachtet:

- Austausch von Fenstern und Türen
- Thermische Fassadensanierung
- Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke
- Wärmedämmung der untersten Geschoßdecke

Der Wärmeverlust (Transmissionsverluste) in Gebäuden bzw. Gebäudeelementen wird durch den Wärmedurchgangskoeffizienten bzw. U-Wert (=Units of Heattransfer) charakterisiert. Dieser wird in der Einheit W/m^2K angegeben und ist ein praktisches Maß für die Wärmedurchlässigkeit. Konkret wird mit dem U-Wert die Wärmeleistung durch ein Bauelement angegeben, wobei die Außen- und Innenfläche einem konstanten Temperaturunterschied von einem Grad ausgesetzt ist. Je höher dieser Wert liegt, desto mehr Wärme lassen die einzelnen Komponenten durch.

Tabelle 6-6: Übersicht über den Wärmedurchgangskoeffizient ausgewählter Baumaterialien[11]

Bauelement	U-Wert [$W/m^2 \cdot K$]
Betonwand mit 25 cm Dicke	3,3
Betonwand mit 50 cm Dicke	1,65
Wand aus hochporösen Ziegeln mit 25cm Dicke	ca. 0,4
Wand aus Massivholz mit 25 cm dick	ca. 0,4
Polyurethan-Hartschaumplatte 20cm	0,15
Standard-Fenster mit Wärmeschutzverglasung	ca. 1,3
3-fach Verglasung	0,5-0,8

In der Tabelle 6-6 sind unterschiedliche Bauelemente mit ihren dazugehörigen U-Werten zusammengefasst. Dabei ist ersichtlich, dass eine Betonwand einen relativ hohen U-Wert besitzt, hingegen eine Dämmung aus Polyurethan einen vergleichsweise niedrigen Wert von 0,15 aufweist. Wenn mehrere Schichten miteinander kombiniert werden, z.B. eine Mauer und eine Dämmschicht, so kann der U-Wert der Kombination berechnet werden, indem man die Kehrwerte der einzelnen U-Werte addiert und davon wiederum den Kehrwert nimmt. Als Beispiel betrachte man eine 25 cm dicke Betonwand (U-Wert $3,3W/(m^2 \cdot K)$) kombiniert mit einer 20 cm dicken Polyurethan (PU)-Hartschaumplatte (U-Wert $0,15W/(m^2 \cdot K)$), in Summe ergibt sich ein U-Wert von 0,143. Man sieht, dass dies nahe am U-Wert der Dämmplatte allein liegt; das Mauerwerk trägt zur Wärmedämmung sehr wenig bei.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Der U-Wert schwankt also je nach Bauteil und Dicke sehr stark, jedoch gibt es Pauschalwerte für Bauteile je nach Baualtersklasse, wie in Tabelle 6-7 ersichtlich.

Tabelle 6-7: Bauteiltypologie Pauschalwerte von Bauteilen[12]

Bauteil	Beschreibung	ab 1995	1984- 1994	1979- 1983	1969- 1978	1958- 1968	1949- 1957
Oberste Geschoßdecke	Massive Decke	0,3	0,4	0,5	0,6	2,1	2,1
	Holzbalkendecke	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	0,8
Unterste Geschoßdecke	Massive Decke	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,5
	Holzbalkendecke	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8
Außenwand	Massive Konstruktion	0,5	0,6	0,8	1,0	1,4	1,4
	Holzkonstruktion	0,4	0,6	0,5	0,6	1,4	1,4

In der Tabelle 6-7 sieht man den U-Wert für verschiedene Baujahre, dabei kann man erkennen, dass der U-Wert im Laufe der Jahre beträchtlich gesunken ist. Man kann auch erkennen, dass besonders bei alten Bauten viel Einsparungspotenzial vorhanden ist.

Auch bei den thermischen Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle existieren, genauso wie bei den anlagenseitigen Sanierungsmaßnahmen auch, spezifische Lebensdauern für die einzelnen Maßnahmen.

Tabelle 6-8: Lebensdauern ausgewählter Maßnahmen

Maßnahme	Lebensdauer [Jahre]
Dämmung der Gebäudehülle	40
Fenster	20

Tabelle 6-8 zeigt für die Dämmung der Gebäudehülle eine Lebensdauer von 40 Jahren und für den Fenstertausch wird eine Lebensdauer von 20 Jahren eingesetzt. Die hier angeführten Lebensdauern werden für die vorgenommenen Bewertungen in der vorliegenden Arbeit herangezogen.

6.2.1 Austausch von Fenster und Türen

Alte Fenster und Außentüren führen zu hohen Energieverlusten und oft auch einem unbehaglichen Wohnklima. Bei tiefen Außentemperaturen kühlen die Scheiben ab und entziehen den Wohnräumen Wärme. Durch die Sanierung oder Erneuerung unzureichender Fenster und Türen mit energiesparenden Wärmeschutzverglasungen, Rahmenmaterialien und Dichtungen werden die Energieverluste erheblich verringert, der Schallschutz verbessert und die Wohnbehaglichkeit erhöht. Die OIB-Richtlinie 6 (April 2019) schreibt derzeit für Fenster einen Wärmedurchgangskoeffizienten von maximal $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ vor. Standardverglasungen weisen bereits einen U-Wert von $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf, Spezialausführungen können auch einen U-Wert von $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreichen. Bei der Verglasung unterscheidet man:

- **Zweischeiben-Isolierglas:**
Isolierglas gibt es als Zwei- oder Dreischeiben-Isolierglas. Die Scheiben sind über einen Aluminium-Randverbund miteinander verbunden. Eine Zweischeiben-Isolierverglasung (Glas-U-Wert $2,9$ bis $3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$) ist heute bereits durch die Wärmeschutzverglasung "überholt" und darf im Neubau nicht mehr eingesetzt werden.
- **Zweischeiben-Wärmeschutzglas**
Stand der Technik ist ein Wärmeschutzglas (Glas-U-Wert $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$), das sich auch in vorhandene Fensterrahmen einbauen lässt. Die Dämmeigenschaften sind gegenüber Isolierglas um 50 bis 60 % verbessert. Dafür sorgen eine Edelgasfüllung im Scheibenzwischenraum, eine dünne, nicht sichtbare Metallbedampfung der raumseitigen Scheibe im Zwischenraum und das Material (Edelstahl und Kunststoff) des Abstandhalters.
- **Dreischeiben-Wärmeschutzglas**
Diese Glasart wird immer öfter verwendet und bietet mit U-Werten von $0,5$ bis $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ den heute besten Wärmeschutz unter allen Verglasungsarten. Die Dämmwirkung wird durch die dritte Scheibe, eine Metallbedampfung auf zwei Scheibenoberflächen und eine Edelgasfüllung (Argon, Krypton) erreicht. Ein Spezial-Randverbund reduziert die Wärmebrücken (z.B.: Edelstahl oder Hochleistungs-Kunststoff)

Der Rahmen besteht aus Holz, Kunststoff, Metall oder einer Kombination dieser 3 Werkstoffe. Holzrahmen weisen dabei die besten Dämmeigenschaften auf, gefolgt von Kunststoffrahmen und Metallrahmen. Wichtig ist auch bei der Montage, dass die Anschlussfuge entsprechend gut gedämmt und luftdicht verschlossen ist.

Außentüren müssen nicht nur einen Einbruchs- und Schallschutz erfüllen, sondern auch Witterungseinflüsse und Wärmeverluste entsprechend minimieren. Dabei ist der Wärmeschutz abhängig von der Isolierung, vom Material des Rahmens und des Blattes, und deren Dicke.

Der Vorteil beim Fenster- und Türentausch ist, dass durch maßgenaue Fertigung meist nur geringe Beschädigungen von Außen- und Innenwänden stattfinden und die Montage schnell und einfach funktioniert. Besonders bei alten Fenstern sind die Dichtungen entweder gar nicht vorhanden oder bereits porös, womit es zu größeren Infiltrationsverlusten kommen kann.

6.2.2 Thermische Fassadensanierung

Thermische Fassadensanierungen bieten flächenmäßig das größte Potential zur Isolierung. Die Außenwände können aus verschiedenen Materialien bestehen, so unterscheidet man zwischen Massivbauweise (Ziegel, Beton), Leichtbauweise (Holz, Stroh) und einer Kombination von beiden. Bei der Massivbauweise übernehmen die Werkstoffe neben der statischen Funktion auch noch die Dämmfunktion. Beispiele wie sich eine Außenwand zusammensetzt sind:

- Einschaliges Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem
- Einschaliges Mauerwerk mit hinterlüfteter Fassade
- Einschaliges Mauerwerk mit Innendämmung
- Zweischaliges Mauerwerk
- Holzriegelwand
- Doppelwandsystem

Zum überwiegenden Teil wurden bestehende Altbauten in Massivbauweise mit einem einschaligen Mauerwerk errichtet. Eine nachträgliche Dämmung kann auf verschiedenen Arten erfolgen:

- **Außendämmung:** Die Wärmedämmung wird außen angebracht, sie soll zusätzlich Wärmeverluste über den Ausstrom von warmer Luft verhindern.
- **Wärmedämm-Verbundsystem:** Dabei sind mindestens 3 Schichten notwendig, eine Wärmedämmschicht, eine Armierungsschicht und die Schlussbeschichtung. Diese Dämmung kann nur angewendet werden, wenn keine denkmalgeschützten Fassaden vorhanden sind.
- **Vorgehängte, hinterlüftete Fassade:** Vorhangfassaden verwenden vorgefertigte Fassadenelemente aus Metall, Holz, Stein, Faserzement, Glas und weiteren witterungsbeständigen Materialien. Bei entsprechender Materialwahl ist die vorgehängte, hinterlüftete Konstruktion auch für Hochhäuser geeignet.
- **Wärmedämmputz:** Besteht in der Regel aus einem wärmedämmenden Unterputz und einem Oberputz als Schutz vor Witterungseinflüssen, dabei werden poröse Leichtbauzuschläge wie Perlit, Vermiculite, Polystyrol-Hartschaumkügelchen eingesetzt. Durch die gute Modellierbarkeit ist der Wärmeputz besonders bei denkmalgeschützten Fassaden einsetzbar.
- **Transparente Wärmedämmung:** Bei transparenter Wärmedämmung soll zusätzlich Wärme durch optimale Nutzung der Solarenergie ins Haus gebracht werden. Die Systeme reichen von transparenten Kunststoffplatten aus Granulat bis hin zu Papierwabenstrukturen, die mit Glas abgedeckt werden. Für denkmalgeschützte Gebäude ist sie aber aufgrund von Eingriffen in das äußere Erscheinungsbild ungeeignet.
- **Vakuumisolationspaneel:** Dabei werden hocheffiziente Materialien zur Dämmung eingesetzt, die Dicke ist um ein 10-faches geringer als bei herkömmlichen Materialien. Die Dämmung ist im Wandbereich durch die Befestigungsproblematik nicht einfach auszuführen.
- **Kerndämmung:** Dabei wird das Dämmmaterial in den Kern eines zweischaligen Mauerwerks eingebracht. In der Regel wird das Dämmmaterial durch kleine Bohrungen eingeblasen. Als Dämmmaterial eignen sich beispielsweise hydrophobierte Mineralfaserflocken oder Perlit-Granulate.
- **Innendämmung:** Dabei wird die Dämmung innen angebracht und besteht aus Dämmstoff, Dampfsperre und Innenverkleidung.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

- **Diffusionsdichte Innendämmung mit Dampfsperre:** Bei der diffusionsdichten Innendämmung ist auf der Innenseite der Wärmedämmung eine zusätzliche Dampfsperre bzw. eine Dampfbremse erforderlich, dabei stellt die Schicht einen Widerstand gegen das Eindringen von Wasserdampf dar. Die Ausführungsart reicht von Einzelmaterialien bis zu einbaufertigen Verbundplatten.
- **Diffusionsoffene Innendämmung:** Hier verzichtet man auf den Einsatz der Dampfsperre, dabei muss der Dämmstoff in der Lage sein anfallende Feuchtigkeit wieder über die Oberfläche abzugeben, ein Beispiel wäre Kalziumsilikat.

Im Normalfall ist eine Außendämmung zu bevorzugen, da eine höhere Dämmwirkung erreicht werden kann und der Wohnraum nicht beeinflusst wird. Rechtliche Anforderungen und technische Gegebenheiten können jedoch eine Ausnahme darstellen, sodass eine Innendämmung zu bevorzugen ist. Bei der Innendämmung ist zudem mit Kosten für die Neuinstallation von elektrischen Steckdosen, Schaltern aber auch von Heizkörper und Fensterbänken zu rechnen. Ebenso sollte bei Feuchtigkeitsproblemen keine Innendämmung verwendet werden, da es durch Diffusion des Wasserdampfes zu Schimmelbildung kommt. Es gibt eine Vielzahl von Dämmstoffen auf dem Markt, diese unterscheiden sich in ihrer Rohstoffzusammensetzung und ihren unterschiedlichen wärmetechnischen Eigenschaften. Einige wichtige Rohstoffe sind dabei in der Tabelle 6-9 gegenübergestellt. Dabei wurde die Wärmeleitfähigkeit angegeben, diese ist das Vermögen eines Stoffes thermische Energie mittels Wärmeleitung zu transportieren. Je kleiner dieser Wert ist, desto größer ist seine Wärmedämmung.

Tabelle 6-9: Übersicht gängiger Dämmmaterialien[13]

Dämmmaterial	Wärmeleitfähigkeit W/(K·m)	Lieferform	Anwendung
Glaswolle	0,03-0,04	Matte, Filz	Dach, Fassade, Decke, Fußboden
Steinwolle	0,03-0,04	Matte, Filz	Dach, Fassade, Decke, Fußboden
Polystyrol EPS	0,035-0,040	Platten	Dach, Fassade, Decke, Fußboden
Polystyrol XPS	0,03-0,04	Platten	Kelleraußenwand, Dach
PUR-Hartschaum	0,025-0,03	Platten	Dach
Holzfasern	0,04-0,055	Matte, Filz	Dach, Fassade, Leichtbaukonstruktion
Holzwolle	0,09	Platten	Verkleidung, Putzträger
Flachs	0,04	Matte, Filz	Fassade, Dach
Perlite	0,05-0,055	Schüttgut	Fassade, Decke, Fußboden
Kalziumsilikat	0,050-0,065	Platten	Innenwanddämmung, Decke, Fußboden

Weitere wichtige Eigenschaften sind das Feuchtigkeitsverhalten, das Brandverhalten und die Schalldämmung. Am weitesten verbreitet sind Mineralwolle und Hartschaumstoff, aber auch ökologische Dämmstoffe werden mittlerweile vermehrt eingesetzt. Als Vorteil der Außendämmung ist zu nennen, dass die gesamte Gebäudehülle gedämmt wird und eine Wärmebrückenbildung vermieden wird. Die Innendämmung hat hingegen den Vorteil, dass die Fassade erhalten und die Dämmung vor Witterungseinflüssen geschützt bleibt. Als Nachteil einer Innendämmung erweist sich jedoch die begrenzte Dicke der Dämmung, die in einem Raum anwendbar ist, zudem wird durch die Innendämmung die Wohnfläche eingeschränkt und Wärmebrücken können nicht zu Gänze vermieden werden. Zusätzlich kommt es bei der Innendämmung zu notwendigen Neuinstallationen von Strom- und Heizungsbauteilen, wodurch zusätzliche Kosten entstehen. Ebenso nachteilig ist bei Innendämmung, dass das Mauerwerk als Wärmespeicher verloren geht und es dadurch zu größeren Platzverlusten kommt.

6.2.3 Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke

Bei den Geschoßdecken gibt es ähnlich viele Varianten wie bei den Außenwänden, dabei lassen sich wiederum Holzkonstruktionen von Massivdecken unterscheiden. Beispiele für mögliche Varianten sind:

- Dippelbaumdecken: bestehen aus unmittelbar nebeneinander liegenden, verdübelten Holzbalken.
- Hohlkörper- oder Stahlbetondecken: wie Ziegeldecke oder Betondecke
- Tramdecke: mehrschichtige Konstruktionen, bestehen aus Deckenuntersicht, Balkenlage und einer darüber liegenden Fußbodenkonstruktion

Die Holzdecken wurden ab 1930 durch die weitaus weniger dämmenden Stahlbetondecken ($U = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$) oder Ziegeldecken mit Aufbeton verdrängt ($U = 1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$). Für die Dämmung der obersten Geschoßdecke kommen meist druckfeste Dämmstoffe oder weiche Dämmstoffe zwischen Polsterhölzern zum Einsatz. Der Vorteil der Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke liegt in der Möglichkeit eine durchgehende Dämmschicht mit relativ geringem Aufwand zu erreichen. Als Nachteil ergibt sich eine Verringerung des verfügbaren Raumvolumens bzw. Änderung des Fußbodenaufbaus in diesem Bereich. Aufwendigere Varianten betreffen die Zwischensparrendämmung oder Aufsparrendämmung.

6.2.4 Wärmedämmung der Kellerdecke

Gebäudeseitige Sanierungsmaßnahmen des Kellers hängen eng mit seinem Nutzen zusammen. Soll der Keller beheizt werden, so müssen die Kellerwände und der Boden gedämmt werden, falls nicht, so ist ausschließlich die Kellerdecke zu dämmen. Um Wärmebrücken zu vermeiden ist eine Dämmung oberhalb der Kellerdecke zu bevorzugen. Im Falle einer Dämmung an der Unterseite der Decke bieten sich besonders Polystyrol- oder PUR-Platten an.

Als Nachteil greift die Dämmung auf der Kellerdecke unmittelbar in die herrschende Raumhöhe ein. Dies kann weitreichende Folgen wie Eingriffe in die Türhöhen, Verringerung der Fensterbrüstungshöhen, geringere Bodenabstände von Heizkörpern, Schaltern und Dosen bewirken.

Die Annahmen zu den untersuchten Gebäudetypen setzen sich zum einen aus den gebäudetechnischen Annahmen gemäß den von der IFEA erstellten Energieausweisen zusammen und zum anderen aus der Konkretisierung der thermischen Sanierungsmaßnahmen.

6.3 Energetische Charakteristika der anlagenseitigen Sanierung (Heizungstausch)

6.3.1 Gasheizung als Referenz

Der Gas-Konstanttemperaturkessel arbeitet energetisch sehr ineffizient verglichen mit modernen Brennwertsystemen bzw. anderen Heizkessel. Der Konstanttemperaturkessel arbeitet in der Regel mit Temperaturen zwischen 70 und 90 Grad, um Korrosionsschäden am Kessel vorzubeugen (Kondensation des im Gas enthaltenen Wassers), modernere Kessel verwenden hingegen andere Materialien und sind somit gegen Korrosion beständig [14].

Der Gas-Konstanttemperaturkessel weist einen besonders niedrigen Jahresnutzungsgrad (JNG) im Vergleich mit modernen Heizsystemen aus. Da es sich bei den analysierten Gebäuden um das Baujahr 1978 handelt und in Niederösterreich Gasheizungen dominieren, kann davon ausgegangen werden, dass es sich größtenteils um Gas-Konstanttemperaturkessel im Gebäudebestand handelt. In den Berechnungen wird hier ein JNG von 64,25% angenommen für Raumwärme, für die Warmwasseraufbereitung ein JNG von 40%. [15]

6.3.2 Qualitative Darstellung der Vorteile eines Umstiegs von fossil-basierten auf erneuerbar-basierten Raumwärme- u. Warmwassersystemen

Erneuerbar-basierte Raumwärme- und Warmwassersysteme bieten vor allem Vorteile bezüglich den Emissionen und somit auch der unmittelbaren Feinstaubbelastung vor Ort. Verbunden mit eigenen Stromerzeugungsanlagen wie z. B. Photovoltaik, Kleinwasserkraft oder Kleinwindkraft oder in Energiegemeinschaften kann somit der erforderliche Strombedarf gänzlich oder zu großen Teilen gedeckt werden. Zusätzlich ist man bei erneuerbar-basierten Raumwärme - u. Warmwassersystemen nicht auf internationale Rohstoffmärkte und deren Preis- und Lieferschwankungen angewiesen. Technologien wie Wärmepumpen sind außerdem besonders effizient, wenn sie mit Niedertemperatur betrieben werden, im Gegensatz zu Mitteltemperatur-Heizungen die somit auch mehr Energie verbrauchen, da das zirkulierende Wasser in den Heizungsrohren auf deutlich höhere Temperaturen erhitzt werden muss.

6.3.3 Heizungsverteilsystem/Wärmeübertragung an den zu beheizenden Raum

Bei Heizungssystemen unterscheidet man nicht nur nach der Art des eingesetzten Energieträgers, sondern auch in welcher Form die Wärme an den zu beheizenden Raum übertragen wird. Dabei sind folgende Möglichkeiten der Wärmeabgabe in breitem Einsatz:

- Wandheizung
- Fußbodenheizung
- Wasserheizung mit Radiatoren

Der Vorteil von Wasserheizungen mit Radiatoren ist die schnelle und flexible Regelmöglichkeit sowie die hohe Wiederaufheizleistung (ca. 1.300 W/m² bei max. Temperatur) [15]. Die Vorlauftemperatur von Radiatoren ist wesentlich höher als bei Wand- und Fußbodenheizungen, welche je nach Länge und Dämmungsgrad der Leitungen bis zu 90 °C betragen kann. Dies führt zu höheren Abstrahlverlusten. Bei Wand- und Fußbodenheizung erzielt man eine gleichmäßigere effizientere Raumtemperaturverteilung und es entsteht keine Aufwirbelung der Luft, die Vorlauftemperaturen liegen im Bereich von 30-50 °C und die Heizleistung bei 80 bis 200 W/m². Nachteilig wirkt sich die höhere Trägheit des Systems aus.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Man unterscheidet zwischen wasserführenden Flächenheizungen und elektrischen Flächenheizungen, wobei hier die elektrischen Flächenheizungen nicht betrachtet werden. Letztere sind in der Anschaffung günstiger als wasserführende Heizungen, jedoch erfordert deren Betrieb höhere Kosten. Bei wasserführenden Fußbodenheizungen unterscheidet man zwischen Nasssystemen und Trockensystemen. Bei Trockensystemen sind Heizleitungen bereits in vorgefrästen Trockenestrichelementen eingelassen. Bei wasserführenden Nasssystemen werden die Leitungen auf Dämmplatten verlegt und mit flüssigem Heiz-Estrich überdeckt und sind somit baulich dauerhaft in den Boden integriert.

Daten zu den Investitionskosten solcher Maßnahmen sind in Österreich allerdings nicht generell verfügbar und auch eine Literaturrecherche brachte keine zufriedenstellenden Ergebnisse, da die spezifischen Investitionskosten solcher Maßnahmen nicht in Studien oder dergleichen dokumentiert sind. Ein telefonischer Rundruf vom 24.10.2022 bei der Statistik Austria, der Innung der Installateure in Niederösterreich und am Amt der niederösterreichischen Landesregierung bestätigte den Autor*innen die Erkenntnis, dass repräsentative Daten zu spezifischen Investitionskosten nur eingeschränkt verfügbar sind. Diese Daten könnte man spezifisch in Österreich nur mit einer Umfrage bei ausführenden Betrieben bewerkstelligen, die jedoch den Rahmen dieser Studie überschreiten würde. Deshalb greift diese Studie auf Sekundärinformation aus Online Magazinen und Ratgebern zurück, die Kosten zu dieser Thematik aufbereitet haben. Hier werden vor allem die Kosten der Flächenheizungen in den verschiedensten Ausführungen beleuchtet und aus den vorhandenen Bandbreiten Mittelwerte pro m² gebildet. Diese spezifischen Investitionskosten werden dann auf die Referenzgebäude umgelegt (siehe Tabelle 6-10).

Eine Kostenaufstellung der Nass- und Trockensysteme wurde anhand der oben beschriebenen Systematik erstellt und ist in Tabelle 6-10 ersichtlich. Das Online Magazin Energieheld geht von durchschnittlichen Einsparungen von 10% bei gleichbleibender Heizanlage anhand der erreichten niedrigeren Vorlauftemperaturen aus.

Tabelle 6-10: Investitionskosten Fußbodenheizung, eigene Berechnung und Darstellung³

Fußbodenheizung	Spez. Investitionskosten[€/m ²]	Wohngebäude mit 1-2 WE, € inkl. USt.	Wohngebäude mit 3-10 WE € inkl. USt.	Wohngebäude mit >10 WE € inkl. USt.
Nasssystem	63	12.519	31.857	73.461
+ Entfernen alter Belag etc.	23	4.632	11.788	27.182
Trockensystem	68	13.589	34.580	79.739

Alte Heizkörper können natürlich auch mit moderneren und effizienteren Geräten ersetzt werden. Das Magazin bauenundsanieren.net, wies Mitte des Jahres 2020 für Heizkörper je nach Typ Kosten zwischen 175 und 1.625 Euro pro Stück aus, wie in Tabelle 6-11 ersichtlich ist.

Tabelle 6-11: Investitionskosten Heizkörper erneuern, eigene Berechnung und Darstellung⁴

Heizkörper	Spez. Investitionskosten[€/Stück]	Wohngebäude mit 1-2 WE, € inkl. USt.	Wohngebäude mit 3-10 WE € inkl. USt.	Wohngebäude mit >10 WE € inkl. USt.
Niedertemperaturheizkörper	750	6.000	18.000	48.000
Gliederheizkörper	325	2.600	7.800	20.800
Flach- /Plattenheizkörper (Standard)	200	1.600	4.800	12.800
Überflurkonvektoren	325	2.600	7.800	20.800
Unterflurkonvektoren	1.625	13.000	39.000	104.000
Röhren- oder Badheizkörper	175	1.400	4.200	11.200

6.3.4 Luft-Wasser Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe entzieht der Umgebung bzw. Umwelt Wärmeenergie und hebt damit das Heizungswasser auf ein höheres Temperaturniveau an, um damit für Gebäude Raumwärme und Warmwasser bereitzustellen. Bei der Luft-Wasser Wärmepumpe (LWP) wird im Speziellen der Umgebungsluft über einen Wärmetauscher Wärme entzogen und in der gegenständlichen Betrachtung einem bestehenden Wärmeverteilungssystem übergeben. Eine LWP kann innerhalb sowie außerhalb eines Gebäudes aufgestellt werden, wobei bei einer Innenaufstellung Luftkanäle für die ständige Frischluftzufuhr zu berücksichtigen sind. Soll eine Wärmepumpe neben der Bereitstellung von Raumwärme auch zur Warmwassergenerierung genutzt werden, so ist ein Warmwasserspeicher erforderlich, welcher in der Regel sehr klein ausgeführt und stets auf einer Temperatur von 60 °C gehalten wird, um eine Legionellenbildung zu vermeiden. Die Regelung der Wärmepumpenanlage verläuft weitgehend vollautomatisch, zudem kann der Wartungs- und Reinigungsaufwand sehr gering gehalten werden. Für den Betrieb einer

³ Eigene Berechnung basierend auf: [16]–[21]

⁴ Eigene Berechnung, Daten basieren auf [21]

Wärmepumpe, im Speziellen für den Antrieb des Verdichters, wird Strom benötigt, der über das Netz bezogen wird. Somit wird die CO₂-Intensität dieser Heizform unmittelbar über den eingesetzten Strommix definiert. Im Jahr 2020 lag die Bruttostromerzeugung in Österreich bei 80,1 % erneuerbaren Energieträgern, 0,8 % aus Kohle, 1% aus Öl, 14,4% aus Naturgas, 2,6% aus Kohlegasen und 1,1% aus brennbaren Abfällen [22]. Daraus, sowie aufgrund des hohen Anteils an Umweltwärme, lassen sich geringe CO₂-Emissionen für die Wärmepumpentechnologie ableiten.

Als Nachteil einer LWP ist zu nennen, dass diese bei sehr niedrigen Außentemperaturen einen niedrigen Anteil an Umweltwärme zu Verfügung hat und dadurch einen niedrigeren Wirkungsgrad bzw. eine niedrigere Jahresarbeitszahl aufweist. Besonders bei Altbauwohnungen mit hohen erforderlichen Vorlauftemperaturen im Bereich des Wärmeverteilsystems ist eine LWP weniger geeignet, da mit einer geringeren Jahresarbeitszahl höhere verbrauchsgebundene Kosten anfallen. Genereller Vorteil einer Wärmepumpe ist neben dem geringen Aufwand für Wartung und Reinigung vor allem die vollautomatische Regelung des Aggregats. Ein weiterer Vorteil der Luft-Wärmepumpe ist zudem, dass kein Brennstofflager und kein Kamin benötigt werden und der Installationsaufwand dadurch relativ gering bleibt.

Wie bereits erwähnt werden für die energetische Beurteilung von Wärmepumpen Jahresarbeitszahlen (JAZ) verwendet.⁵ Generell ist zu sagen, dass zum einen für installierte Wärmepumpen in Neubauten die Messergebnisse von JAZ stark schwanken, und andererseits speziell für Altbauten wenige Messergebnisse für reale Jahresarbeitszahlen vorliegen.

Analog zu den bisher dargestellten Heiztechnologien wird die Jahresarbeitszahl eines Wärmepumpenaggregats unter Berücksichtigung von Wärmeübergabe und -verteilung unterschiedlich für Raumwärme (RW)- und Warmwassergenerierung (WW) ermittelt. Als Basis für die anlagenseitige Sanierung dient in dieser Studie ein Gebäude im unsanierten Zustand, demnach bleibt das bestehende von der Wärmeerzeugung unabhängige Wärmeverteilungs- und Wärmeübergabesystem unangetastet, es wird ausschließlich die Heiztechnologie (Wärmeerzeugung, Regelung, Speicher) getauscht. Für eine umfassende Betrachtung der JAZ wird neben dem Betrieb für das Wärmepumpenaggregat ebenso Hilfsenergie für das Heizverteilsystem benötigt. Für ein Gebäude mit 1 WE wurden demnach 2,64 kWh/m² und für 3-10 und >10 WE jeweils 1,08 kWh/m² herangezogen und in die Berechnung der JAZ inkludiert [23].

⁵ Die Jahresarbeitszahl beschreibt das Verhältnis aus abgegebener Nutzwärme und der eingesetzten elektrischen Energie für den Antrieb des Verdichters und der Hilfsantriebe, bezogen auf das Zeitintervall eines Jahres beschreibt.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die Gesamt-JAZ ergibt sich schließlich durch die Gewichtung bzw. durch den jeweiligen Anteil an Raumwärme- und Warmwasserbedarf an der gesamten Wärmebereitstellung. Wie sich die JAZ für ein Luft-Wasser Wärmepumpensystem nach Gebäudeart zusammensetzt ist in Tabelle 6-12 dargestellt.

Tabelle 6-12: Jahresarbeitszahl für Luft-Wärmepumpensysteme nach Gebäudeart

Jahresarbeitszahl Luft-Wärmepumpe für <u>1-2 WE</u>		
	für Raumwärme	für Warmwasser
JAZ Erzeugung ¹	3,80	4,60
Wirkungsgrad Verteilung ²	97,1	70,4
Wirkungsgrad Übergabe ²	98,0	100,0
Gesamt-JAZ	3,62	3,24
für Raumwärme + Warmwasser		
Gesamt-JAZ, exkl. Hilfsenergie (inkl. Hilfsenergie)	3,59 (3,45)	
Jahresarbeitszahl Luft-Wärmepumpe für <u>3-10 WE</u>		
	für Raumwärme	für Warmwasser
JAZ Erzeugung	3,80	4,60
Wirkungsgrad Verteilung ²	99,0	70,4
Wirkungsgrad Übergabe ²	98,0	100,0
Gesamt-JAZ	3,69	3,24
für RW + WW		
Gesamt-JAZ, exkl. Hilfsenergie (inkl. Hilfsenergie)	3,65 (3,55)	
Jahresarbeitszahl Luft-Wärmepumpe für <u>>10 WE</u>		
	für Raumwärme	für Warmwasser
JAZ Erzeugung	3,80	4,60
Wirkungsgrad Verteilung ²	99,0	70,4
Wirkungsgrad Übergabe ²	98,0	100,0
Gesamt-JAZ	3,69	3,24
für Raumwärme + Warmwasser		
Gesamt-JAZ, exkl. Hilfsenergie (inkl. Hilfsenergie)	3,64 (3,54)	

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung.

¹ basierend auf Angaben des Bundesverbands WärmePumpe Austria (WPA).

² basierend auf Ebert et al. (2008).

Da neben der Einzelbetrachtung der jeweiligen Heiztechnologie zudem eine Betrachtung einer Kombination mit einer thermischen Solaranlage erfolgt, ist hierfür auch eine gesonderte energetische Betrachtung erforderlich.

Die Tabelle 6-13 zeigt die erhöhte Gesamt-Jahresarbeitszahl je nach Gebäudeart für eine Kombination bestehend aus einer Luft-Wärmepumpe und einer Solarthermieanlage, wobei festzustellen ist, dass durch die Kombination die rechnerische Gesamt-JAZ um 1,5 bis 2 (absolut betrachtet) gesteigert werden kann.

Tabelle 6-13: Jahresarbeitszahl für Luft-Wärmepumpensysteme mit Solarthermie nach Gebäudeart

Jahresarbeitszahl Luft-WP+Solar für <u>1-2 WE</u>	
für Raumwärme + Warmwasser	
Gesamt-JAZ, inkl. Hilfsenergie	4,98
Jahresarbeitszahl Luft-WP+Solar für <u>3-10 WE</u>	
für Raumwärme + Warmwasser	
Gesamt-JAZ, inkl. Hilfsenergie	5,56
Jahresarbeitszahl Luft-WP+Solar für <u>>10 WE</u>	
für Raumwärme + Warmwasser	
Gesamt-JAZ, inkl. Hilfsenergie	5,06

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung.

6.3.5 Erdreich-Wasser Wärmepumpe

Bei der Erdreich-Wasser Wärmepumpe (EWP) wird nicht wie bei der Luft-Wärmepumpe der Umgebungsluft, sondern dem Erdreich Wärme entzogen und über einen Wärmetauscher dem bestehenden Heizsystem übergeben. Die EWP arbeitet bei einem Vorlauftemperaturniveau von 40 °C optimal, jedes Grad Celsius höher verringert die Effizienz der Wärmepumpe um etwa 2 %. Man unterscheidet verschiedene Ausführungsarten der Wärmequellenanlage:

- Erdsonden
- Flächenkollektor
- Grabenkollektor

Bei der Erdsonde wird dem Erdreich über mehrere Bohrungen, die bis zu 100 Meter Tiefe reichen im Abstand von 5 bis 10 Meter Wärme entzogen. Je nach Beschaffenheit des Erdmaterials kann dem Erdreich zwischen 20 W/m (schlechter Untergrund, trockene Lockergesteine) und 84 W/m [24] (Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit) Wärme entzogen werden. Erdwärmekollektoren werden in geringe Tiefen verlegt (ca. 1,3 m), wobei die zu verlegende Fläche einerseits vom Wärmebedarf andererseits auch von der Zusammensetzung und Feuchtigkeit des Erdreiches abhängt.

Der Vorteil der Erdwärmepumpe besteht darin, dass das Temperaturniveau des Erdreiches im Jahresverlauf relativ konstant ist und somit eine hohe Jahresarbeitszahl erreicht werden kann, die über jener der Luft-Wärmepumpe liegt. Zudem sind bei einer Wärmepumpe neben der vollautomatischen Regelung vor allem der geringe Aufwand für Wartung und Reinigung als Vorteile zu nennen. Ebenso von Vorteil ist der geringe Platzbedarf im jeweiligen Gebäude, da kein Brennstofflager sowie Schornstein benötigt werden. Auf der anderen Seite wird jedoch speziell für die EWP, je nach Ausführungsart, Platz für die Wärmequellenanlage (Verlegung eines

Flächenkollektors bzw. Bohrung von Erdwärmesonden) benötigt, der aufgrund von örtlichen Gegebenheiten oftmals nicht vorhanden ist. Nicht zu empfehlen ist der Einsatz von EWP im Bereich von Altbauten mit erforderlichen Vorlauftemperaturen des Wärmeverteilsystems von Wärmeverteilsysteme auf bis zu 90 °C, da hier für die EWP mit einer geringeren Jahresarbeitszahl und damit verbundenen höheren Betriebskosten zu rechnen wäre.

Wie für die Luft-Wärmepumpe gilt auch für die EWP, dass die Messergebnisse zum Jahresnutzungsgrad von installierten Wärmepumpen in Neubauten, je nach Anwendung und Dimensionierung, eine hohe Schwankungsbreite aufweisen [25]. Demnach wurden in einer Studie zwanzig Erdreich-Wärmepumpen (mit gleichzeitiger Warmwasser-Bereitung) auf ihre tatsächliche Performance hin einem Monitoring unterzogen und ergab eine durchschnittliche JAZ von 4,15. Für Altbauten stehen jedoch, selbst nach einer umfassenden Literaturrecherche, wenig belastbare reale Messergebnisse zur Verfügung. Die für die Wärmequellenanlage verwendete JAZ von 4,3 wurde schließlich vom Bundesverband Wärmepumpe Austria zur Verfügung gestellt und dient als Grundlage für weitere Berechnungen.

Um die JAZ für das gesamte Heizsystem zu ermitteln müssen ebenso die Verluste durch die Wärmeverteilung sowie jene durch die Wärmeübergabe herangezogen werden, zudem muss zwischen Raumwärme (RW)- und Warmwassergenerierung (WW) unterschieden werden. Als Basis für eine anlagenseitige Sanierung dient in dieser Studie ein Gebäude im unsanierten Zustand, demnach bleibt das bestehende, von der Wärmeerzeugung unabhängige Wärmeverteilungs- und Wärmeübergabesystem unangetastet, es wird ausschließlich die Heiztechnologie (Wärmeerzeugung, Regelung, Speicher) getauscht. Neben den Verlusten, die durch die Erzeugung, die Verteilung und die Übergabe der Wärmebereitstellung entstehen, ist aus energetischer Sicht zudem die Hilfsenergie für die Pumpen zu berücksichtigen. Dabei wurden für ein Gebäude mit 1 WE 4,11 kWh/m² und für 3-10 und >10 WE jeweils 2,39 kWh/m² herangezogen und in der Berechnung der JAZ berücksichtigt [23].

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die Gesamt-JAZ ergibt sich schließlich durch die Gewichtung bzw. durch den jeweiligen Anteil an Raumwärme- und Warmwasserbedarf an der gesamten Wärmebereitstellung. Wie sich die JAZ für ein Erdreich-Wasser Wärmepumpensystem nach Gebäudeart zusammensetzt ist in folgender Tabelle 6-14 dargestellt.

Tabelle 6-14: Jahresarbeitszahl für Erd-Wärmepumpensysteme nach Gebäudeart

Jahresarbeitszahl Erd-Wärmepumpe für <u>1-2 WE</u>		
	für Raumwärme	für Warmwasser
JAZ Erzeugung ¹	4,30	4,30
Wirkungsgrad Verteilung ²	97,1	70,4
Wirkungsgrad Übergabe ²	98,0	100,0
Gesamt-JAZ	4,09	3,03
für Raumwärme + Warmwasser		
Gesamt-JAZ, exkl. Hilfsenergie (inkl. Hilfsenergie)	4,01 (3,74)	
Jahresarbeitszahl Erd-Wärmepumpe für <u>3-10 WE</u>		
	für Raumwärme	für Warmwasser
JAZ Erzeugung	4,30	4,30
Wirkungsgrad Verteilung ²	99,0	70,4
Wirkungsgrad Übergabe ²	98,0	100,0
Gesamt-JAZ	4,17	3,03
für Raumwärme + Warmwasser		
Gesamt-JAZ, exkl. Hilfsenergie (inkl. Hilfsenergie)	4,04 (3,79)	
Jahresarbeitszahl Erd-Wärmepumpe für <u>>10 WE</u>		
	für Raumwärme	für Warmwasser
JAZ Erzeugung	4,30	4,30
Wirkungsgrad Verteilung ²	99,0	70,4
Wirkungsgrad Übergabe ²	98,0	100,0
Gesamt-JAZ	4,17	3,03
für Raumwärme + Warmwasser		
Gesamt-JAZ, exkl. Hilfsenergie (inkl. Hilfsenergie)	4,03 (3,76)	

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung.

¹ basierend auf Angaben des Bundesverbands WärmePumpe Austria (WPA).

² basierend auf Ebert et al. (2008).

Neben der Einzelbetrachtung der jeweiligen Heiztechnologie erfolgt ebenso die energetische Analyse einer Kombination mit einer thermischen Solaranlage.

6.3.6 Wärmepumpenvarianten mit PV Anlage

Einen Teil der benötigten elektrischen Energie für die Wärmepumpen kann auch mit Photovoltaikanlagen selbst erzeugt werden. Für diese Betrachtung sind je nach Gebäudecharakteristika verschiedene PV-Anlagenleistungen zugeordnet:

Tabelle 6-15: Zuordnung von PV-Anlagenleistungen zu den Modellgebäuden

Gebäudecharakteristika	PV-Anlagenleistung
A. Einfamilienhaus EFH (1-2 Wohneinheiten)	4,9 [kWpeak]
B. Mehrfamilienhaus MFH (3-10 Wohneinheiten)	19,9 [kWpeak]
C. Mehrfamilienhaus MFH (>10 Wohneinheiten)	45,9 [kWpeak]

Verweis energetische und ökonomische Eckdaten PV Anlagen Kapitel 6.4

Kombiniert mit PV Anlagen kann vor allem in den Sommermonaten ein Großteil der benötigten Energie zur Erzeugung von Warmwasser bereitgestellt werden. In den Wintermonaten, wenn der Heizbedarf besonders hoch ist, leisten PV Anlagen auch nur begrenzt Energie für die Wärmepumpen durch weniger Sonnenstunden.

6.3.7 Wärmepumpe für die Kühlung

Mit Hilfe einer Wärmepumpe kann die Raumtemperatur nicht nur erhöht, sondern auch gesenkt werden. Je nach der Art der Wärmepumpe ist diese auf unterschiedliche Weisen dazu im Stande Kühlvorgänge zu bewerkstelligen [26]. Bei Verwendung herkömmlicher Heizkörper ist eine Kühlung mit einer Wärmepumpe leider nicht möglich. Für die passive Kälteerzeugung (hier ist der Aufwand darauf beschränkt, die natürliche Kältequelle zu erschließen und per Medium zur Nutzung im Raum zu transportieren) wird die Wärmepumpe zur Kühlung mit einer Fußbodenheizung verwendet. Hier zirkuliert kaltes Wasser durch die Rohe. So kann die Raumtemperatur um bis zu 3°C gesenkt werden [27].

Für die aktive Kühlung mit Zusatznutzen stehen Abwärmenutzung z.B. zur Warmwassererwärmung), Wärmespeicherung im Erdreich oder Regeneration von Wärmequellen zur Möglichkeit. Wenn keine aktive Kühlung mit Zusatznutzen möglich ist wird durch die Prozess-Umkehrfunktion der Wärmepumpe anstatt der Umgebung warme Luft zu entziehen und damit die Räume zu heizen, die Wärme aus den Räumen an die Umgebung abgegeben [26]. Auch mit dieser Art der Kühlung kann man die Raumtemperatur um bis zu 3°C senken [27].

6.3.8 Mittel- und Hochtemperaturwärmepumpen

Neben den klassischen Wärmepumpen gibt es auch sogenannte Hochtemperatur-Wärmepumpen, die für den Betrieb mit höheren Vorlauftemperaturen ausgelegt sind. Diese Wärmepumpen eignen sich somit für den Betrieb in schlecht gedämmten Gebäuden mit hoher Heizlast bzw. mit einem Heizverteilsystem bestehend aus Heizkörpern. Hier werden mehrstufige Kreisprozesse beim Verdichten verwendet, um Vorlauftemperaturen von 70-90 °C zu erreichen. In einem ersten Schritt wird die Temperatur auf 40 °C gehoben und in einem zweiten Schritt wird auf dieser Temperatur aufgebaut, um die angestrebten Zielwerte zu erreichen [14].

6.3.9 Fern- und Nahwärme

Fernwärme und Nahwärme sind geografisch meistens in Ballungszentren vorhanden und nicht für jeden Haushalt verfügbar. Besonders in ländlichen Gegenden ist kein Fernwärmenetz vorhanden und es muss daher auf Alternativen ausgewichen werden, hier sind oft Pelletsheizungen im Einsatz. Das Bundesministerium für Klimaschutz zählt die Fernwärme zu den saubersten, komfortabelsten und umweltfreundlichsten Form der Wärmeversorgung [22]. Hier werden die Verbraucher*innen direkt mit heißem Wasser versorgt und somit ist diese Versorgung auch besonders für ältere, bestehende Heizungsanlagen geeignet, da sie höhere Temperaturen benötigen. Für Konsument*innen entfällt jegliche Wartung, allein die oft rechnerische Ermittlung des Verbrauchs in Mehrparteienhäusern ist schwer nachzuvollziehen, da es oft keine genaue Messung mittels Wärmemengenzähler gibt. Regulatorisch unterliegt die Fernwärme in Österreich dem Preisgesetz, in der Praxis handelt es sich um ein natürliches Monopol, bei dem es nicht möglich ist seinen Lieferanten frei zu wählen oder als Produzent von Wärme einspeisen zu können, im Gegensatz zu allen anderen Energieträgern für Warmwasserbereitstellung und Raumwärme.

Die Fern- & Nahwärme ist in der Lage hohe Temperaturen direkt an die Verbraucher zu liefern und ist für energieintensive Wärmeabnehmer energetisch sehr gut geeignet. So beträgt der thermische Heizwärmebedarf zwischen 29% und 37% weniger als bei der Referenztechnologie im unsanierten Einfamilienhaus. Die Wärme wird in der Regel zentral erzeugt und mit hohen Temperaturen in ein Wärmenetz eingespeist. Klassische Erzeuger von Wärme sind Müllverbrennungsanlagen, Heizwerke (fossil betrieben bzw. erneuerbar), Gaskraftwerke mit Wärmeauskopplung und Abwärme von Industriebetrieben. Potential bietet auch die Geothermie, wie internationale Beispiele zeigen (z. B. Island) und die in Zukunft auch hierzulande erschlossen werden soll.

6.3.10 Thermische Solaranlagen

Thermische Solaranlagen nutzen die Wärme der Sonneneinstrahlung und führen diese über ein Wärmeträgermedium einem Verbraucher zu. Dabei wird das Wärmeträgermedium (Wasser-Frostschutzgemisch) in einem südseitig ausgerichteten Kollektor über die Sonnenenergie erwärmt und in einem Pufferspeicher zwischengespeichert. Von dort wird die Wärme über einen Wärmetauscher an das Nutzwasser übertragen. Das Wärmeträgermedium wird mit Hilfe einer Pumpe umgewälzt. Als Kollektortypen kommen Flachkollektoren oder Vakuum-Röhrenkollektoren zum Einsatz. Der Flachkollektor besteht aus einer beschichteten Metallplatte, der sogenannten Absorberfläche, mit integrierten Rohren, welche vom Trägermedium durchflossen werden. Die Absorberfläche ist auf der Rückseite mit einer Dämmung versehen und auf der Vorderseite mit 1- oder 2-Schichten Glas abgedichtet. Die Flachkollektoren zeichnen sich durch ihre geringen Investitionskosten aus und werden überwiegend eingesetzt. Bei den Vakuum-Röhrenkollektoren befindet sich die Absorberfläche in einem evakuierten Glasrohr. Vakuumkollektoren weisen eine hohe Leistungsfähigkeit bei großen Temperaturdifferenzen zwischen Absorber und Umgebung auf, allerdings ist in der Anschaffung mit höheren Investitionskosten zu rechnen [28].

Thermische Solaranlagen werden zur Warmwasserbereitung, zur Raumheizung und zur Schwimmbadbeheizung eingesetzt. Grundsätzlich ist eine Solaranlage mit jedem Heizsystem sinnvoll kombinierbar. Einschränkungen in den untersuchten Gebäudesegmenten können

allerdings aus Sicht des Denkmalschutzes entstehen. In der Richtlinie „*Energieeffizienz am Baudenkmal*“ des Bundesdenkmalamtes werden zahlreiche Einschränkungen für die Errichtung von Solarenergie- und Photovoltaikanlagen im denkmalgeschützten Architekturbereich formuliert: [29]

- Anbringung neben dem Baudenkmal: Nebengebäude, Stützmauern, Gartenböschungen etc. (jedoch keine Flächen von historischen Gartenanlagen) können sich im Umfeld von Baudenkmalen im Einzelfall für die Anbringung von Solar- und Photovoltaik-elementen eignen, sofern diese Strukturen nicht einen Bestandteil der historischen Denkmalanlage bilden
- Anbringung am Baudenkmal nicht einsehbar: Am Denkmal selbst ist die Installation von Anlagen nur im begründeten Einzelfall möglich
- Anbringung am Baudenkmal einsehbar: Auf Flächen am Baudenkmal, wie etwa vom öffentlichen wie halböffentlichen Raum sowie von wesentlich zur historischen Struktur des Baudenkmalen gehörenden Räumen und Standorten einsehbar sind, ist eine Installation von Kollektoren grundsätzlich nicht möglich.

Eine gut geplante thermische Solaranlage sollte bei ausschließlicher Unterstützung der Warmwasserbereitung einen Deckungsgrad von mindestens 60 % erreichen [30]. Der Warmwasserbedarf hängt wie auch der Kaltwasserverbrauch sehr stark vom individuellen Nutzerverhalten ab. Abhängig davon wurde bei der Dimensionierung der Solaranlagen für die untersuchten Modellgebäude wie folgt vorgegangen:

1. Ermittlung des täglichen Warmwasserbedarfs bzw. des Warmwasserwärmebedarfs
2. Berechnung des benötigten Volumens des Warmwasserspeichers
3. Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs für den sanierten und unsanierten Gebäudezustand
4. Ermittlung der Kollektorfläche

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Auf Basis dieser Überlegungen wurden die drei Modellanlagen, wie in der nachfolgenden Tabelle 6-16 zusammengefasst, konzipiert.

Tabelle 6-16: Technische Eckdaten der Solaranlage nach Gebäudeart

Technische Daten Solaranlage				
	[Einheit]	1-2WE	3-10WE	>10WE
Kollektorfläche (sanierter, unsanierter)	[m ²]	12	18	27
Flachkollektor	[-]	blau hochselektiv		
Glasart	[-]	Solarglas		
Montage	[-]	Inndach		
Frischwasserstation	[-]	Schichtspeicher mit Rippenrohrwärmetauscher		
Wärmebedarf Warmwasser pro Tag	[kWh/d]	4,1	17,8	40,9
Wärmebedarf Warmwasser pro Jahr	[kWh/a]	1.490	6.480	14.940
Speicher (sanierter, unsanierter)	[l]	800	1.200	1.800
Hilfsenergiebedarf	[kWh/m ² Kollektorfläche,a]	7,85	6,95	5,59

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung.

Annahme: Wärmebedarf Warmwasser/Person = 1,7 kWh/d = 30 Liter/Person/Tag; Kollektorertrag = 350 kWh/(m²a)

Der in der Tabelle 6-16 angesetzte Hilfsenergiebedarf resultiert aus dem Betrieb bzw. Regelung der Pumpengruppe zur Umwälzung des Wärmeträgermediums. Der Vorteil bei Sonnenkollektoren ist, dass die Betriebskosten bei der Sonnenenergienutzung gegen Null gehen, jedoch die Sonneneinstrahlung nicht immer auf dem erforderlichen Niveau vorhanden ist. Somit wird die Solarthermie für die Warmwasserbereitstellung verwendet, darüber hinaus kann die Technologie jedoch nur als Unterstützung für die Raumwärmebereitstellung herangezogen werden, sodass eine weitere Heizungstechnologie erforderlich ist. Diese weitere Heiztechnologie in Kombination mit der Solaranlage führt zu höheren Investitionskosten und längeren Amortisationszeiten.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Um die Vielzahl an Parametern einfacher bei der Berechnung des Deckungsgrades handhaben zu können, wurde die Berechnung durch ein Simulationsprogramm (GetSolar - Simulationsprogramm für die Ermittlung der Wärmelieferung aus thermischen Solaranlagen) unterstützt. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in der nachfolgenden Tabelle 6-17 dargestellt.

Tabelle 6-17: Ergebnis der Simulation zur Integration der Solaranlagentechnik

Ergebnis der Simulation Solaranlagentechnik				
	[Einheit]	1-2WE	3-10WE	>10WE
Beitrag Solarenergie zur Deckung von WW+RW für <u>saniertes</u> Gebäude	[kWh/a]	4.200	6.300	9.450
Beitrag Solarenergie zur Deckung von WW+RW für <u>unsaniertes</u> Gebäude	[kWh/a]	4.200	6.300	9.450
Deckungsrate WW, saniert	[%]	79,0	70,2	59,8
Deckungsrate WW, unsaniert	[%]	75,0	65,0	53,3
Deckungsrate RW, saniert	[%]	11,7	7,8	6,5
Deckungsrate RW, unsaniert	[%]	5,2	5,2	3,9
Deckungsrate gesamt, saniert	[%]	23,7	20,3	18,3
Deckungsrate gesamt, unsaniert	[%]	9,4	10,0	8,5

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung.

Annahme: Kollektorertrag = 350 kWh/(m²a).

WW: Warmwasser; RW: Raumwärme

In Tabelle 6-18 ist eine Kombination bestehend aus einer Erd-Wärmepumpe und einer Solarthermieanlage dargestellt. Hierbei kann festgestellt werden, dass durch die Kombination die Gesamt-JAZ um 1,75 bis 2,4 (absolut betrachtet) gesteigert werden kann.

Tabelle 6-18: Jahresarbeitszahl für Erd-Wärmepumpensysteme mit Solarthermie nach Gebäudeart

Jahresarbeitszahl Erd-WP+Solar für <u>1-2 WE</u> für Raumwärme + Warmwasser	
Gesamt-JAZ, inkl. Hilfsenergie	5,61
Jahresarbeitszahl Erd-WP+Solar für <u>3-10 WE</u> für Raumwärme + Warmwasser	
Gesamt-JAZ, inkl. Hilfsenergie	6,18
Jahresarbeitszahl Erd-WP+Solar für <u>>10 WE</u> für Raumwärme + Warmwasser	
Gesamt-JAZ, inkl. Hilfsenergie	5,52

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung.

6.4 Energetische und ökonomische Betrachtung der Photovoltaiktechnologie

Im gegenständlichen Projekt erfolgt eine umfassende Bewertung anlagenseitiger (technischer) Initiativen im Bereich der Wärmeenergieerzeugung im niederösterreichischen Wohngebäudebestand. Im Projekt werden diese anlagenseitigen Sanierungsmaßnahmen mit der thermischen Gebäudesanierung verglichen und hinsichtlich potentieller Interaktionen abgegrenzt. Ziel ist die Bewertung der betriebswirtschaftlichen sowie der ökologischen Charakteristika von

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

anlageseitigen Initiativen gegenüber thermischen Sanierungsmaßnahmen aus Sicht der Konsument*innen als Anwender*innen in seinem spezifischen Wohnumfeld.

Neben der Integration von verschiedenen Wärmebereitstellungstechnologien auf Basis erneuerbarer Energieträger werden die - besonders für eine nachhaltige Versorgung mit Elektrizität wichtigen - Photovoltaik-Technologien in diesem Projekt in einem eigenen Kapitel behandelt. Auch stellen PV-Anlagen oftmals einen wichtigen Bestandteil innovativer Gesamtsysteme dar. So sind diese PV-Anlagen sowohl mit als auch ohne Kombination mit Wärmepumpen möglich, womit der Konnex zu den Wärmebereitstellungstechnologien plakativ dargestellt werden kann.

Ob der Einsatz einer Photovoltaik-Anlage zur Unterstützung der Wärmepumpe sinnvoll bzw. effizient ist, kann für verschiedene Anlagengrößen, abgestimmt auf die Wohngebäudegröße anhand der Differenz zwischen eingespeistem und benötigtem Strom berechnet werden. Eine Wärmepumpe ausschließlich mit PV-Strom erweist sich als problematisch. Da PV-Anlagen in unseren Breitengraden nur geringe Nennleistungen aufweisen, eignen sie sich nicht, um damit ausschließlich die Wärmepumpe zu versorgen. Besonders im Winter, wenn die Wärmepumpe Strom benötigt, produziert die PV-Anlage nur wenig Strom. Dies durch eine ausreichend große Fläche mit Photovoltaik-Modulen zu umgehen, erweist sich aufgrund der Investitionskosten als unwirtschaftlich. Verfügt das System jedoch über eine ausreichend ausgelegte PV-Anlage und einen Langzeitspeicher für die Energie, wird die Wärmepumpe damit zur "Null-Emissions-Heizung".

Speziell im Bereich Photovoltaik ist zudem auf die besonderen Einflüsse von Seiten der Fördergesetzgebung zu achten.

Aufgrund dieser Rahmenbedingungen erfolgte die Integration der Photovoltaik-Technologie in das gegenständliche Projekt über nachfolgende Methodik:

- **Auswahl von drei Photovoltaik-Anlagenkapazitäten abgestimmt auf die drei untersuchten Modellgebäude analog zu den in Kapitel 6 untersuchten Wärmebereitstellungstechnologien**

Tabelle 6-19: Zuordnung von PV-Anlagenleistungen zu den Modellgebäuden

Gebäudecharakteristika	PV-Anlagenleistung
Einfamilienhaus (1-2 WE)	4,9 [kW _{peak}]
Mehrfamilienhaus (3-10 Wohneinheiten)	19,9 [kW _{peak}]
Mehrfamilienhaus (mehr als 10 Wohneinheiten)	45,9 [kW _{peak}]

Tabelle: Zuordnung von PV-Anlagenleistungen zu den Modellgebäuden

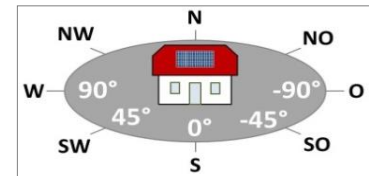
GEBÄUDECHARAKTERISTIKA	PV-ANLAGENLEISTUNG
A. EINFAMILIENHAUS EFH (1-2 WOHNHEITEN)	4,9 [kW _{peak}]

1. Allgemeine Angaben

Einstrahlung (horizontale Fläche): 1031,0 kWh/m²a

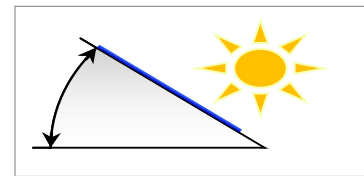
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung: 1152,3 kWh/m²a

Ausrichtung: -15 ° (als Mittelwert verschiedener Ausrichtungen)



Die Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (z.B.: -45° = SO)

Aufstellung: 15° (als Mittelwert verschiedener Ausrichtungen)



Die Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)

Randbedingungen: Es kommt zu keiner Verschattung der Anlage, die Anlage ist hinterlüftet und nach dem Stand der Technik ausgeführt

2. Technische Auslegung

Größe der Anlage: Anlagenleistung: 4,90 [kWp]

Gesamtfläche: 29,23 [m²]

Gesamtwirkungsgrad: 16,26 [%]

Systemnutzungsgrad: 13,99 [%]

Anzahl der Module: 18 [Module]

Moduldaten: Modulfläche: 1,6700 [m²/Modul]

Nennleistung: 0,28 [kWp/Modul]

Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen): 16,77 [%]

Wechselrichterdaten: europ. Wirkungsgrad: 97,0 [%]

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

3. Förderungen für Niederösterreich

Anlagenart	Anlagengröße		Landesförderung		Bundesförderung
Aufdach			Investition		Investition
Zu- oder Abschlag?	0,01-10	kWp	-	-	285 €/1kWp
weder noch	>10-20	kWp	-	-	250 €/1kWp
	>20-100	kWp	-	-	180 €/1kWp
	>100-1000	kWp	-	-	170 €/1kWp

Information:

keine Landesförderung

Gewünschte Vergütung: EAG Investzuschuss

4. Angaben zur Überschusseinspeisung

Hilfestellung - Abschätzung des Eigenverbrauchs auf Basis des Tools <http://www.energieinstitut.at/tools/susi/>

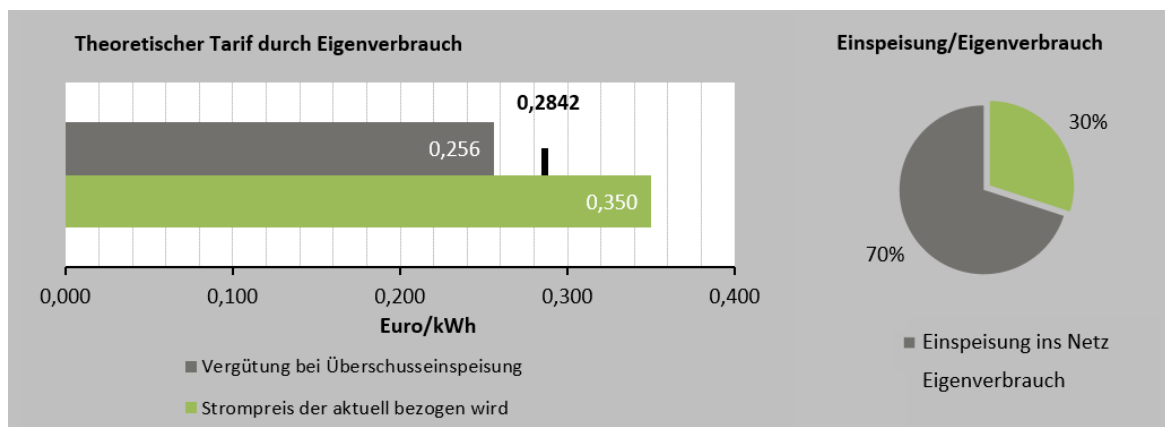
Angabe des Strom-Eigenverbrauches: 30 [%]

Einspeisung in das öffentliche Netz: 70 [%]

Strompreis der aktuell bezogen wird: 0,350 [€/kWh]

Vergütung bei Überschusseinspeisung: 0,256 [€/kWh]

Errechnete Vergütung: 0,2842 [€/kWh]



5. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Investitionskosten:

Spezifische Kosten pro kWp: 1 900 [€/kWp]

Eigenkapitalquote: 100%

3,00%; 10 Jahre; 3 Jahre 4 Jahre

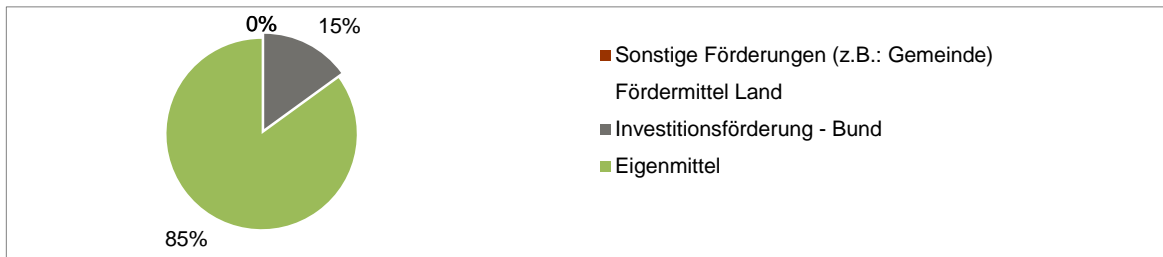
Gesamtkosten der Anlage: 9 310 [€]

Investitionsförderung Bund: 1 397 [€]

Sonstige Förderung: 0[€]

EK [€]:

Investitionskosten: 7 914 [€]



Laufende Kosten:

Wechselrichteraustausch in 25 Jahren: einmal 2 500 [€/Austausch]

Laufende Kosten (Wartung, Versicherung): 0,40 [%]

Ertragsminderung (Degradation) pro Jahr: 0,50 [%]

Entwicklung:

Inflationsrate/Jahr: 4,0 [%]

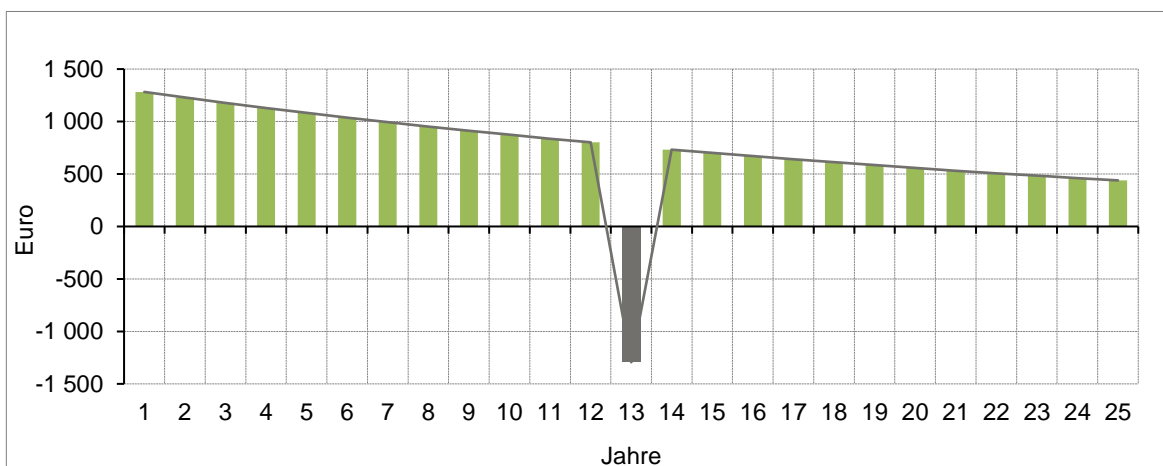
Aktueller Strompreis: 0,350 [€/kWh]

Aktuelle Vergütung für Einspeiser (EUV): 0,256 [€/kWh]

Strompreissteigerung/Jahr: 2,0 [%]

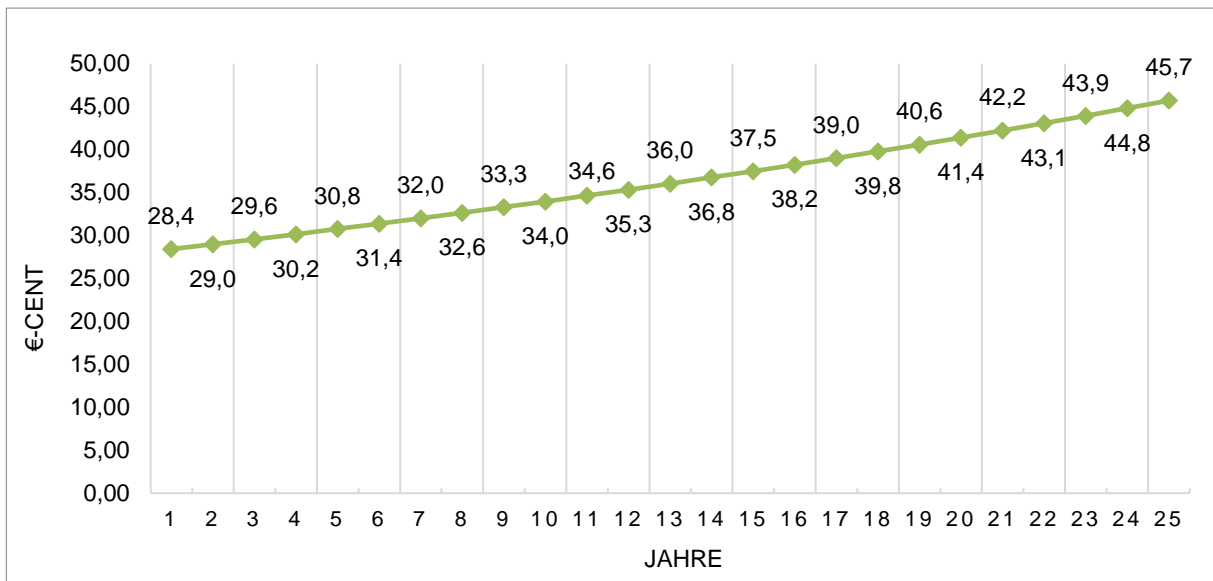
Kalkulationszinssatz: 2,0 [%]

Übersicht über die jährlichen Einnahmen (Barwerte)

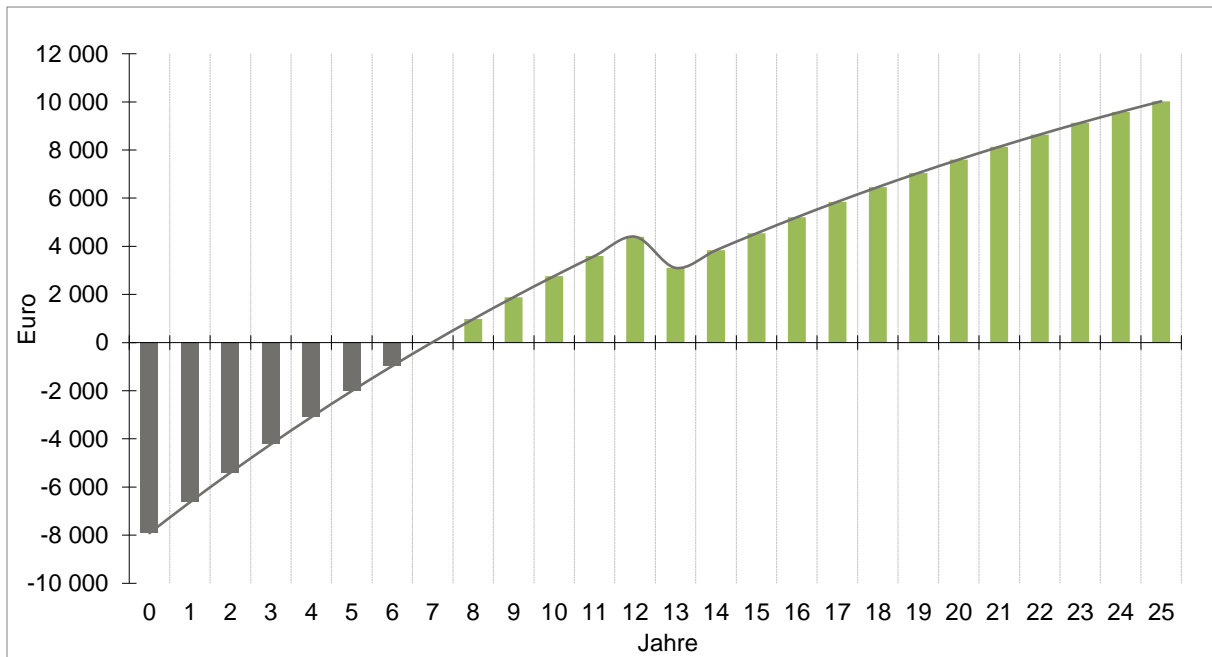


Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Darstellung des Tarifs über den Betrachtungszeitraum



Kapitalwerteverlauf



Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Jahre	Vergütung [€/kWh]	Energieertrag [kWh]	Energieerlös [€]	Ausgaben [€]	Tilgung [€]	Zinsen [€]	Tilg.+Zinsen [€]	Cash Flow [€]	Barwerte [€]	Kapitalwert [€]	Zeit
0				7 914			0	-7 914	-7 914	-7 914	1
1	0,28	4 710	1 339	37	0	0	0	1 301	1 276	-6 638	2
2	0,29	4 687	1 359	39	0	0	0	1 320	1 269	-5 369	3
3	0,30	4 663	1 379	40	0	0	0	1 339	1 261	-4 108	4
4	0,30	4 640	1 399	42	0	0	0	1 358	1 254	-2 853	5
5	0,31	4 617	1 420	44	0	0	0	1 377	1 247	-1 607	6
6	0,31	4 594	1 442	45	0	0	0	1 396	1 240	-367	7
7	0,32	4 571	1 463	47	0	0	0	1 416	1 233	866	0
8	0,33	4 548	1 485	49	0	0	0	1 436	1 226	2 091	0
9	0,33	4 526	1 507	51	0	0	0	1 456	1 218	3 310	0
10	0,34	4 503	1 530	53	0	0	0	1 477	1 211	4 521	0
11	0,35	4 481	1 552	55	0	0	0	1 497	1 204	5 725	0
12	0,35	4 459	1 576	57	0	0	0	1 518	1 197	6 922	0
13	0,36	4 436	1 599	2 560	0	0	0	-961	-743	6 180	0
14	0,37	4 414	1 623	62	0	0	0	1 561	1 183	7 363	0
15	0,37	4 392	1 647	64	0	0	0	1 583	1 176	8 539	0
16	0,38	4 371	1 672	67	0	0	0	1 605	1 169	9 708	0
17	0,39	4 349	1 697	70	0	0	0	1 627	1 162	10 870	0
18	0,40	4 327	1 722	73	0	0	0	1 649	1 155	12 024	0
19	0,41	4 306	1 748	75	0	0	0	1 672	1 148	13 172	0
20	0,41	4 284	1 774	78	0	0	0	1 695	1 141	14 313	0
21	0,42	4 263	1 800	82	0	0	0	1 719	1 134	15 447	0
22	0,43	4 242	1 827	85	0	0	0	1 742	1 127	16 574	0
23	0,44	4 221	1 854	88	0	0	0	1 766	1 120	17 694	0
24	0,45	4 200	1 882	92	0	0	0	1 790	1 113	18 807	0
25	0,46	4 179	1 910	95	0	0	0	1 815	1 106	19 913	0
Summen		110 983	40 205	11 964	0	0	0	28 240	19 913		7

11 964

Stromgestehungskosten: 10,78 cent/kWh
Mehreinnahmen nach 25 Jahren: 19 913 €
 Interner Zinsfuß: 14,43%

6. Zusammenfassung Anlagenperformance

Energie:	Spezifischer Energieertrag:	961,2 [kWh/kWp]
	Energieertrag (1. Jahr):	4 710 [kWh/a]
	Energieertrag nach 25 Jahren:	110 983 [kWh]
Kosten:	Investitionskosten:	7 914 [€]
	Mehreinnahmen nach 25 Jahren:	19 913 [€]
	Amortisationsdauer:	7 [Jahre]
CO₂:	CO ₂ -Einsparungen nach 25 Jahren:	49 942 [kg CO ₂]

Tabelle: Zuordnung von PV-Anlagenleistungen zu den Modellgebäuden

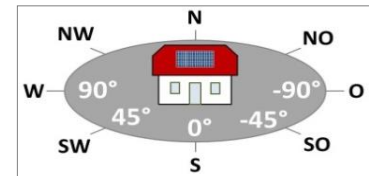
GEBÄUDECHARAKTERISTIKA	PV-ANLAGENLEISTUNG
B. MEHRFAMILIENHAUS MFH (3-10 WOHN-EINHEITEN)	19,9 [kW _{peak}]

1. Allgemeine Angaben

Einstrahlung (horizontale Fläche): 1031,0 kWh/m²a

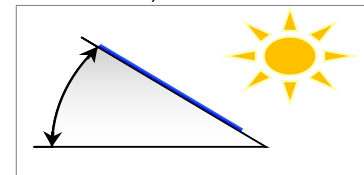
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung: 1152,3 kWh/m²a

Ausrichtung: -15 ° (als Mittelwert verschiedener Ausrichtungen)



Die Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (z.B.: -45° = SO)

Aufstellung: 15° (als Mittelwert verschiedener Ausrichtungen)



Die Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)

Randbedingungen: Es kommt zu keiner Verschattung der Anlage, die Anlage ist hinterlüftet und nach dem Stand der Technik ausgeführt

2. Technische Auslegung

Größe der Anlage: Anlagenleistung: 19,90 [kWp]

Gesamtfläche: 118,69 [m²]

Gesamtwirkungsgrad: 16,26 [%]

Systemnutzungsgrad: 13,99 [%]

Anzahl der Module: 71 [Module]

Moduldaten: Modulfläche: 1,6700 [m²/Modul]

Nennleistung: 0,28 [kWp/Modul]

Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen): 16,77 [%]

Wechselrichterdaten: europ. Wirkungsgrad: 97,0 [%]

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

3. Förderungen für Niederösterreich

Anlagenart	Anlagengröße		Landesförderung		Bundesförderung
Aufdach			Investition		Investition
Zu- oder Abschlag?	0,01-10	kWp	-	-	285 €/1kWp
weder noch	>10-20	kWp	-	-	250 €/1kWp
	>20-100	kWp	-	-	180 €/1kWp
	>100-1000	kWp	-	-	170 €/1kWp

Information:

keine Landesförderung

Gewünschte Vergütung: EAG Investzuschuss

4. Angaben zur Überschusseinspeisung

Hilfestellung - Abschätzung des Eigenverbrauchs auf Basis des Tools <http://www.energieinstitut.at/tools/susi/>

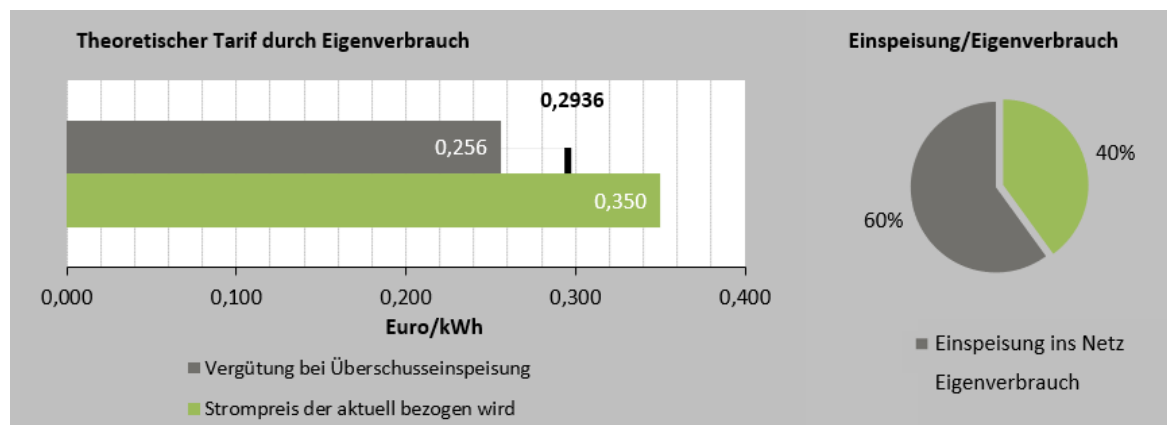
Angabe des Strom-Eigenverbrauches: 40 [%]

Einspeisung in das öffentliche Netz: 60 [%]

Strompreis der aktuell bezogen wird: 0,350 [€/kWh]

Vergütung bei Überschusseinspeisung: 0,256 [€/kWh]

Errechnete Vergütung: 0,293642 [€/kWh]



Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

5. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Investitionskosten:

Spezifische Kosten pro kWp: 1 750 [€/kWp]

Eigenkapitalquote: 100%

3,00%; 10 Jahre; 3 Jahre 4 Jahre

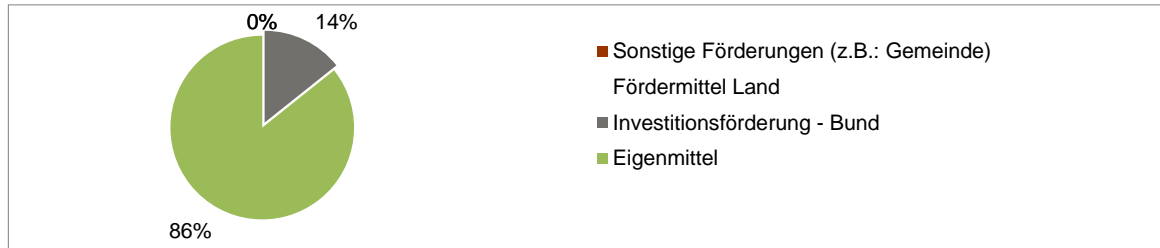
Gesamtkosten der Anlage: 34 825 [€]

Investitionsförderung Bund: 4 975 [€]

Sonstige Förderung: 0[€]

EK [€]:

Investitionskosten: 29 850 [€]



Laufende Kosten:

Wechselrichteraustausch in 25 Jahren: einmal 2 500 [€/Austausch]

Laufende Kosten (Wartung, Versicherung): 0,40 [%]

Ertragsminderung (Degradation) pro Jahr: 0,50 [%]

Entwicklung:

Inflationsrate/Jahr: 4,0 [%]

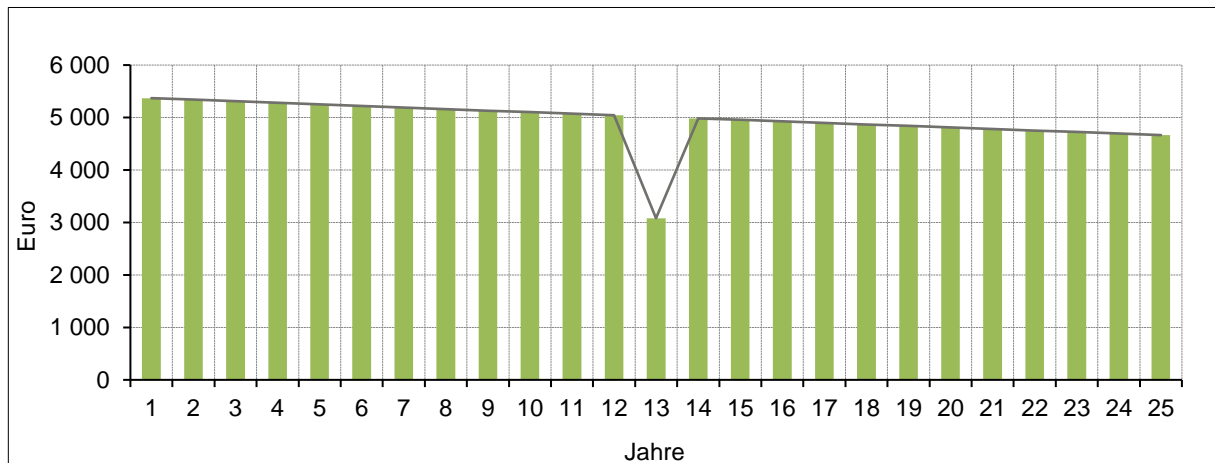
Aktueller Strompreis: 0,350 [€/kWh]

Aktuelle Vergütung für Einspeiser (EVU): 0,256 [€/kWh]

Strompreissteigerung/Jahr: 2,0 [%]

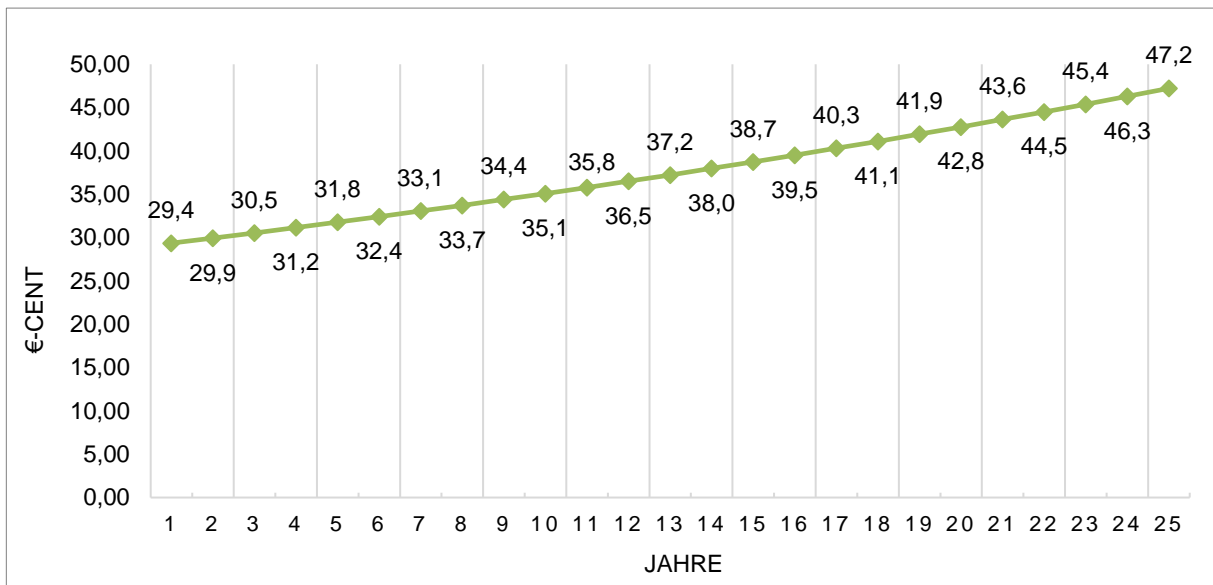
Kalkulationszinssatz: 2,0 [%]

Übersicht über die jährlichen Einnahmen (Barwerte)

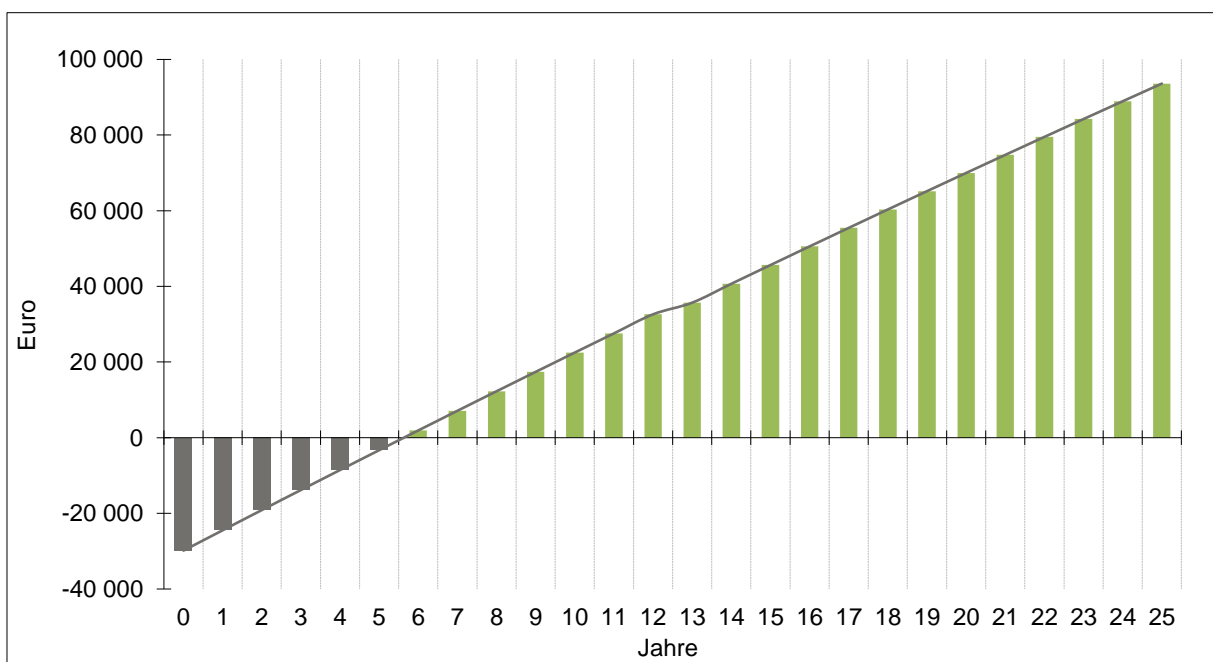


Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Darstellung des Tarifs über den Betrachtungszeitraum



Kapitalwerteverlauf



Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Jahre	Vergütung	Energieertrag	Energieerlös	Ausgaben	Tilgung	Zinsen	Tilg.+Zinsen	Cash Flow	Barwerte	Kapitalwert	Zeit
	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	
0				29 850			0	-29 850	-29 850	-29 850	1
1	0,29	19 129	5 616	139	0	0	0	5 477	5 370	-24 480	2
2	0,30	19 034	5 700	145	0	0	0	5 555	5 339	-19 141	3
3	0,31	18 939	5 785	151	0	0	0	5 634	5 309	-13 832	4
4	0,31	18 845	5 871	157	0	0	0	5 715	5 280	-8 552	5
5	0,32	18 751	5 959	163	0	0	0	5 796	5 250	-3 302	6
6	0,32	18 658	6 048	169	0	0	0	5 879	5 220	1 918	0
7	0,33	18 565	6 138	176	0	0	0	5 962	5 190	7 108	0
8	0,34	18 472	6 230	183	0	0	0	6 047	5 161	12 269	0
9	0,34	18 381	6 323	191	0	0	0	6 132	5 131	17 400	0
10	0,35	18 289	6 417	198	0	0	0	6 219	5 102	22 502	0
11	0,36	18 198	6 513	206	0	0	0	6 307	5 072	27 574	0
12	0,37	18 108	6 610	214	0	0	0	6 396	5 043	32 617	0
13	0,37	18 017	6 709	2 723	0	0	0	3 986	3 081	35 698	0
14	0,38	17 928	6 809	232	0	0	0	6 577	4 985	40 683	0
15	0,39	17 839	6 911	241	0	0	0	6 669	4 955	45 638	0
16	0,40	17 750	7 014	251	0	0	0	6 763	4 926	50 565	0
17	0,40	17 662	7 118	261	0	0	0	6 858	4 897	55 462	0
18	0,41	17 574	7 225	271	0	0	0	6 953	4 868	60 331	0
19	0,42	17 486	7 333	282	0	0	0	7 050	4 840	65 170	0
20	0,43	17 399	7 442	293	0	0	0	7 149	4 811	69 981	0
21	0,44	17 313	7 553	305	0	0	0	7 248	4 782	74 763	0
22	0,44	17 227	7 666	317	0	0	0	7 348	4 753	79 516	0
23	0,45	17 141	7 780	330	0	0	0	7 450	4 725	84 241	0
24	0,46	17 056	7 896	343	0	0	0	7 553	4 696	88 937	0
25	0,47	16 971	8 014	357	0	0	0	7 657	4 667	93 604	0
Summen		450 728	168 682	38 151	0	0	0	130 530	93 604		6

38 151

Stromgestehungskosten: 8,46 cent/kWh

Mehreinnahmen nach 25 Jahren: 93 604 €

Interner Zinsfuß: 16,96%

Tabelle: Zuordnung von PV-Anlagenleistungen zu den Modellgebäuden

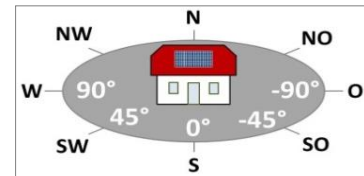
GEBÄUDECHARAKTERISTIKA	PV-ANLAGENLEISTUNG
C. MEHRFAMILIENHAUS MFH (> 10 WOHNHEITEN)	45,9 [kW _{peak}]

1. Allgemeine Angaben

Einstrahlung (horizontale Fläche): 1031,0 kWh/m²a

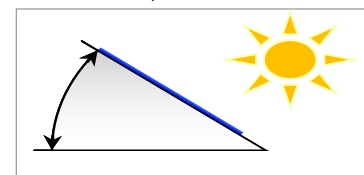
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung: 1152,3 kWh/m²a

Ausrichtung: -15 ° (als Mittelwert verschiedener Ausrichtungen)



Die Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (z.B.: -45° = SO)

Aufstellung: 15° (als Mittelwert verschiedener Ausrichtungen)



Die Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)

Randbedingungen: Es kommt zu keiner Verschattung der Anlage, die Anlage ist hinterlüftet und nach dem Stand der Technik ausgeführt

2. Technische Auslegung

Größe der Anlage: Anlagenleistung: 45,90 [kWp]

Gesamtfläche: 273,76 [m²]

Gesamtwirkungsgrad: 16,26 [%]

Systemnutzungsgrad: 13,99 [%]

Anzahl der Module: 164 [Module]

Moduldaten: Modulfläche: 1,6700 [m²/Modul]

Nennleistung: 0,28 [kWp/Modul]

Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen): 16,77 [%]

Wechselrichterdaten: europ. Wirkungsgrad: 97,0 [%]

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

3. Förderungen für Niederösterreich

Anlagenart	Anlagengröße		Landesförderung		Bundesförderung
Aufdach			Investition		Investition
Zu- oder Abschlag?	0,01-10	kWp	-	-	285 €/1kWp
weder noch	>10-20	kWp	-	-	250 €/1kWp
	>20-100	kWp	-	-	180 €/1kWp
	>100-1000	kWp	-	-	170 €/1kWp

Information:

keine Landesförderung

Gewünschte Vergütung: EAG Investzuschuss

4. Angaben zur Überschusseinspeisung

Hilfestellung - Abschätzung des Eigenverbrauchs auf Basis des Tools <http://www.energieinstitut.at/tools/susi/>

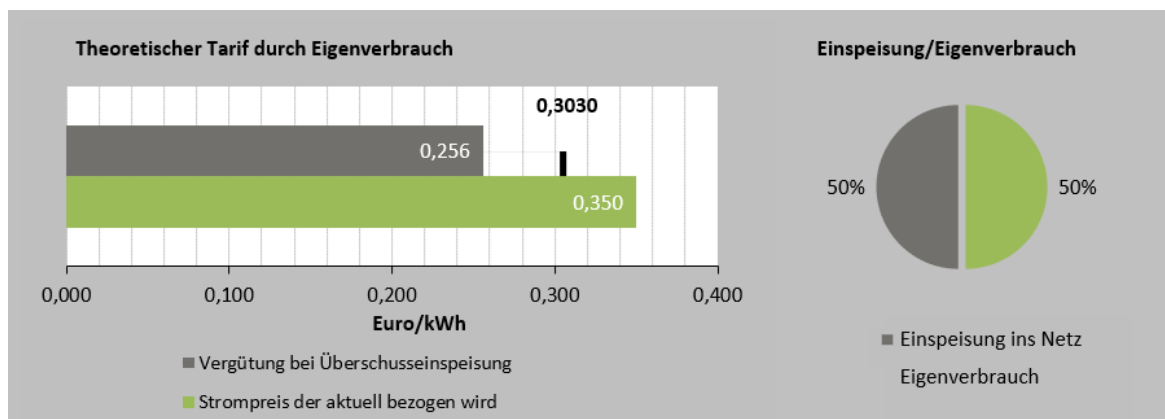
Angabe des Strom-Eigenverbrauches: 50 [%]

Einspeisung in das öffentliche Netz: 50 [%]

Strompreis der aktuell bezogen wird: 0,350 [€/kWh]

Vergütung bei Überschusseinspeisung: 0,256 [€/kWh]

Errechnete Vergütung: 0,303 [€/kWh]



Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

5. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Investitionskosten:

Spezifische Kosten pro kWp: 1 600 [€/kWp]

Eigenkapitalquote: 100%

3,00%; 10 Jahre; 3 Jahre 4 Jahre

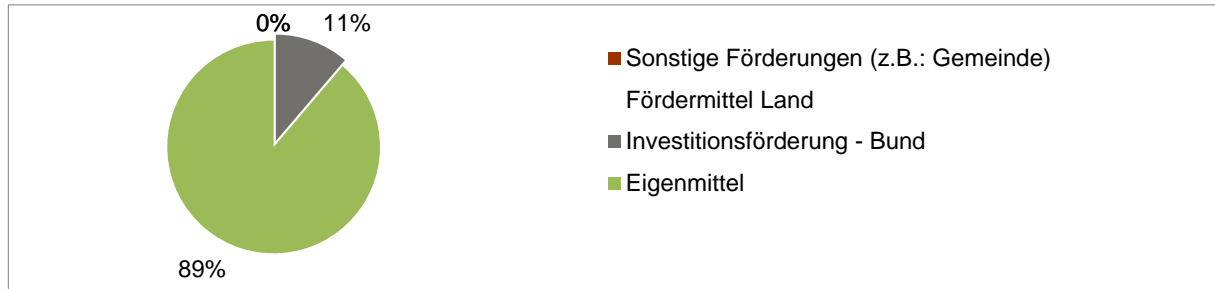
Gesamtkosten der Anlage: 73 440 [€]

Investitionsförderung Bund: 8 262 [€]

Sonstige Förderung: 0[€]

EK [€]:

Investitionskosten: 65 178 [€]



Laufende Kosten:

Wechselrichteraustausch in 25 Jahren: einmal 2 500 [€/Austausch]

Laufende Kosten (Wartung, Versicherung): 0,40 [%]

Ertragsminderung (Degradation) pro Jahr: 0,50 [%]

Entwicklung:

Inflationsrate/Jahr: 4,0 [%]

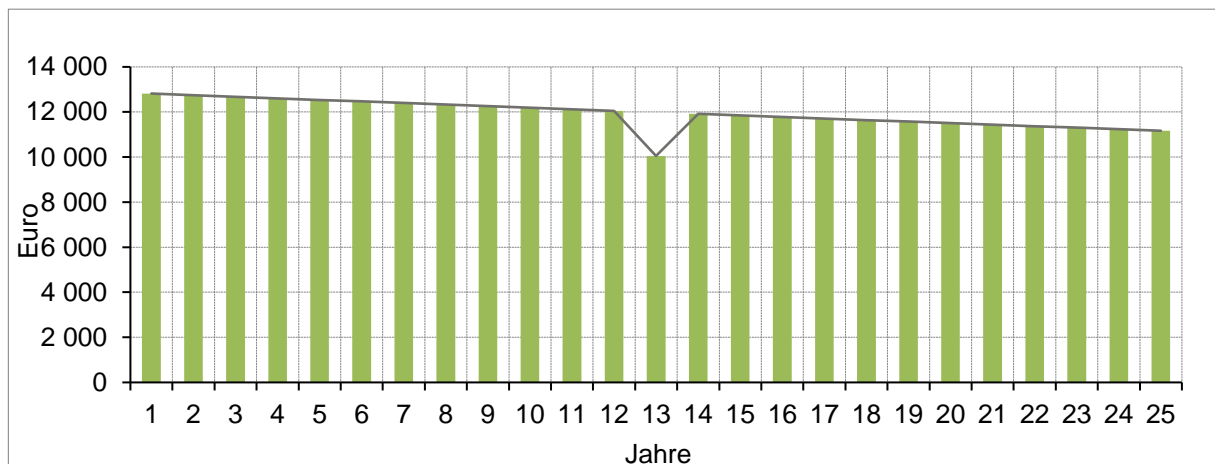
Aktueller Strompreis: 0,350 [€/kWh]

Aktuelle Vergütung für Einspeiser (EVU): 0,256 [€/kWh]

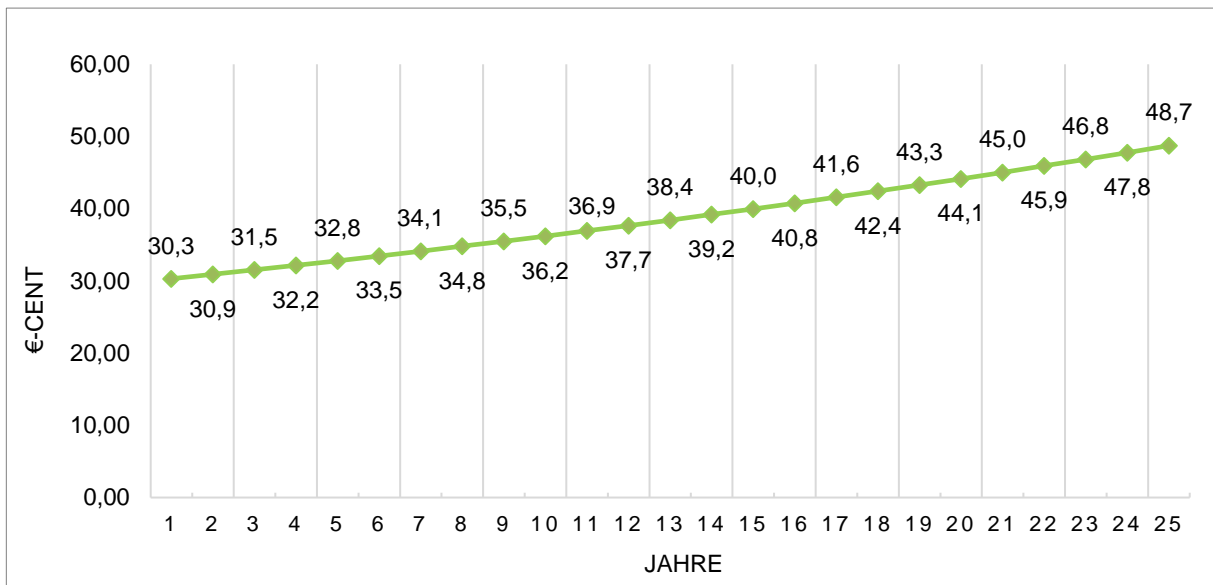
Strompreissteigerung/Jahr: 2,0 [%]

Kalkulationszinssatz: 2,0 [%]

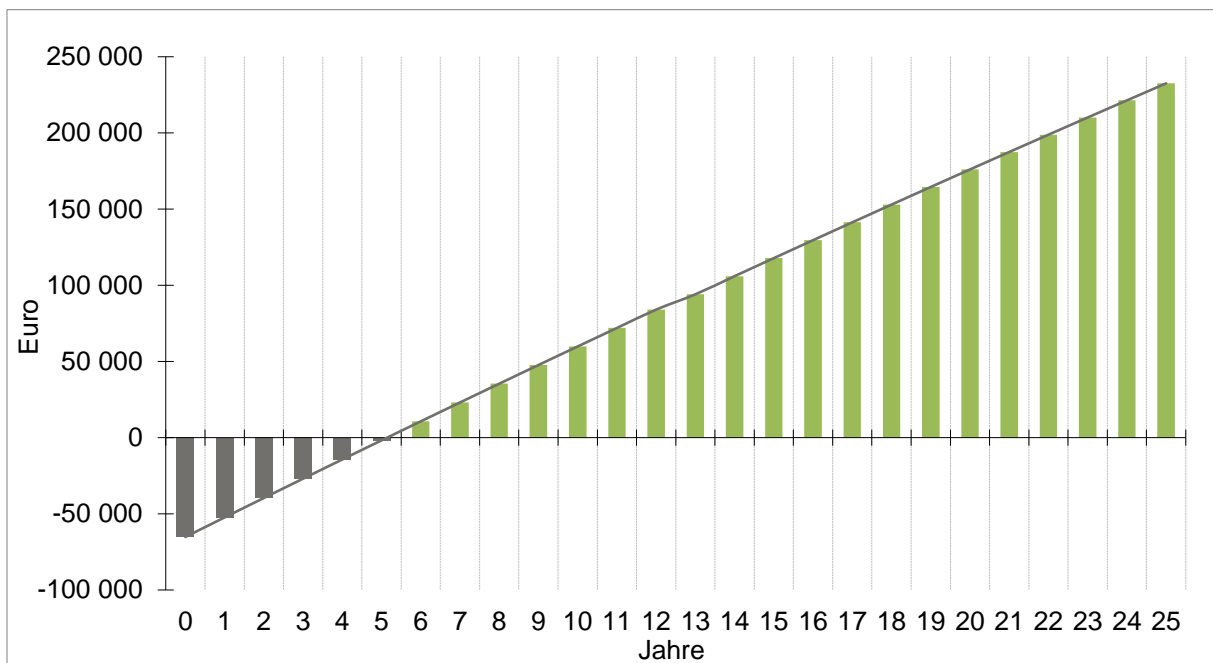
Übersicht über die jährlichen Einnahmen (Barwerte)



Darstellung des Tarifs über den Betrachtungszeitraum



Kapitalwerteverlauf



Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Jahre	Vergütung	Energieertrag	Energieerlös	Ausgaben	Tilgung	Zinsen	Tilg.+Zinsen	Cash Flow	Barwerte	Kapitalwert	Zeit
	[€/kWh]	[kWh]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
0				65 178			0	-65 178	-65 178	-65 178	1
1	0,30	44 121	13 369	294	0	0	0	13 075	12 819	-52 359	2
2	0,31	43 902	13 568	306	0	0	0	13 263	12 748	-39 612	3
3	0,32	43 683	13 771	318	0	0	0	13 453	12 677	-26 935	4
4	0,32	43 466	13 976	330	0	0	0	13 646	12 607	-14 328	5
5	0,33	43 250	14 185	344	0	0	0	13 841	12 536	-1 792	6
6	0,33	43 034	14 397	357	0	0	0	14 039	12 466	10 675	0
7	0,34	42 820	14 611	372	0	0	0	14 240	12 397	23 071	0
8	0,35	42 607	14 830	387	0	0	0	14 443	12 327	35 398	0
9	0,36	42 395	15 051	402	0	0	0	14 649	12 257	47 656	0
10	0,36	42 184	15 276	418	0	0	0	14 857	12 188	59 844	0
11	0,37	41 975	15 504	435	0	0	0	15 069	12 119	71 963	0
12	0,38	41 766	15 735	452	0	0	0	15 283	12 050	84 013	0
13	0,38	41 558	15 970	2 970	0	0	0	12 999	10 049	94 062	0
14	0,39	41 351	16 208	489	0	0	0	15 719	11 913	105 975	0
15	0,40	41 145	16 450	509	0	0	0	15 941	11 845	117 820	0
16	0,41	40 941	16 696	529	0	0	0	16 166	11 776	129 597	0
17	0,42	40 737	16 945	550	0	0	0	16 395	11 708	141 305	0
18	0,42	40 534	17 198	572	0	0	0	16 625	11 640	152 945	0
19	0,43	40 333	17 454	595	0	0	0	16 859	11 573	164 518	0
20	0,44	40 132	17 715	619	0	0	0	17 096	11 505	176 023	0
21	0,45	39 932	17 979	644	0	0	0	17 336	11 438	187 461	0
22	0,46	39 734	18 248	669	0	0	0	17 578	11 370	198 831	0
23	0,47	39 536	18 520	696	0	0	0	17 824	11 303	210 134	0
24	0,48	39 339	18 796	724	0	0	0	18 072	11 236	221 370	0
25	0,49	39 144	19 077	753	0	0	0	18 324	11 169	232 539	0
Summen		1 039 619	401 526	79 912	0	0	0	321 614	232 539		6

79 912

Stromgestehungskosten: 7,69 cent/kWh
Mehreinnahmen nach 25 Jahren: 232 539 €
 Interner Zinsfuß: 18,82%

6. Zusammenfassung Anlagenperformance

Energie:	Spezifischer Energieertrag:	961,2 [kWh/kWp]
	Energieertrag (1. Jahr):	44 121 [kWh/a]
	Energieertrag nach 25 Jahren:	1 039 619 [kWh]
Kosten:	Investitionskosten:	65 178 [€]
	Mehreinnahmen nach 25 Jahren:	232 539 [€]
	Amortisationsdauer:	6 [Jahre]
CO₂:	CO ₂ -Einsparungen nach 25 Jahren:	467 829 [kg CO ₂]

- **Ermittlung des durchschnittlichen Stromverbrauchs für die untersuchten Modellhaushalte bzw. -gebäude**

Auf Basis der Energiestatistik wird der durchschnittliche Stromverbrauch festgelegt.

Tabelle 6-20: Vergleich des durchschnittlichen Stromverbrauchs der untersuchten Modellgebäude^[31]

Gebäudecharakteristika	Mittlerer jährlicher Stromverbrauch des Modellgebäudes [kWh/a]
1 oder 2 Wohnungen (1 Wohneinheit)	3.645
3 bis 10 Wohnungen (6 Wohneinheiten)	21.689
11 oder mehr Wohnungen (16 Wohneinheiten)	58.318

*Quelle: E-Control (2022). Marktstatistik

- **Ermittlung betriebswirtschaftlicher Kenngrößen**

Die betriebswirtschaftlichen Kenngrößen wie Amortisationsdauer, Barwertgewinn und Kapitalverzinsung wurden im Rahmen von individuellen Rentabilitätsrechnungen für folgende Anlagen- und Finanzierungsvarianten untersucht:

- EFH (1-2 WE) - 4,9 kW_{peak} - Überschusseinspeisung - 0 % kreditfinanziert
- MFH (3-10 WE) - 19,9 kW_{peak} - Überschusseinspeisung - 0 % kreditfinanziert
- MFH (größer 10 WE) - 45,9 kW_{peak} - Volleinspeisung - 0 % kreditfinanziert

Die Abgeltung der Überschusseinspeisung wird in individuellen Verträgen mit dem Energieversorger geregelt. Die nachfolgende Tabelle 6-21 bietet einen Überblick zu den unterschiedlichen Tarifen. Auf Basis dieser Möglichkeiten wurde ein **Überschusseinspeisetarif von 25,6 €-cent/kWh** angesetzt.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Tabelle 6-21: Überschusseinspeisetarife verschiedener EVUs

Energieversorger	Abnahmetarif [Cent (kWh)]	Anpassungen	Spezielle Bedingungen	Kontakt
OeMAG	51,45 Cent (Marktpreis 4/2022)	4 x jährlich	PV-Strom wird zum Marktpreis abgenommen, es wird aber kein Strom geliefert. Verfügbar für PV-Anlagen < 500 kWp	Telefonnr.: +43(0)5/7876610 www.oem-ag.at www.e-control.at
AAE Naturstrom Vertrieb GmbH	42 Cent für die ersten 500 kWh, 35 Cent für die zweiten 500 kWh, weitere Infos finden Sie am Preisblatt	bei Bedarf	Sonnenstromerzeuger muss auch AAE Kunde sein. Die genauen Bedingungen und Voraussetzungen finden Sie am Preisblatt.	Telefonnr.: +43(0)4715/222 info@aae.at www.aae.at
Tulln Energie powered by AAE Naturstrom Vertrieb GmbH	7 Cent	bei Bedarf	Sonnenstromerzeuger muss auch Tullnenergie-Kunde sein mit Tarif "TullnStrom regional". Für PV-Anlagen bis 10 kWp. Keine zusätzliche Grundgebühr. Preisstaffel: 0-500 kWh 7 Cent 501-1000 kWh 5 Cent ab 1001 kWh 4 Cent	Telefonnr.: +43(0)2272/690060 tullnstrom@tulln.at www.tulln.at
aWATTar Energy in sync with nature	26,68 Cent	Monatlich	Keine zusätzliche Grundgebühr für PV-Zählpunkte in Kombination mit unseren anderen Tarifen; kombinierbar mit unserem stündlich dynamischen Bezugstarif HOURLY (z.B. für Elektroautos/Wärmepumpen)	Conny Lipsky Telefonnr.: +43(0)1/3865050 service@awattar.com www.awattar.com/tariffs/sunny
Burgenland Energie	11,65 Cent	bei Bedarf	Strombezug bei Burgenland Energie. Für Energiekunden aus Haushalt, Landwirtschaft, Gewerbe und Gemeinden. Überschusseinspeisung - Einspeisetarif ÖkoStrom Burgenland. Keine Grundgebühr. Es gelten die Allgemeinen Liefer- u. Vertragsbedingungen.	Telefonnr.: +43(0)8008889000 info@burgenlandenergie.at www.burgenlandenergie.at
E-Werk Gösting Stromversorgungs GmbH	8 Cent (für die ersten 1.000 kWh) und 6 Cent (ab 1.001 kWh)	bei Bedarf	Strombezug bei E-Werk Gösting Stromversorgungs GmbH Grundgebühr 2,50 € pro Monat (exkl. Ust.), 3 € pro Monat (inkl. USt.) PV-Überschussvergütung bis 25 kWp; bei größeren Anlagen wird der Preis individuell berechnet	Telefonnr.: +43(0)316/6077 www.ewg.at
eFriends	max. 47,88 Cent über die Community (mind. 11,9 Cent Einspeisung)	bei Bedarf	Grundgebühr beträgt 6,99 Euro brutto inkl. MwSt. pro Monat Energie, die nicht von der Community abgenommen wird, nimmt eFriends Energy GmbH um 11,9 Cent ab	Telefonnr.: +43(0)2953/20102 www.efriends.at
E-Werk Sigl GmbH & Co KG SIGL-Sonnenenergie	0-1.000 kWh/Jahr: 16 Cent ab 1.001 kWh/Jahr: 10,50 Cent	bei Bedarf	Anlagengröße max. 10 kWp Grundgebühr € 3,90/Monat Energiepreismodell für Energiebezug gemäß unserem Standardprodukt E-Werk Sigl Flex. Es gelten unsere Allgemeinen Stromlieferbedingungen. Kostenlose Überlassung der Erzeugungszertifikate durch den Energielieferanten.	Anton Gotthard Telefonnr.: +43(0)3465/7074 office@ewerksigl.at www.ewerksigl.at
E-Werk Sigl GmbH & Co KG SIGL-Sonnenenergie Plus	0-1.000 kWh/Jahr: 16 Cent ab 1.001 kWh/Jahr: 10,50 Cent	bei Bedarf	Anlagengröße max. 10 kWp Grundgebühr € 2,90/Monat Energiepreismodell für Energiebezug gemäß unserem Standardprodukt E-Werk Sigl Flex. Es gelten unsere Allgemeinen Stromlieferbedingungen. Kostenlose Überlassung der Erzeugungszertifikate durch den Energielieferanten.	Anton Gotthard Telefonnr.: +43(0)3465/7074 office@ewerksigl.at www.ewerksigl.at
Energie Steiermark	14 Cent (für die ersten 1.000 kWh/Jahr), 11 Cent (für die eingespeiste Menge ab 1.001 kWh bis 2.000 kWh/Jahr 9 Cent (ab 2.001 kWh/Jahr)	1 x jährlich mit 1.1 des Jahres	für Privatkunden in Österreich mit aufrechem Energieliefervertrag der Energie Steiermark Kunden GmbH, ausschließlich für die Abnahme von Überschussenergie (keine Volleinspeisung), die Abnahme ist bis zu einer Anlagenleistung von 50 kWp möglich keine Grundgebühr	Telefonnr.: +43(0)800/735328 service@e-steiermark.com www.e-steiermark.com
Oekostrom AG	12,50 Cent	bei Bedarf	Für Bestandskund*innen die auch einen Bezugstarif der oekostrom AG haben, wird in der Zone 1 (bis 1.000 kWh) der erhöhte Tarif mit 14 Cent abgerechnet. Tarif gilt für Anlagen bis 50 kWp	Thomas Hörmann-Kisling Telefonnr.: +43(0)5/0575555 office@oekostrom.at www.oekostrom.at

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Energieversorger	Abnahmetarif [Cent (kWh)]	Anpassungen	Spezielle Bedingungen	Kontakt
Spotty Smart Energy	der stündliche Preis von der Strombörse EPEX Spot	immer stündlich aktueller Marktpreis	Strombezug bei Spotty NICHT erforderlich. Keine zusätzliche Grundgebühr für PV und keine Bindung.	Telefonnr.: +43(0)126/75401 info@spottyenergie.at www.spottyenergie.at
Stadtwerke Hartberg	6-9,25 Cent	1 Jahr fixiert, automatische Verlängerung um ein weiteres Jahr	Nur Stmk., NÖ, Bgld. Strombezug Stadtwerke Hartberg (Ökostrom) Grundgebühr 0-2,25 € pro Monat Errichtung der Anlage durch Stadtwerke Hartberg Max. PV Anlagengröße 5kWp; darüber auf Anfrage	Ing. Helmut Ritter Telefonnr.: +43(0)3332/622500 www.stadtwerke-hartberg.at
Stadtwerke Kapfenberg	Tarif abhängig von eingespeister Strommenge: 15 Cent (0-500 kWh) 10 Cent (501-1.000 kWh) 7 Cent (ab 1.001 kWh)	selten	Strombezug Stadtwerke Kapfenberg (Ökostrom) PV-Anlagengröße 20 kWp (bei größeren Anlagen bitte um Kontaktaufnahme); 2,50 € pro Monat, entfällt im Netz der Stadtwerke Kapfenberg GmbH Preisblatt	Ing. Gerhard Pircher Telefonnr.: +43(0)3862/235162530 photovoltaik@stadtwerke-kapfenberg.at www.stadtwerke-kapfenberg.at
Verbund	10,99 Cent (exkl. USt.)	selten	Strombezug Verbund Servicepauschale 3,59 € pro Monat; Anlagen bis 50 kWp (Überschusseinspeisung) Mindestvertragslaufzeit: 12 Monate	Telefonnr.: +43(0)800/210210 service@verbund.at www.verbund.com
Wien Energie	11,52 Cent	bei Bedarf	Strombezug Wien Energie PV-Anlagengröße 7 kWp (gilt für private Anlagen) Wien Energie bindet sich für 10 Jahre	Telefonnr.: +43(0)800/102030 sonnenstrom@wienenergie.at www.wienenergie.at

Quelle: Photovoltaik Austria <http://www.pvaustria.at/content/page.asp?id=285>, Stand Dezember 2022, eigene Darstellung

Die Basis für den angesetzten **Eigenverbrauchstarif von 25,6 cent/kWh** bilden die Haushaltstarifblätter der Energieversorgungsunternehmen in Niederösterreich.

Die Investitionskosten der untersuchten Anlagenvarianten wurden aus aktuellen Großhandelspreisen (Tabelle 6-22) abgeleitet.

Tabelle 6-22: spez. Investitionskosten für die PV-Anlagen

spez. Investitionskosten PV-Anlage	bis 5 kWp	2.815 [Euro/kW _{peak}] ¹⁾
	5 kWp bis 20 kWp	2.581 [Euro/kW _{peak}] ¹⁾
	über 20 kWp	2.346 [Euro/kW _{peak}] ¹⁾

¹⁾ abgeleitet aus den Großhandelspreisen von kristallinen PV-Modulen (www.pvXchange.com) und Umrechnungsfaktoren auf den Endkundenpreis (www.solarserver.de), Stand Dezember 2022.

Quelle: eigene Zusammenstellung

Die Ergebnisse zeigen für alle untersuchten Anlagenvarianten eine positive Rentabilität, welche sich durch wesentlich geringere Amortisationsdauern als Anlagenlebensdauern (ca. 25 Jahre) und einer Verzinsung des eingesetzten Kapitals in der Höhe von 3,72 bis 7,10 % widerspiegelt. Es ist jedoch auch anzusprechen, dass die Ergebnisse vollständig von den Rahmenbedingungen der Ökostromförderung bzw. auch der Preisentwicklung bei den PV-Modulen abhängen. Bei den Modulgroßhandelspreisen ist in den letzten Monaten eine sehr dynamische Entwicklung zu beobachten. (+17 % bei den Großhandelspreisen für PV-Standardmodule mit poly- oder monokristallinen Zellen seit Jänner 2022) [32]

7 Abschnitt II: Kosten/Nutzen Analyse anlagenseitiger (Heizungstausch) und thermischer (Gebäudehülle) Sanierungsmaßnahmen aus Sicht der Konsument*innen

7.1 Methode der Kosten/Nutzen Analyse

Um Kosten/Nutzen verschiedener Sanierungsmaßnahmen vergleichen zu können, müssen die verschiedenen Kostenarten repräsentativ ermittelt werden. Diese lassen sich in **Investitionskosten, Betriebskosten und Energiekosten** einteilen. Die Investitionskosten werden aus Preislisten von Herstellern und Fachbetrieben ausgewertet, die Betriebskosten aus fachspezifischer Literatur übernommen. Um die jährlichen Energiekosten zu ermitteln muss neben den eigentlichen Energieträgerkosten (Gas in der Referenz, Strom und Wärme bei den erneuerbaren Systemen für Energieversorger aus Niederösterreich) der jährliche Verbrauch des jeweiligen Heizsystems bekannt sein. Dieser ist in erster Linie von der Gebäudeeffizienz abhängig, d.h. je besser das Haus gedämmt ist, desto niedriger ist auch der Heizwärmebedarf der durch die Heizung aufgebracht werden muss. Hierbei werden die thermischen Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt. Dazu kommt noch die Erwärmung des Warmwassers, welches allerdings weniger von der Gebäudeart und dem Sanierungszustand als vielmehr von der Anzahl der im Haushalt lebenden Personen abhängt. Aus **Heizwärmebedarf** und **Warmwasserbedarf** ergibt sich der jährliche Bedarf an Wärme, welche das Heizsystem liefern muss. Da bei jedem Heizsystem Verluste auftreten und der Primärenergieträger bzw. Brennstoff nie 100% in Wärme umgesetzt werden kann, wird über den **Jahresnutzungsgrad (JNZ)** für brennstoffbasierte Systeme bzw. **Jahresarbeitszahl (JAZ)** für Wärmepumpen jeder Anlage der eigentliche Energiebedarf berechnet. Dieser gibt die von der Heizanlage erzeugte, nutzbare Energie an, welche durch den Energieträger über das Jahr bereitgestellt wird. Der Wert liegt üblicherweise bei neuen Systemen zwischen 80 und 98%. Ist nun Heizwärmebedarf berechnet, können mit den aktuellen Energieträgerpreisen die jährlichen Energiekosten berechnet werden und die Kosten für die Wirtschaftlichkeitsberechnung sind komplett. Wenn auf dem Gebäude eine Solarthermische Anlage installiert ist, senkt diese je nach Betrieb den Heizbedarf für die Gebäudeheizung oder die Warmwasserbereitung. Nachfolgend werden die individuellen **Kennzahlen und Berechnungsschritte** kurz charakterisiert:

Heizwärmebedarf HWB_{th}: Der Heizwärmebedarf gibt den Wärmebedarf an, welcher für die Beheizung des Hauses oder der Wohnung benötigt wird und wird aus den Daten der Energieausweise (für die Modellgebäude) abgeleitet:

$$HWB_{th} = HWB_{EA} \cdot A_{br} = \text{spez. Heizwärmebedarf aus Energieausweis} \cdot \text{Bruttogebäudefläche}$$

Warmwasserwärmebedarf WWWB_{th}: Der Warmwasserwärmebedarf gibt die Energie an, welche aufgewendet werden muss, um das Warmwasser für die Bewohner*innen auf eine vorgegebene Temperatur aufzuwärmen. Dieser Wert ist abhängig von der Personenanzahl, deren Nutzungsverhalten und der Höchsttemperatur des Warmwassers. Der Warmwasserbedarf pro Person und Tag wurde auf Basis der genormten Energieausweisdaten je m² konditionierter Brutto-Grundfläche bzw. konstant mit 30 Liter angenommen.

$$WWWB_{th} = c_{p,Wasser} \cdot V \cdot (T_{warm} - T_{kalt}) \cdot \frac{1 \text{ kWh}}{3,6} \cdot 365$$

Wärmebedarf Warmwasser/Person = 1,7 kWh/d = 30 Liter/Person/Tag

Im nächsten Schritt wird ermittelt, welchen realen Heizwärmebedarf bzw. wieviel Energie jedes Heizsystem benötigt, um die zuvor berechneten Heizenergiebedarfe zu erfüllen. Dazu werden HWB_{th} und WWWB_{th} mit dem Jahresnutzungsgrad für jeweils Heizung und Warmwasser beaufschlagt.

So ergibt sich der Heizenergiebedarf (HEB) durch folgende Gleichung:

$$HEB = \frac{HWB_{th}}{JNG_{RW}} + \frac{WWWB_{th}}{JNG_{WW}}$$

Die jeweiligen Jahresnutzungsgrade/Jahresarbeitszahl der anlagenseitigen Sanierungen (Heizungstausch) sind im Kapitel 6.3. individuell beschrieben.

Aus dem Heizenergiebedarf wird über Jahresbetriebsstunden (2100h/a lt. VDI 2067) die benötigte Leistung des Heizungssystems berechnet und mit einem Sicherheitsfaktor von 10% beaufschlagt:

$$P_{HS} = \frac{EEB}{2100} \cdot 1,1$$

Ausnahme: Bei den Wärmepumpen gibt der berechnete Wert die Leistungsaufnahme der Wärmepumpe an. Für die Heizleistung muss dieser Wert noch mit der jeweiligen Jahresarbeitszahl dividiert werden.

Voranehend wurden mit dem Heizenergiebedarf der Brennstoff bzw. Energieträgerbedarf der Heizungssysteme sowie deren notwendige Leistung berechnet. Mit Hilfe der spezifischen Brennstoff- bzw. Energieträgerkosten (€/kWh, siehe Kapitel 7.4 zu den individuellen Technologien) können nun die jährlichen Brennstoff- bzw. Energieträgerkosten $K_{BS,spez}$ ermittelt werden:

$$K_{BS} = EEB \cdot k_{BS,spez}$$

Die Betriebskosten K_B wurden aus verschiedenen Literaturquellen zusammengestellt und sind in Tabelle 7-8 aufgelistet.

Die Investitionskosten K_I wurden aus verschiedenen Literaturquellen und Preislisten ermittelt. Sie liegen als Kostenfunktionen (abhängig von der Leistung) vor:

$$K_I = k \cdot P_{HS} + d$$

Somit muss zur Ermittlung der Investitionskosten nur die zuvor berechnete Leistung in die Kostenfunktion des jeweiligen Heizungssystems eingesetzt werden. Die Kostenfunktionen sind ermittelte lineare Funktionen mit einer Konstante (d) und der Kosten pro KW Leistung (k). Somit steigen die Kosten linear mit der Leistung der Anlage, die wiederum vom Heizwärmebedarf abhängt, wie bereits oberhalb beschrieben.

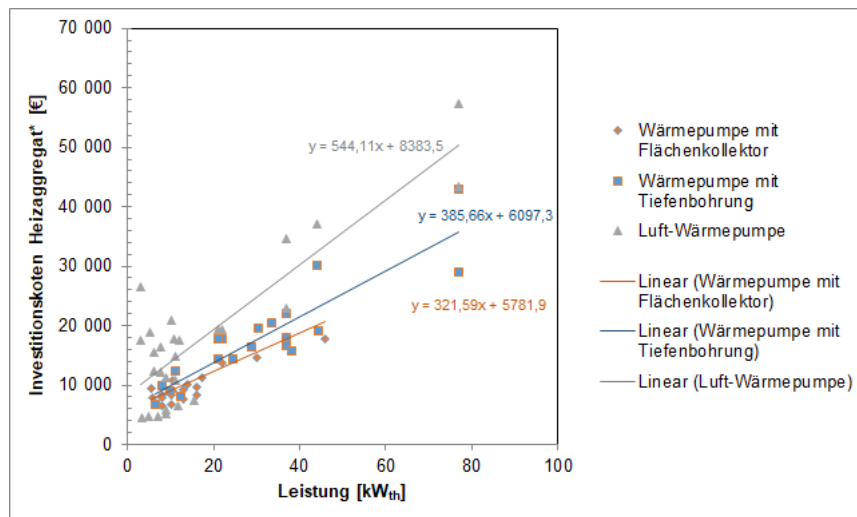


Abbildung 7-1: Kostenfunktionen Investitionskosten der Heizsysteme
 * ohne periphere Anlagenkomponenten (Wärmequellenanlage, Warmwasserspeicher, Umwälzpumpe, etc.)

Achtung: Bei den Wärmepumpen muss die zuvor berechnete Leistungsaufnahme noch mit der Jahresarbeitszahl dividiert werden.

Für die weiteren Berechnungen werden die jährlichen Kosten benötigt, daher wird die **Annuität der Investitionskosten** gebildet:

$$K_{I,a} = \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1} \cdot K_I$$

Wobei *i* der kalkulatorische Zinssatz (2, 4 & 6%) und *n* der Betrachtungszeitraum (20 Jahre) ist. Daraus ergibt sich beispielsweise folgende Kostenstruktur:

Um einen Kosten/Nutzen Vergleich zwischen den Sanierungsvarianten erstellen zu können wird eine Referenztechnologie (Gasheizung im Bestand) herangezogen. Mit diesem Heizsystem werden dann alle anderen Heizsysteme bezüglich der jährlichen Kosten verglichen. Das Referenzsystem weist keine Investitionskosten auf, hat allerdings aufgrund der älteren Technologie höhere Betriebs- und Brennstoffkosten. Daraus ergeben sich für neue Heizsysteme jährliche Einsparungen über die sich die Investitionskosten je nach deren Höhe schneller oder langsamer amortisieren.

Jährliche monetäre Ersparnis [€/a]

Die Einsparungen ergeben sich aus den jährlichen Gesamtkosten (Investitionskosten, Betriebskosten, Brennstoffkosten) der Referenzheiztechnologie abzüglich der jährlichen Gesamtkosten der jeweiligen neuen Technologie:

$$Einsparungen = Gesamtkosten Referenz - Gesamtkosten Technologie_n$$

Die Amortisation, d.h. die Zeit bis das neue Heizungssystem abbezahlt ist, kann statisch oder dynamisch (Beachtung von Abzinsungseffekten) berechnet werden:

Amortisationszeit statisch [a]

$$Amortisationszeit = \frac{Investitionskosten K_I}{Einsparungen}$$

Amortisationszeit dynamisch bei (2, 4 & 6%) [a]

$$\text{Amortisationszeit} = \frac{K_{I,a} \cdot 20 \text{ Jahre}}{\text{Einsparungen}}$$

7.2 Jährliche CO₂eq. Emissionen [kg/a] bzw. CO₂eq. Einsparungen [kg/a]

Zusätzlich können die jährlichen CO₂ äquivalenten Einsparungen gegenüber der Referenztechnologie aus dem geringeren Verbrauch und den geringeren Emissionen des jeweiligen Brennstoffs berechnet werden:

$$\begin{aligned} \text{Emissionseinsparung} \left[\text{kg} \frac{\text{CO}_2}{\text{kWh}} \right] \\ = \text{Brennstoffverbrauch}_{\text{Ref}} \cdot \text{Emissionsfaktor}_{\text{Ref}} - \text{Brennstoffverbrauch}_{\text{HS}_n} \\ \cdot \text{Emissionsfaktor}_{\text{HS}_n} \end{aligned}$$

Die Emissionsfaktoren sind in Tabelle 7-1 aufgelistet und werden in den grafischen Darstellungen von Abschnitt IV in Kapitel 9 verwendet.

Tabelle 7-1: Emissionsfaktoren verschiedener Technologien

Emissionsfaktoren		
Technologie	CO ₂ Emissionen	Einheit
Öl-Brennwertkessel	0,311	kg CO ₂ /kWh
Gas-Brennwertkessel	0,236	
Gas-Brennwertkessel Biogas	0,015	
Hackschnitzel	0,015	
Pellets	0,015	
Stückholz	0,015	
Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	0,276	
Wärmepumpe mit Kollektor	0,276	
Wärmepumpe Grundwasser	0,276	
Wärmepumpe mit Luftaustausch	0,276	
Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	0,291	
Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	0,051	
Strom Nachtspeicherheizgerät	0,417	
Öl-Konstanttemperaturkessel	0,311	
Gas-Konstanttemperaturkessel	0,236	
Kachelofen mit Pufferspeicher alt	0,015	
Stückholz alt	0,015	

7.3 Kostenanalyse thermischer Sanierungsmaßnahmen (Gebäudehülle)

Für die wirtschaftliche Betrachtung im Rahmen der gebäudeseitigen Sanierungsmaßnahmen werden ausschließlich die zu tätigenen Investitionskosten der jeweiligen Maßnahme herangezogen.

7.3.1 Thermische Fassadensanierung

Tabelle 7-2 zeigt in Abhängigkeit des Dämmsystems die zu tätigenen spezifischen Investitionskosten für die thermische Fassadensanierung.

Tabelle 7-2: Übersicht spezifischer Investitionskosten verschiedener Dämmsysteme zur thermischen Fassadensanierung[33]

Dämmsystem	Spez. Investitionskosten €/m ² zu sanierende Fläche
Außendämmung	
Wärmedämm-Verbundsystem	88-117
Vorgehängte, hinterlüftete Fassade	220-250
Wärmedämmputz	88-147
Transparente Wärmedämmung	220-278
Vakuuminisulationspaneel	293-366
Kerndämmung	15-22 *
Innendämmung	
Diffusionsdichte Innendämmung mit Dampfsperre	59-88
Diffusionsoffene Innendämmung	103-147

* Ohne Berücksichtigung der Mehrkosten für das zweite Mauerwerk

Inflationsangepasst an Baukostensteigerung im Wohnungs- und Siedlungsbau (Statistik Austria 8/2022)

Als spezifische Kosten werden für die hier untersuchte thermische Sanierung der Fassade 132 €/m² bezogen auf die zu sanierende Fläche ermittelt.⁶ Abhängig von der jeweiligen Gebäudeart und den damit zusammenhängenden auszutauschenden Einheiten werden in Tabelle 7-3 die notwendigen Investitionskosten für die thermische Fassadensanierung dargestellt.

Tabelle 7-3: Investitionskosten für thermische Fassadensanierung nach Gebäudeart[34], [35]

		Investitionskosten thermische Fassadensanierung		
	[Einheit]	1-2 WE	3-10 WE	>10 WE
Summe Investitionskosten	[€]	25.638	46.587	70.320

Inflationsangepasst an Baukostensteigerung im Wohnungs- und Siedlungsbau (Statistik Austria 8/2022)

⁶ Mittelwert aus [34] und [35].

7.3.2 Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke

Für die hier untersuchte Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke sind Kosten von 89 €/m² bezogen auf die zu sanierende Fläche ermittelt worden.⁷

Abhängig von der jeweiligen Gebäudeart und den damit zusammenhängenden auszutauschenden Einheiten werden in Tabelle 7-4 die notwendigen Investitionskosten für die Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke dargestellt.

Tabelle 7-4: Investitionskosten für Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke

Investitionskosten Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke				
	[Einheit]	1-2 WE	3-10 WE	>10 WE
Summe Investitionskosten	[€]	10.402	12.599	20.950

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung basierend auf Kollmann (2009) und Amtmann et al. (2011). Inflationsangepasst an Baukostensteigerung im Wohnungs- und Siedlungsbau (Statistik Austria 8/2022)

7.3.3 Wärmedämmung der Kellerdecke

Für die hier untersuchte Dämmung der Kellerdecke werden spezifische Kosten in der Höhe von 83 €/m² bezogen auf die zu sanierende Fläche herangezogen.⁸ Tabelle 7-5 zeigt abhängig von der jeweiligen Gebäudeart und den damit verbundenen auszutauschenden Einheiten die notwendigen Investitionskosten für die Wärmedämmung der Kellerdecke.

Tabelle 7-5: Investitionskosten für Wärmedämmung der Kellerdecke nach Gebäudeart

Investitionskosten Wärmedämmung der Kellerdecke				
	[Einheit]	1-2 WE	3-10 WE	>10 WE
Summe Investitionskosten	[€]	7.911	11.354	23.001

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung basierend auf Kollmann (2009) und Amtmann et al. (2011). Inflationsangepasst an Baukostensteigerung im Wohnungs- und Siedlungsbau (Statistik Austria 8/2022)

7.3.4 Austausch von Fenster und Türen

Hinsichtlich des Austauschs von Fenstern und Türen wurden spezifische Investitionskosten für Fenster und Türen ermittelt und mit den zu tauschenden Einheiten der jeweiligen Gebäudeart multipliziert.

Folgende Tabelle 7-6 zeigt abhängig von der jeweiligen Gebäudeart und der damit verbundenen auszutauschenden Einheiten die notwendigen Investitionskosten für den Austausch von Fenstern und Türen.

⁷ Mittelwert aus [34] und [35].

⁸ Mittelwert aus [34] und [35].

Tabelle 7-6: Investitionskosten für Austausch von Fenster und Türen nach Gebäudeart

Investitionskosten Fenster und Türen				
	[Einheit]	1-2 WE	3-10 WE	>10 WE
Summe Investitionskosten	[€]	13.551	37.797	63.874

Quelle: eigene Berechnung und Darstellung basierend auf Kollmann (2009) und Amtmann et al. (2011). Inflationsangepasst an Baukostensteigerung im Wohnungs- und Siedlungsbau (Statistik Austria 8/2022)

7.4 Kostenanalyse anlagenseitiger Sanierungsmaßnahmen (Heizungstausch)

7.4.1 Luft-Wasser Wärmepumpe

Die wirtschaftliche Betrachtung einer Luft-Wasser Wärmepumpe umfasst neben den Investitionskosten die verbrauchs- sowie die betriebsgebundenen Kosten, die an dieser Stelle aufgeführt werden.

Folgende Tabelle 7-7 zeigt abhängig von der jeweiligen Gebäudeart und der damit verbundenen Nennleistung – entsprechend der zuvor definierten Systemgrenze – eine Aufschlüsselung der erhobenen Investitionskosten für eine Luft-Wärmepumpe.

Tabelle 7-7: Investitionskosten für eine Luft-Wärmepumpe nach Gebäudeart

Investitionskosten Luft-Wärmepumpe				
	[Einheit]	1-2 WE	3-10 WE	>10 WE
Summe Investitionen	[€]	30 504	47 229	94 794

Quelle: basierend auf Herstellerangaben, eigene Berechnungen und Darstellung

Für die Luft-Wärmepumpe werden die verbrauchsgebundenen Kosten ausschließlich über den Strom- bzw. Wärmepumpentarif definiert. Je nach Anbieter und Stromverbrauch sind per 19. September 2022 als Arbeitspreis für Bestandskunden des angestammten Versorgers 26,9 ct/kWh zu bezahlen, für Neukunden zwischen 30,7 und 99,9 ct/kWh.⁹

Für eine umfassende ökonomische Analyse fehlen schließlich noch die betriebsgebundenen Kosten, die sich aus den jährlichen Kosten für Wartung und Instandsetzung und den Kosten für die Hilfsenergie zusammensetzen und in folgender Tabelle 7-8 für die jeweilige anlagenseitige Sanierungsmaßnahme dargestellt sind.

⁹ Basierend auf einer umfassenden Recherche sämtlicher in Österreich erhältlicher Wärmepumpentarife, Stand September 2022.

Tabelle 7-8: Betriebsgebundene Kosten der anlagenseitigen Sanierungsmaßnahmen (Heizungstausch)

Technologie	Betriebskosten	
	Wartung und Instandhaltung	Einheit
Wärmepumpe mit Kollektor	111	€/a
Wärmepumpe Grundwasser	111	€/a
Wärmepumpe mit Luftaustausch	79	€/a
Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	111	€/a
Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	102	€/a
Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	289	€/a
Gas-Konstanttemperaturkessel	279	€/a
PV-Anlage	395	€/a
Solarthermische Anlage	63	€/a

Quelle: Eigene Berechnung basierend auf Recherchen und Mittelwertbildung

Für eine Kombination mit einer thermischen Solaranlage gelten auch hier – analog der bisher beschriebenen Heiztechnologien – für die Luft-Wärmepumpe dieselben angesetzten Kosten wie im Falle ohne Solarthermie, da diese als Ergänzung zur jeweiligen Heiztechnologie gesehen wird und somit ein zusätzliches Investment darstellt.

7.4.2 Erdreich-Wasser Wärmepumpe

Neben den Investitionskosten erfordert eine umfassende wirtschaftliche Betrachtung ebenso die verbrauchs- und die betriebsgebundenen Kosten einer Erd-Wärmepumpe. Abhängig von der jeweiligen Gebäudeart und der damit verbundenen Nennleistung zeigt folgende Tabelle 7-9 – entsprechend der zuvor definierten Systemgrenze – in einem ersten Schritt eine Aufschlüsselung der notwendigen Investitionskosten für eine Erd-Wärmepumpe. Da jedoch für eine Erd-Wärmepumpe unterschiedliche Wärmequellenanlagen in Frage kommen können, werden hier Ausführungsarten untersucht. Demnach wird für jede Gebäudeart in einer ersten Variante ein Flächenkollektor und in einer zweiten Variante eine Erdsonde als Wärmequelle angesetzt.

Tabelle 7-9: Investitionskosten für eine Erd-Wärmepumpe nach Gebäudeart

Investitionskosten Erd-Wärmepumpe				
	[Einheit]	1-2 WE	3-10 WE	>10 WE
Summe Investitionen, Variante Flächenkollektor	€]	33 220	54 171	113 755
Summe Investitionen, Variante Erdsonde	€]	43 356	73 653	159 819

Wie für die Luft-Wärmepumpe so gilt auch hier, dass ausschließlich der Strom- bzw. Wärmepumpentarif die verbrauchsgebundenen Kosten von Erd-Wärmepumpen bestimmt.

Analog zur Luft-Wärmepumpe werden auch für die EWP als Arbeitspreis 26,9 ct/kWh herangezogen.¹⁰ Die betriebsgebundenen Kosten sind in Tabelle 6-8 dargestellt.

Betrachtet man nun die Kombination mit einer thermischen Solaranlage so gelten für die Erd-Wärmepumpe dieselben angesetzten Kosten wie im Falle ohne Solarthermie, da diese als Ergänzung zur jeweiligen Heiztechnologie gesehen wird und somit ein zusätzliches Investment darstellt.

7.4.3 Anmerkungen zur ökonomischen Betrachtung von LWP und EWP

- In den ermittelten durchschnittlichen Investitionskosten wurde neben der installierten Wärmepumpentechnologie die erforderliche Heizleistung mit Bezug auf das Einsatzgebiet berücksichtigt. Zusätzliche Einflussfaktoren wie technische Grundkonfigurationen des Vorgängerheizsystems oder Demontagekosten können aufgrund der Heterogenität des Referenzheizsystems nicht berücksichtigt werden.
- Der effiziente Einsatz einer Wärmepumpe für den monovalenten Betrieb erfordert laut Auskunft der Installateurunternehmen auch eine Sanierung des Verteilungssystems um die notwendigen Vorlauftemperaturen zu verringern. Es existieren zwar bereits Wärmepumpentypen, die eine Vorlauftemperatur von 65 °C erreichen, jedoch können diese Systeme nur mit geringerer Effizienz betrieben werden, und deren Einsatz wird daher nicht empfohlen. Die Investition in ein Wärmeverteilsystem bzw. die Umstellung auf ein Niedertemperatursystem erfordert entweder die Installation von Stahlheizkörpern oder einer Fußboden- oder Wandheizung sowie den notwendigen Rohrleitungen.
- Weitere mögliche Kosten wie Stemm-, Maurer-, oder Putzarbeiten wie sie beim Austausch eines Referenzheizsystems auf ein Wärmepumpensystem auftreten können, wurden aufgrund der großen Unterschiede und Schwankungen für jeden Anwendungsfall nicht quantifiziert.

7.4.4 Solaranlagen

Die Kostenentwicklung von Solarsystemen zeigte auch im Geschosswohnbau in den letzten Jahren eine Tendenz zu sinkenden Preisen. Einerseits durch weitestgehend automatisierte Produktionsverfahren, andererseits steigerten viele hundert realisierte Solarsysteme im Geschosswohnbau die Zuverlässigkeit von Kostenkalkulationen. Eine gewisse Bandbreite der spezifischen Investitionskosten für die angesetzten Modellanlagen resultiert neben regionalen Unterschieden im Wesentlichen aus individuellen Gegebenheiten wie Dachintegration, Speichersysteme, kurze Verbindungsleitungen etc.

¹⁰ Basierend auf einer umfassenden Recherche sämtlicher in Österreich erhältlicher Wärmepumpentarife, Stand September 2022.

Tabelle 7-10: Investitionskosten für eine Solaranlage nach Gebäudeart

Investitionskosten Solaranlage				
	[Einheit]	1-2 WE	3-10 WE	>10 WE
Solaranlage samt Zubehör	[€]	8.700	10.600	16.100
Rohrleitungen samt Zubehör	[€]	1.200	1.300	3.200
Montage und Transport	[€]	3.100	3.500	4.100
Summe Investitionen	[€]	13.000	15.400	23.400

Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung basierend auf Herstellerangaben.

Die wirtschaftliche Betrachtung der Technologie umfasst neben den Investitionskosten die verbrauchs- bzw. betriebsgebundenen Kosten. Die Montage- und Transportkosten repräsentieren durchschnittliche Installationssituationen. Eventuelle Mehraufwendungen durch komplexe Indachmontage sind nicht berücksichtigt. Bei der Solaranlage kommen keine verbrauchsgebundenen Kosten zu tragen, die betriebsgebundenen Kosten leiten sich ausschließlich aus dem Hilfsenergieeinsatz ab da keine zusätzlichen Kosten für Schornsteinfegen, Wartung und Instandsetzung anzusetzen sind.

Tabelle 7-11: Betriebsgebundene Kosten für eine Solaranlage nach Gebäudeart

Betriebsgebundene Kosten Solaranlage				
	[Einheit]	1-2 WE	3-10 WE	>10 WE
Kollektorfläche	[m ²]	12	18	27
Hilfsenergie	[ct/kWh]	41,7	41,7	41,7

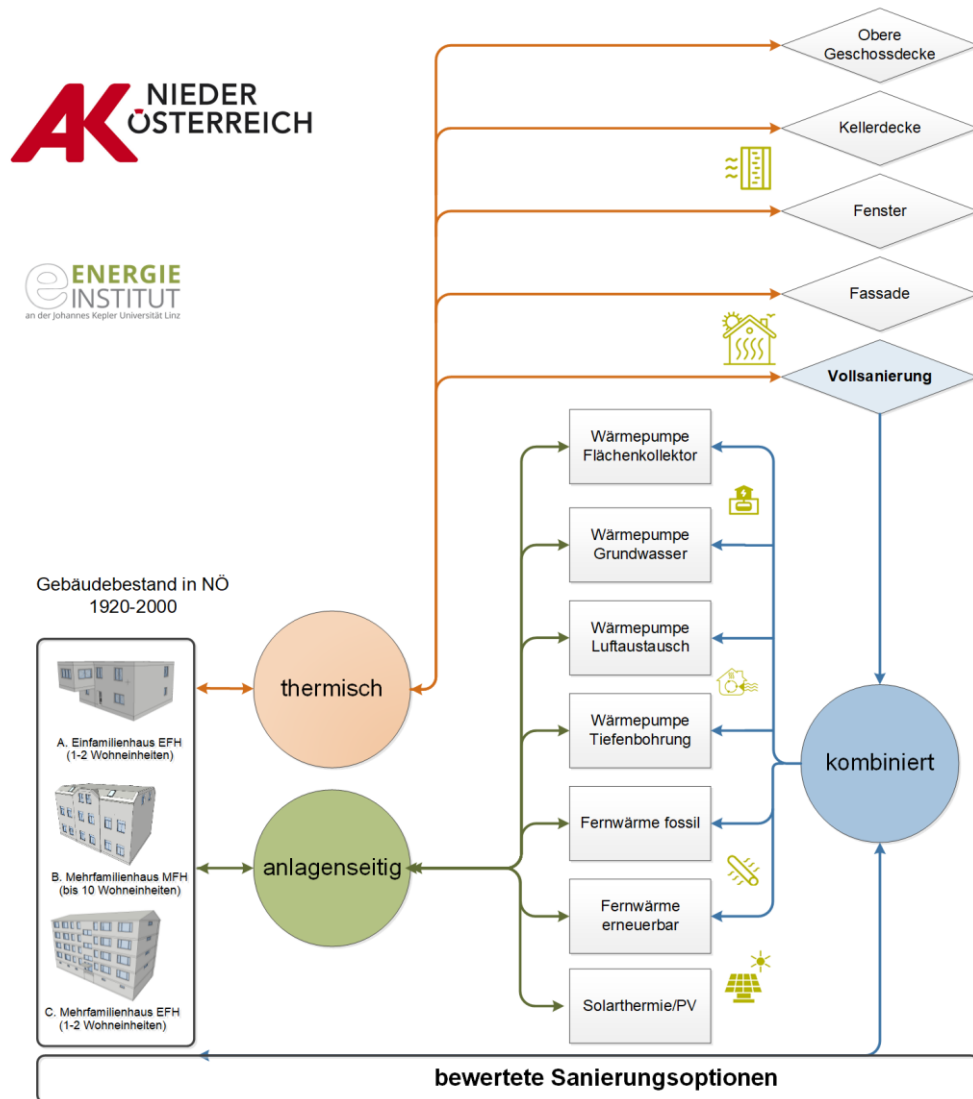
Quelle: eigene Berechnungen und Darstellung.

7.4.5 Fernwärme

Die Anschlusskosten an die Fernwärme sind leider nicht frei verfügbar und auch die Kriterien der Anschlussfähigkeit mancher Gebiete sind nicht zu generalisieren. Je mehr Verbraucher*innen und daher je mehr Abnahme an Wärme vorhanden sind, desto wahrscheinlicher ist der Ausbau des Netzes. Direkte Anfragen zu den Kriterien und Anschlusskosten im November 2022 wurden schriftlich gestellt, aber leider nicht beantwortet.

8 Abschnitt III: Komparative Bewertung anlagenseitiger (Heizungstausch) und thermischer (Gebäudehülle) Sanierungsmaßnahmen mittels Szenarien-Modellierung

8.1 Überblick der Sanierungsstrategien



8.2 Zusammenfassende Übersicht der Investitionskosten für thermische Sanierungsmaßnahmen nach Gebäudeart

In den folgenden Tabellen wird eine zusammenfassende Übersicht der Investitionskosten thermischer Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehülle für die drei verschiedenen Referenzgebäude gegeben. Den folgenden Berechnungen liegen die nachfolgend gezeigten Werte zugrunde.

8.2.1 Referenzgebäude A: Einfamilienhaus (1-2 Wohneinheiten)

Tabelle 8-1: Investitionskosten thermische Sanierung Referenzgebäude A

Referenzgebäude A (EFH) 1-2 WE			
Investition in die Sanierung von ...		Brutto- geschossfläche	Spezifische I-Kosten
Wohngebäude mit 1-2 WE	€ inkl. MwSt	[m ²]	[€/m ²]
Oberste Geschossdecke	10 402	199,35	52
Kellerdecke	7 911		40
Fenster und Türen	13 551		68
Thermische Fassadenerneuerung	25 638		129
Alle Maßnahmen	57 501		288

8.2.2 Referenzgebäude B: Mehrfamilienhaus (3-10 Wohneinheiten)

Tabelle 8-2: Investitionskosten thermische Sanierung Referenzgebäude B

Referenzgebäude B (MFH) 3-10 WE			
Investition in die Sanierung von ...		Brutto- geschossfläche	Spezifische I-Kosten
Wohngebäude mit 3-10 WE	€ inkl. MwSt		
Oberste Geschossdecke	12 599	507,28	25
Kellerdecke	11 354		22
Fenster und Türen	37 797		75
Thermische Fassadenerneuerung	46 587		92
Alle Maßnahmen	108 337		214

8.2.3 Referenzgebäude C: Mehrfamilienhaus (>10 Wohneinheiten)

Tabelle 8-3: Investitionskosten thermische Sanierung Referenzgebäude C

Referenzgebäude C (MFH) >10 WE			
Investition in die Sanierung von ...		Brutto- geschossfläche	Spezifische I-Kosten
Wohngebäude mit >10 WE	€ inkl. MwSt		
Oberste Geschossdecke	20 950	1169,76	18
Kellerdecke	23 001		20
Fenster und Türen	63 874		55
Thermische Fassadenerneuerung	70 320		60
Alle Maßnahmen	178 144		152

Quelle: siehe Angaben in Kapitel Abschnitt I: Bewertung der Raumwärmesystem-Alternativen und Darstellung technisch möglicher Umrüstungsmaßnahmen unter Berücksichtigung limitierender Faktoren für repräsentative Gebäudetypen

8.3 Bestmögliche Investitionsentscheidung für Konsument*innen

Die Szenarien zur Bewertung von Sanierungsstrategien für Gebäude ohne die Möglichkeit eines Fernwärmeanschlusses liegen in der thermischen Sanierung (t), der anlagenseitigen Sanierung (a) oder in der kombinierten Sanierung (k).

Die Vorteile einer thermischen Sanierung liegen in der Reduktion des Energiebedarfs und daraus resultierend in niedrigeren Energiekosten und daraus folgend weniger CO₂ Emissionen. Bei der anlagenseitigen Sanierung (Heizkesseltausch) kann im Gegenzug fossile Energie vollständig substituiert werden, sofern Strom auch erneuerbar produziert wurde (Ziel 2030). Zusätzlich können die Konsument*innen auch eine Kombination aus beiden Sanierungsvarianten wählen. Flankiert werden Sanierungsmaßnahmen mit der aktuellen Förderlandschaft, welche sowohl seitens des Bundes als auch seitens des Landes finanziell Sanierungsvorhaben fördert, sofern Zielwerte erreicht werden.

Die Fülle an Möglichkeiten zur thermischen, anlagenseitigen oder kombinierten Sanierung sind für die Konsument*innen nicht einfach zu interpretieren. Im Detail betrachtet, stehen die Konsument*innen vor 41 möglichen Entscheidungen für jeden Gebäudetyp, die durch die budgetäre individuelle Lage und Bereitschaft meist limitiert ist. Außerdem stellt sich die Frage welche Zielfunktion minimiert bzw. maximiert werden soll. Es handelt sich hierbei mathematisch um ein Optimierungsproblem. Deshalb wurden drei Zielfunktionen definiert, die die Präferenzen der Konsument*innen widerspiegeln sollen:

- Betriebskosten minimieren
- Energetische Einsparungen maximieren
- Emissionseinsparungen maximieren

Die Nebenbedingungen dieses mathematischen Problems sind:

- Einhaltung der budgetären Möglichkeiten
- Eine eindeutige Investitionsentscheidung – entweder thermisch, anlagenseitig oder eine Kombination aus beidem (z. B. Dämmung Kellerdecke + erneuerbare Fernwärme)

8.3.1 Betriebswirtschaftliche Bewertung (Einsparungen) für anlagenseitige, thermische oder kombinierte Sanierungen

Es gibt verschiedene Sanierungsstrategien für Bestandshäuser, entweder wird rein anlagenseitig das Heizsystem erneuert und die thermische Sanierung ausgespart (a), eine rein thermische Sanierung mit gleichem Heizungssystem (t) oder eine Kombination aus thermischer Sanierung und anlagenseitiger Erneuerung des Heizsystems. Die Einsparungen daraus werden anhand einer Gastherme (Konstanttemperaturtherme) als Referenzheizsystem berechnet (dominantes Heizsystem in Niederösterreich).

Zentral für die Bewertung ist der gesamte Energiebedarf der Heizanlage in kWh/a und der zugrundeliegende Preis für Strom, Fernwärme und Gas (für die Bestandsheizungen).

In diesem Bericht wurden für Strom und Gas Bestandskundenpreise mit Stand 19.09.2022 laut Tarifikalkulator für St. Pölten angenommen inkl. Netzkosten, USt. und Grundgebühr (für Strom **41,66 Cent/kWh**), für Gas **16,61 Cent/kWh** und für Fernwärme **18,4 Cent/kWh** (fossil) und **22,1 Cent/kWh** (erneuerbar). Als Berechnungsgrundlage dient der Gesamtpreis in Cent/kWh für 3500 kWh Stromjahresverbrauch und 15000 kWh Gasjahresverbrauch in der Postleitzahl 3100.

Für die Heizungsanlagen werden folgende Jahresnutzungsgrade angenommen:

Tabelle 8-4: Angenommene Jahresarbeitszahlen der Heizsysteme

Heizsystem	JAZ
Wärmepumpe mit Kollektor	390%
Wärmepumpe Grundwasser	420%
Wärmepumpe mit Luftaustausch	290,0%
Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	390%
Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	90,0%
Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	98,0%
Strom Nachtspeicherheizgerät	98,0%
Öl-Konstanttemperaturkessel	62,8%
Gas-Konstanttemperaturkessel	64%

Vergleich der Heizungstechnologien über 20 Jahre im unsanierten Haus

In den nachfolgenden Diagrammen ist eine Rangliste der unterschiedlichen Heizungstechnologien jeweils für thermisch unsanierte Einfamilienhäuser (A) sowie für thermisch unsanierte kleinere (B) und große (C) Mehrfamilienhäuser dargestellt, wobei die Reihung nach unterschiedlichen Kriterien erfolgte:

- Amortisationszeit
- Energiekosten
- CO₂ Emissionen
- Eigenmittel
- Vollkosten über 20 Jahre Betrieb (verbrauchsgebundene Kosten und Wartung/Instandhaltung)

Bei unsanierten Einfamilienhäusern (A) zeigt sich, dass ein Fernwärmeanschluss auf Basis erneuerbarer Brennstoffe die kürzeste Amortisationszeit im Vergleich aller Alternativen aufweist. Hier sind auch die geringsten Eigenmittel und die niedrigsten CO₂ Emissionen zu erwarten, jedoch die höchsten Energie- und Vollkosten.

Betreffend die Energie- und Vollkosten zeigt die Grundwasser-Wärmepumpe die beste Performance. Und auch bei den CO₂ Emissionen liegt sie auf Rang 2, wobei jedoch mit höheren Eigenmitteln und einer längeren Amortisationszeit zu rechnen ist.

Wo ein Fernwärmeanschluss auf Basis erneuerbarer Brennstoffe nicht möglich ist, stellt die Wärmepumpe mit Flächenkollektor die Alternative mit der kürzesten Amortisationszeit dar. Diese Variante liegt auch bei Energie- und Vollkosten auf einem guten 2. Rang. Dem gegenüber stehen jedoch höhere erforderliche Eigenmittel.

Abgesehen vom Fernwärmeanschluss erfordert die Luft-Wärmepumpe die geringsten Eigenmittel. Diese Variante schneidet jedoch bei allen anderen Kriterien schlechter ab.

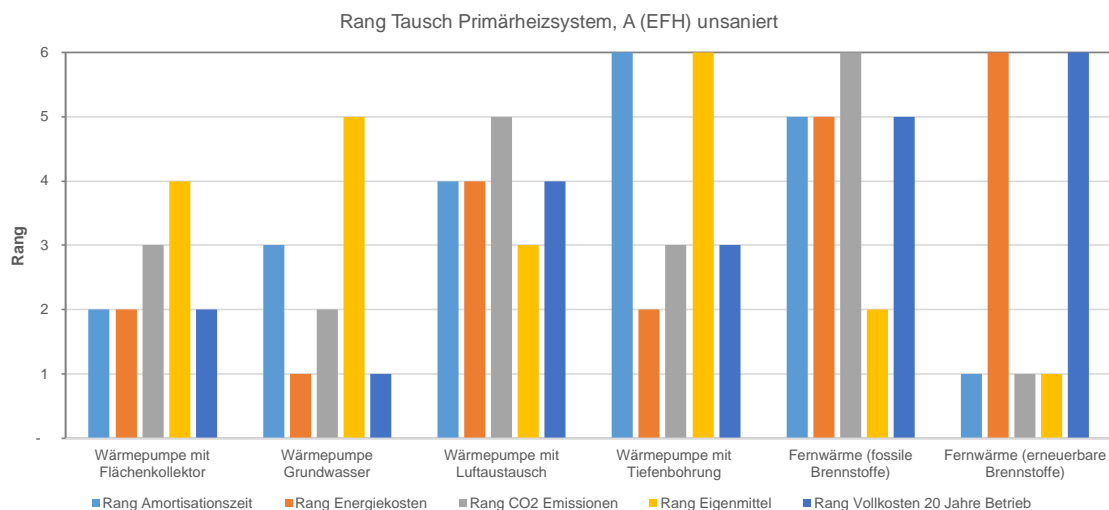


Abbildung 8-1: Rang Tausch Primärheizsystem, A (EFH) unsaniert

Bei der Erneuerung des Primärheizsystems, kann auch zusätzlich eine Solarthermieanlage installiert werden. Hier verbessern sich die Wärmepumpensysteme in der Amortisationszeit.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

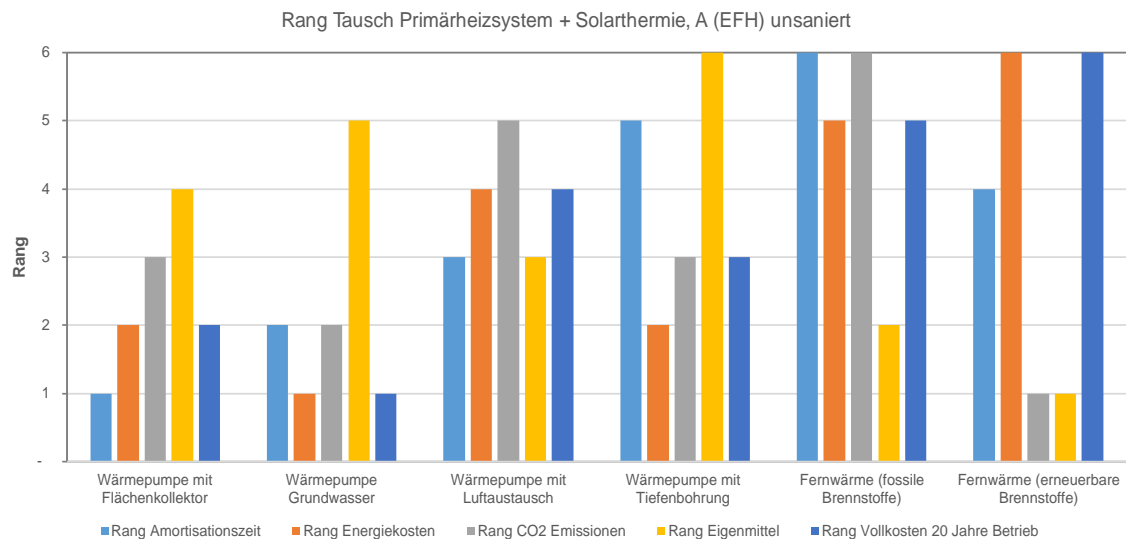


Abbildung 8-2: Rang Tausch Primärheizsystem + Solarthermie, A (EFH) unsaniert

Wie bei Einfamilienhäusern, bietet auch bei kleineren (B) und großen (C) thermisch unsanierten Mehrfamilienhäusern die Fernwärme auf Basis erneuerbarer Brennstoffe die kürzeste Amortisationszeit, die niedrigsten erforderlichen Eigenmittel und die niedrigsten CO₂ Emissionen; während die Grundwasser-Wärmepumpe bei den Energie- und Vollkosten auf Rang 1 liegt.

Im Gegensatz zu Einfamilienhäusern amortisiert sich bei Mehrfamilienhäusern (B, C) ein Fernwärmeanschluss auf Basis fossiler Brennstoffe schneller, wobei diese Variante hohe CO₂ Emissionen sowie hohe Voll- und Energiekosten aufweist.

Wo kein Fernwärmeanschluss möglich ist, bieten auch für Mehrfamilienhäuser (B, C) Wärmepumpen mit Kollektor die kürzeste Amortisationszeit und Luft-Wärmepumpen die geringsten erforderlichen Eigenmittel. Letztere Variante schneidet jedoch bei allen anderen Kriterien schlechter ab.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

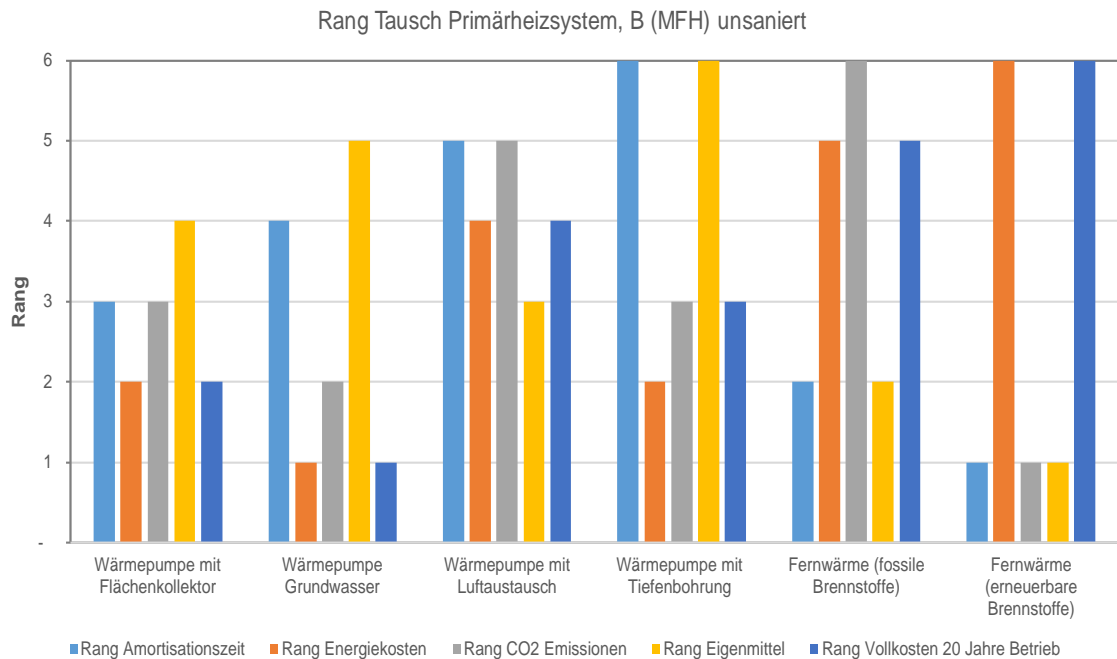


Abbildung 8-3: Rang Tausch Primärheizsystem, B (MFH) unsaniert

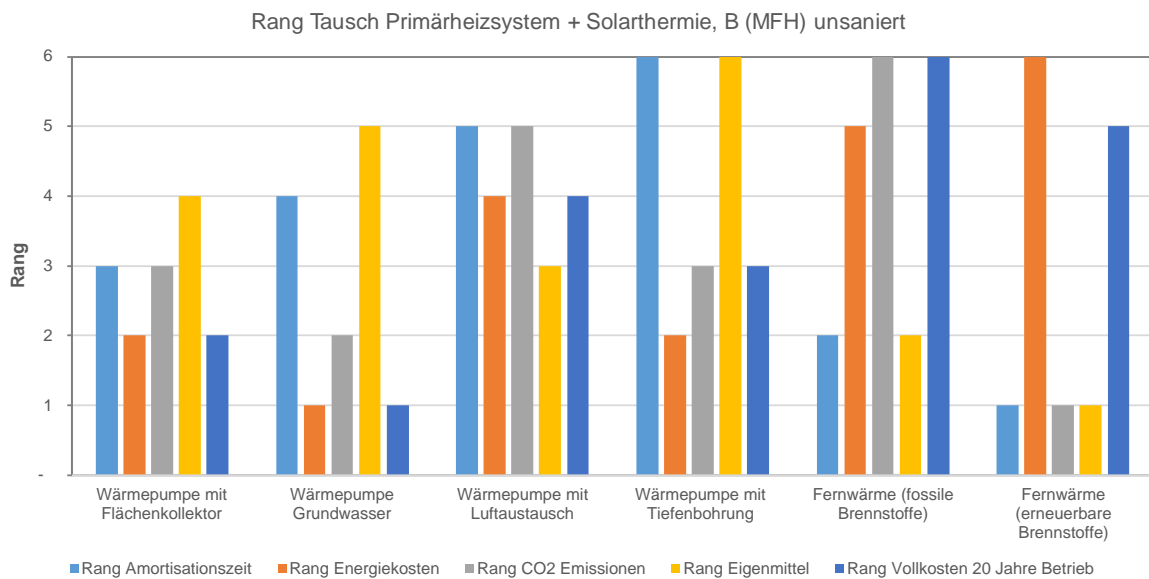


Abbildung 8-4: Rang Tausch Primärheizsystem + Solarthermie, B (MFH) unsaniert

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

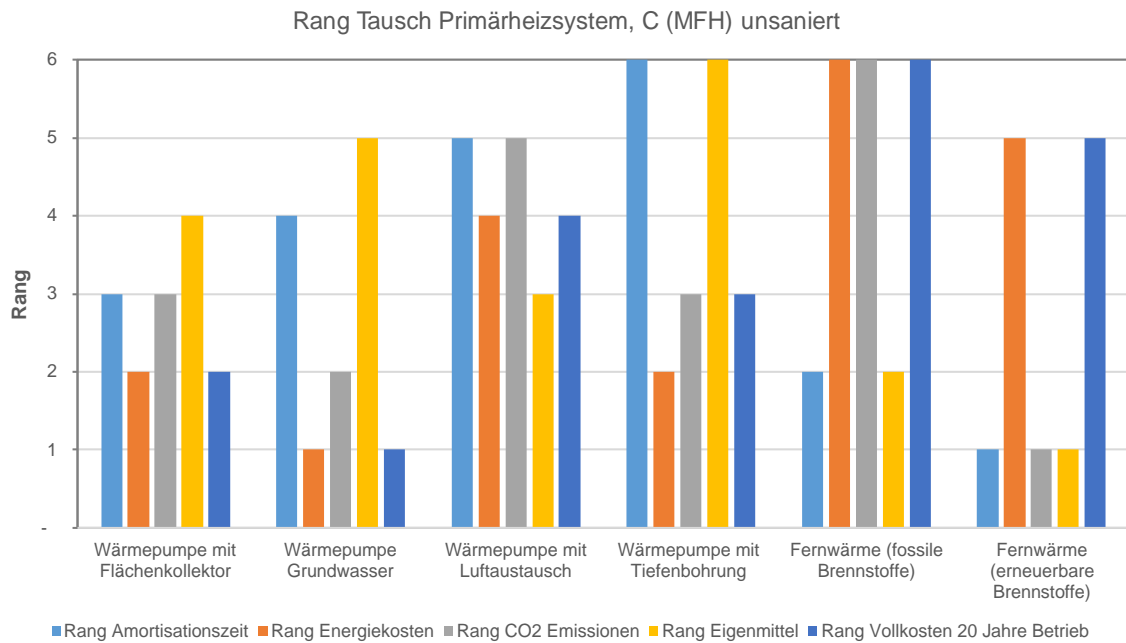


Abbildung 8-5: Rang Tausch Primärheizsystem, C (MFH) unsaniert

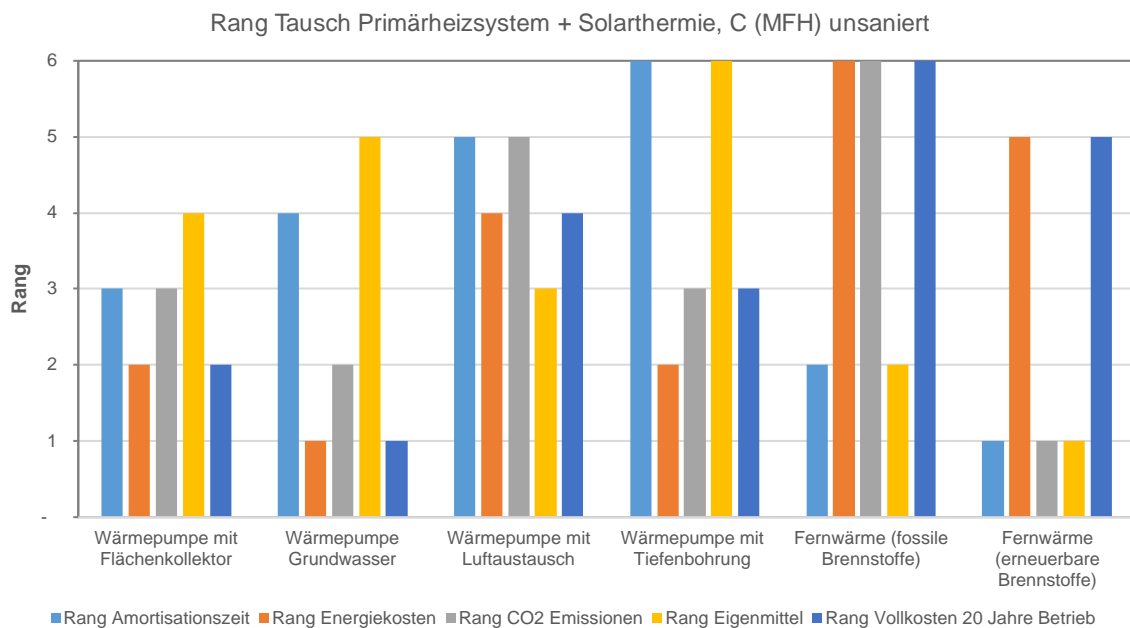


Abbildung 8-6: Rang Tausch Primärheizsystem, C (MFH) unsaniert

8.3.1.1 Referenzgebäude A

Anlagenseitig (a)

Bei der anlagenseitigen Sanierung sind die Einsparungen zum Referenzheizsystem angegeben, das Gebäude bleibt thermisch im Originalzustand.

Kostenart	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Flächenkollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Investitionskosten Tausch Primärheizsystem [€]	-	33 220	36 066	30 504	43 356	9 824	10 511
Förderung Bund Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	9 500	9 500	9 500	9 500	-	5 256
Förderung Land Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas in NÖ) [€]	-	3 000	3 000	3 000	3 000	-	2 102
Investitionskosten Solarthermie [€]	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000
Förderung Bund Solarbonus (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	1 500	1 500	1 500	1 500	-	1 500
Förderung Eigenheimsanierung NÖ (Solarthermie) [€]	520	520	520	520	520	520	520
Betriebskosten Primärheizsystem (Service, Instandhaltung...) [€/a]	279	111	111	79	111	102	289
Betriebskosten Solarthermie (Service, Instandhaltung...) [€/a]	63	63	63	63	63	63	63
Energiekosten Primärheizsystem [€/a]	11 097	4 583	4 293	6 211	4 583	8 665	9 265
Energiekosten Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	10 012	4 134	3 876	5 607	4 134	7 807	8 320
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Primärheizsystem [kg/a]	15 766	3 036	2 844	4 114	3 036	13 718	2 142
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	14 223	2 739	2 568	3 714	2 739	12 360	1 924
Jährliche monetäre Ersparnis Primärheizsystem [€/a]	-	6 682	6 972	5 087	6 682	2 609	1 821
Jährliche monetäre Ersparnis Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	1 023	7 068	7 326	5 627	7 068	3 404	2 704
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen Primärheizsystem [kg/a]	-	12 730	12 922	11 652	12 730	2 048	13 624
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	1 543	13 027	13 198	12 052	13 027	3 406	13 842
Eigenmittel Tausch Primärheizsystem [€]	-	20 720	23 566	18 004	30 856	9 824	3 153
Eigenmittel Solarthermie [€]	12 480	10 980	10 980	10 980	10 980	12 480	10 980
Eigenmittel Primärheizsystem und Solarthermie [€]	12 480	31 700	34 546	28 984	41 836	22 304	14 133

Abbildung 8-7: Anlagenseitige Sanierung, A (EFH), unsaniert

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Amortisationszeit	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Flächenkollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Primärheizsystem							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	-	1 267	1 441	1 101	1 887	601	193
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	-	1 525	1 734	1 325	2 270	723	232
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	-	1 807	2 055	1 570	2 690	856	275
Amortisationszeit statisch [a]	-	3,1	3,4	3,5	4,6	3,8	1,7
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	-	3,8	4,1	4,3	5,6	4,6	2,1
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	-	4,6	5,0	5,2	6,8	5,5	2,5
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	-	5,4	5,9	6,2	8,1	6,6	3,0
Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	763	1 939	2 113	1 773	2 559	1 364	864
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	918	2 333	2 542	2 133	3 078	1 641	1 040
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	1 088	2 764	3 012	2 527	3 647	1 945	1 232
Amortisationszeit statisch [a]	12,2	4,5	4,7	5,2	5,9	6,6	5,2
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	14,9	5,5	5,8	6,3	7,2	8,0	6,4
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	17,9	6,6	6,9	7,6	8,7	9,6	7,7
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	21,3	7,8	8,2	9,0	10,3	11,4	9,1
Primärheizsystem							
Rang Amortisationszeit	-	2	3	4	6	5	1
Rang Energiekosten	-	2	1	4	2	5	6
Rang CO ₂ Emissionen	-	3	2	5	3	6	1
Rang Eigenmittel	-	4	5	3	6	2	1
Vollkosten 20 Jahre Betrieb	227 525	114 596	111 640	143 797	124 732	185 164	194 253
Rang Vollkosten 20 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	5	6
Vollkosten 40 Jahre Betrieb	455 050	208 472	199 715	269 591	218 608	360 505	385 352
Rang Vollkosten 40 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	5	6
Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie							
Rang Amortisationszeit	-	1	2	3	5	6	4
Rang Energiekosten	-	2	1	4	2	5	6
Rang CO ₂ Emissionen	-	3	2	5	3	6	1
Rang Eigenmittel	-	4	5	3	6	2	1
Vollkosten 20 Jahre Betrieb	219 541	117 856	115 541	143 963	127 992	181 742	187 579
Rang Vollkosten 20 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	5	6
Vollkosten 40 Jahre Betrieb	426 601	204 012	196 537	258 942	214 148	341 180	361 025
Rang Vollkosten 40 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	5	6

Abbildung 8-8: Amortisationszeiten anlagenseitige Sanierung, A (EFH), unsaniert

Thermisch (t)

Die Einsparungen zeigen den Vergleich zwischen dem unsanierten Zustand und Gas-Konstanttemperaturkessel und dem sanierten Zustand bei gleichbleibender Heizung.

Kostenart	Vollsanierung	Obere Geschossdecke	Untere Geschossdecke	Fenster	Fassade
Investitionskosten [€]	57 501	10 402	7 911	13 551	25 638
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	3 517	636	484	829	1 568
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	4 231	765	582	997	1 886
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	5 013	907	690	1 181	2 235
Betriebskosten (Service, Instandhaltung, ...) [€/a]	279	279	279	279	279
Energiekosten [€/a]	4 710	10 016	9 722	10 016	6 479
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen [kg/a]	6 691	14 230	13 811	14 230	9 204
Jährliche monetäre Ersparnis [€/a]	6 388	1 081	1 376	1 081	4 619
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen [kg/a]	9 075	1 536	1 955	1 536	6 562
Amortisationszeit	Vollsanierung	Obere Geschossdecke	Untere Geschossdecke	Fenster	Fassade
Amortisationszeit statisch [a]	9,0	9,6	5,8	12,5	5,6
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	11,0	11,8	7,0	15,3	6,8
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	13,2	14,2	8,5	18,4	8,2
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	15,7	16,8	10,0	21,9	9,7
Eigenmittel	46 919	6 465	4 075	9 489	17 126

Abbildung 8-9: Thermische Sanierung, A (EFH), Gas-Konstanttemperaturkessel

Kombiniert (k)

Die Einsparungen spiegeln die Differenz zwischen dem unsanierten Gebäude mit Gas-Konstanttemperaturkessel und dem vollständig sanierten Haus mit neuer Heizung wider.

Kostenart	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Kollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Investitionskosten Tausch Primärheizsystem [€]	-	20 020	21 679	19 966	24 267	9 124	9 763
Förderung Bund Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	9 500	9 500	9 500	9 500	-	4 882
Förderung Land Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas in NÖ) [€]	-	3 000	3 000	3 000	3 000	-	1 953
Investitionskosten Solarthermie [€]	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000
Förderung Bund Solarbonus (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	1 500	1 500	1 500	1 500	-	1 500
Investitionskosten thermische Sanierung [€]	57 501	57 501	57 501	57 501	57 501	57 501	57 501
Förderungen Bund Sanierungsscheck [€]	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Förderungen Land Eigenheimsanierung NÖ [€]	4 583	4 583	4 583	4 583	4 583	4 583	4 583
Betriebskosten Primärheizsystem (Service, Instandhaltung...) [€/a]	279	111	111	79	111	102	289
Betriebskosten Solarthermie (Service, Instandhaltung...) [€/a]	63	63	63	63	63	63	63
Energiekosten Primärheizsystem [€/a]	4 710	1 944	1 842	2 661	1 944	3 619	3 705
Energiekosten Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	3 624	1 495	1 425	2 058	1 495	2 761	2 759
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Primärheizsystem [kg/a]	6 691	1 287	1 220	1 763	1 287	5 730	857
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	5 148	990	944	1 363	990	4 372	638
Eigenmittel Heizungstausch [€]	-	7 520	9 179	7 466	11 767	9 124	2 929
Eigenmittel Solarthermie [€]	13 000	11 500	11 500	11 500	11 500	13 000	11 500
Eigenmittel thermische Sanierung [€]	46 919	46 919	46 919	46 919	46 919	46 919	46 919
Eigenmittel thermische Sanierung & Heizungstausch [€]	46 919	54 438	56 098	54 385	58 685	56 043	49 848
Eigenmittel thermische Sanierung, Tausch Primärheizung und Solarthermie [€]	59 919	65 938	67 598	65 885	70 185	69 043	61 348
Jährliche monetäre Einsparung thermische Sanierung & Heizungstausch [€/a]	6 388	9 322	9 423	8 636	9 322	7 655	7 382
Jährliche monetäre Einsparung thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [€/a]	7 411	9 708	9 777	9 177	9 708	8 450	8 265
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen thermische Sanierung & Heizungstausch [kg/a]	9 075	14 478	14 546	14 003	14 478	10 036	14 909
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [kg/a]	10 618	14 776	14 822	14 403	14 776	11 394	15 128

Abbildung 8-10: Kombinierte Sanierung mit Heizungstausch, A (EFH), saniert

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Amortisationszeiten	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Kollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Thermische Sanierung & Tausch Primärheizsystem							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	2 869	3 329	3 431	3 326	3 589	3 427	3 049
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	3 452	4 006	4 128	4 002	4 318	4 124	3 668
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	4 091	4 746	4 891	4 741	5 116	4 886	4 346
Amortisationszeit statisch [a]	7,3	5,8	6,0	6,3	6,3	7,3	6,8
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	9,0	7,1	7,3	7,7	7,7	9,0	8,3
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	10,8	8,6	8,8	9,3	9,3	10,8	9,9
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	12,8	10,2	10,4	11,0	11,0	12,8	11,8
Thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem & Solarthermie							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	3 664	4 033	4 134	4 029	4 292	4 222	3 752
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	4 409	4 852	4 974	4 848	5 164	5 080	4 514
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	5 224	5 749	5 893	5 744	6 119	6 019	5 349
Amortisationszeit statisch [a]	8,1	6,8	6,9	7,2	7,2	8,2	7,4
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	9,9	8,3	8,5	8,8	8,8	10,0	9,1
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	11,9	10,0	10,2	10,6	10,6	12,0	10,9
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	14,1	11,8	12,1	12,5	12,6	14,2	12,9

Abbildung 8-11: Amortisationszeiten kombinierte Sanierung, A (EFH), saniert

8.3.1.2 Referenzgebäude B

Anlagenseitig (a)

Bei der anlagenseitigen Sanierung sind die Einsparungen zum Referenzheizsystem angegeben, das Gebäude bleibt thermisch im Originalzustand.

Kostenart	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Flächenkollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Investitionskosten Tausch Primärheizsystem [€]	-	54 171	58 897	47 229	73 653	11 126	11 905
Förderung Bund Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	9 500	9 500	9 500	9 500	-	5 952
Förderung Land Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas in NÖ) [€]	-	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten Solarthermie [€]	15 400	15 400	15 400	15 400	15 400	15 400	15 400
Förderung Bund Solarbonus (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	1 500	1 500	1 500	1 500	-	1 500
Förderung Land Wohnungssanierung (für Solarthermie und Heizungstausch) [€]	228	1 029	1 099	927	1 318	228	404
Betriebskosten Primärheizsystem (Service, Instandhaltung...) [€/a]	279	111	111	79	111	102	289
Betriebskosten Solarthermie (Service, Instandhaltung...) [€/a]	63	63	63	63	63	63	63
Energiekosten Primärheizsystem [€/a]	23 623	9 746	9 273	13 390	9 746	18 053	18 191
Energiekosten Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	21 994	9 072	8 648	12 484	9 072	16 767	16 773
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Primärheizsystem [kg/a]	33 560	6 456	6 143	8 870	6 456	28 580	4 206
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	31 246	6 010	5 729	8 270	6 010	26 543	3 878
Jährliche monetäre Ersparnis Primärheizsystem [€/a]	-	14 045	14 517	10 433	14 045	5 746	5 421
Jährliche monetäre Ersparnis Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	1 566	14 655	15 080	11 275	14 655	6 970	6 776
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen Primärheizsystem [kg/a]	-	27 105	27 417	24 691	27 105	4 980	29 354
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	2 314	27 550	27 831	25 290	27 550	7 017	29 682
Eigenmittel Tausch Primärheizsystem [€]	-	43 642	48 298	36 802	62 836	10 898	5 548
Eigenmittel Solarthermie [€]	15 172	13 900	13 900	13 900	13 900	15 400	13 900
Eigenmittel Primärheizsystem und Solarthermie [€]	15 172	57 542	62 198	50 702	76 736	26 298	19 448

Abbildung 8-12: Anlagenseitige Sanierung, B (MFH), unsaniert

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Amortisationszeit	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Flächenkollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Primärheizsystem							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	-	2 669	2 954	2 251	3 843	667	339
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	-	3 211	3 554	2 708	4 624	802	408
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	-	3 805	4 211	3 209	5 478	950	484
Amortisationszeit statisch [a]	-	3,1	3,3	3,5	4,5	1,9	1,0
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	-	3,8	4,1	4,3	5,5	2,3	1,3
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	-	4,6	4,9	5,2	6,6	2,8	1,5
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	-	5,4	5,8	6,2	7,8	3,3	1,8
Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	928	3 519	3 804	3 101	4 693	1 608	1 189
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	1 116	4 234	4 577	3 731	5 646	1 935	1 431
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	1 323	5 017	5 423	4 420	6 690	2 293	1 696
Amortisationszeit statisch [a]	9,7	3,9	4,1	4,5	5,2	3,8	2,9
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	11,8	4,8	5,0	5,5	6,4	4,6	3,5
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	14,3	5,8	6,1	6,6	7,7	5,6	4,2
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	16,9	6,8	7,2	7,8	9,1	6,6	5,0
Primärheizsystem							
Rang Amortisationszeit	-	3	4	5	6	2	1
Rang Energiekosten	-	2	1	4	2	5	6
Rang CO ₂ Emissionen	-	3	2	5	3	6	1
Rang Eigenmittel	-	4	5	3	6	2	1
Vollkosten 20 Jahre Betrieb	478 031	240 769	235 981	306 176	259 963	374 001	375 166
Rang Vollkosten 20 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	5	6
Vollkosten 40 Jahre Betrieb	956 061	437 897	423 663	575 551	457 091	737 104	744 783
Rang Vollkosten 40 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	5	6
Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie							
Rang Amortisationszeit	-	3	4	5	6	2	1
Rang Energiekosten	-	2	1	4	2	5	6
Rang CO ₂ Emissionen	-	3	2	5	3	6	1
Rang Eigenmittel	-	4	5	3	6	2	1
Vollkosten 20 Jahre Betrieb	461 879	242 462	238 635	303 228	261 656	364 920	361 959
Rang Vollkosten 20 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	6	5
Vollkosten 40 Jahre Betrieb	908 587	427 383	415 072	555 753	446 577	703 543	704 470
Rang Vollkosten 40 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	5	6
Berechnung Förderung Land NÖ Wohnungssanierung							
Erforderliche Ausleihungen (max. 30% der anerkannten Sanierungskosten) [€]	4 620	20 871	22 289	18 789	26 716	4 620	8 191
Annuitäten (4% Zinsen, 10 Jahre) [€]	570	2 573	2 748	2 316	3 294	570	1 010
Annuitätenzuschuss durch Land NÖ [€]	23	103	110	93	132	23	40
Summe Förderung Land NÖ über 10 Jahre [€]	228	1 029	1 099	927	1 318	228	404

Abbildung 8-13: Amortisationszeiten anlagenseitige Sanierung, B (MFH), unsaniert

Thermisch (t)

Die Einsparungen zeigen den Vergleich zwischen dem unsanierten Zustand und Gas-Konstanttemperaturkessel und dem sanierten Zustand bei gleichbleibender Heizung.

Kostenart	Vollsanierung	Obere Geschossdecke	Untere Geschossdecke	Fenster	Fassade
Investitionskosten [€]	108 337	12 599	11 354	37 797	46 587
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	6 626	771	694	2 312	2 849
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	7 972	927	835	2 781	3 428
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	9 445	1 098	990	3 295	4 062
Betriebskosten (Service, Instandhaltung, ...) [€/a]	279	279	279	279	279
Energiekosten [€/a]	13 222	21 863	21 383	21 863	16 102
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen [kg/a]	18 784	31 060	30 378	31 060	22 876
Jährliche monetäre Ersparnis [€/a]	10 401	1 760	2 240	1 760	7 521
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen [kg/a]	14 776	2 501	3 183	2 501	10 684
Amortisationszeit	Vollsanierung	Obere Geschossdecke	Untere Geschossdecke	Fenster	Fassade
Amortisationszeit statisch [a]	10,4	7,2	5,1	21,5	6,2
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	20,7	14,3	10,1	42,8	12,3
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	25,0	17,2	12,1	51,5	14,8
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	29,6	20,3	14,4	61,0	17,6
Eigenmittel	74 005	12 185	10 958	34 010	45 670

Abbildung 8-14: Thermische Sanierung, B (MFH), Gas-Konstanttemperaturkessel

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Kombiniert (k)

Die Einsparungen spiegeln die Differenz zwischen dem unsanierten Gebäude mit Gas-Konstanttemperaturkessel und dem vollständig sanierten Haus mit neuer Heizung wider.

Kostenart	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Kollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Investitionskosten Tausch Primärheizsystem [€]	-	32 656	35 451	30 054	42 541	9 986	10 685
Förderung Bund Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	9 500	9 500	9 500	9 500	-	5 343
Förderung Land Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas in NO) [€]	-	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten Solarthermie [€]	15 400	15 400	15 400	15 400	15 400	15 400	15 400
Förderungen Bund Solarbonus (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	1 500	1 500	1 500	1 500	-	1 500
Investitionskosten thermische Sanierung [€]	108 337	108 337	108 337	108 337	108 337	108 337	108 337
Förderungen Bund Sanierungsscheck [€]	32 501	32 501	32 501	32 501	32 501	32 501	32 501
Förderungen Land Wohnungssanierung [€]	1 831	2 314	2 355	2 275	2 460	1 831	1 989
Betriebskosten Primärheizsystem (Service, Instandhaltung...) [€/a]	279	111	111	79	111	102	289
Betriebskosten Solarthermie (Service, Instandhaltung...) [€/a]	63	63	63	63	63	63	63
Energiekosten Primärheizsystem [€/a]	13 222	5 448	5 283	7 610	5 448	9 837	9 137
Energiekosten Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	11 593	4 775	4 658	6 705	4 775	8 550	7 719
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Primärheizsystem [kg/a]	18 784	3 609	3 499	5 041	3 609	15 573	2 112
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	7 447	1 433	1 355	1 959	1 433	6 395	964
Eigenmittel Heizungstausch [€]	-	23 156	25 951	20 554	33 041	9 986	5 343
Eigenmittel Solarthermie [€]	15 400	13 900	13 900	13 900	13 900	15 400	13 900
Eigenmittel thermische Sanierung [€]	74 005	73 522	73 481	73 560	73 376	74 005	73 847
Eigenmittel thermische Sanierung & Heizungstausch [€]	74 005	96 678	99 431	94 114	106 416	83 991	79 190
Eigenmittel thermische Sanierung, Tausch Primärheizung und Solarthermie [€]	89 405	110 578	113 331	108 014	120 316	99 391	93 090
Jährliche monetäre Einsparung thermische Sanierung & Heizungstausch [€/a]	10 401	18 343	18 508	16 212	18 343	13 963	14 475
Jährliche monetäre Einsparung thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [€/a]	11 967	18 953	19 070	17 055	18 953	15 187	15 831
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen thermische Sanierung & Heizungstausch [kg/a]	14 776	29 951	30 061	28 519	29 951	17 987	31 448
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [kg/a]	26 113	32 127	32 205	31 602	32 127	27 165	32 597

Abbildung 8-15: Kombinierte Sanierung mit Heizungstausch, B (MFH), saniert

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Amortisationszeiten	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Kollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Thermische Sanierung & Tausch Primärheizsystem							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	4 526	5 913	6 081	5 756	6 508	5 137	4 843
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	5 445	7 114	7 316	6 925	7 830	6 180	5 827
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	6 452	8 429	8 669	8 205	9 278	7 323	6 904
Amortisationszeit statisch [a]	7,1	5,3	5,4	5,8	5,8	6,0	5,5
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	8,7	6,4	6,6	7,1	7,1	7,4	6,7
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	10,5	7,8	7,9	8,5	8,5	8,9	8,1
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	12,4	9,2	9,4	10,1	10,1	10,5	9,5
Thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem & Solarthermie							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	5 468	6 763	6 931	6 606	7 358	6 078	5 693
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	6 579	8 137	8 339	7 948	8 853	7 313	6 850
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	7 795	9 641	9 881	9 417	10 490	8 665	8 116
Amortisationszeit statisch [a]	7,5	5,8	5,9	6,3	6,3	6,5	5,9
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	9,1	7,1	7,3	7,7	7,8	8,0	7,2
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	11,0	8,6	8,7	9,3	9,3	9,6	8,7
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	13,0	10,2	10,4	11,0	11,1	11,4	10,3
Berechnung Förderung Land NÖ Wohnungssanierung							
Erforderliche Ausleihungen (max. 30% der anerkehbaren Sanierungskosten) [€]	37 121	46 918	47 756	46 137	49 883	37 121	40 327
Annuitäten (4% Zinsen, 10 Jahre) [€]	4 577	5 785	5 888	5 688	6 150	4 577	4 972
Annuitätzuschuss durch Land NÖ [€]	183	231	236	228	246	183	199
Summe Förderung Land NÖ über 10 Jahre [€]	1 831	2 314	2 355	2 275	2 460	1 831	1 989

Abbildung 8-16: Amortisationszeiten kombinierte Sanierung, B (MFH), saniert

8.3.1.3 Referenzgebäude C

Anlagenseitig (a)

Bei der anlagenseitigen Sanierung sind die Einsparungen zum Referenzheizsystem angegeben, das Gebäude bleibt thermisch im Originalzustand.

Kostenart	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Flächenkollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Investitionskosten Tausch Primärheizsystem [€]	-	113 755	123 833	94 794	159 819	14 668	15 694
Förderung Bund Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	9 500	9 500	9 500	9 500	-	7 847
Förderung Land Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas in NÖ) [€]	-	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten Solarthermie [€]	23 400	23 400	23 400	23 400	23 400	23 400	23 400
Förderung Bund Solarbonus (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	1 500	1 500	1 500	1 500	-	1 500
Förderung Land Wohnungssanierung NÖ (Solarthermie und Heizungstausch) [€]	346	2 029	2 178	1 749	2 711	346	578
Betriebskosten Primärheizsystem (Service, Instandhaltung...) [€/a]	279	111	111	79	111	102	289
Betriebskosten Solarthermie (Service, Instandhaltung...) [€/a]	63	63	63	63	63	63	63
Energiekosten Primärheizsystem [€/a]	57 222	23 603	22 514	32 498	23 603	43 583	43 486
Energiekosten Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	54 779	22 594	21 577	31 140	22 594	41 653	41 358
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Primärheizsystem [kg/a]	81 294	15 635	14 914	21 528	15 635	68 995	10 054
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	77 823	14 967	14 293	20 628	14 967	65 939	9 562
Jährliche monetäre Ersparnis Primärheizsystem [€/a]	-	33 787	34 876	24 924	33 787	13 816	13 726
Jährliche monetäre Ersparnis Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	2 381	34 734	35 751	26 219	34 734	15 684	15 790
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen Primärheizsystem [kg/a]	-	65 659	66 380	59 766	65 659	12 299	71 240
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	3 471	66 327	67 001	60 666	66 327	15 355	71 732
Eigenmittel Tausch Primärheizsystem [€]	-	102 226	112 154	83 546	147 608	14 321	7 269
Eigenmittel Solarthermie [€]	23 054	21 900	21 900	21 900	21 900	23 400	21 900
Eigenmittel Primärheizsystem und Solarthermie [€]	23 054	124 126	134 054	105 446	169 508	37 721	29 169

Abbildung 8-17: Anlagenseitige Sanierung, C (MFH), unsaniert

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Amortisationszeit	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Flächenkollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Primärheizsystem							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	-	6 252	6 859	5 109	9 027	876	445
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	-	7 522	8 253	6 147	10 861	1 054	535
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	-	8 913	9 778	7 284	12 869	1 249	634
Amortisationszeit statisch [a]	-	3,0	3,2	3,4	4,4	1,0	0,5
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	-	3,7	3,9	4,1	5,3	1,3	0,6
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	-	4,5	4,7	4,9	6,4	1,5	0,8
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	-	5,3	5,6	5,8	7,6	1,8	0,9
Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	1 410	7 591	8 198	6 449	10 367	2 307	1 784
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	1 696	9 133	9 864	7 759	12 473	2 776	2 146
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	2 010	10 822	11 687	9 193	14 778	3 289	2 543
Amortisationszeit statisch [a]	9,7	3,6	3,7	4,0	4,9	2,4	1,8
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	11,8	4,4	4,6	4,9	6,0	2,9	2,3
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	14,3	5,3	5,5	5,9	7,2	3,5	2,7
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	16,9	6,2	6,5	7,0	8,5	4,2	3,2
Primärheizsystem							
Rang Amortisationszeit	-	3	4	5	6	2	1
Rang Energiekosten	-	2	1	4	2	6	5
Rang CO ₂ Emissionen	-	3	2	5	3	6	1
Rang Eigenmittel	-	4	5	3	6	2	1
Vollkosten 20 Jahre Betrieb	1 150 017	576 505	564 653	735 091	621 887	888 013	882 768
Rang Vollkosten 20 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	6	5
Vollkosten 40 Jahre Betrieb	2 300 034	1 050 784	1 017 151	1 386 636	1 096 166	1 761 704	1 758 268
Rang Vollkosten 40 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	6	5
Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie							
Rang Amortisationszeit	-	3	4	5	6	2	1
Rang Energiekosten	-	2	1	4	2	6	5
Rang CO ₂ Emissionen	-	3	2	5	3	6	1
Rang Eigenmittel	-	4	5	3	6	2	1
Vollkosten 20 Jahre Betrieb	1 125 459	579 467	569 058	731 090	624 850	874 065	863 381
Rang Vollkosten 20 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	6	5
Vollkosten 40 Jahre Betrieb	2 227 864	1 034 808	1 004 061	1 356 735	1 080 191	1 710 408	1 697 594
Rang Vollkosten 40 Jahre Betrieb	-	2	1	4	3	6	5
Berechnung Förderung Land NÖ Wohnungssanierung							
Erforderliche Ausleihungen (max. 30% der anerkehbaren Sanierungskosten) [€]	7 020	41 147	44 170	35 458	54 966	7 020	11 728
Annuitäten (4% Zinsen, 10 Jahre) [€]	866	5 073	5 446	4 372	6 777	866	1 446
Annuitätenzuschuss durch Land NÖ [€]	35	203	218	175	271	35	58
Summe Förderung Land NÖ über 10 Jahre [€]	346	2 029	2 178	1 749	2 711	346	578

Abbildung 8-18: Amortisationszeiten anlagenseitige Sanierung, C (MFH), unsaniert

Thermisch (t)

Die Einsparungen zeigen den Vergleich zwischen dem unsanierten Zustand und Gas-Konstanttemperaturkessel und dem sanierten Zustand bei gleichbleibender Heizung.

Kostenart	Vollsanierung	Obere Geschossdecke	Untere Geschossdecke	Fenster	Fassade
Investitionskosten [€]	178 144	20 950	23 001	63 874	70 320
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	10 895	1 281	1 407	3 906	4 301
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	13 108	1 542	1 692	4 700	5 174
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	15 531	1 826	2 005	5 569	6 131
Betriebskosten (Service, Instandhaltung, ...) [€/a]	279	279	279	279	279
Energiekosten [€/a]	33 239	53 163	52 056	53 163	39 880
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen [kg/a]	47 221	75 528	73 955	75 528	56 657
Jährliche monetäre Ersparnis [€/a]	23 984	4 059	5 166	4 059	17 342
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen [kg/a]	34 073	5 766	7 339	5 766	24 637
Amortisationszeit	Vollsanierung	Obere Geschossdecke	Untere Geschossdecke	Fenster	Fassade
Amortisationszeit statisch [a]	7,4	5,2	4,5	15,7	4,1
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	34,1	23,7	20,4	72,3	18,6
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	41,0	28,5	24,6	87,0	22,4
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	48,6	33,8	29,2	103,0	26,5
Eigenmittel	172 162	20 293	22 314	60 874	68 933

Abbildung 8-19: Thermische Sanierung, C (MFH), Gas-Konstanttemperaturkessel

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Kombiniert (a)

Die Einsparungen spiegeln die Differenz zwischen dem unsanierten Gebäude mit Gas-Konstanttemperaturkessel und dem vollständig sanierten Haus mit neuer Heizung wider.

Kostenart	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Kollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Investitionskosten Tausch Primärheizsystem [€]	-	64 144	69 766	55 190	88 075	12 039	12 882
Förderung Bund Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas) [€]	-	9 500	9 500	9 500	9 500	-	6 441
Förderung Land Tausch Primärheizsystem (Raus aus Öl und Gas in NÖ) [€]	-	-	-	-	-	-	-
Investitionskosten Solarthermie [€]	23 400	23 400	23 400	23 400	23 400	23 400	23 400
Förderungen Bund Solarbonus [€]	-	1 500	1 500	1 500	1 500	-	1 500
Investitionskosten thermische Sanierung [€]	178 144	178 144	178 144	178 144	178 144	178 144	178 144
Förderungen Bund Sanierungsscheck [€]	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Förderungen Land Wohnungssanierung NÖ [€]	2 982	3 931	4 014	3 798	4 285	2 982	3 172
Betriebskosten Primärheizsystem (Service, Instandhaltung...) [€/a]	279	111	111	79	111	102	289
Betriebskosten Solarthermie (Service, Instandhaltung...) [€/a]	63	63	63	63	63	63	63
Energiekosten Primärheizsystem [€/a]	33 239	13 693	13 312	19 171	13 693	24 637	22 606
Energiekosten Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [€/a]	30 795	12 683	12 374	17 813	12 683	22 707	20 479
Boilerstromkosten [€/a]	-	-	-	-	-	-	-
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Primärheizsystem [kg/a]	47 221	9 071	8 818	12 699	9 071	39 002	5 227
Jährliche CO ₂ eq Emissionen Kombination Primärheizsystem mit Solarthermie [kg/a]	16 680	3 212	3 007	4 351	3 212	14 523	2 272
Eigenmittel Heizungstausch [€]	-	54 644	60 266	45 690	78 575	12 039	6 441
Eigenmittel Solarthermie [€]	23 400	21 900	21 900	21 900	21 900	23 400	21 900
Eigenmittel thermische Sanierung [€]	172 162	171 213	171 130	171 346	170 859	172 162	171 972
Eigenmittel thermische Sanierung & Heizungstausch [€]	172 162	225 857	231 396	217 036	249 435	184 202	178 413
Eigenmittel thermische Sanierung, Tausch Primärheizung und Solarthermie [€]	195 562	247 757	253 296	238 936	271 335	207 602	200 313
Jährliche monetäre Einsparung thermische Sanierung & Heizungstausch [€/a]	23 984	43 697	44 078	38 251	43 697	32 762	34 605
Jährliche monetäre Einsparung thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [€/a]	26 364	44 644	44 953	39 546	44 644	34 630	36 670
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen thermische Sanierung & Heizungstausch [kg/a]	34 073	72 223	72 476	68 595	72 223	42 292	76 067
Jährliche CO ₂ eq Einsparungen thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [kg/a]	64 614	78 082	78 287	76 943	78 082	66 771	79 022

Abbildung 8-20: Kombinierte Sanierung mit Heizungstausch, C (MFH), saniert

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Amortisationszeiten	Gas-Konstant-Temperaturkessel	Wärmepumpe mit Kollektor	Wärmepumpe Grundwasser	Wärmepumpe mit Luftaustausch	Wärmepumpe mit Tiefenbohrung	Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)
Thermische Sanierung & Tausch Primärheizsystem							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	10 529	13 813	14 151	13 273	15 255	11 265	10 911
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	12 668	16 619	17 027	15 970	18 354	13 554	13 128
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	15 010	19 691	20 174	18 922	21 747	16 060	15 555
Amortisationszeit statisch [a]	7,2	5,2	5,2	5,7	5,7	5,6	5,2
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	8,8	6,3	6,4	6,9	7,0	6,9	6,3
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	10,6	7,6	7,7	8,4	8,4	8,3	7,6
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	12,5	9,0	9,2	9,9	10,0	9,8	9,0
Thermische Sanierung, Tausch Primärheizsystem & Solarthermie							
Annuität Investitionskosten bei 2% [€]	11 960	15 152	15 491	14 613	16 594	12 696	12 250
Annuität Investitionskosten bei 4% [€]	14 390	18 230	18 638	17 581	19 965	15 276	14 739
Annuität Investitionskosten bei 6% [€]	17 050	21 601	22 084	20 832	23 656	18 100	17 464
Amortisationszeit statisch [a]	7,4	5,5	5,6	6,0	6,1	6,0	5,5
Amortisationszeit dynamisch bei 2% [a]	9,1	6,8	6,9	7,4	7,4	7,3	6,7
Amortisationszeit dynamisch bei 4% [a]	10,9	8,2	8,3	8,9	8,9	8,8	8,0
Amortisationszeit dynamisch bei 6% [a]	12,9	9,7	9,8	10,5	10,6	10,5	9,5
Berechnung Förderung Land NÖ Wohnungssanierung							
Erforderliche Ausleihungen (max. 30% der anerkehbaren Sanierungskosten) [€]	60 463,2	79 706,4	81 393,1	77 020,2	86 885,8	60 463,2	64 327,8
Annuitäten (4% Zinsen, 10 Jahre) [€]	7 454,6	9 827,1	10 035,0	9 495,9	10 712,2	7 454,6	7 931,0
Annuitätenzuschuss durch Land NÖ [€]	298,2	393,1	401,4	379,8	428,5	298,2	317,2
Summe Förderung Land NÖ über 10 Jahre [€]	2 981,8	3 930,8	4 014,0	3 798,4	4 284,9	2 981,8	3 172,4

Abbildung 8-21: Amortisationszeiten kombinierte Sanierung, C (MFH), saniert

8.3.2 Investitionsentscheidung EFH A (1-2 WE)

Referenzgebäude A (EFH) - Zielfunktion: Betriebskosten minimieren					Vergleich zu Gas und LWP	
verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Energie- und Betriebskosten in [€/a]	Vollkosten in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre	Vollkosten der Gasheizung in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre	Vollkosten der Luftwärmepumpe in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre
10 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	7 180	8 357	174 325	227 525	143 797
20 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	13 749	7 680	167 353		
30 000	Untere Geschossdecke+Wärmepumpe Grundwasser	24 572	3 876	102 089		
40 000	Fassade+Wärmepumpe Grundwasser	30 300	2 632	82 931		
50 000	Fassade+Wärmepumpe Grundwasser	30 300	2 632	82 931		
60 000	Vollsanierung+Wärmepumpe mit Kollektor	54 438	2 054	95 526		
70 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	56 098	1 953	95 155		

Referenzgebäude A (EFH) - Zielfunktion: Energetische Einsparungen maximieren				
verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Energetische Einsparungen in [kWh _{th} /a]	Emissionseinsparungen in [kg CO ₂ eq]
10 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	7 180	30 230	13 901
20 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	7 180	30 230	13 901
30 000	Untere Geschossdecke+Wärmepumpe Grundwasser	24 572	57 768	13 272
40 000	Fassade+Wärmepumpe Grundwasser	30 300	60 755	14 096
50 000	Fassade+Wärmepumpe Grundwasser	30 300	60 755	14 096
60 000	Vollsanierung+Wärmepumpe mit Kollektor	54 438	62 140	14 478
70 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	56 098	62 384	14 546

Referenzgebäude A (EFH) - Zielfunktion:Emissionseinsparung maximieren				
verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Emissionseinsparungen in [kg CO ₂ eq]	Einsparungen Energie- und Betriebskosten in [€/a]
10 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	7 180	13 901	3 019
20 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	7 180	13 901	3 019
30 000	Fassade+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	20 117	14 553	5 842
40 000	Fassade+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	20 117	14 553	5 842
50 000	Fassade+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	20 117	14 553	5 842
60 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	49 848	14 909	7 382
70 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	49 848	14 909	7 382

Die Vollkosten der **Gasheizung** bilden hier nur die **laufenden Kosten** ab, da sie ja schon im Bestand verbaut ist. Der Vergleich soll zeigen ob sich ein Umstieg lohnt. Die **Luftwärmepumpe** ist oft die einzige Alternative, dargestellt **inklusive der Investition** ohne thermische Sanierungsmaßnahmen.

Abbildung 8-22: Investitionsentscheidung A (EFH) nach verfügbaren Budgets

8.3.3 Investitionsentscheidung MFH B (3-10 WE)

Referenzgebäude B (MFH) - Zielfunktion: Betriebskosten minimieren					Vergleich zu Gas und LWP	
verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Energie- und Betriebskosten in [€/a]	Vollkosten in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre	Vollkosten der Gasheizung in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre	Vollkosten der Luftwärmepumpe in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre
15 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	16 607	16 531	347 220	478 031	306 176
30 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (Fossile Brennstoffe)	21 839	16 386	349 549		
45 000	Wärmepumpe mit Kollektor	43 642	9 856	240 769		
60 000	Untere Geschossdecke+Wärmepumpe Grundwasser	54 509	8 525	225 001		
75 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	99 431	5 393	207 301		
90 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	99 431	5 393	207 301		
100 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	99 431	5 393	207 301		

Referenzgebäude B (MFH) - Zielfunktion: Energetische Einsparungen maximieren

verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Energetische Einsparungen in [kWh _{th} /a]	Emissionseinsparungen in [kg CO ₂ eq]
15 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	16 607	68 576	29 805
30 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	16 607	68 576	29 805
45 000	Wärmepumpe mit Kollektor	43 642	118 814	27 105
60 000	Untere Geschossdecke+Wärmepumpe Grundwasser	54 509	122 011	27 987
75 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	99 431	129 526	30 061
90 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	99 431	129 526	30 061
100 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	99 431	129 526	30 061

Referenzgebäude B (MFH) - Zielfunktion:Emissionseinsparung maximieren

verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Emissions-einsparungen in [kg CO ₂ eq]	Einsparungen Energie- und Betriebskosten in [€/a]
15 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	16 607	29 805	7 371
30 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	16 607	29 805	7 371
45 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	16 607	29 805	7 371
60 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	79 190	31 448	14 475
75 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	79 190	31 448	14 475
90 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	79 190	31 448	14 475
100 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	79 190	31 448	14 475

Abbildung 8-23: Investitionsentscheidung B (MFH) nach verfügbaren Budgets

Die Vollkosten der **Gasheizung** bilden hier nur die **laufenden Kosten** ab, da sie ja schon im Bestand verbaut ist. Der Vergleich soll zeigen ob sich ein Umstieg lohnt. Die **Luftwärmepumpe** ist oft die einzige Alternative, dargestellt **inklusive der Investition** ohne thermische Sanierungsmaßnahmen.

8.3.4 Investitionsentscheidung MFH C (> 10 WE)

Referenzgebäude C (MFH) - Zielfunktion: Betriebskosten minimieren					Vergleich zu Gas und LWP	
verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Energie- und Betriebskosten in [€/a]	Vollkosten in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre	Vollkosten der Gasheizung in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre	Vollkosten der Luftwärmepumpe in [€] Betrachtungszeitraum 20 Jahre
40 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	29 635	39 278	815 193	1 150 017	735 091
80 000	Fassade+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	75 562	28 678	649 113		
120 000	Untere Geschossdecke+Wärmepumpe mit Kollektor	114 359	21 579	545 948		
160 000	Fassade+Wärmepumpe Grundwasser	142 918	15 971	462 338		
200 000	Fassade+Wärmepumpe Grundwasser	142 918	15 971	462 338		
240 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	231 396	13 423	499 850		
280 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	231 396	13 423	499 850		

Referenzgebäude C (MFH) - Zielfunktion: Energetische Einsparungen maximieren				
verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Energetische Einsparungen in [kWh _{th} /a]	Emissionseinsparungen in [kg CO ₂ eq]
40 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	29 635	167 715	72 280
80 000	Fassade+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	75 562	215 771	74 730
120 000	Untere Geschossdecke+Wärmepumpe mit Kollektor	114 359	292 939	67 073
160 000	Fassade+Wärmepumpe Grundwasser	142 918	306 400	70 788
200 000	Fassade+Wärmepumpe Grundwasser	142 918	306 400	70 788
240 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	231 396	312 516	72 476
280 000	Vollsanierung+Wärmepumpe Grundwasser	231 396	312 516	72 476

Referenzgebäude C (MFH) - Zielfunktion:Emissionseinsparung maximieren				
verfügbares Investitionsbudget der Konsumentin [in €]	Sanierungsmaßnahme	effektive Investitionskosten in €	Emissions-einsparungen in [kg CO ₂ eq]	Einsparungen Energie- und Betriebskosten in [€/a]
40 000	Untere Geschossdecke+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	29 635	72 280	18 223
80 000	Fassade+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	75 562	74 730	28 823
120 000	Fassade+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	75 562	74 730	28 823
160 000	Fassade+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	75 562	74 730	28 823
200 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	178 413	76 067	34 605
240 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	178 413	76 067	34 605
280 000	Vollsanierung+Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe)	178 413	76 067	34 605

Die Vollkosten der **Gasheizung** bilden hier nur die **laufenden Kosten** ab, da sie ja schon im Bestand verbaut ist. Der Vergleich soll zeigen ob sich ein Umstieg lohnt. Die **Luftwärmepumpe** ist oft die einzige Alternative, dargestellt **inklusive der Investition** ohne thermische Sanierungsmaßnahmen.

Abbildung 8-24: Investitionsentscheidung C (MFH) nach verfügbaren Budgets

9 Abschnitt IV: Graphische Aufbereitung

Alle betrachteten Szenarien sind in diesem Kapitel grafisch dargestellt. Die Betriebskosten des Primärheizsystems bewegen sich in einer Bandbreite je nach Anbieter bzw. Wartungsverträgen und sind deshalb für alle Gebäudetypen gleichgesetzt, da sich diese individuell sehr unterscheiden können. In diesem Bericht wurden für Strom und Gas Bestandskundenpreise mit Stand 19.09.2022 laut Tarifikalkulator für St. Pölten angenommen inkl. Netzkosten, USt. und Grundgebühr (für Strom 41,66 Cent/kWh), für Gas 16,61 Cent/kWh und für Fernwärme 18,4 Cent/kWh (fossil) und 22,1 Cent/kWh (erneuerbar). Als Berechnungsgrundlage dient der Gesamtpreis in Cent/kWh für 3500 kWh Stromjahresverbrauch und 15000 kWh Gasjahresverbrauch in der Postleitzahl 3100. Am 02.02.2023 betragen die Preise für Strom 44,62 Cent/kWh und 16,93 Cent/kWh für Gas und wichen nur marginal ab. Die Förderungen bilden den Stand Jänner 2023 ab und sind auf jeden Sanierungsschritt hin pro Gebäudetyp dargestellt.

9.1 Referenzgebäude A – unsaniert, Heizungstausch

In diesem Szenario wird die Bestandsheizung (Gas-Konstanttemperaturkessel) eines unsanierten Einfamilienhauses (mit ein bis zwei Wohneinheiten) erneuert.

Anhand der Investitionskosten, Energiekosten, erzielbaren Einsparungen (monetär und CO₂eq) sowie der Amortisationszeit, werden verschiedene Heizungsvarianten miteinander verglichen.

Je nach Bewertungskriterium stellen im unsanierten Einfamilienhaus unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

- Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und erforderlichen Eigenmittel sind bei Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

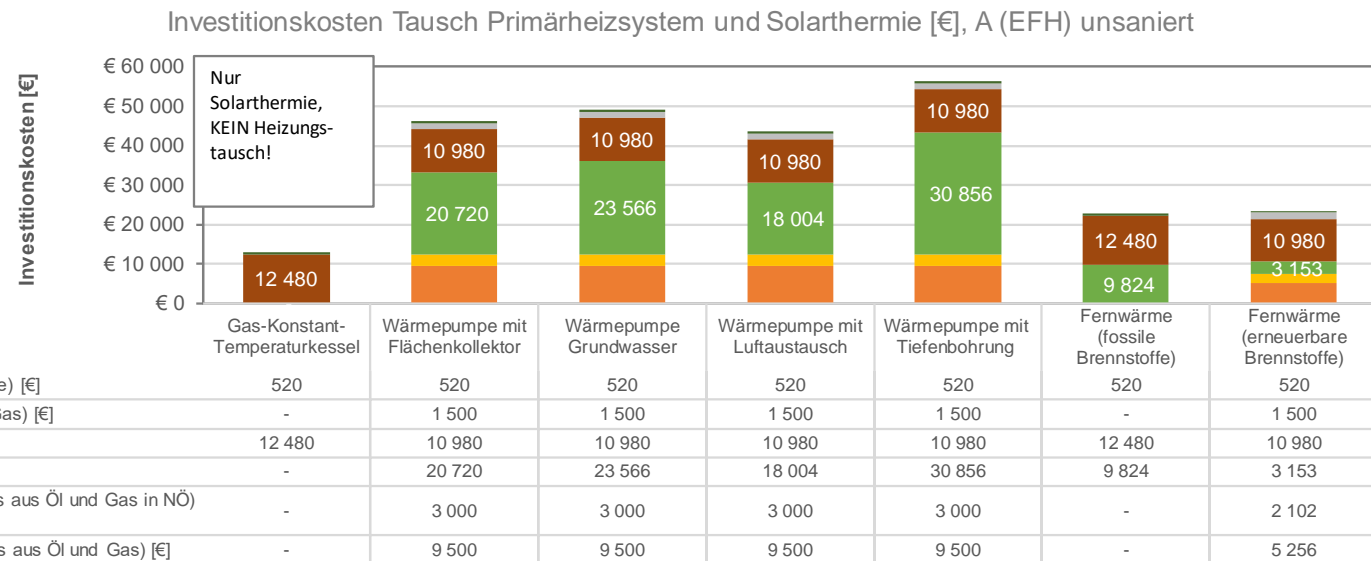


Abbildung 9-1: Investitionskosten Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [€], A (EFH) unsaniert

- Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von der Luft-Wärmepumpe. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist hier am teuersten. Die Betriebskosten bewegen sich in einer Bandbreite je nach Anbieter bzw. Wartungsverträgen und sind deshalb für alle Gebäudetypen gleichgesetzt.
- Betreffend Energiekosten stellen Wärmepumpen generell die günstigen Varianten dar, wobei hier Grundwasser-Wärmepumpen am besten abschneiden.

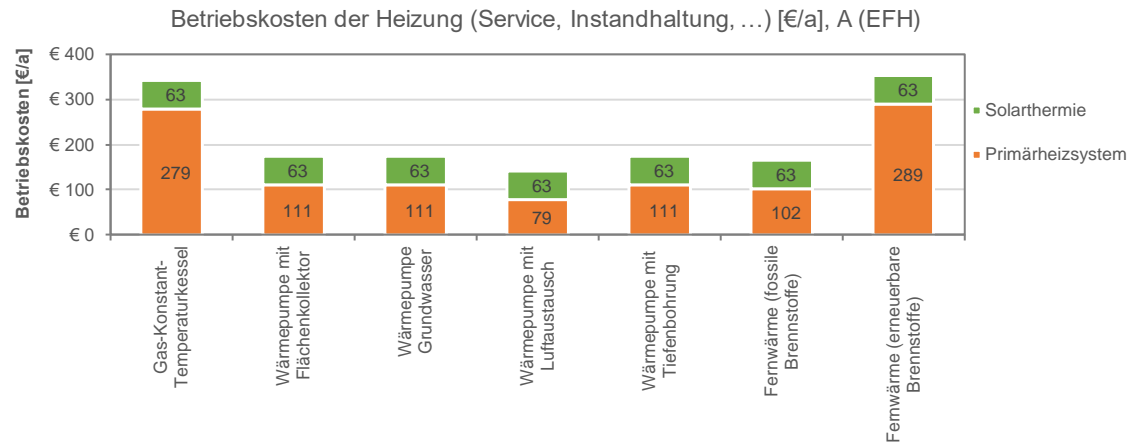


Abbildung 9-2: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], A (EFH)

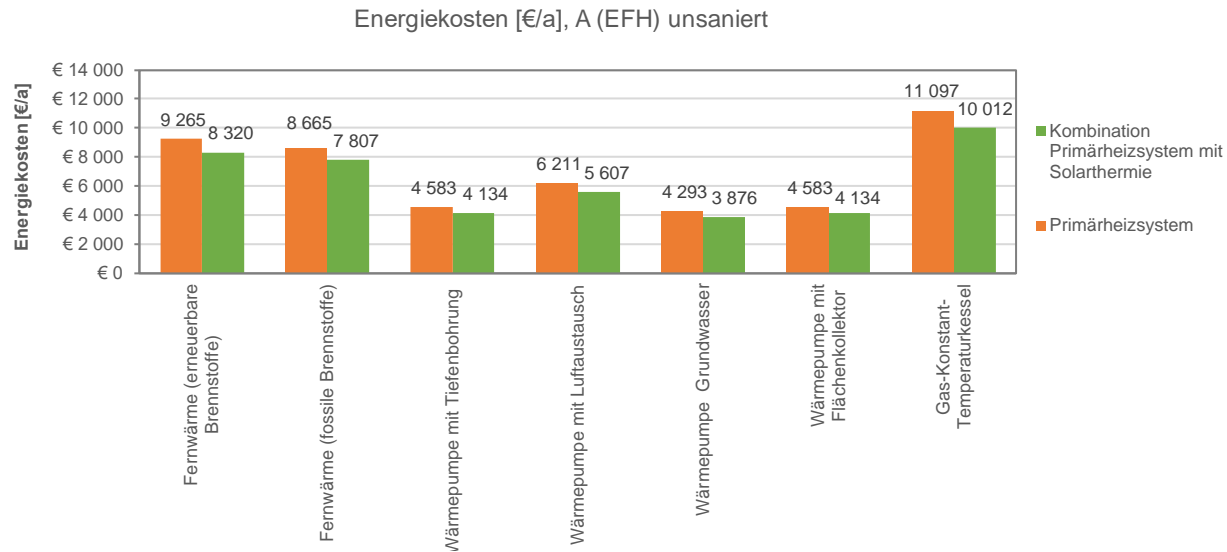


Abbildung 9-3: Energiekosten [€/a], A (EFH) unsaniert

- Am schnellsten amortisiert sich die Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Energien), gefolgt von der Wärmepumpe mit Flächenkollektor.
- Die Grundwasser-Wärmepumpe kann die höchsten jährlichen monetären Einsparungen realisieren, die Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq).

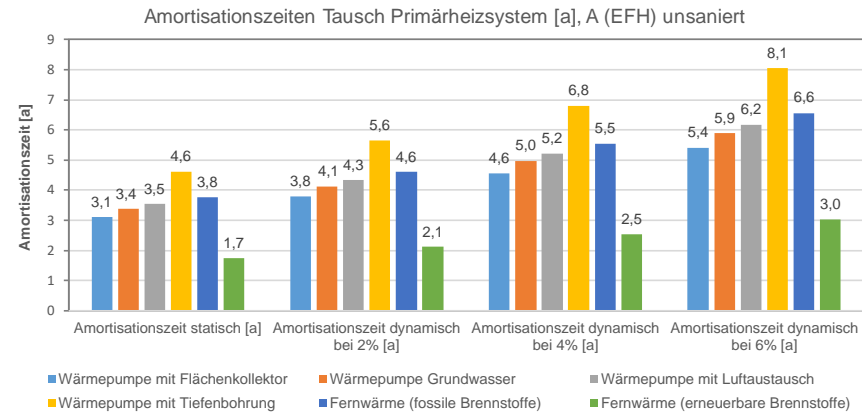


Abbildung 9-4: Amortisationszeiten Tausch Primärheizsystem [a], A (EFH) unsaniert

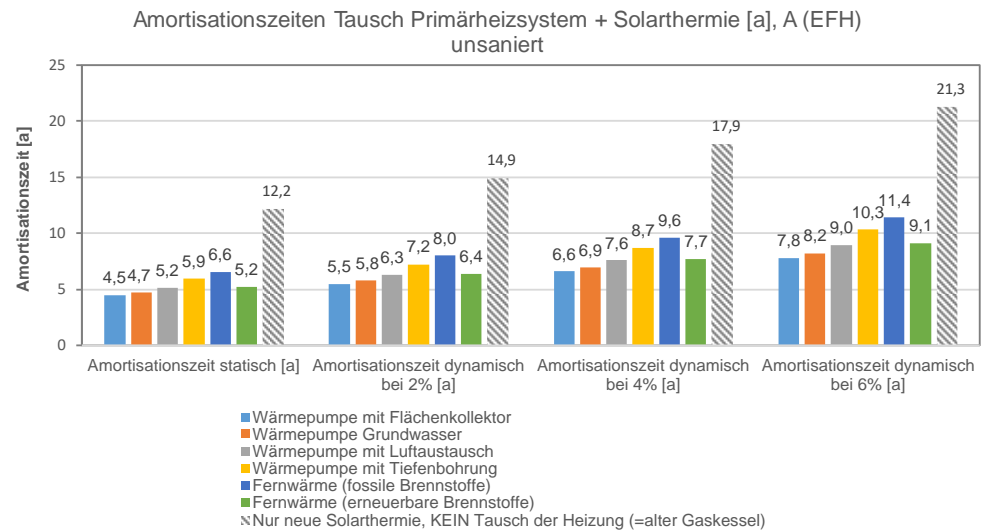


Abbildung 9-5: Amortisationszeiten Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [a], A (EFH) unsaniert

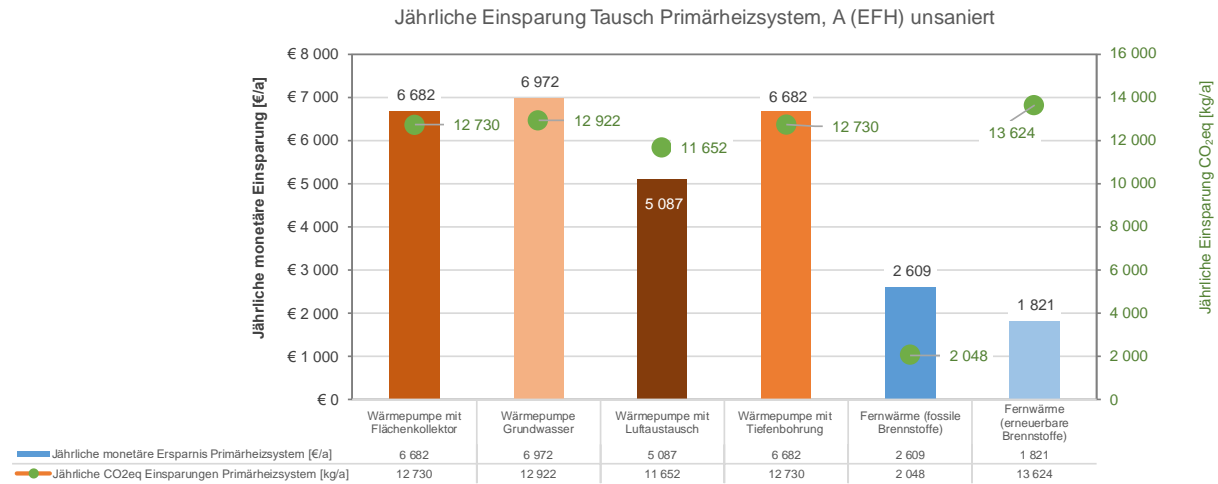


Abbildung 9-6: Jährliche Einsparung Tausch Primärheizsystem, A (EFH) unsaniert

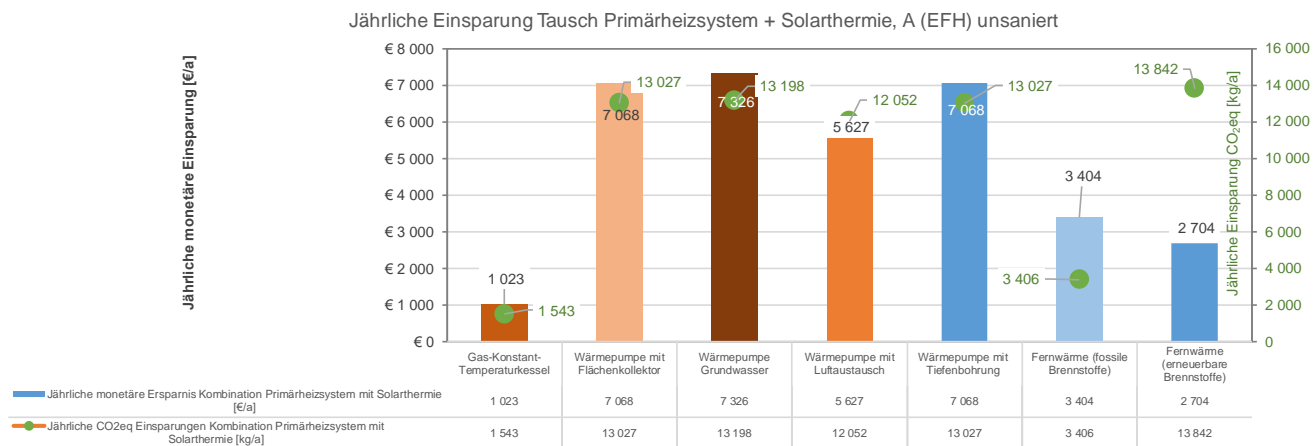


Abbildung 9-7: Jährliche Einsparung Tausch Primärheizsystem und Solarthermie, A (EFH) unsaniert

9.2 Referenzgebäude A – saniert

9.2.1 Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch

- In diesem Szenario wird die oberste Geschossdecke eines Einfamilienhauses (mit ein bis zwei Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung erneuert.
- Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

Investitionskosten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizung & Solarthermie) [€], A (EFH)

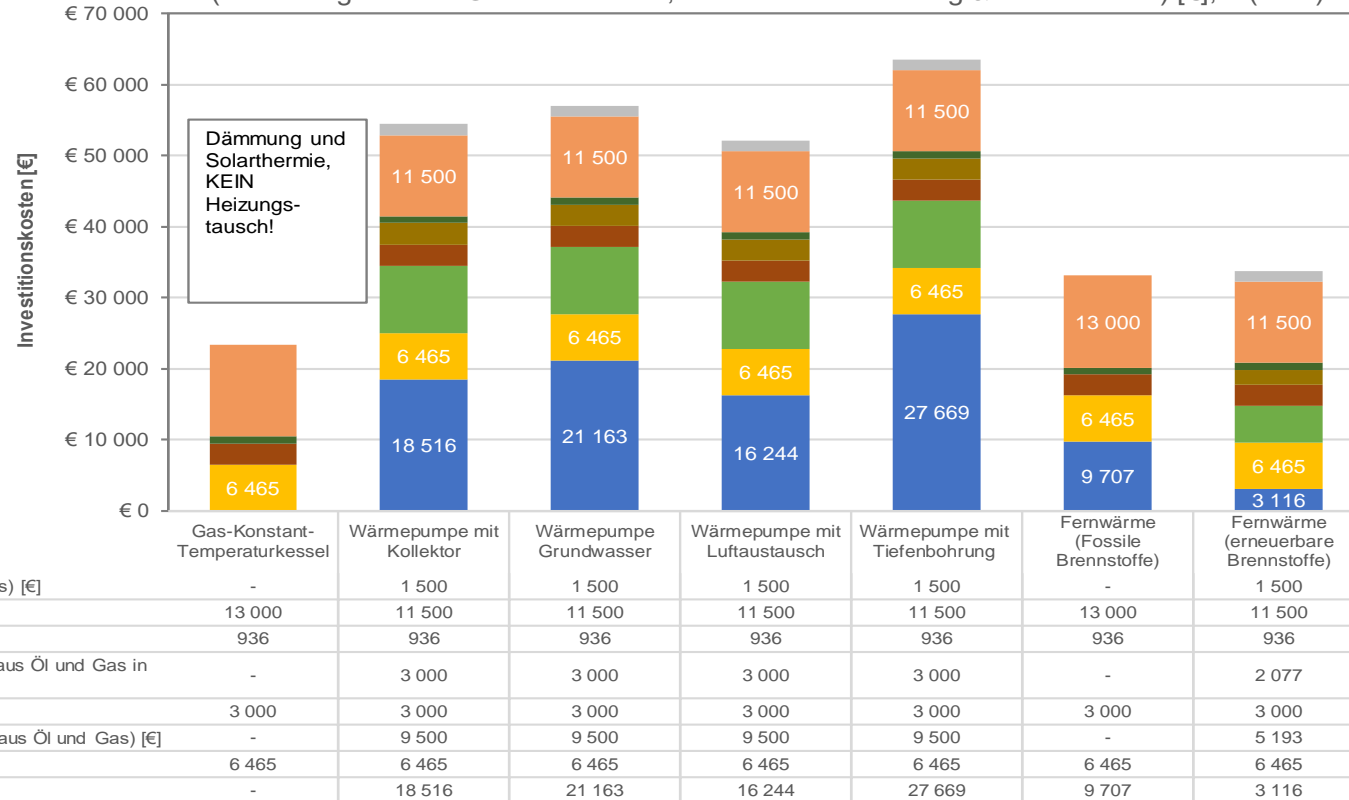


Abbildung 9-8: Investitionskosten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizung & Solarthermie) [€], A (EFH)

Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei Kombination Dämmung und Fernwärme erforderlich. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten. Die Betriebskosten bewegen sich in einer Bandbreite je nach Anbieter bzw. Wartungsverträgen und sind deshalb für alle Gebäudetypen gleichgesetzt.

Mit der Kombination Dämmung plus Wärmepumpe lassen sich die Energiekosten am stärksten reduzieren, wobei die Variante mit Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

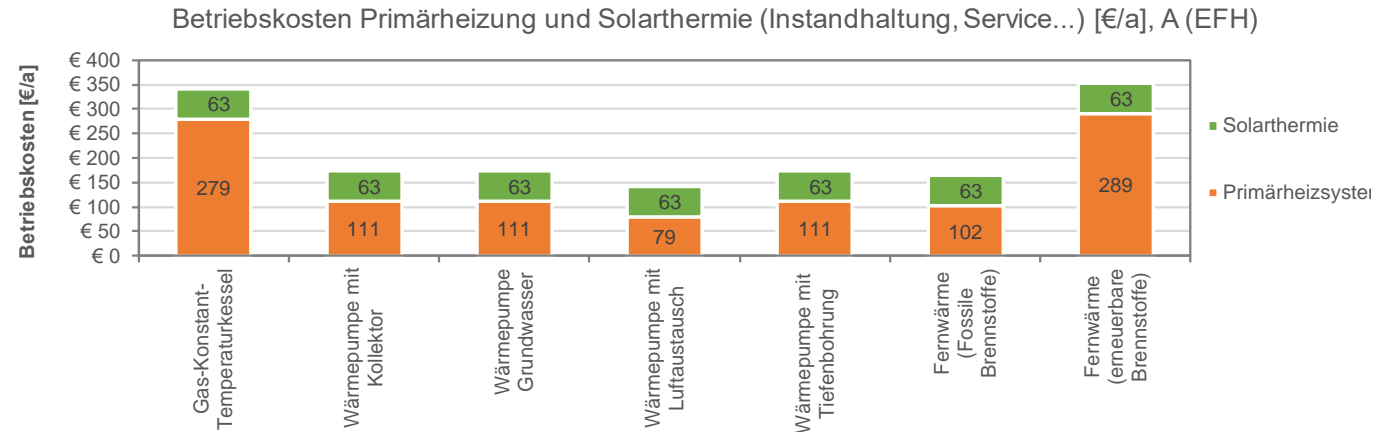


Abbildung 9-9: Betriebskosten Primärheizung und Solarthermie [€/a], A (EFH)

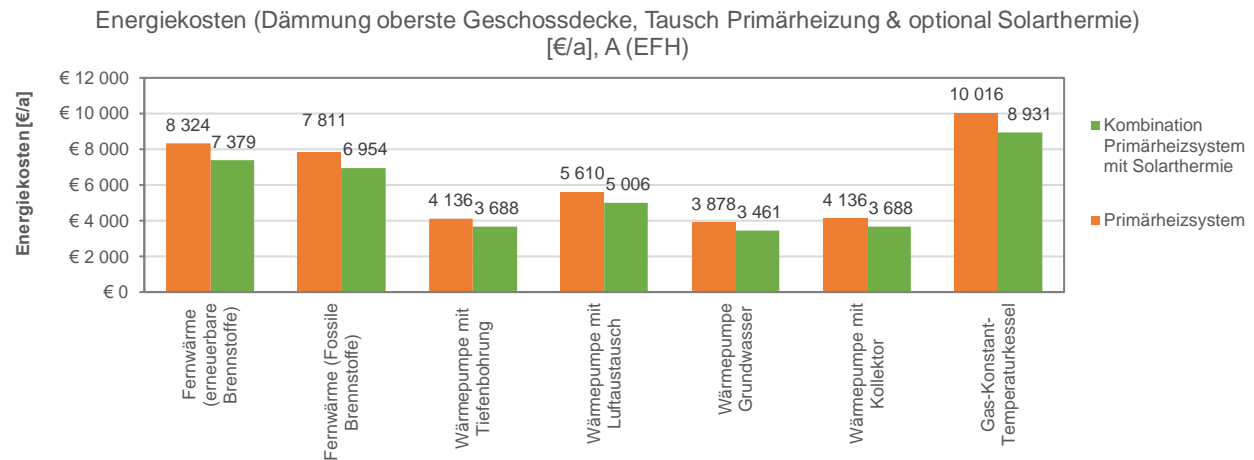


Abbildung 9-10: Energiekosten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem & optional Solarthermie [€/a], A (EFH)

Dämmung in Kombination mit Flächenkollektor-Wärmepumpe oder Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe) erzielt die kürzesten Amortisationszeiten

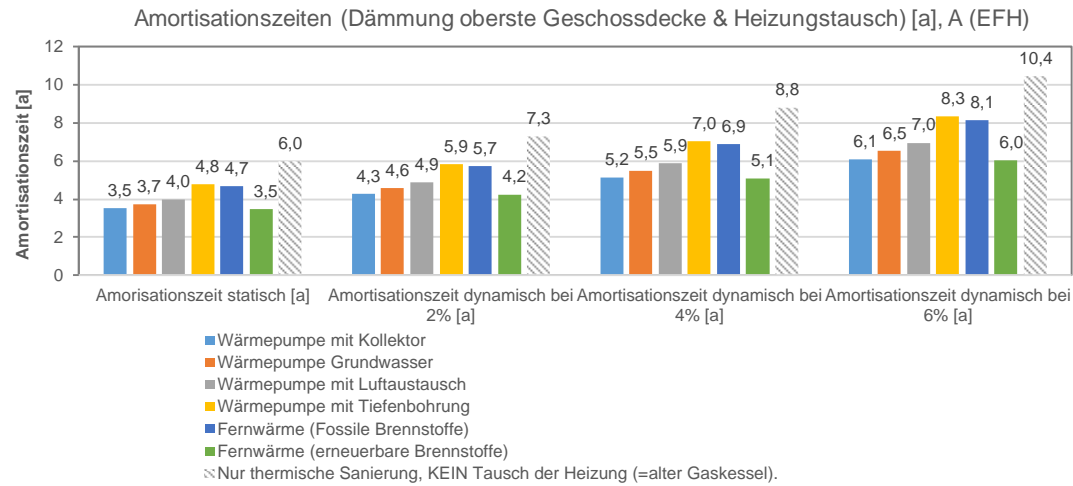


Abbildung 9-11: Amortisationszeiten (Dämmung oberste Geschossdecke & Heizungstausch [a], A (EFH)

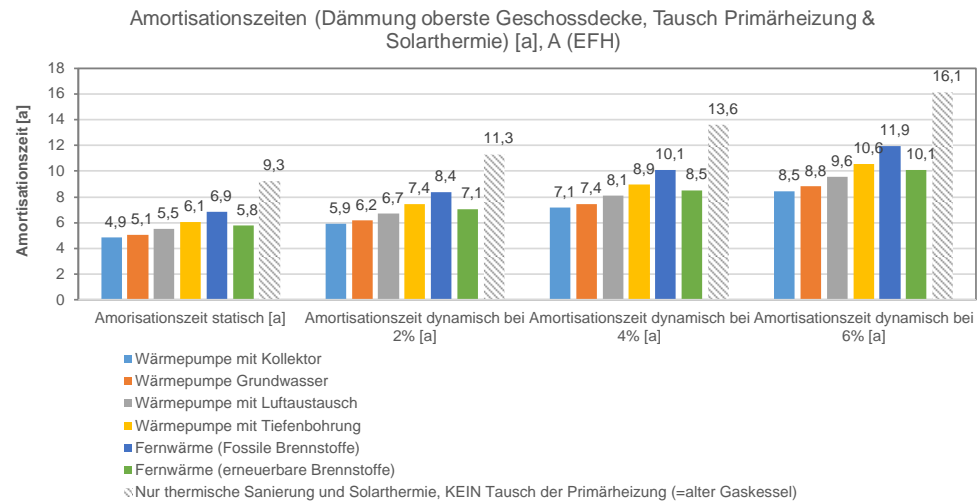


Abbildung 9-12: Amortisationszeiten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizung & Solarthermie [a], A (EFH)

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten Einfamilienhaus mit Grundwasser-Wärmepumpen realisiert werden, während in Kombination mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

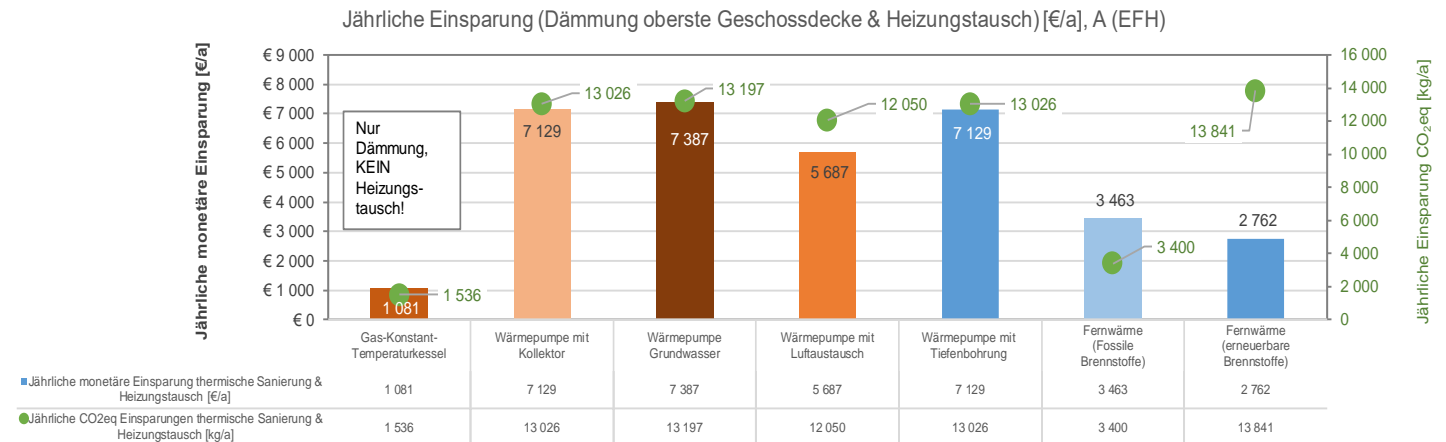


Abbildung 9-13: Jährliche Einsparung (Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch) [€/a], A (EFH)

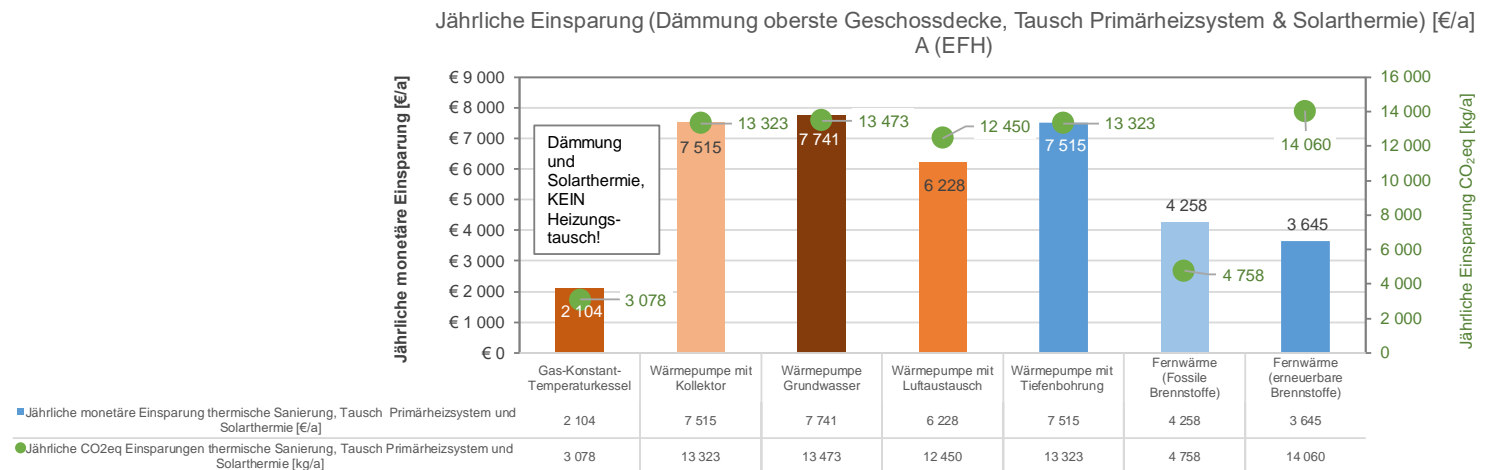


Abbildung 9-14: Jährliche Einsparung (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€/a], A (EFH)

9.2.2 Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch

- In diesem Szenario wird die Kellerdecke eines Einfamilienhauses (mit ein bis zwei Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung erneuert.
- Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

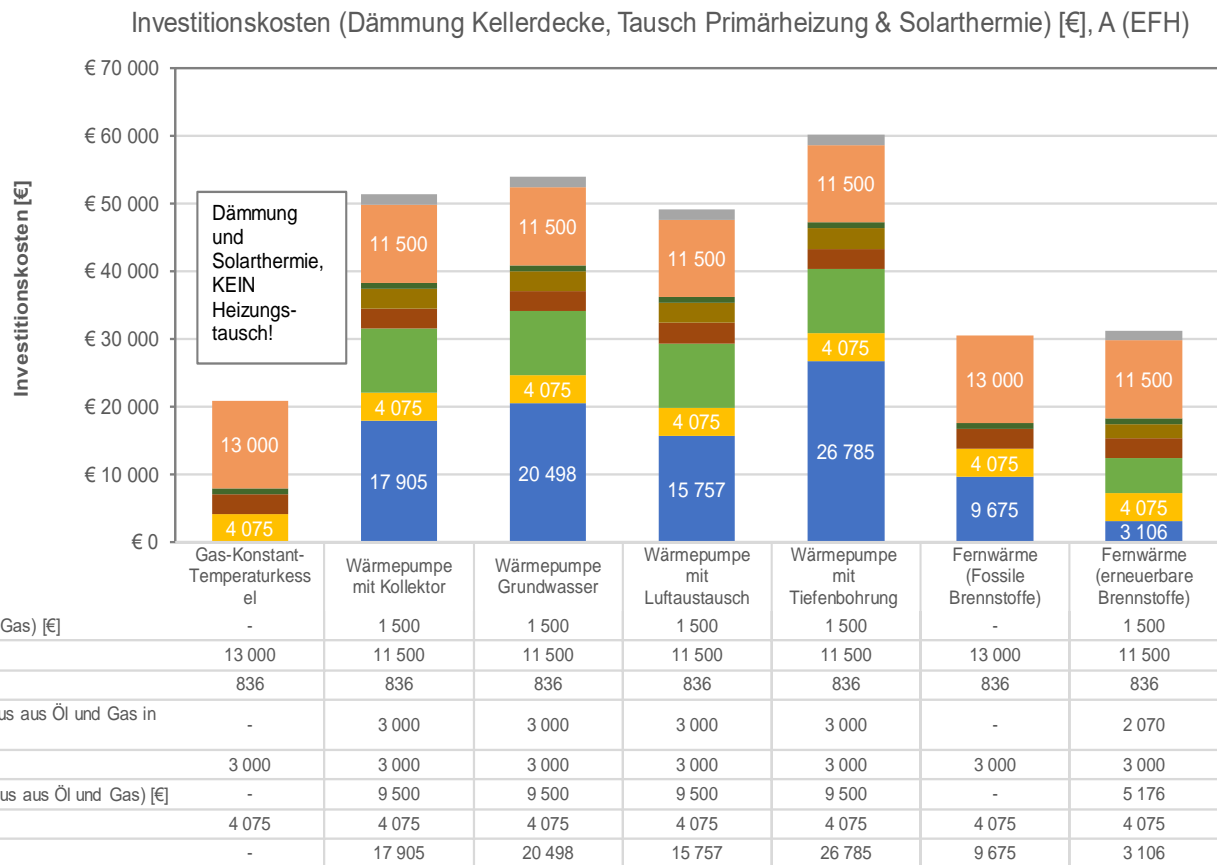


Abbildung 9-15: : Investitionskosten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizung & Solarthermie) [€], A (EFH)

Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei Kombination Dämmung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten. Die Betriebskosten bewegen sich in einer Bandbreite je nach Anbieter bzw. Wartungsverträgen und sind deshalb für alle Gebäudetypen gleichgesetzt

Betreffend die Energiekosten stellt die Kombination Dämmung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet

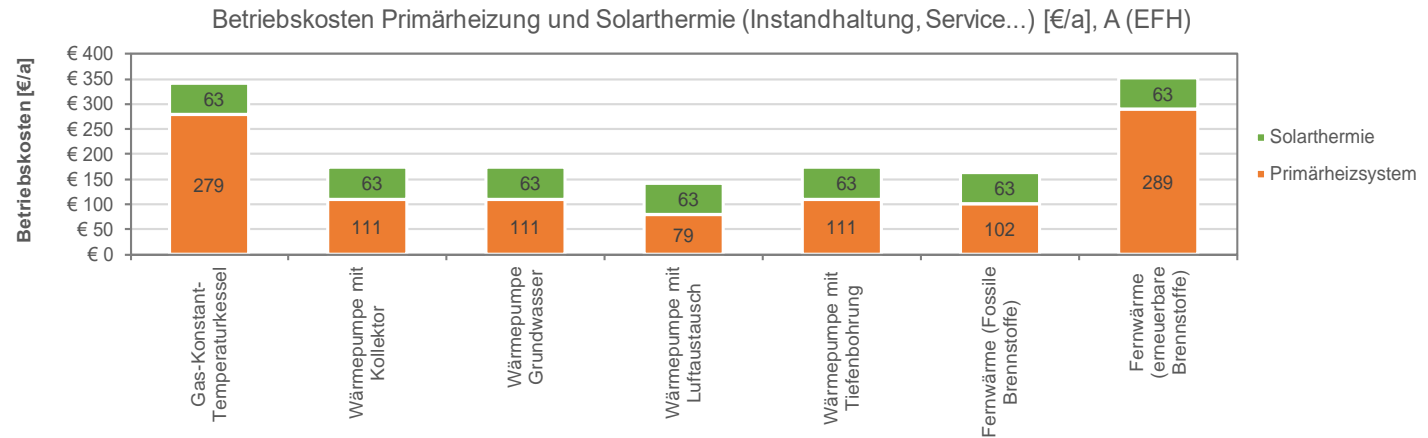


Abbildung 9-16: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], A (EFH)

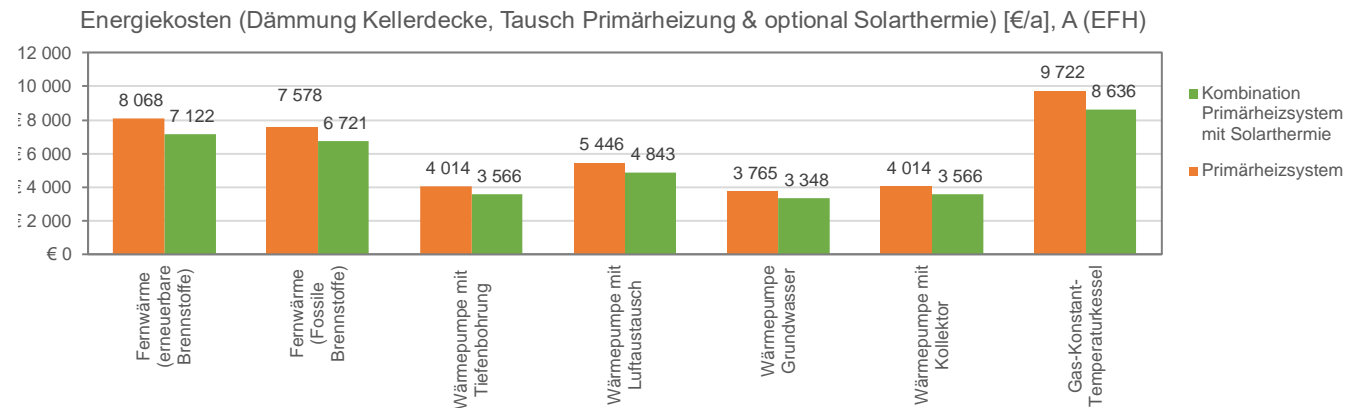


Abbildung 9-17: Energiekosten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], A (EFH)

Dämmung in Kombination mit Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe) erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von Flächenkollektor-Wärmepumpen.

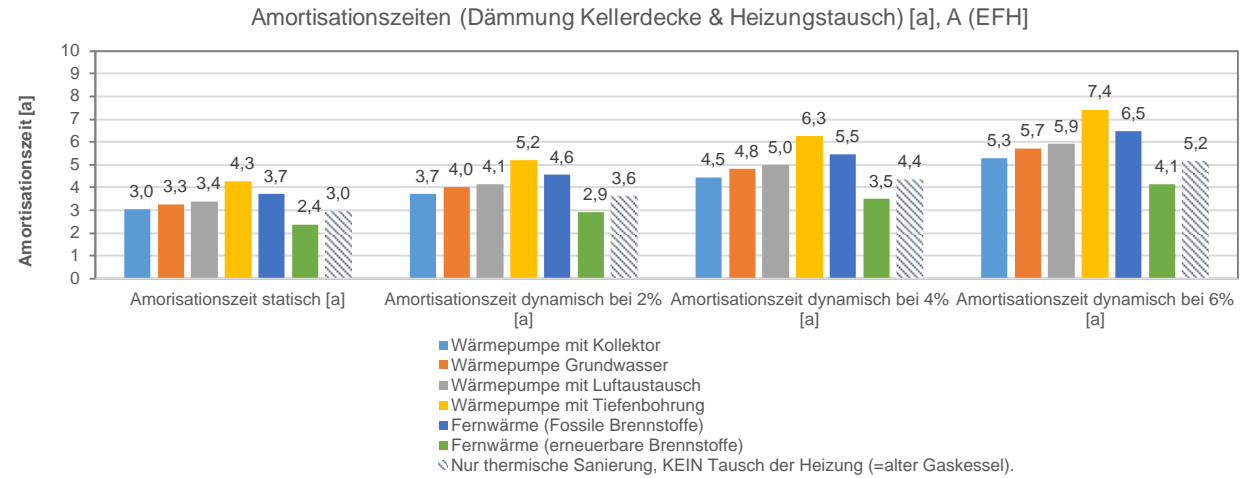


Abbildung 9-18: Amortisationszeiten (Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch) [a], A (EFH)

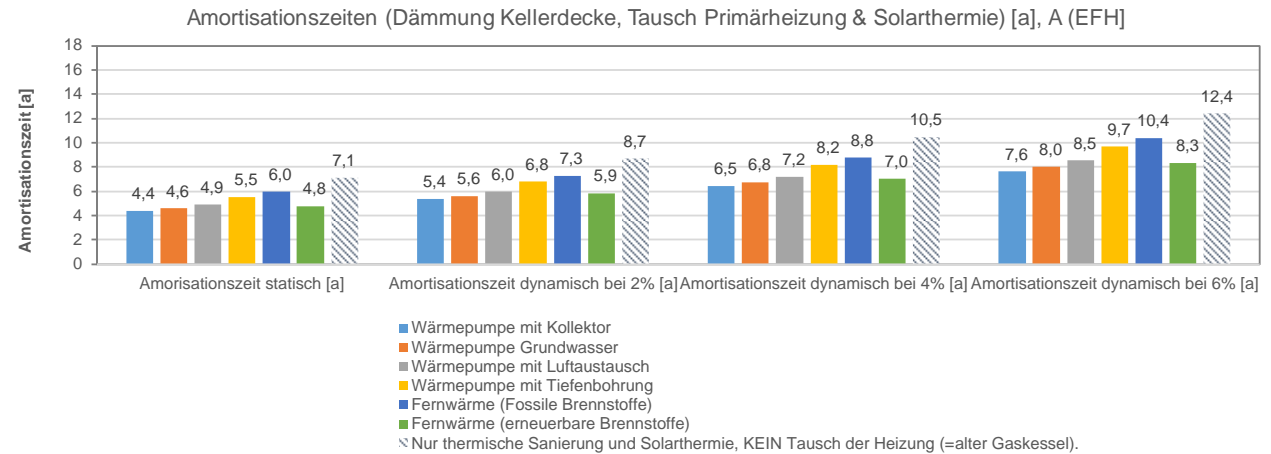


Abbildung 9-19: Amortisationszeiten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], A (EFH)

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten Einfamilienhaus mit Grundwasser-Wärmepumpen realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

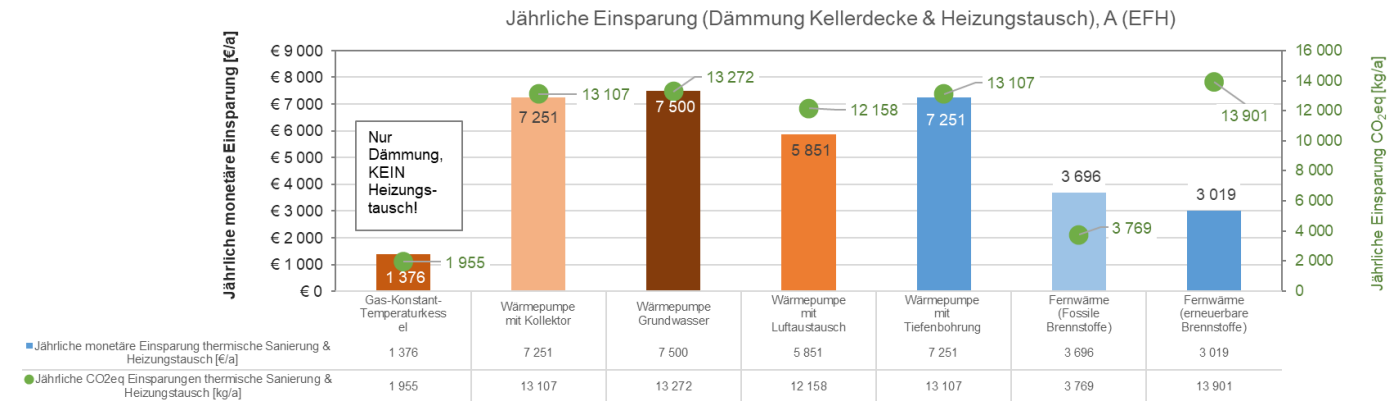


Abbildung 9-20: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch) [€/a], A (EFH)

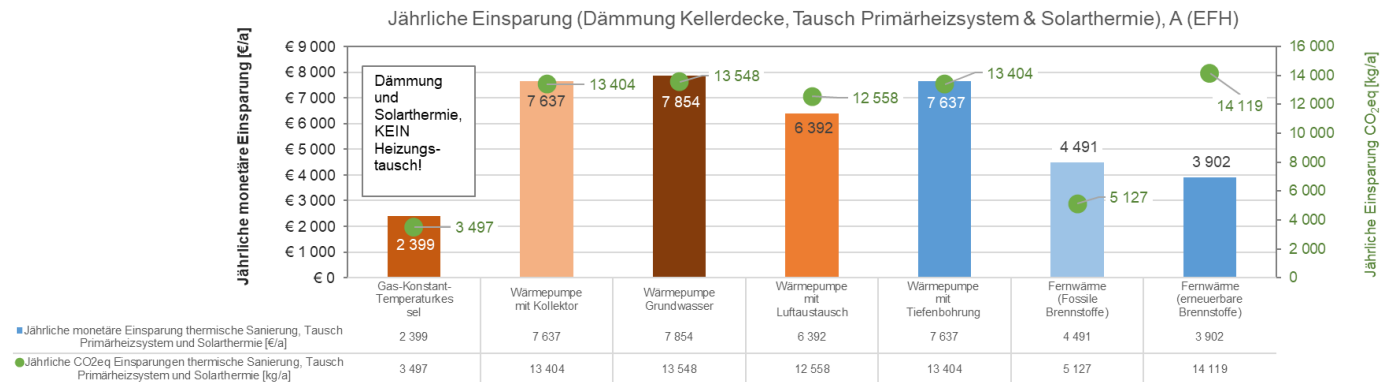


Abbildung 9-21: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], A (EFH)

9.2.3 Dämmung Fassade und Heizungstausch

In diesem Szenario wird die Fassade eines Einfamilienhauses (mit ein bis zwei Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung erneuert.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

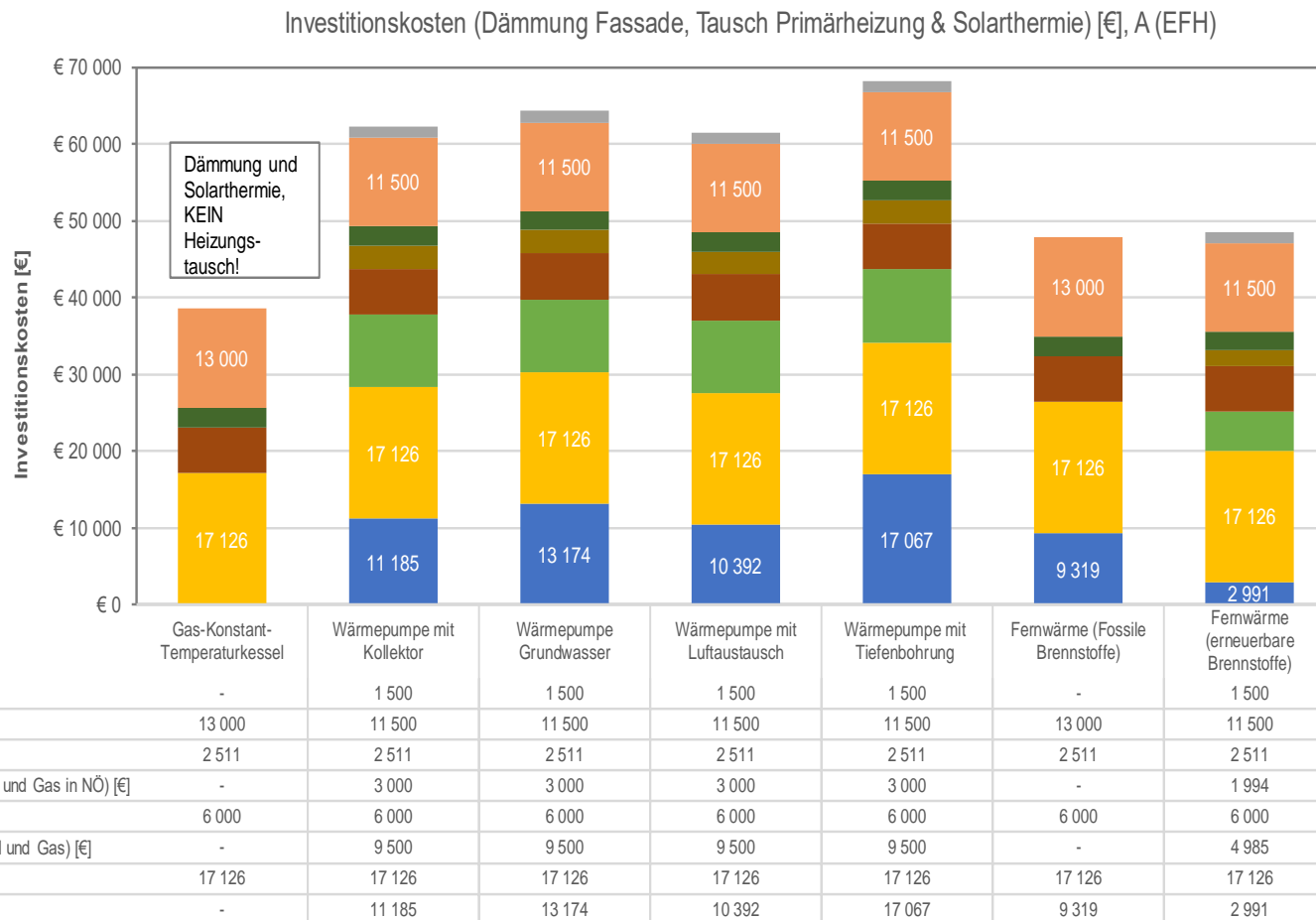


Abbildung 9-22: Investitionskosten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], A (EFH)

Die geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei Kombination Dämmung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen die Wärmepumpen und die Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von der Luft-Wärmepumpe. Die Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist hier am teuersten.

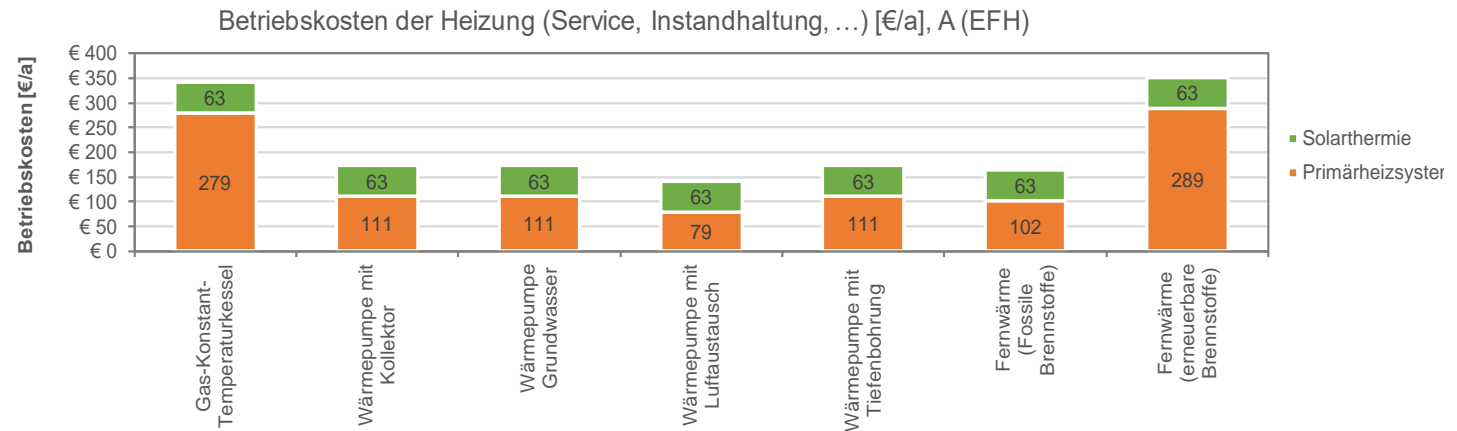


Abbildung 9-23: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], A (EFH)

Betreffend die Energiekosten stellt die Kombination Dämmung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

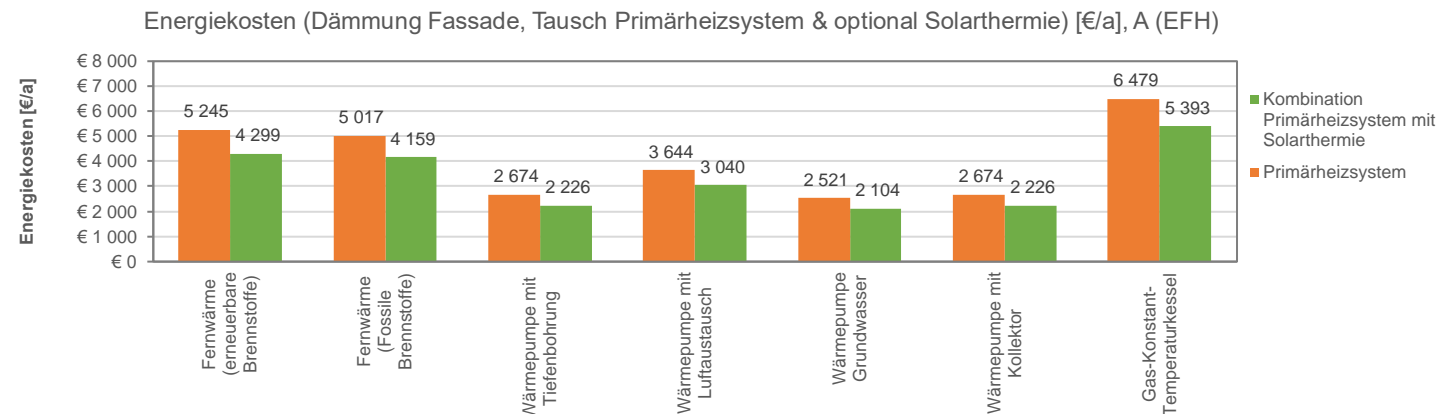


Abbildung 9-24: Energiekosten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], A (EFH)

Dämmung in Kombination mit Flächenkollektor-Wärmepumpe erzielt in diesem Szenario die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe).

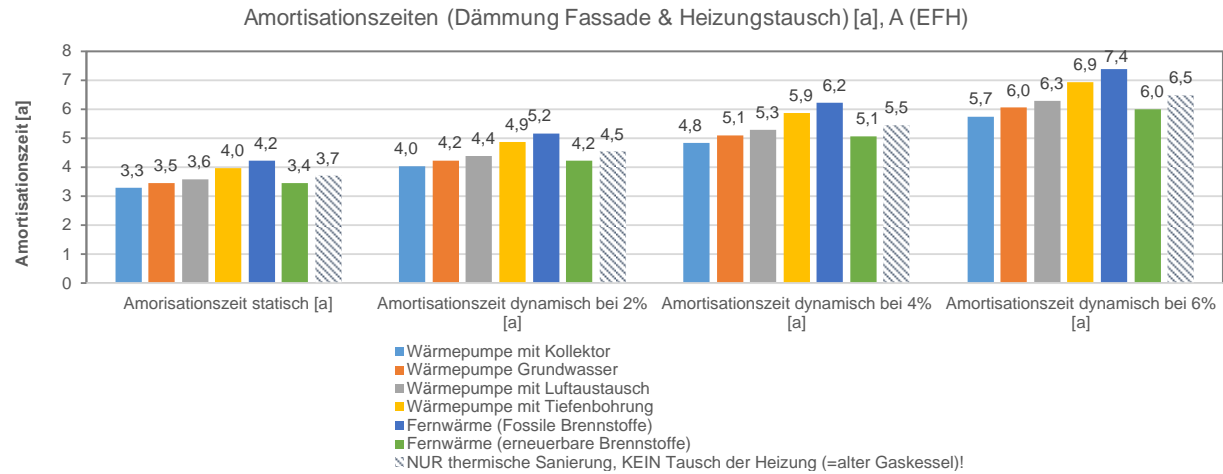


Abbildung 9-25: Amortisationszeiten (Dämmung Fassade und Heizungstausch) [a], A (EFH)

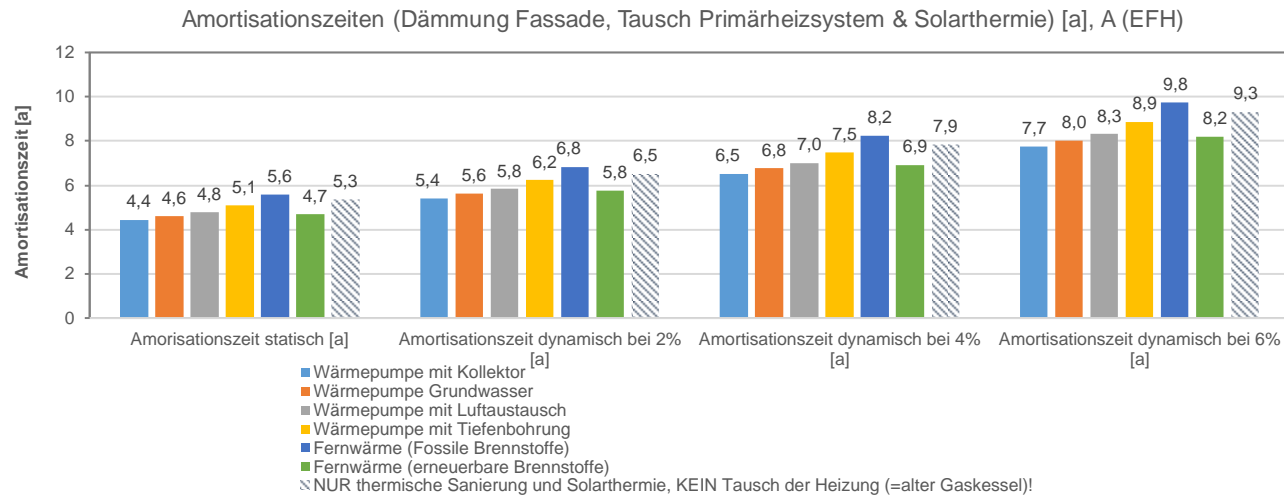


Abbildung 9-26: Amortisationszeiten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], A (EFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten Einfamilienhaus mit Grundwasser-Wärmepumpen realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

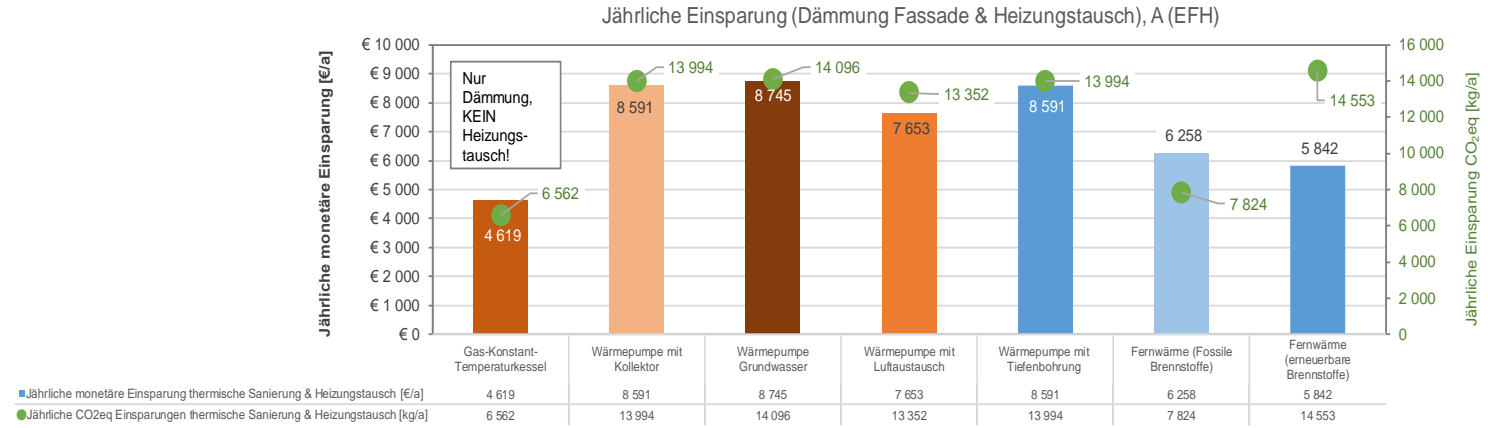


Abbildung 9-27: Jährliche Einsparung (Dämmung Fassade und Heizungstausch) [€/a], A (EFH)

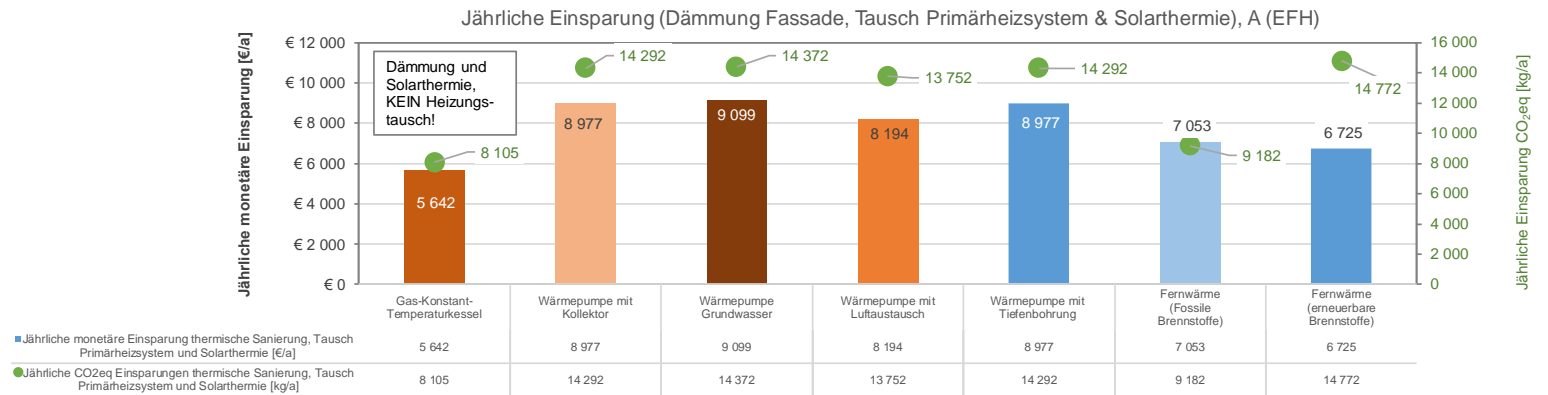


Abbildung 9-28: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], A (EFH)

9.2.4 Erneuerung Fenster und Heizungstausch

In diesem Szenario werden die Fenster eines Einfamilienhauses (mit ein bis zwei Wohneinheiten) erneuert und die Heizung getauscht.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

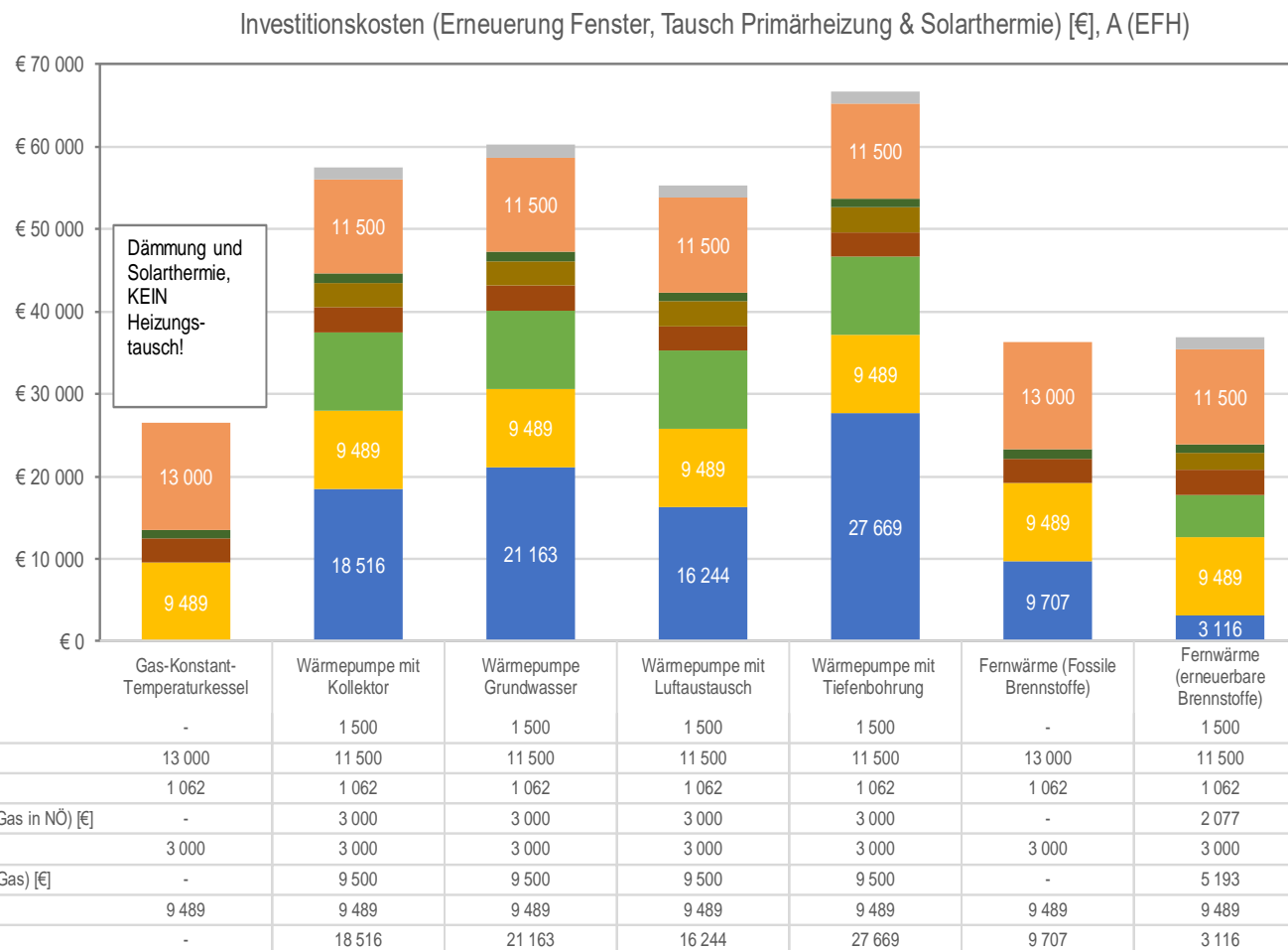


Abbildung 9-29: Investitionskosten (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], A (EFH)

Die mit Abstand geringsten Investitionskosten sind bei Kombination Fenstertausch mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten.

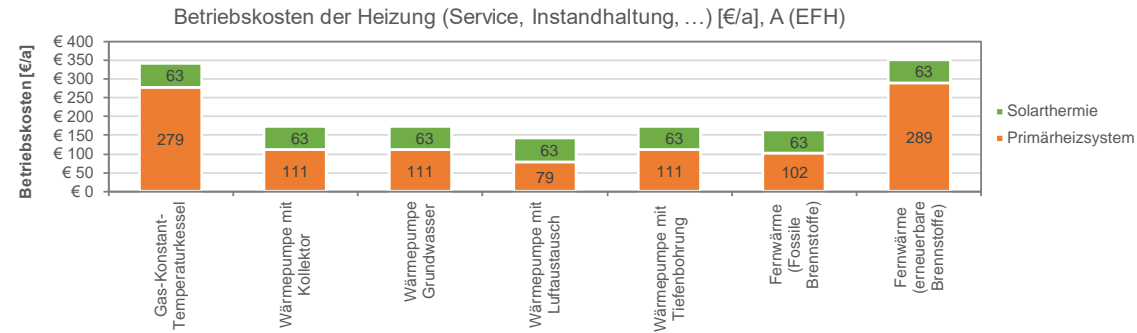


Abbildung 9-30: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], A (EFH)

Betreffend Energiekosten stellt die Kombination Fenstertausch plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

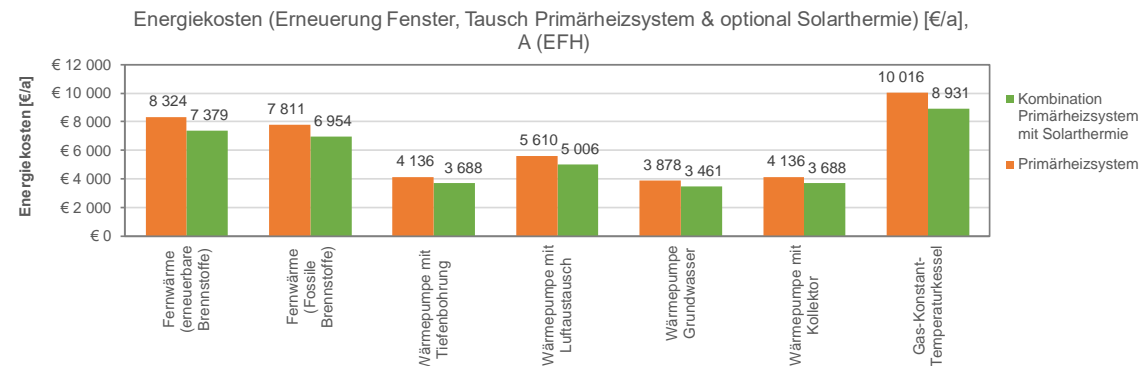


Abbildung 9-31: Energiekosten (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], A (EFH)

Fenstertausch in Kombination mit Flächenkollektor-Wärmepumpe erzielt in diesem Szenario die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Grundwasser-Wärmepumpe.

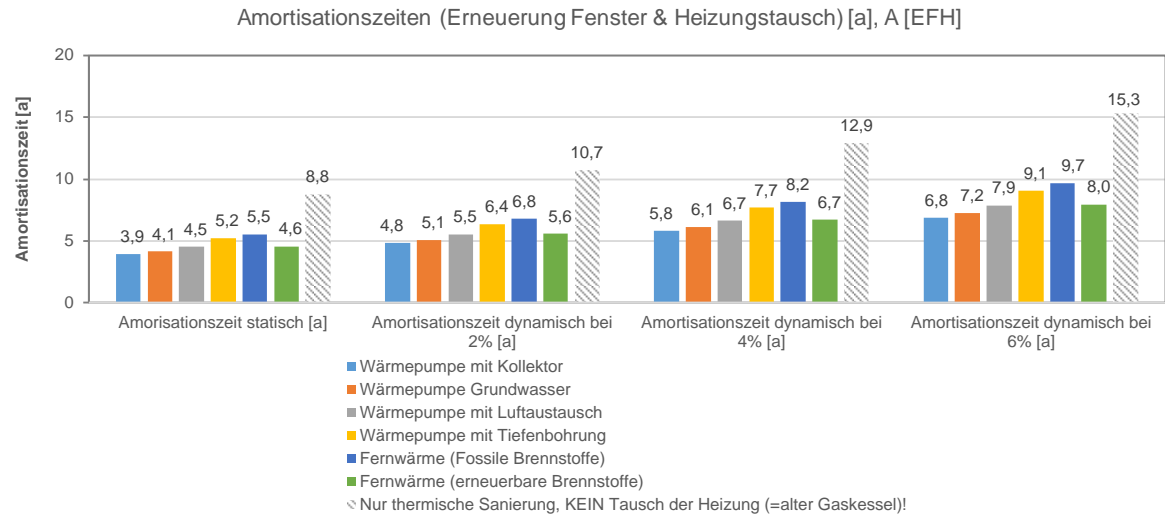


Abbildung 9-32: Amortisationszeiten (Fenstertausch und Heizungstausch) [a], A (EFH)

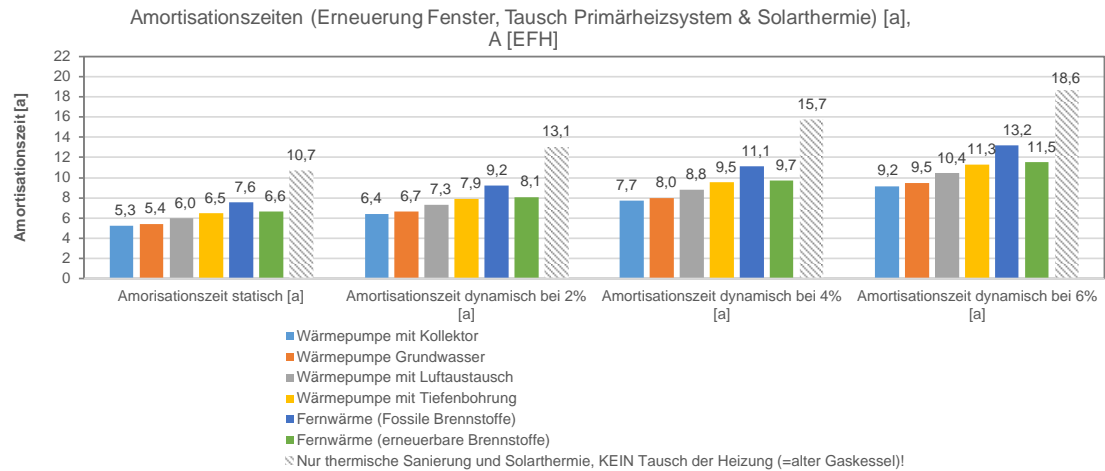


Abbildung 9-33: Amortisationszeiten (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], A (EFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten Einfamilienhaus mit Grundwasser-Wärmepumpen realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind

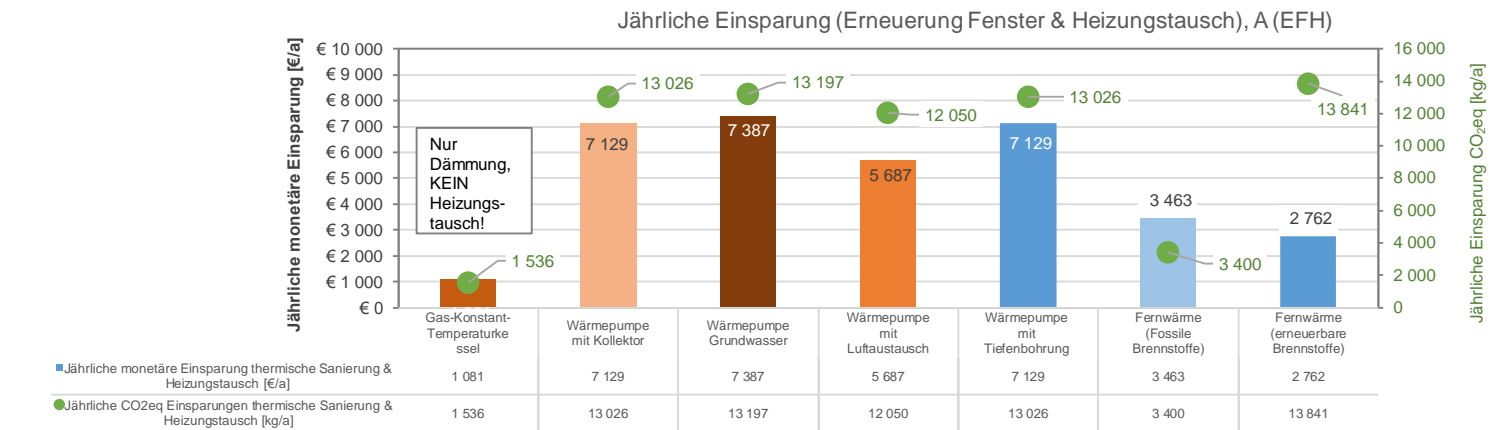


Abbildung 9-34: Jährliche Einsparung (Fenstertausch und Heizungstausch) [€/a], A (EFH)

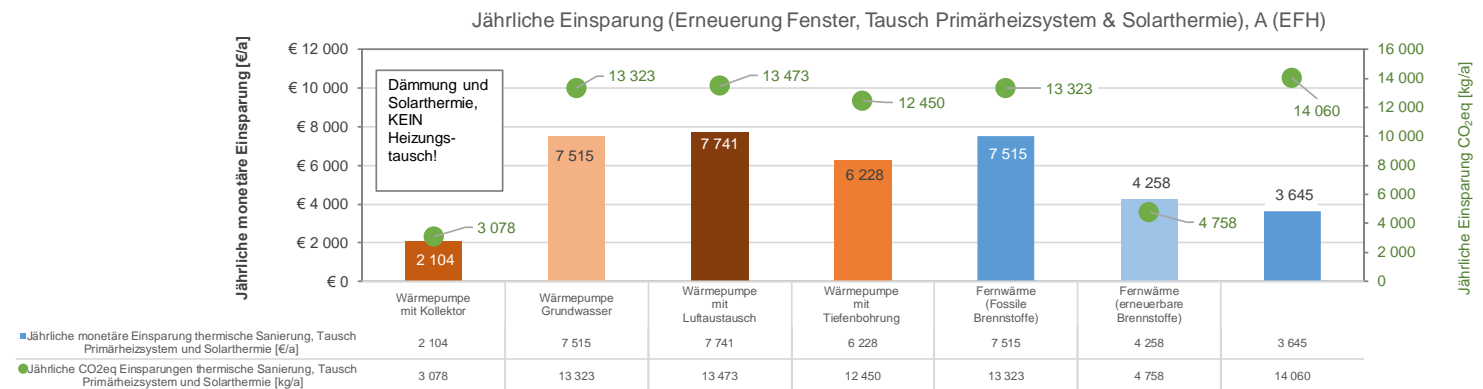


Abbildung 9-35: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], A (EFH)

9.2.5 Vollsaniierung und Heizungstausch

In diesem Szenario wird ein Einfamilienhaus (mit ein bis zwei Wohneinheiten) thermisch villsaniert und die Heizung erneuert.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei thermischer Villsaniierung dieses Gebäudetyps unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

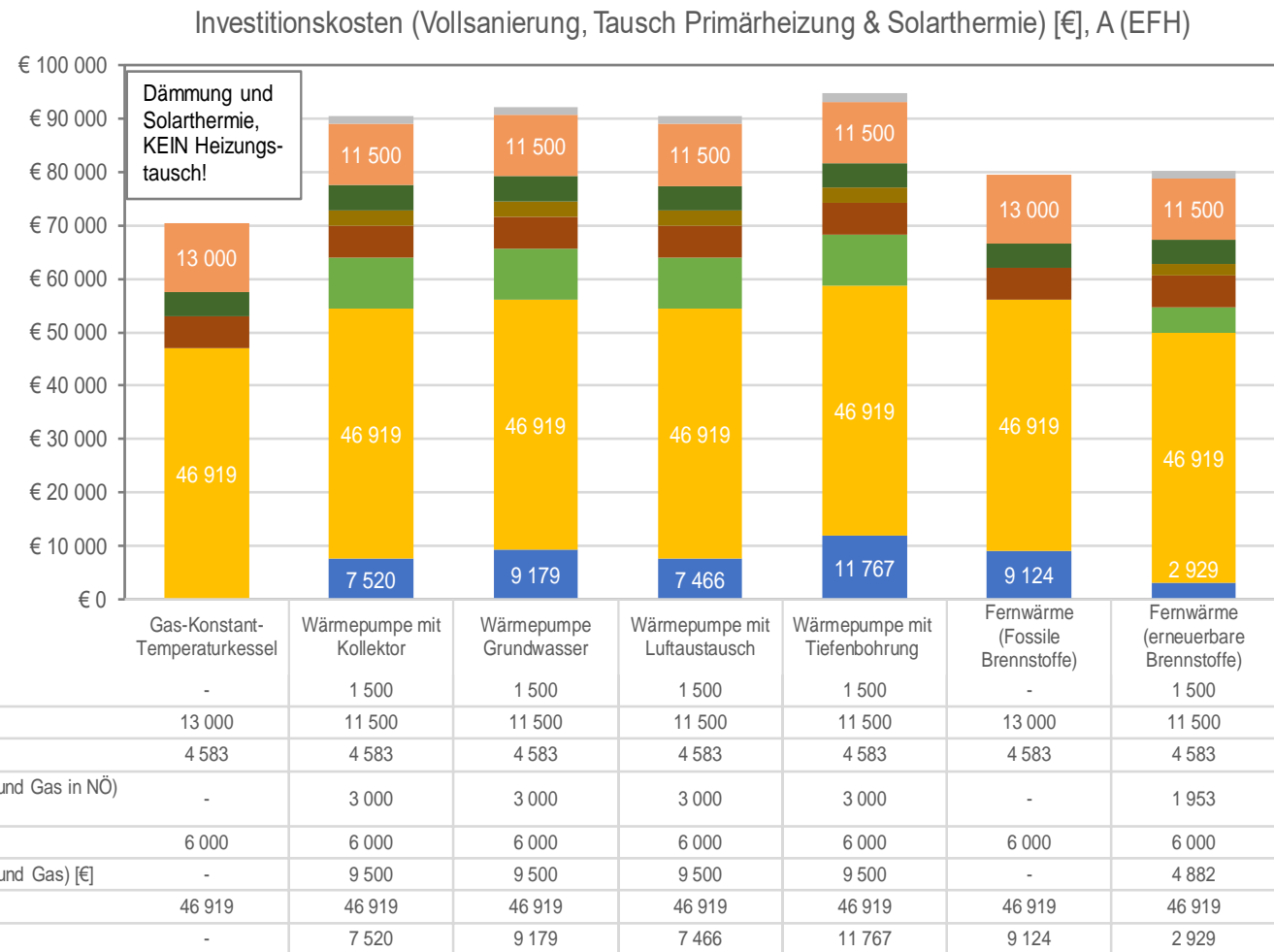


Abbildung 9-36: Investitionskosten (Villsaniierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], A (EFH)

Die geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei der Kombination Villsaniierung mit Fernwärme zu erwarten. Ist dies nicht möglich, stellt die Kombination mit einer Luft-Wärmepumpe oder einer Flächenkollektor-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist hier am teuersten

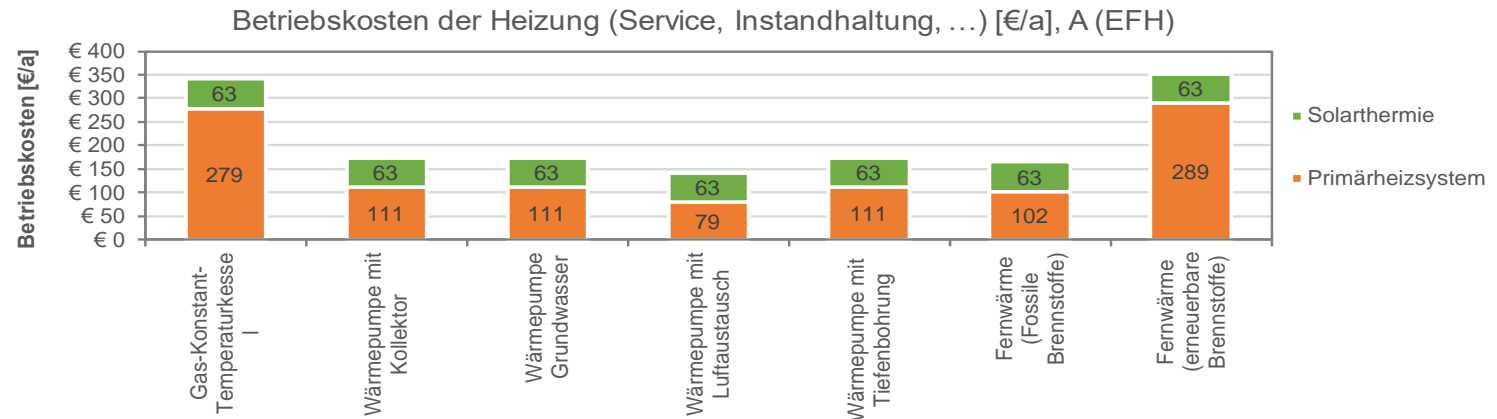


Abbildung 9-37: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], A (EFH)

Betreffend die Energiekosten stellt die Kombination Vollsanierung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Alternative dar, wobei die Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet

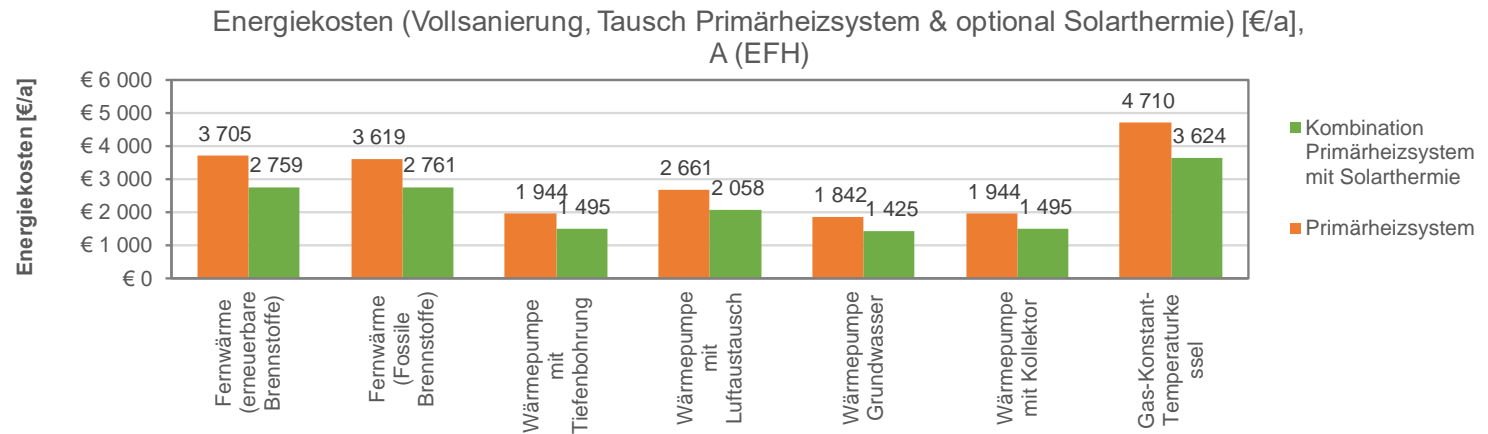


Abbildung 9-38: Energiekosten (Vollsanierung, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie [€/a], A (EFH)

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Vollsanierung in Kombination mit Flächenkollektor-Wärmepumpe oder Grundwasser-Wärmepumpe erzielt in diesem Szenario die kürzesten Amortisationszeiten.

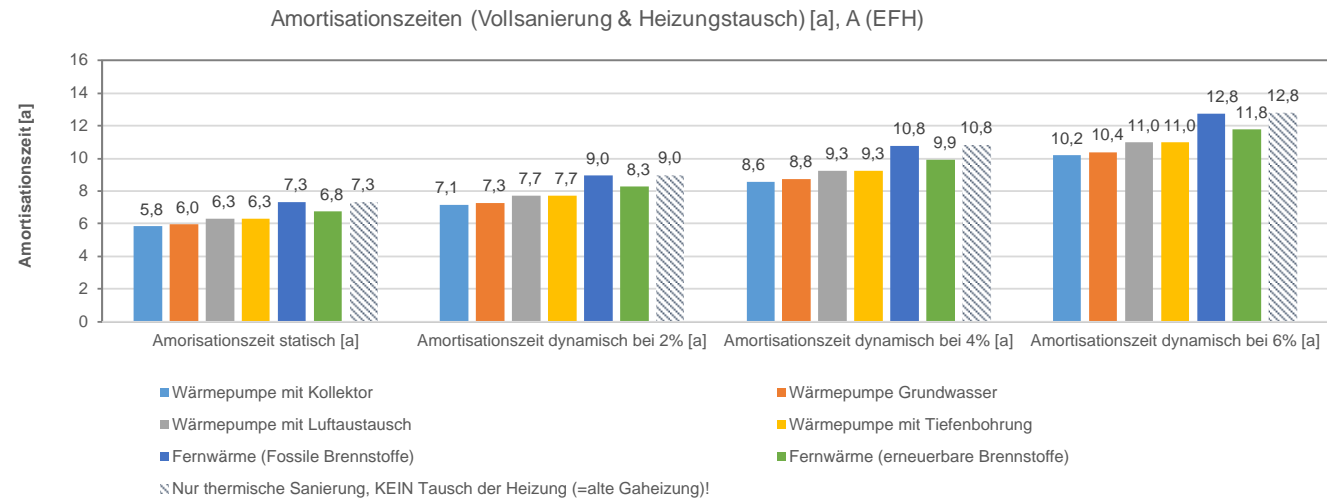


Abbildung 9-39: Amortisationszeiten (Vollsanierung und Heizungstausch) [a], A (EFH)

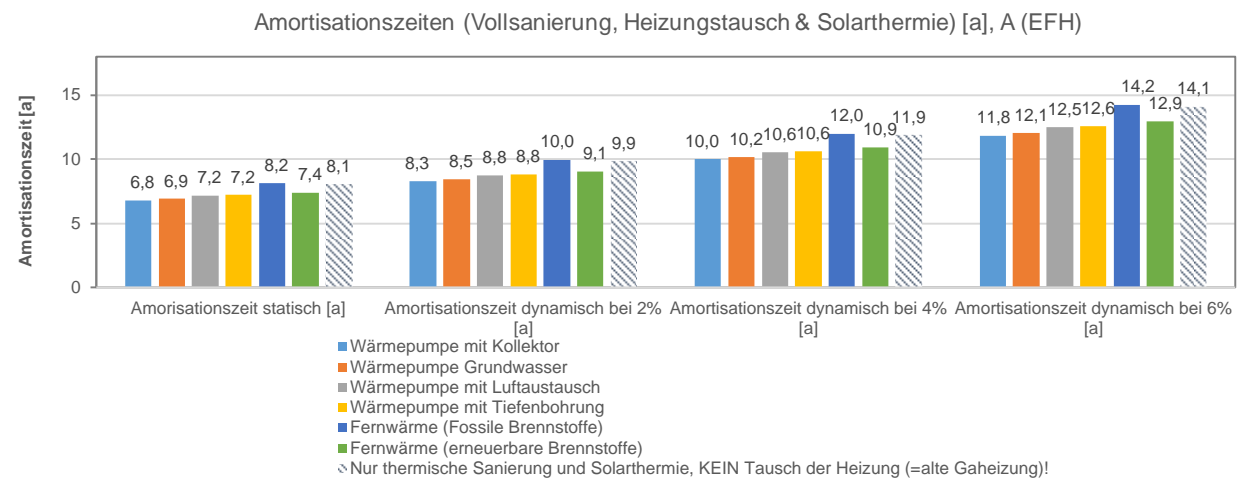


Abbildung 9-40: Amortisationszeiten (Vollsanierung, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], A (EFH)

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im vollsanierten Einfamilienhaus durch Grundwasser-Wärmepumpen realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

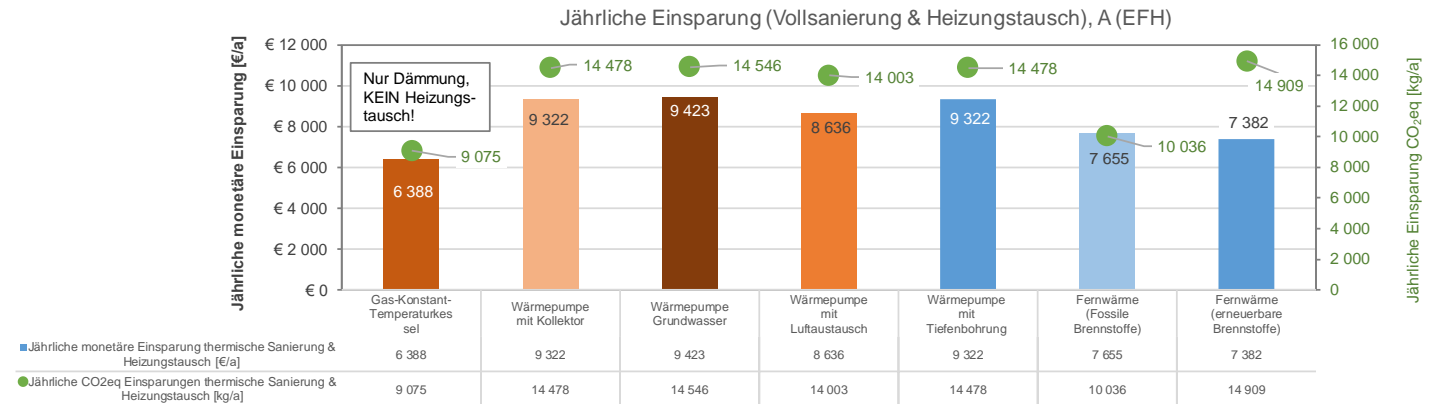


Abbildung 9-41: Jährliche Einsparung (Vollsanierung und Heizungstausch) [€/a], A (EFH)

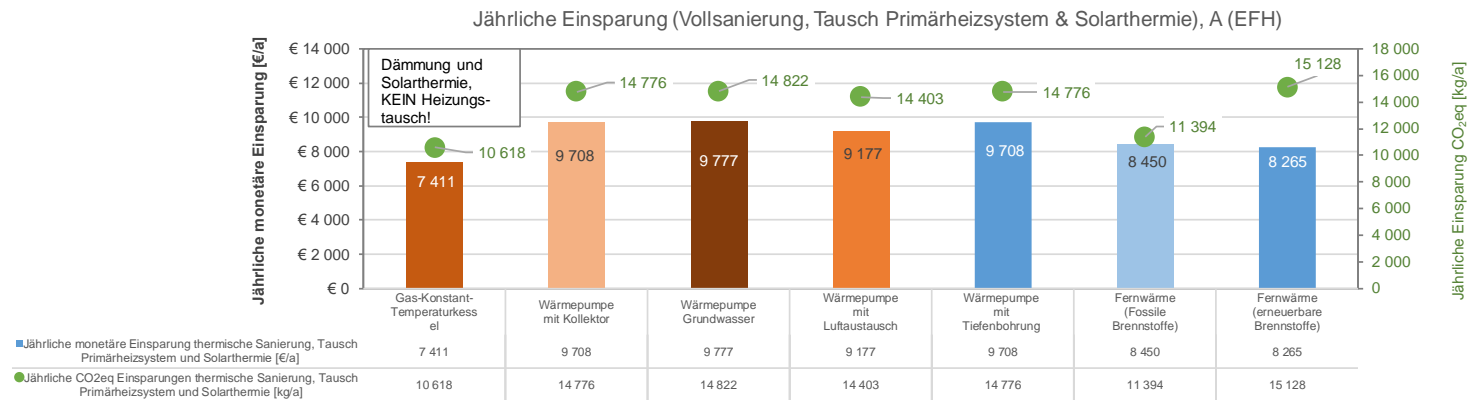


Abbildung 9-42: Jährliche Einsparung (Vollsanierung, Heizungstausch und Solarthermie) [€/a], A (EFH)

9.3 Referenzgebäude B – unsaniert, Heizungstausch

In diesem Szenario wird die Bestandsheizung (Gas-Konstanttemperaturkessel) eines unsanierten kleineren Mehrfamilienhauses (mit drei bis zehn Wohneinheiten) erneuert.

Anhand der Investitionskosten, Energiekosten, erzielbaren Einsparungen (monetär und CO₂eq) sowie der Amortisationszeit, werden verschiedene Heizungsvarianten miteinander verglichen.

Je nach Bewertungskriterium stellen im unsanierten kleineren Mehrfamilienhaus (B) unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

- Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und erforderlichen Eigenmittel sind wiederum bei Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Investitionskosten Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [€], B (MFH) unsaniert

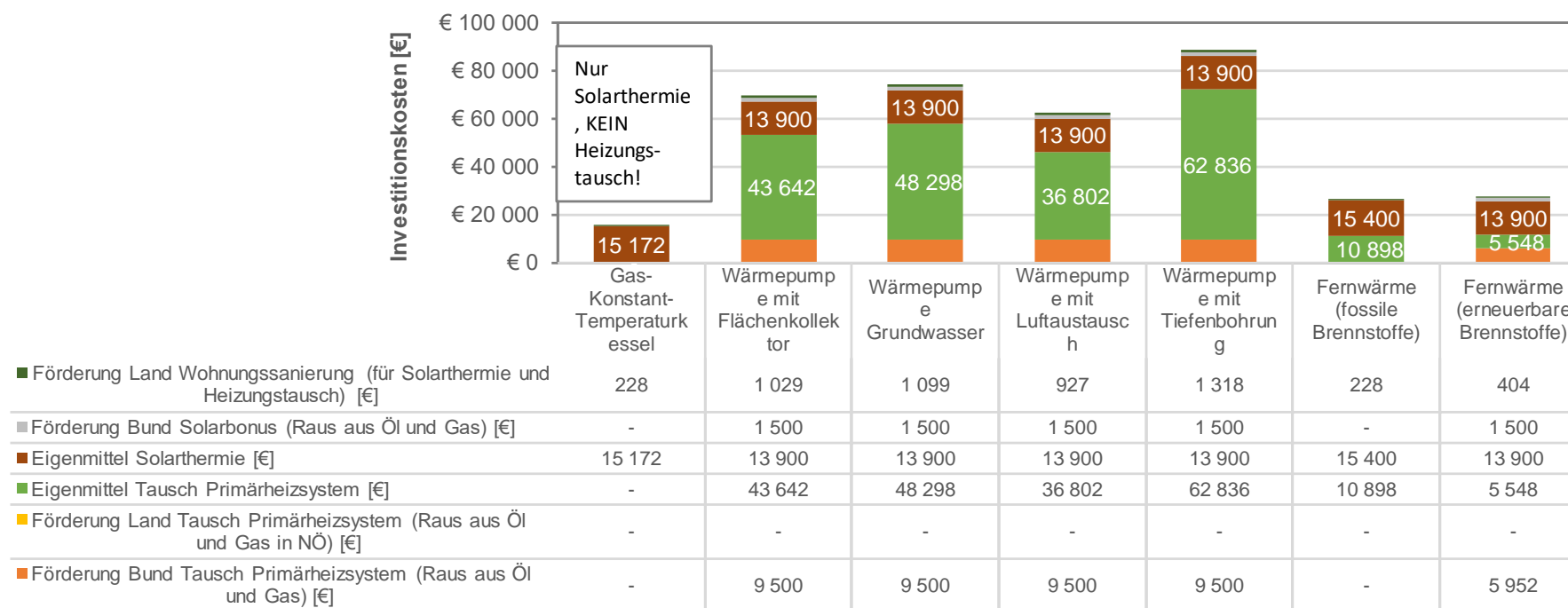


Abbildung 9-43: Investitionskosten Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [€], B (MFH) unsaniert

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist hier am teuersten. Die Betriebskosten bewegen sich in einer Bandbreite je nach Anbieter bzw. Wartungsverträgen und sind deshalb für alle Gebäudetypen gleichgesetzt.

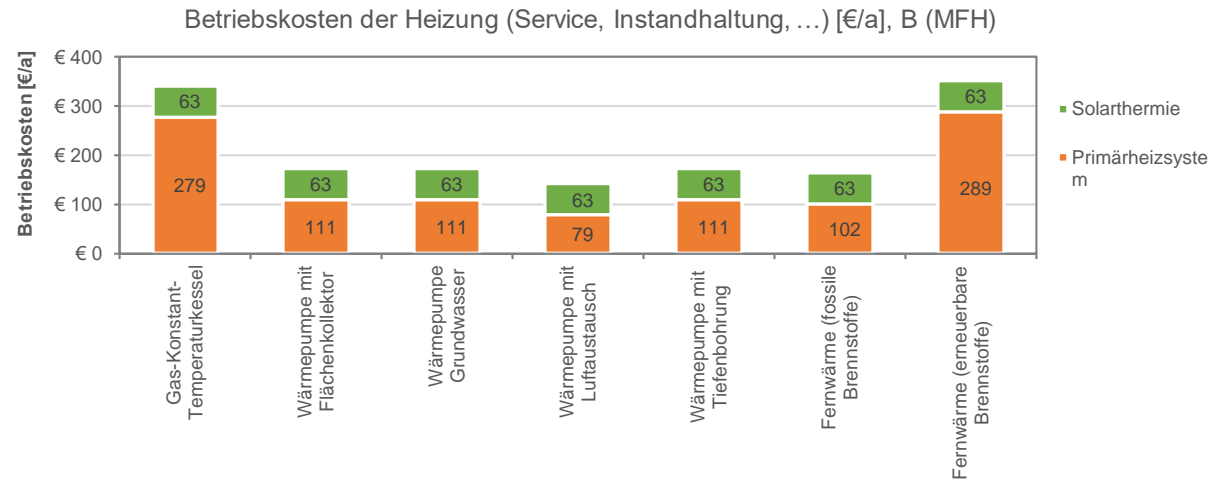


Abbildung 9-44: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], B (MFH)

Betreffend Energiekosten stellen Wärmepumpen generell die günstigen Varianten dar, wobei hier die Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet, gefolgt von der Wärmepumpe mit Tiefenbohrung und Flächenkollektor

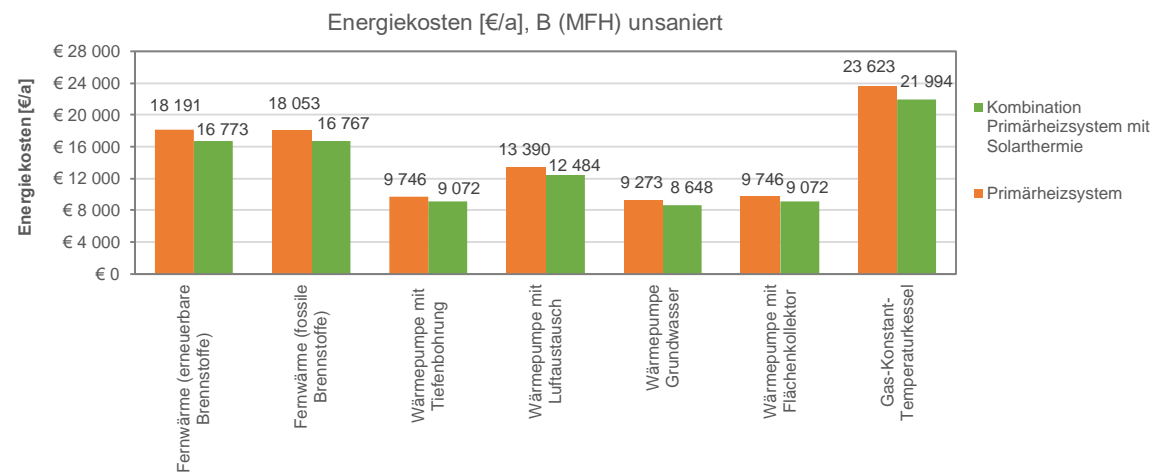


Abbildung 9-45: Energiekosten [€/a], B (MFH) unsaniert

Fernwärme erzielt in diesem Szenario die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Wärmepumpe mit Flächenkollektor.

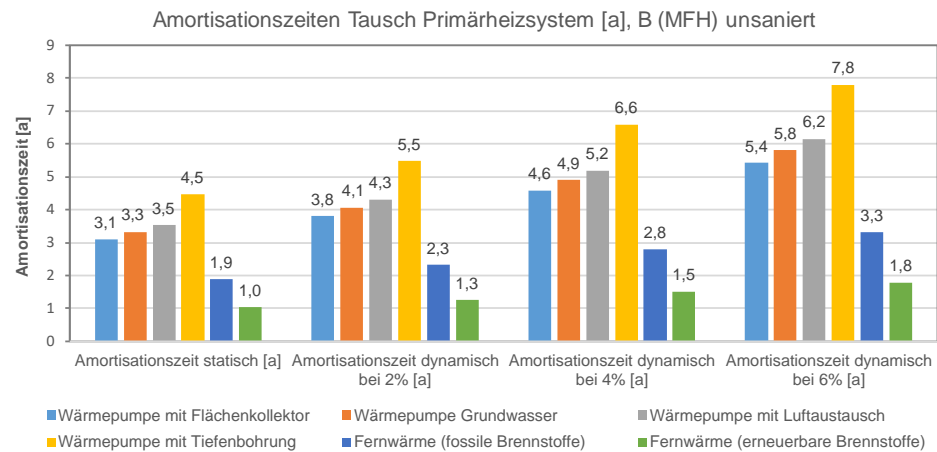


Abbildung 9-46: Amortisationszeiten Tausch Primärheizsystem [a], B (MFH) unsaniert

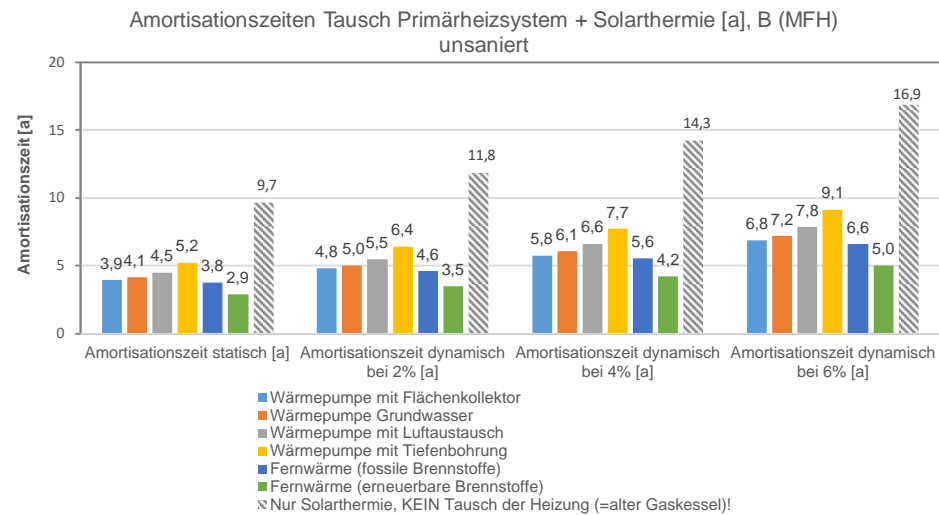


Abbildung 9-47: Amortisationszeiten Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [a], B (MFH) unsaniert

Die Grundwasser-Wärmepumpe kann im unsanierten kleineren Mehrfamilienhaus die höchsten jährlichen monetären Einsparungen realisieren, die Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgas einsparungen (CO₂eq).

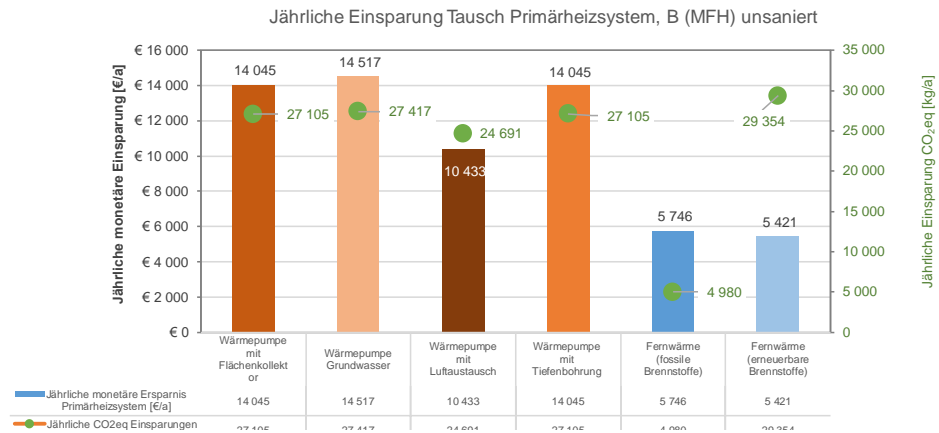


Abbildung 9-48: Jährliche Einsparung (Tausch Primärheizsystem) [€/a], B (MFH) unsaniert

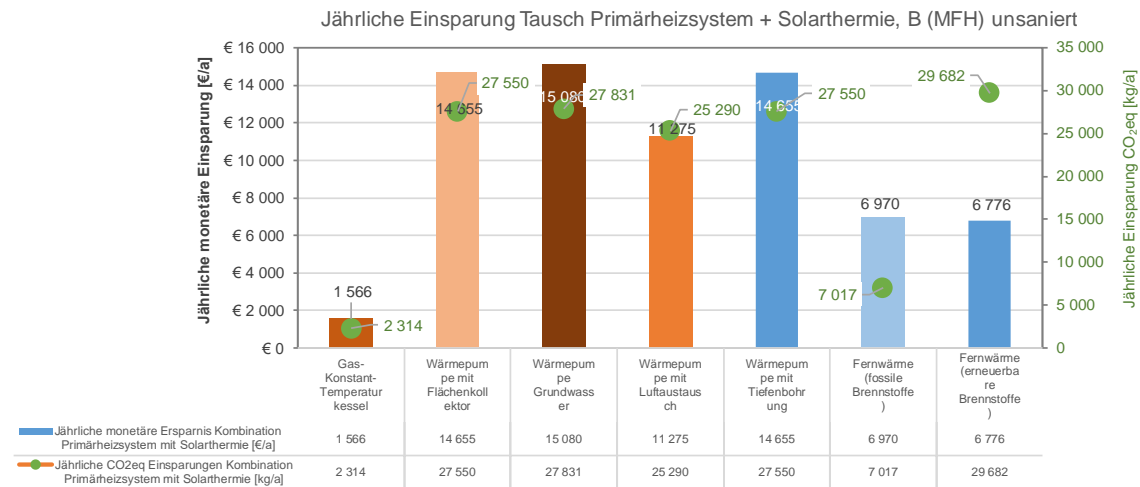


Abbildung 9-49: Jährliche Einsparung (Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], B (MFH) unsaniert

9.4 Referenzgebäude B – saniert

9.4.1 Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch

In diesem Szenario wird die oberste Geschossdecke eines kleineren Mehrfamilienhauses (mit drei bis zehn Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung erneuert.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

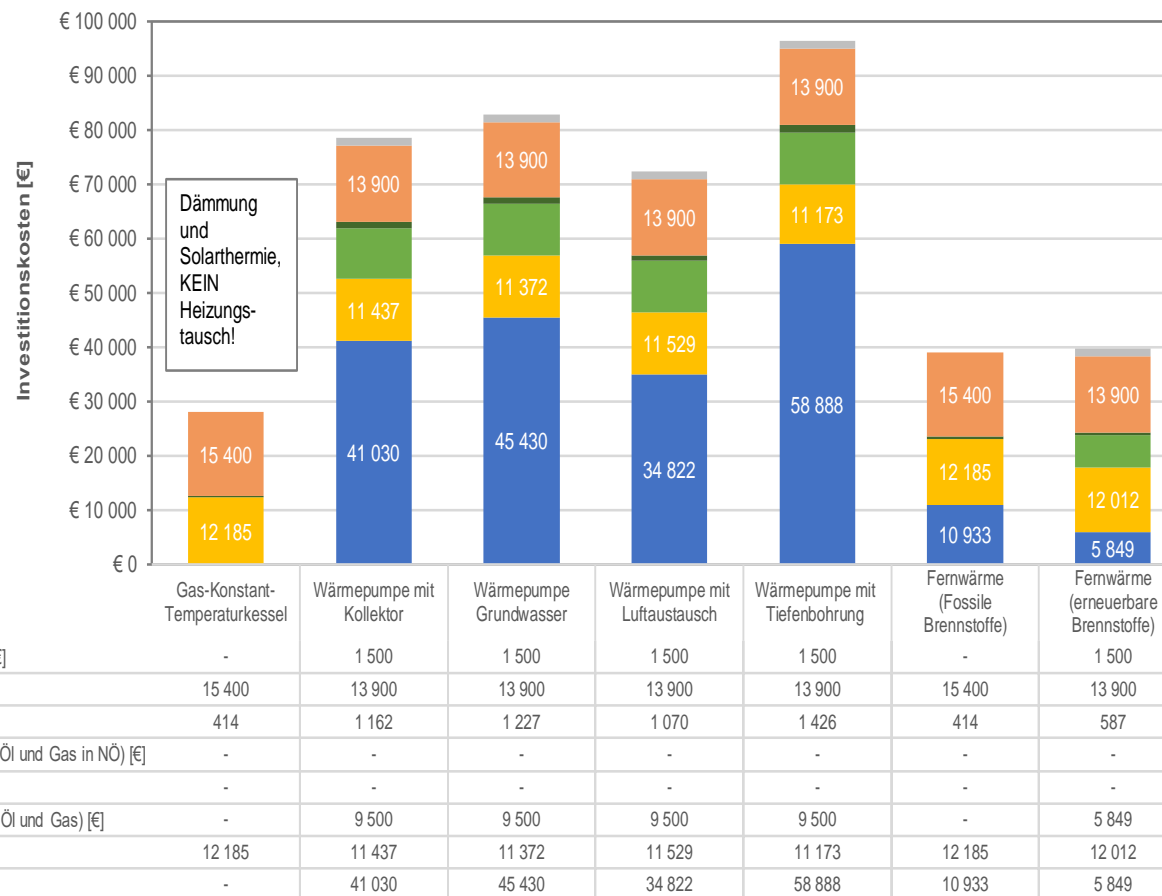


Abbildung 9-50: Investitionskosten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], B (MFH)

Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind wieder bei der Kombination Dämmung und Fernwärme erforderlich. Ist ein Fernwärmanschluss nicht möglich, stellt die Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten.

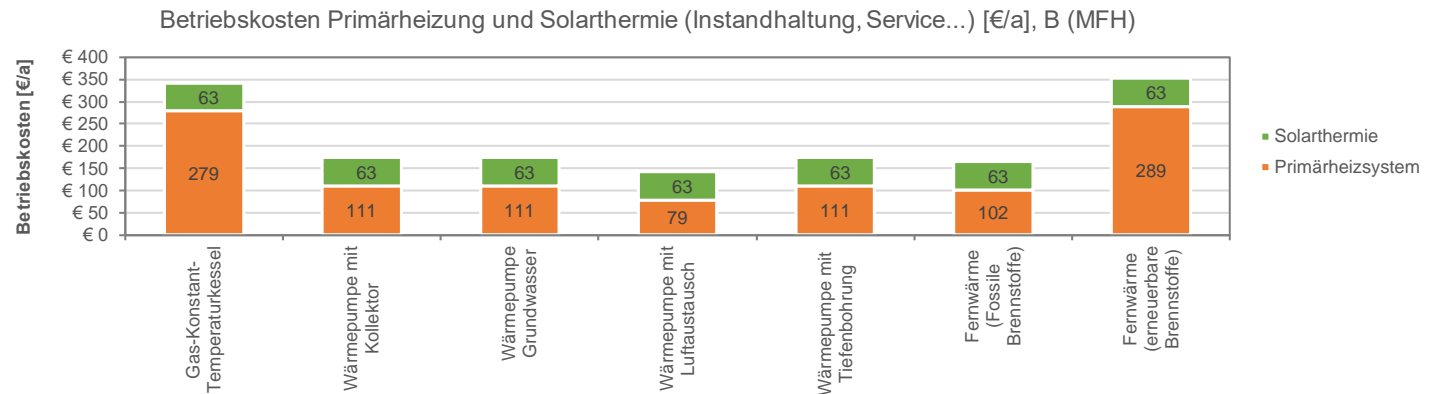


Abbildung 9-51: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], B (MFH)

Mit der Kombination Dämmung plus Wärmepumpe lassen sich die Energiekosten am stärksten reduzieren, wobei die Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet, gefolgt von der Wärmepumpe mit Tiefenbohrung oder Flächenkollektor.

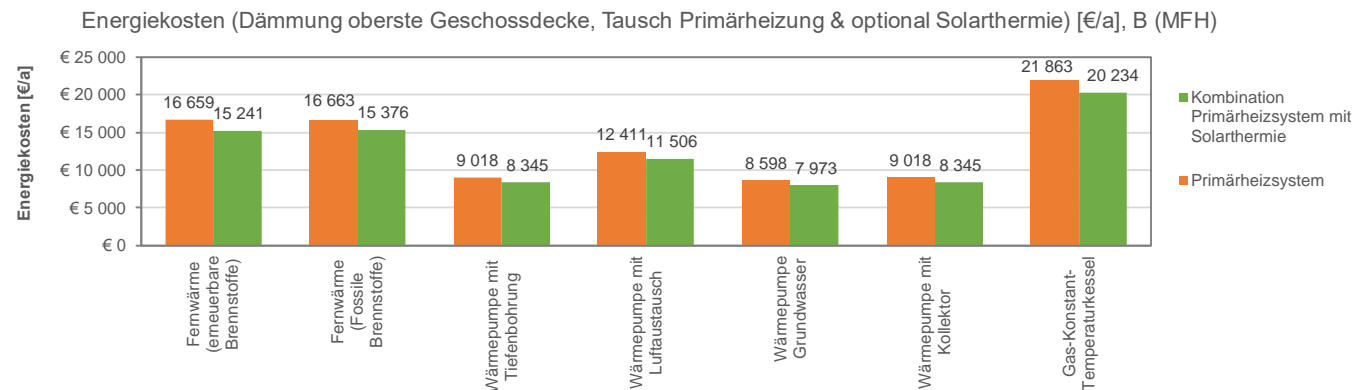


Abbildung 9-52: Energiekosten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], B (MFH)

Dämmung in Kombination mit Fernwärme liefert die kürzeste Amortisationszeit im Vergleich mit anderen Heizsystemen. Der Heizungstausch auf Flächenkollektor-Wärmepumpe amortisiert sich am schnellsten unter den Wärmepumpen

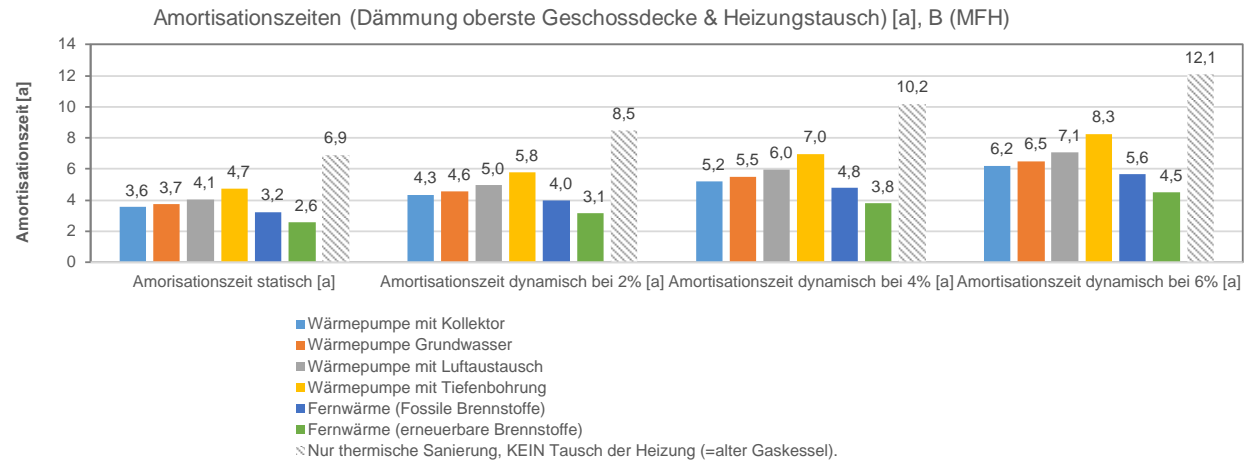


Abbildung 9-53: Amortisationszeiten (Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch) [a], B (MFH)

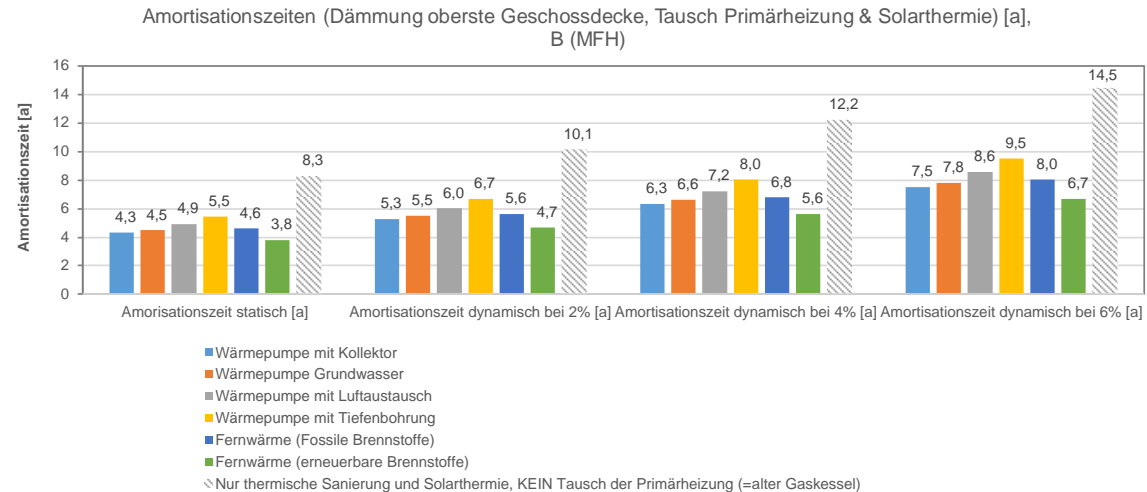


Abbildung 9-54: Amortisationszeiten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], B (MFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten kleineren Mehrfamilienhaus mit einer Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während in Kombination mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

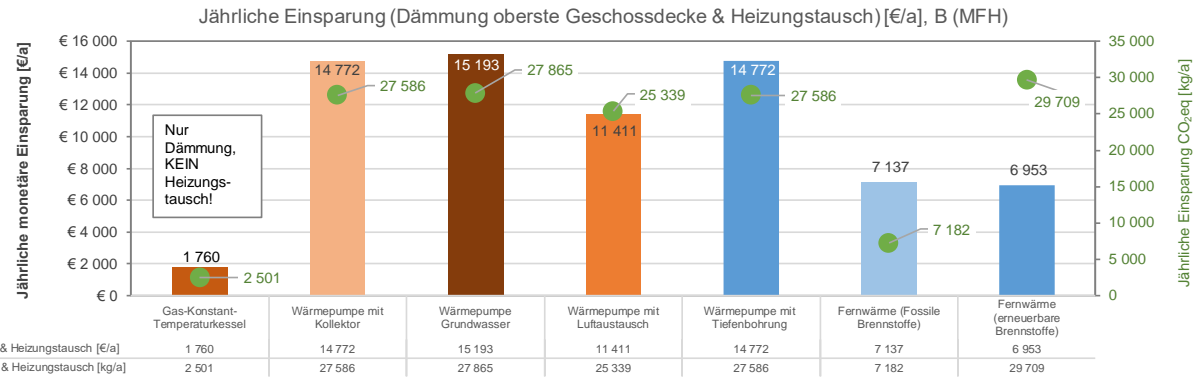


Abbildung 9-55: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch) [€/a], B (MFH)

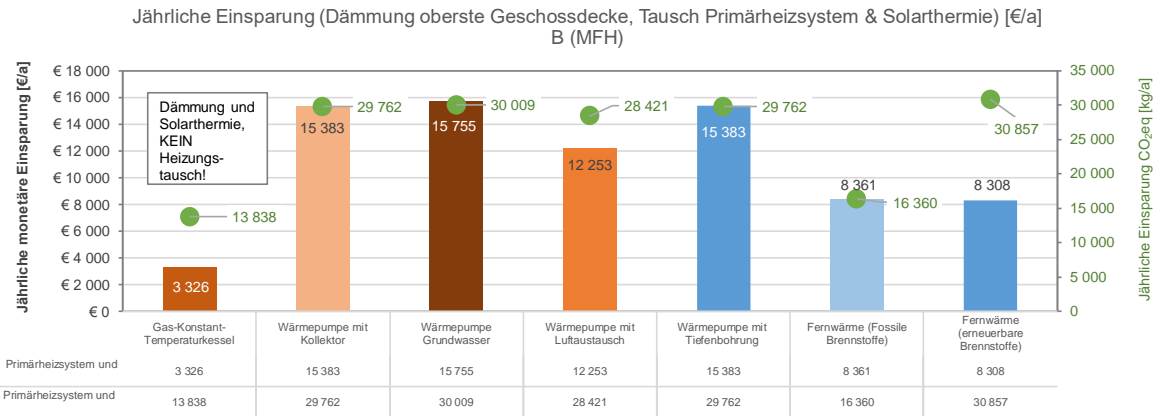


Abbildung 9-56: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], B (MFH)

9.4.2 Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch

In diesem Szenario wird die Kellerdecke eines kleineren Mehrfamilienhauses (mit drei bis zehn Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung erneuert.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar

Investitionskosten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizung & Solarthermie) [€], B (MFH)

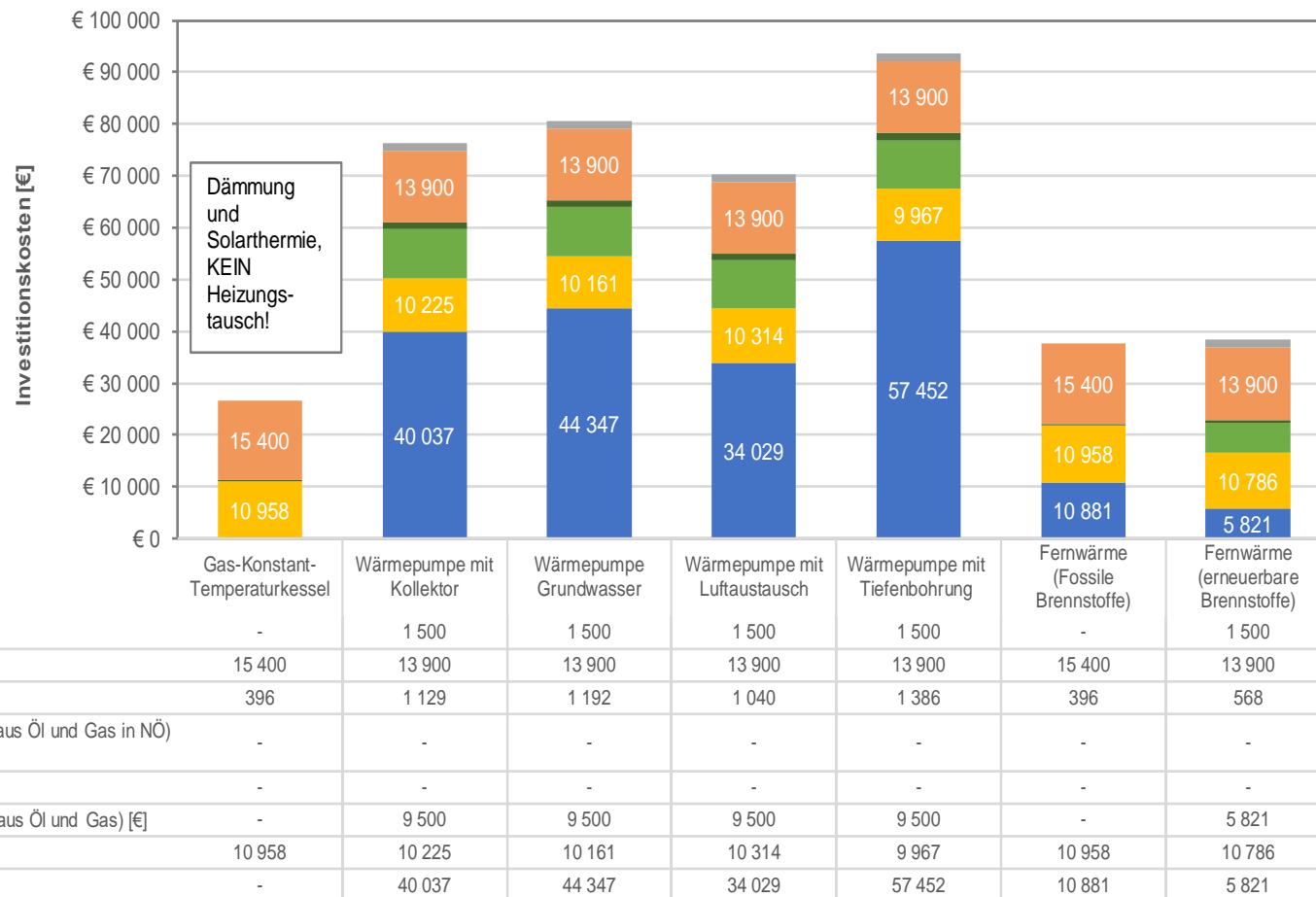


Abbildung 9-57: Investitionskosten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], B (MFH)

Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei der Kombination Dämmung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit einer Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen die Wärmepumpen und die Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von der Luft-Wärmepumpe. Die Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist hier am teuersten

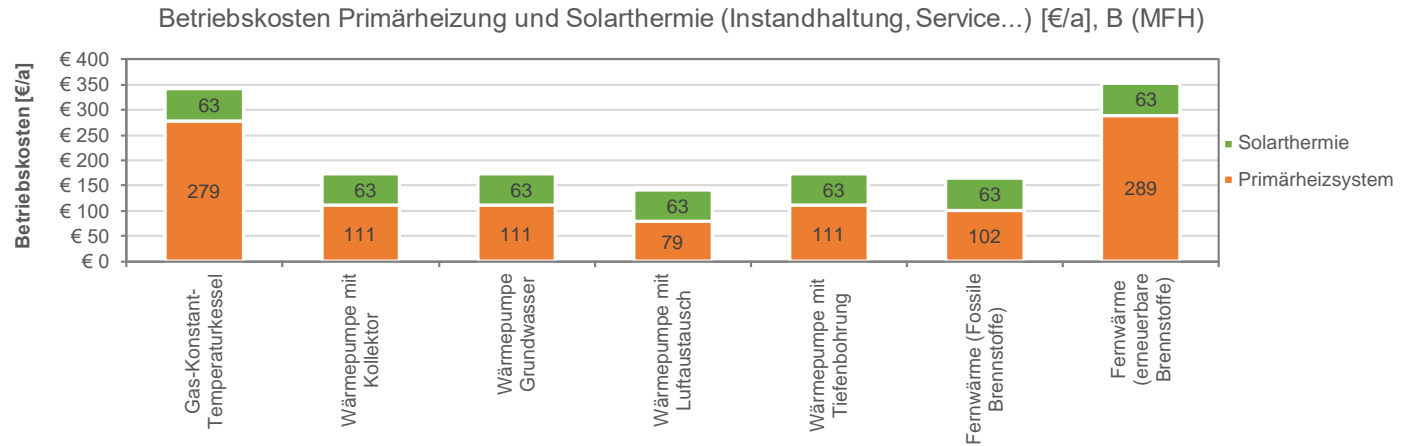


Abbildung 9-58: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], B (MFH)

Betreffend die Energiekosten stellt die Kombination Dämmung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet

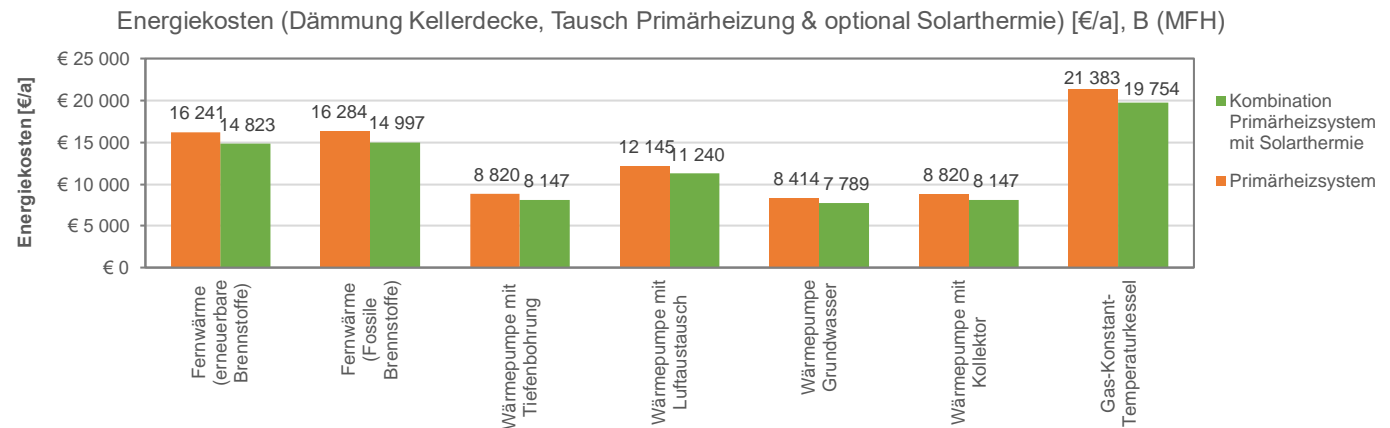


Abbildung 9-59: Energiekosten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie [€/a], B (MFH)

Dämmung in Kombination mit Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe) erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Flächenkollektor-Wärmepumpe

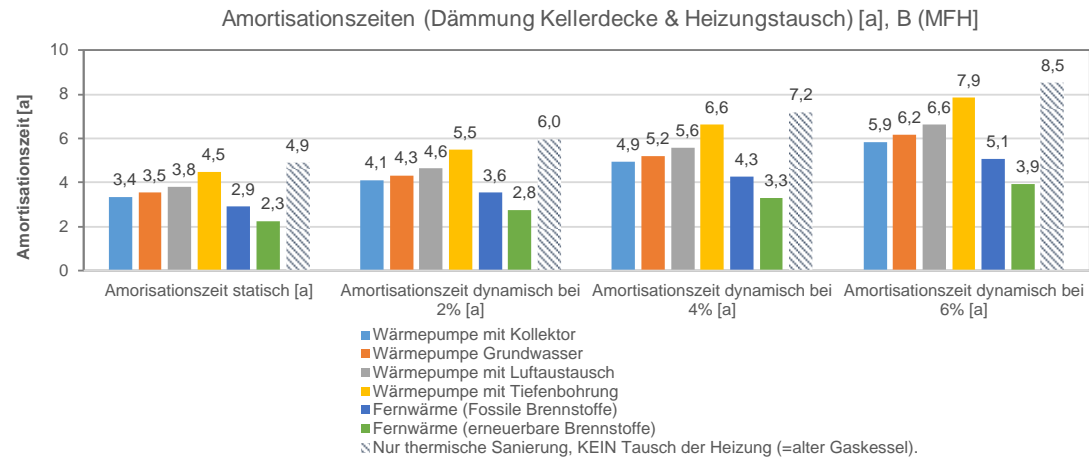


Abbildung 9-60: Amortisationszeiten (Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch) [a], B (MFH)

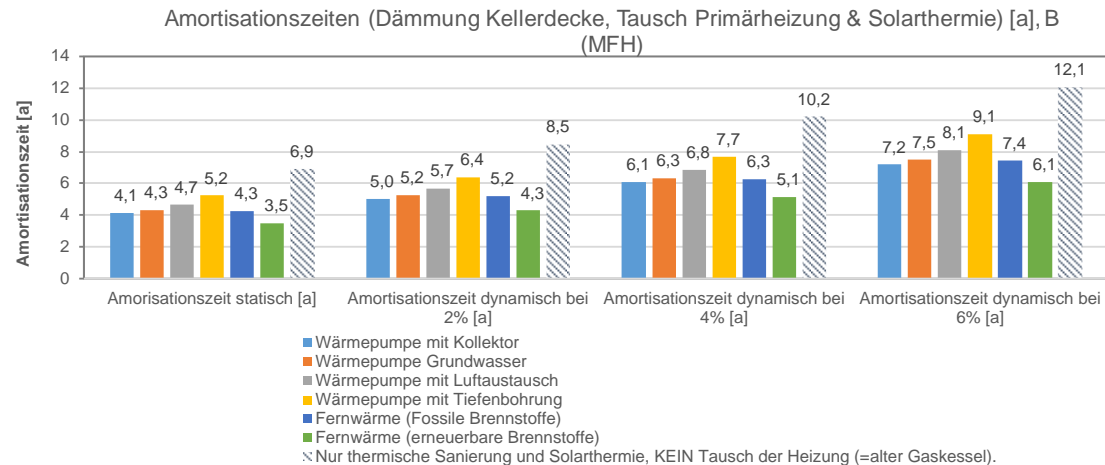


Abbildung 9-61: Amortisationszeiten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], B (MFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten kleineren Mehrfamilienhaus mit Grundwasser-Wärmepumpen realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

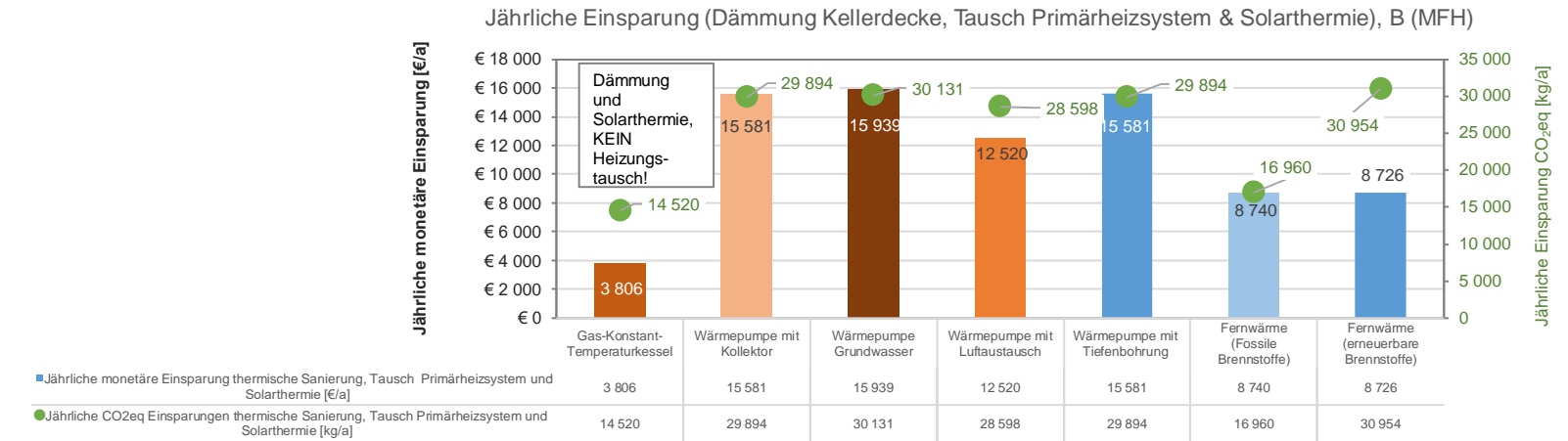


Abbildung 9-62: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch) [€/a], B (MFH)

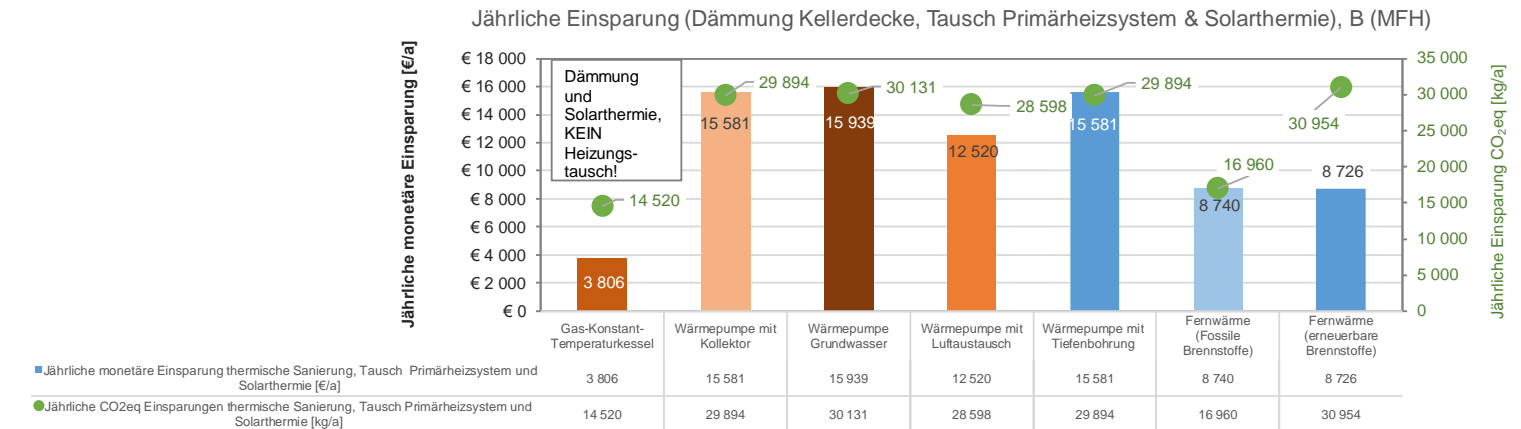


Abbildung 9-63: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie [€/a], B (MFH)

9.4.3 Dämmung Fassade und Heizungstausch

In diesem Szenario wird die Fassade eines kleineren Mehrfamilienhauses (mit drei bis zehn Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung erneuert.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

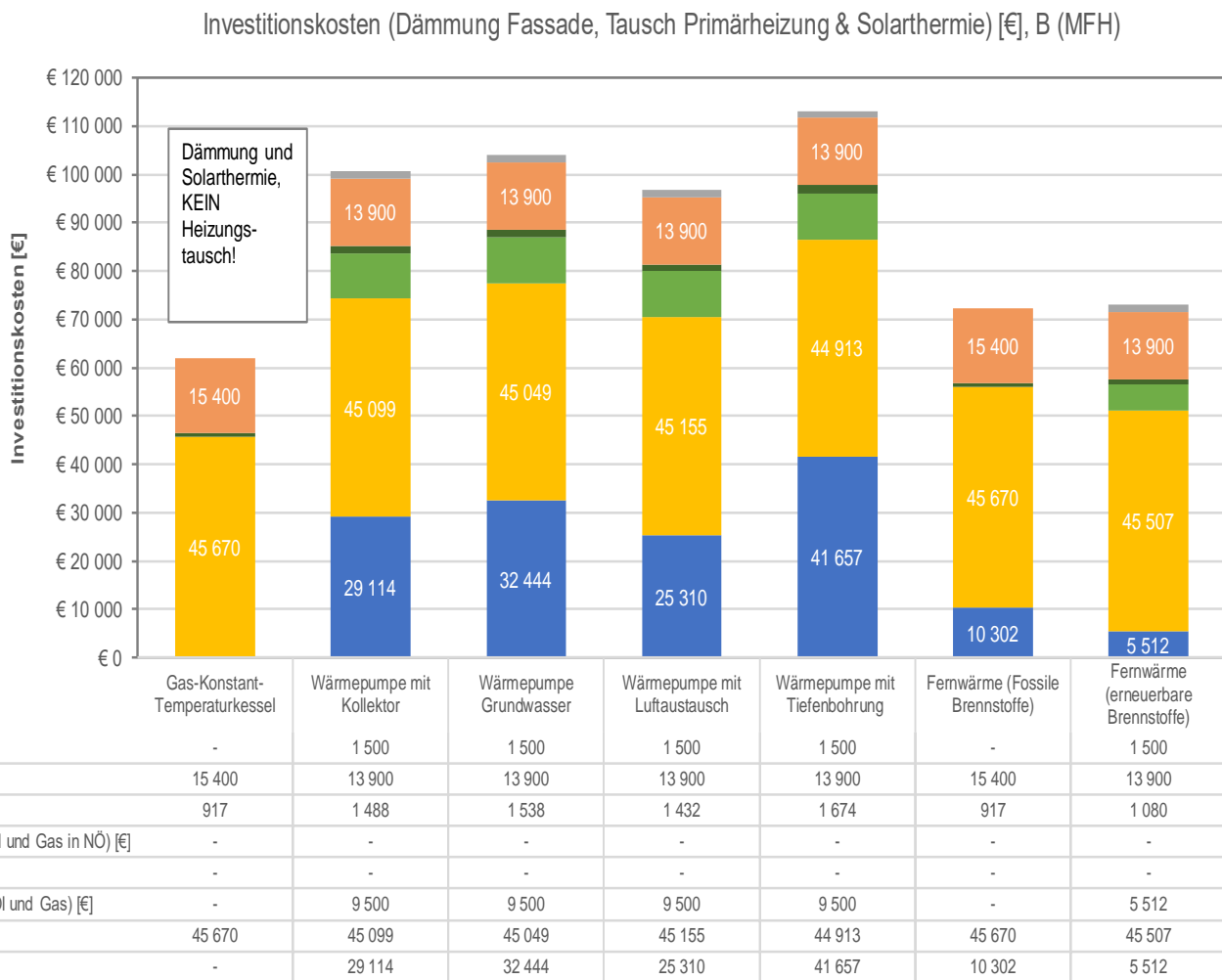


Abbildung 9-64: Investitionskosten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], B (MFH)

Die geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei der Kombination Dämmung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit einer Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar

Bei den laufenden Betriebskosten liegen die Wärmepumpen und die Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von der Luft-Wärmepumpe. Die Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist am teuersten.

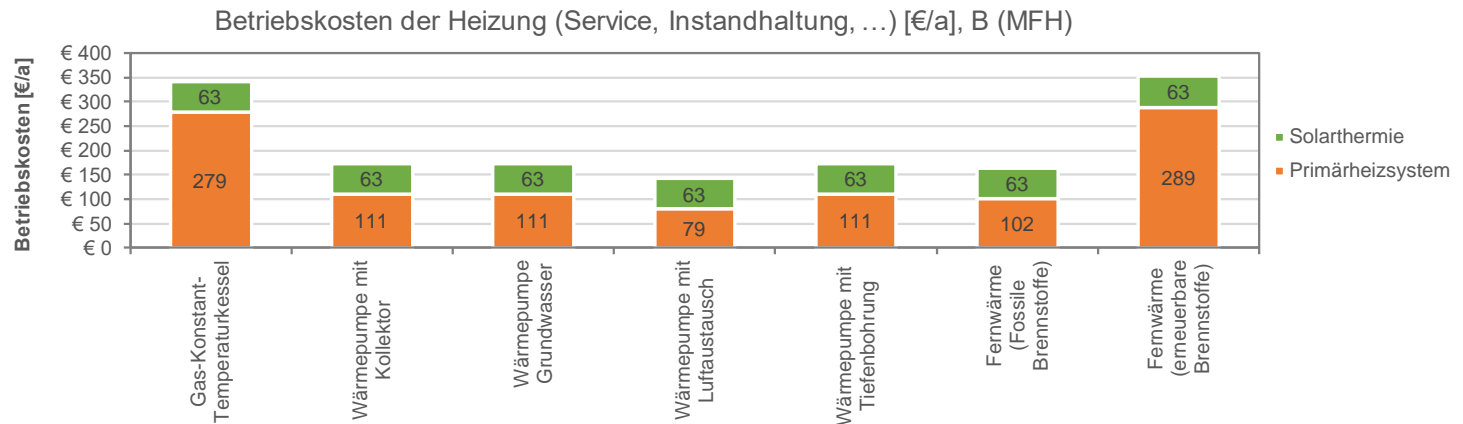


Abbildung 9-65: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], B (MFH)

Betreffend die Energiekosten stellt die Kombination Dämmung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

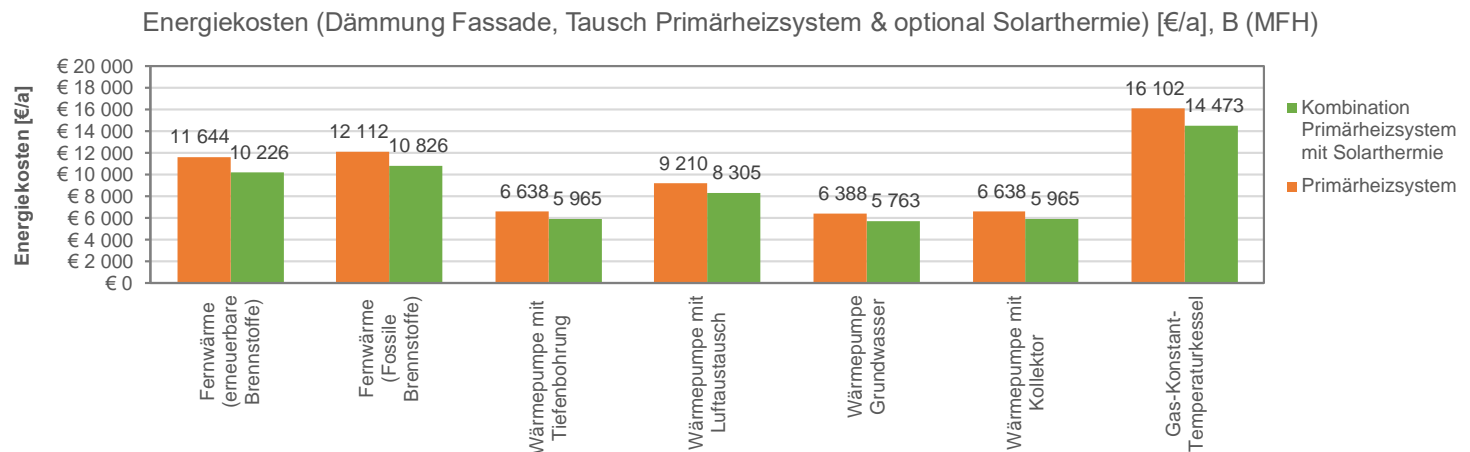


Abbildung 9-66: Energiekosten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], B (MFH)

Dämmung in Kombination mit Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe) erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Flächenkollektor-Wärmepumpe

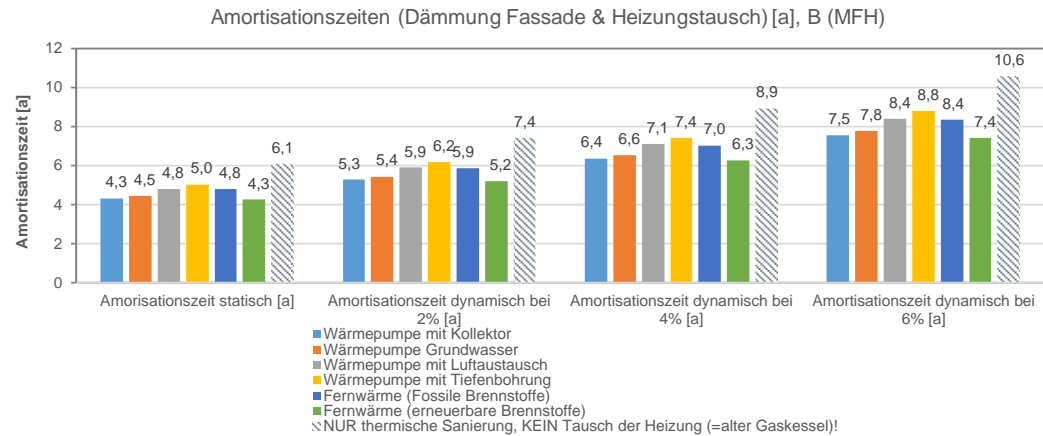


Abbildung 9-67: Amortisationszeiten (Dämmung Fassade und Heizungstausch) [a], B (MFH)

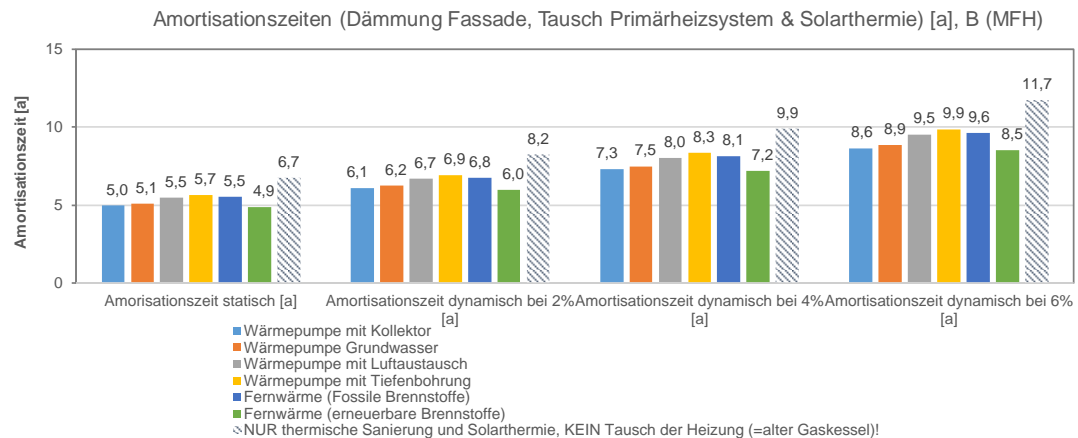


Abbildung 9-68: Amortisationszeiten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], B (MFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten kleineren Mehrfamilienhaus mit einer Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

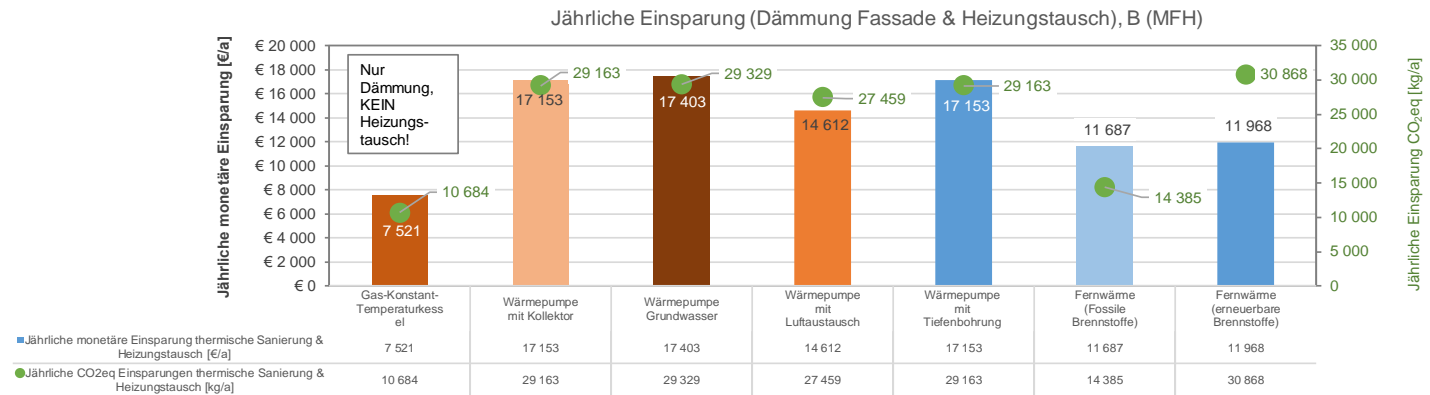


Abbildung 9-69: Jährliche Einsparung (Dämmung Fassade und Heizungstausch) [€/a], B (MFH)

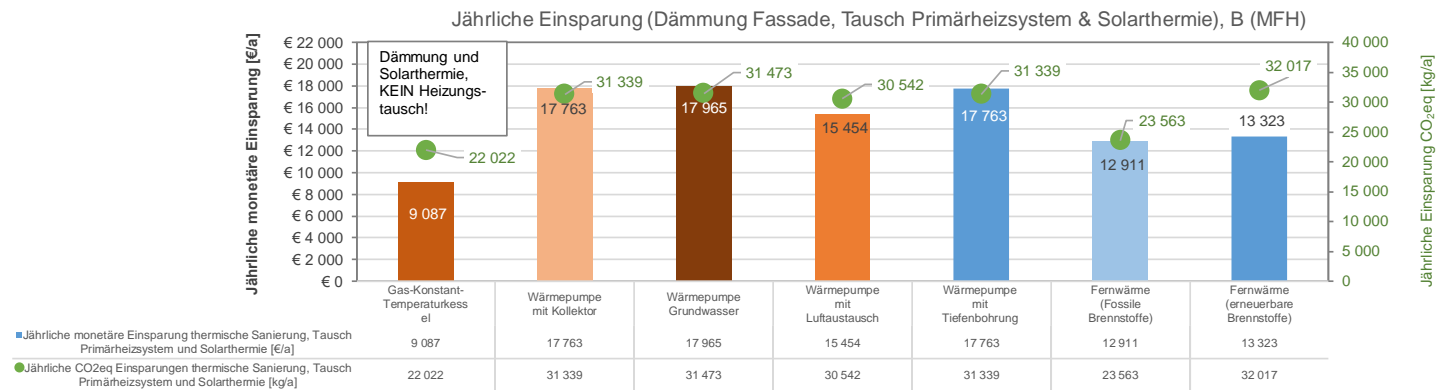


Abbildung 9-70: Jährliche Einsparung (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], B (MFH)

9.4.4 Erneuerung Fenster und Heizungstausch

In diesem Szenario werden die Fenster eines kleineren Mehrfamilienhauses (mit drei bis zehn Wohneinheiten) erneuert und die Heizung getauscht.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar.

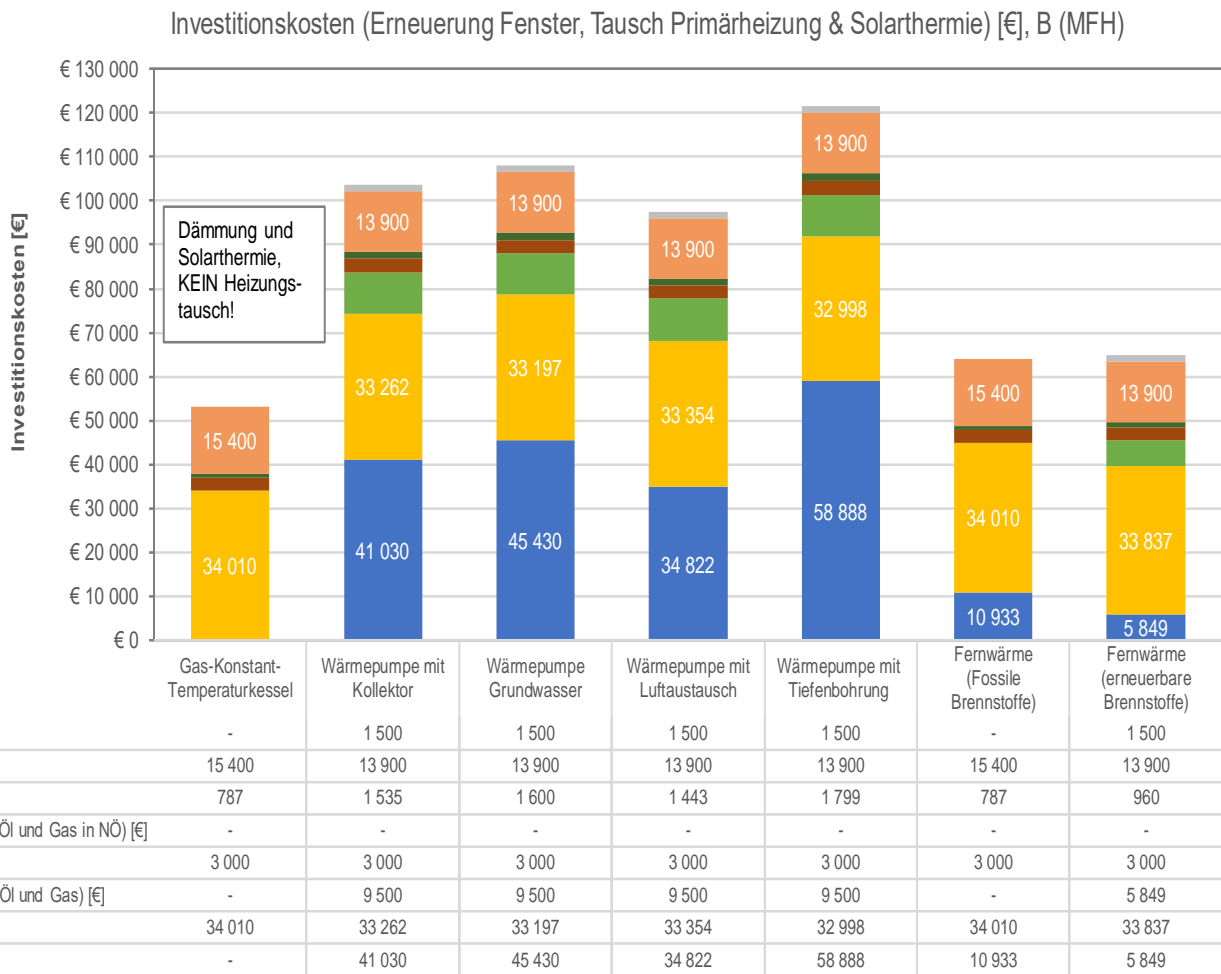


Abbildung 9-71: Investitionskosten (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], B (MFH)

Die geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind auch hier bei Kombination Fenstertausch mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist am teuersten.

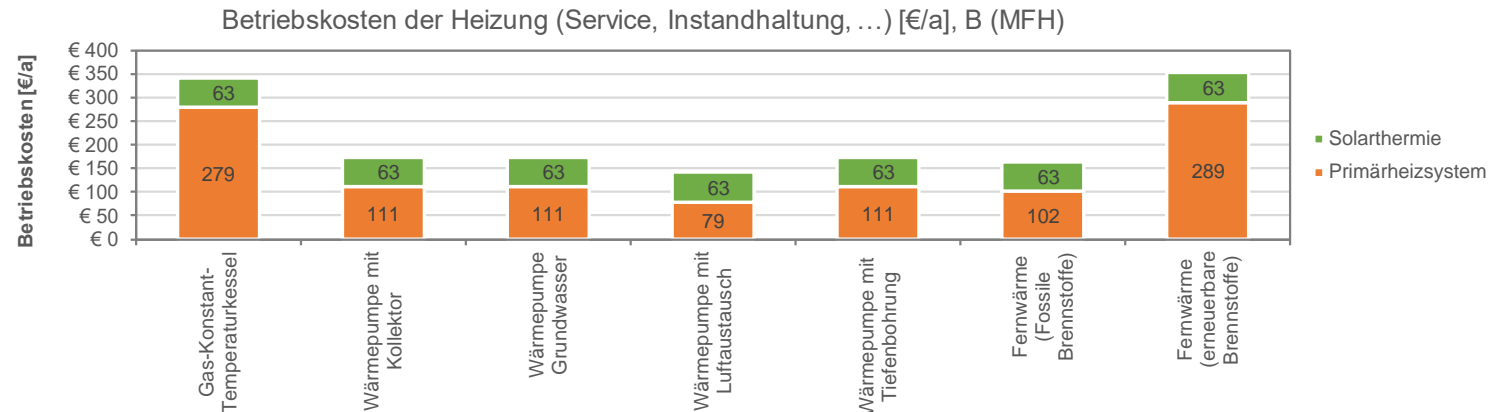


Abbildung 9-72: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], B (MFH)

Betreffend Energiekosten stellt die Kombination Fenstertausch plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Alternative dar, wobei die Variante mit der Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

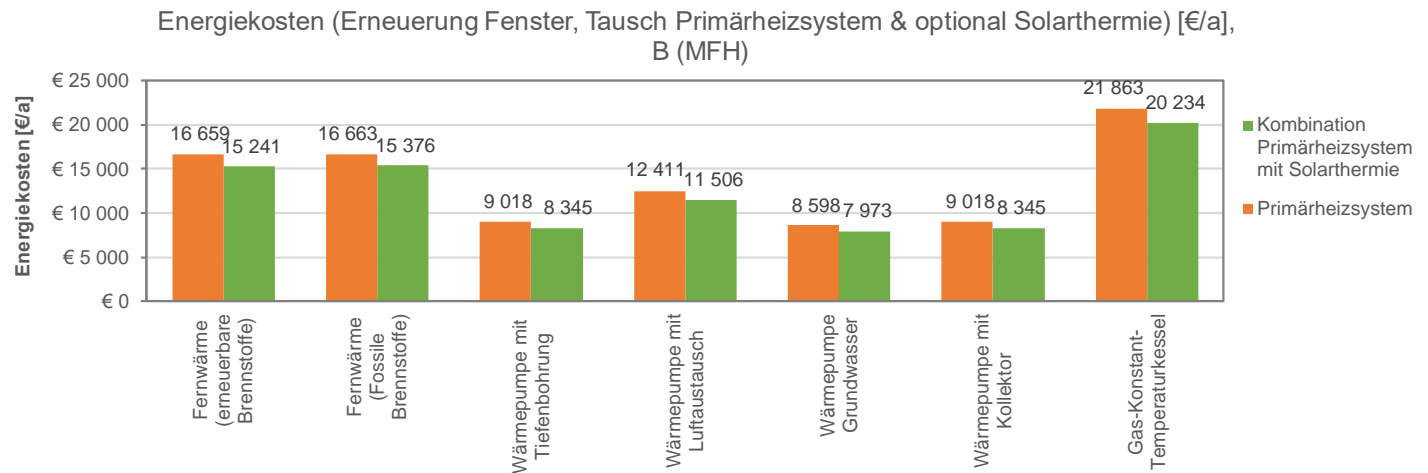


Abbildung 9-73: Energiekosten (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], B (MFH)

Fenstertausch in Kombination mit Flächenkollektor-Wärmepumpe erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Grundwasser-Wärmepumpe.

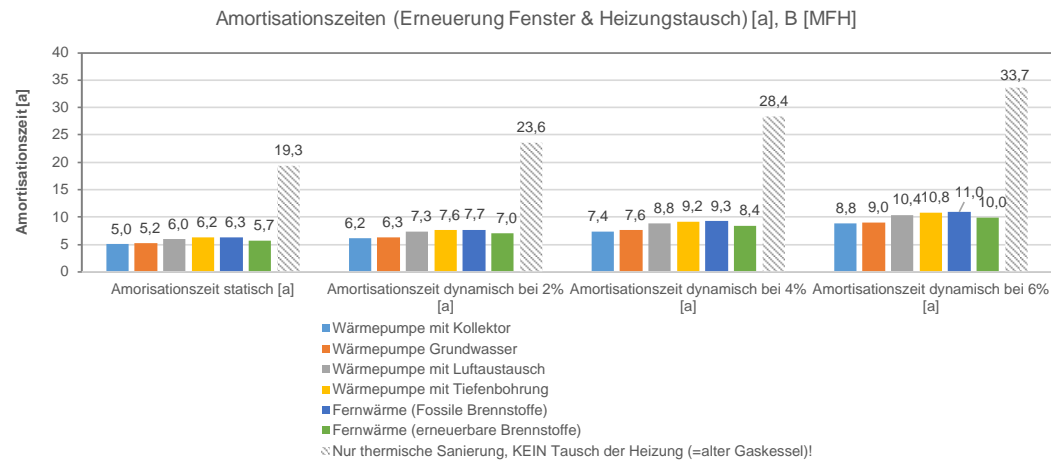


Abbildung 9-74: Amortisationszeiten (Fenstertausch und Heizungstausch) [a], B (MFH)

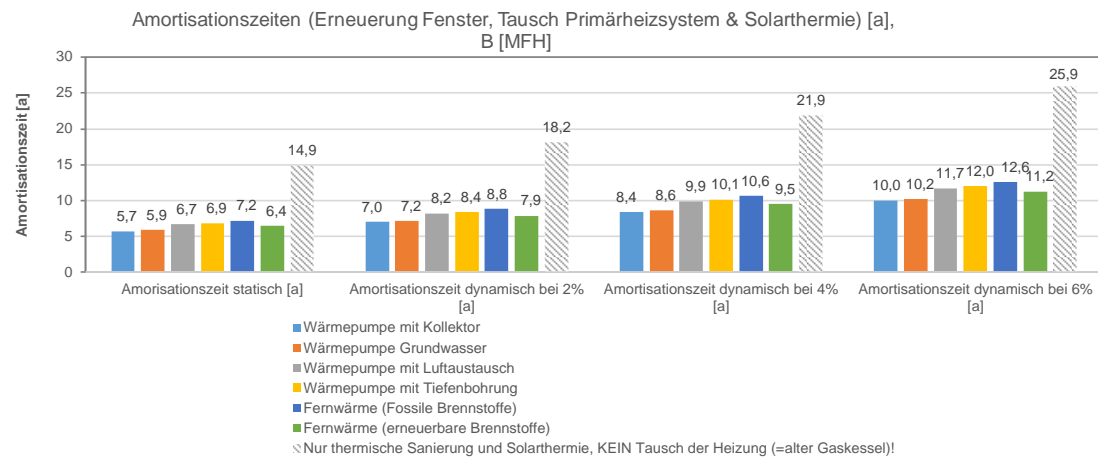


Abbildung 9-75: Amortisationszeiten (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], B (MFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten kleineren Mehrfamilienhaus mit einer Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind

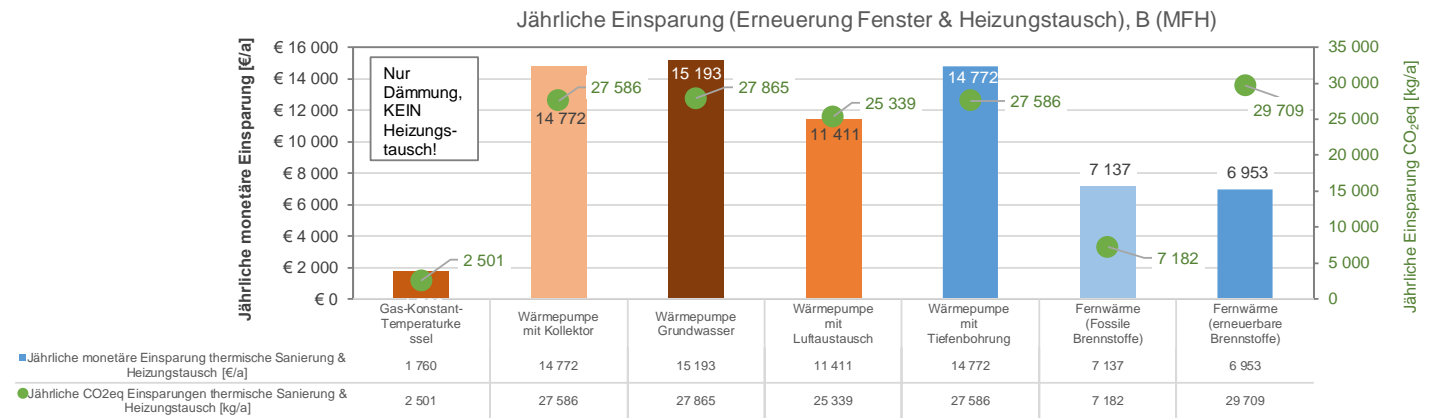


Abbildung 9-76: Jährliche Einsparung (Fenstertausch und Heizungstausch) [€/a], B (MFH)

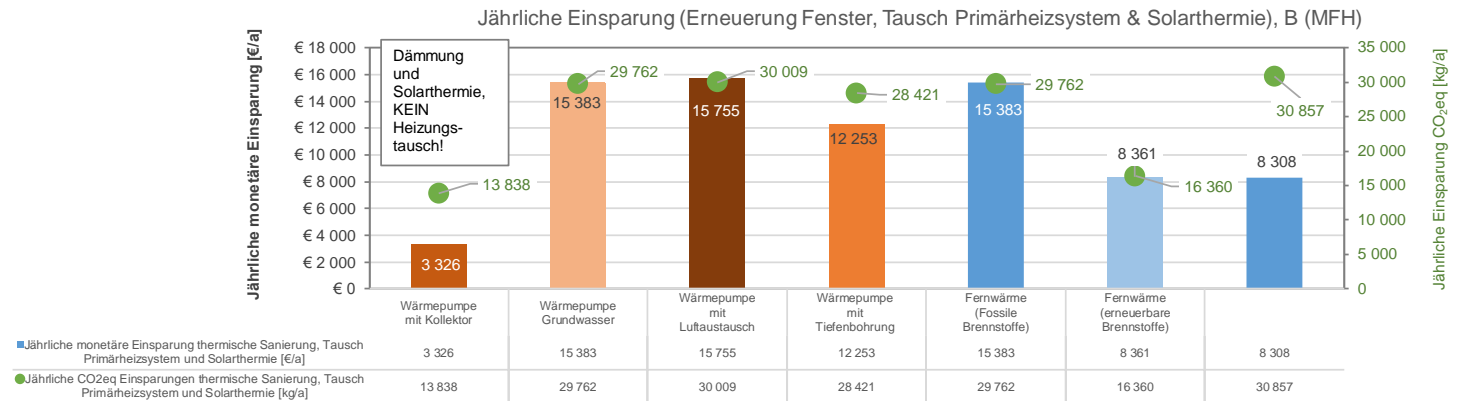


Abbildung 9-77: Jährliche Einsparung (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], B (MFH)

9.4.5 Vollsaniierung und Heizungstausch

In diesem Szenario wird ein kleineres Mehrfamilienhaus (mit drei bis zehn Wohneinheiten) komplett thermisch saniert und die Heizung getauscht.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei Vollsaniierung dieses Gebäudetyps unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar

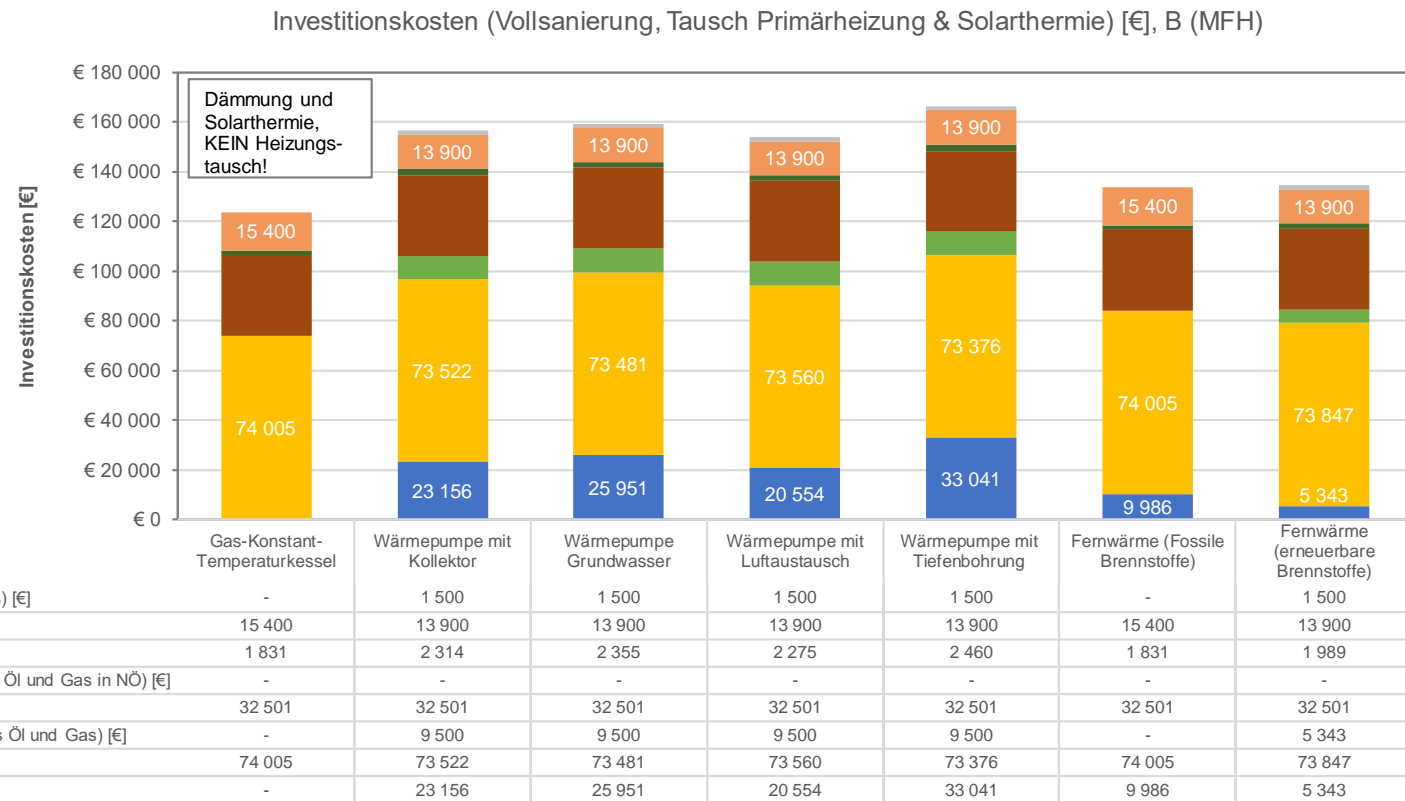


Abbildung 9-78: Investitionskosten (Vollsaniierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], B (MFH)

Die geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei Kombination Vollsaniierung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten

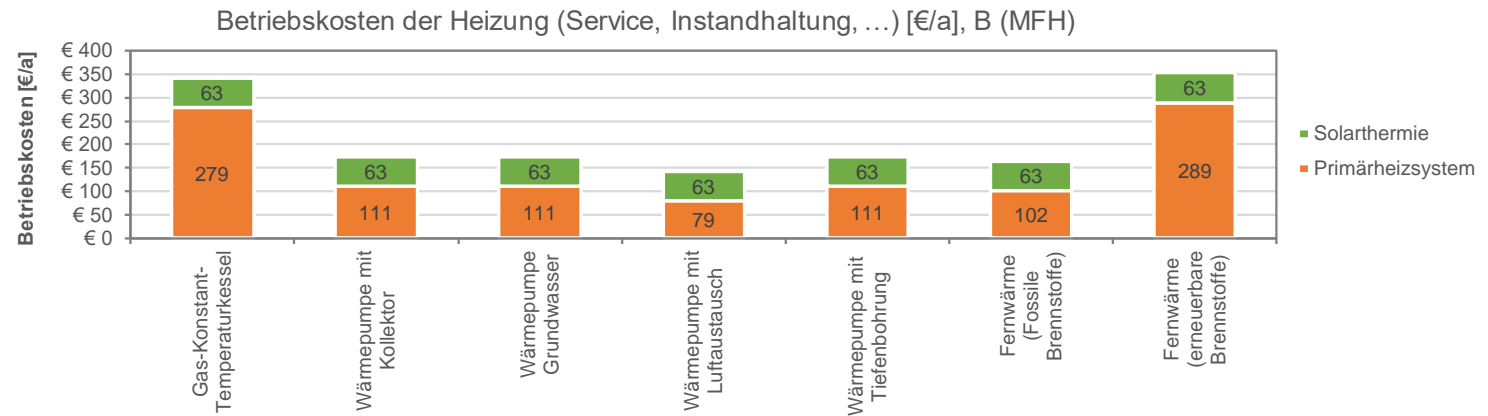


Abbildung 9-79: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], B (MFH)

Betreffend Energiekosten stellt die Kombination Vollsaniierung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

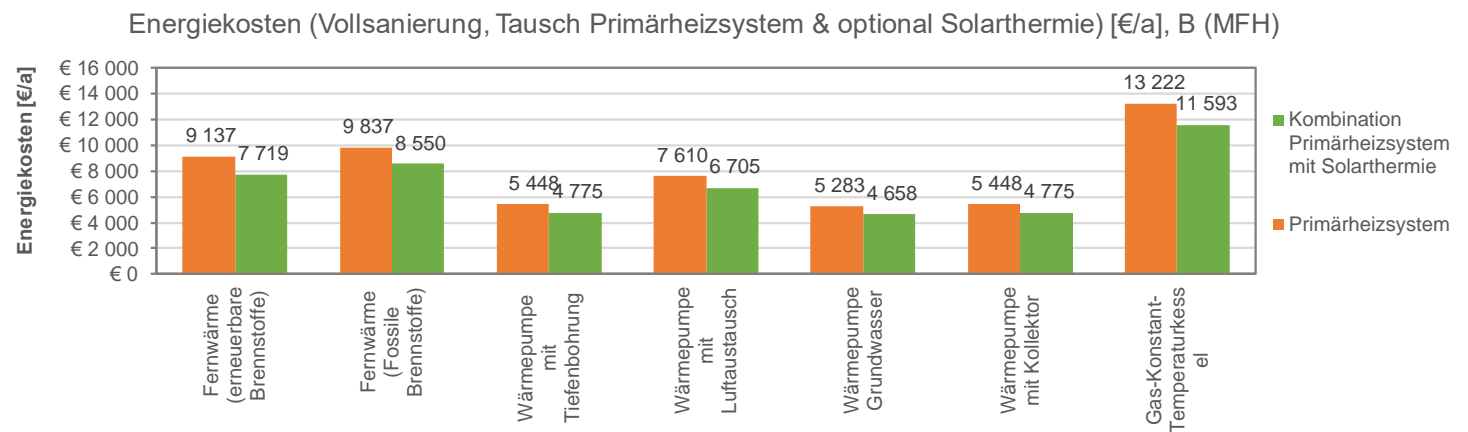


Abbildung 9-80: Energiekosten (Vollsaniierung, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie [€/a], B (MFH)

Vollsanierung in Kombination mit Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe) erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Variante mit Flächenkollektor-Wärmepumpe

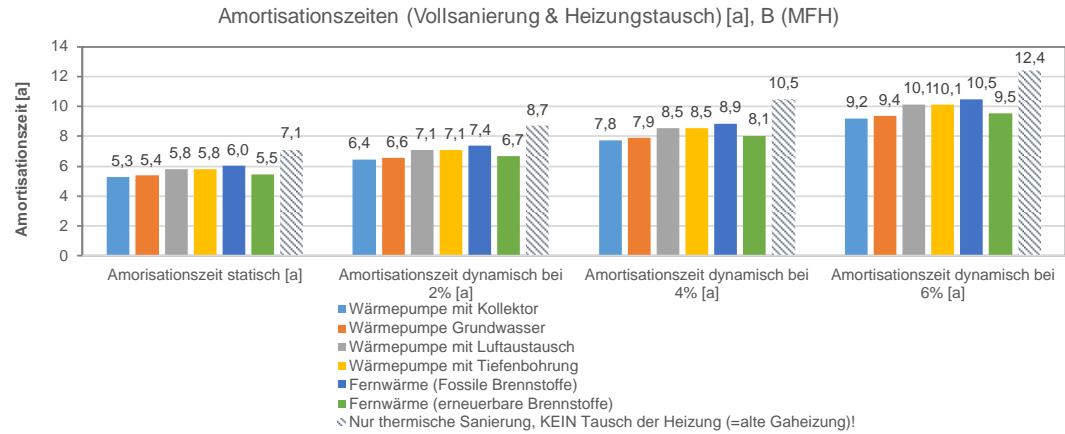


Abbildung 9-81: Amortisationszeiten (Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch) [a], B (MFH)

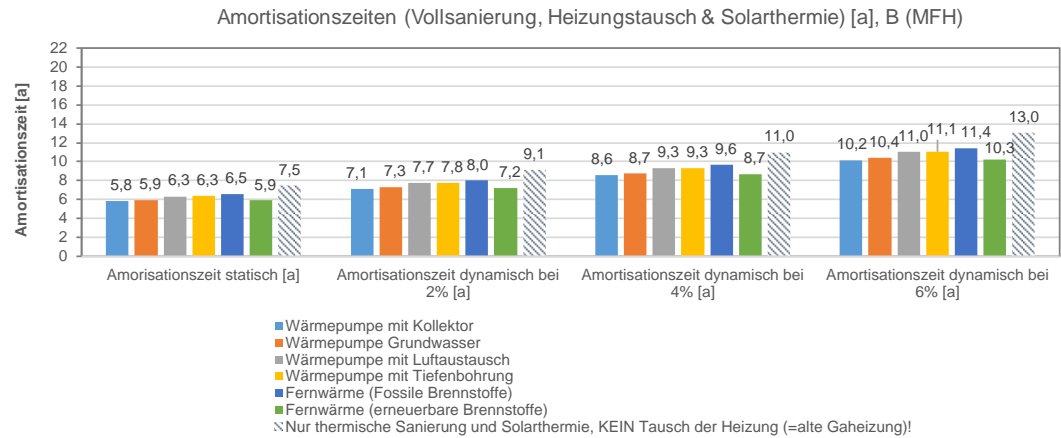


Abbildung 9-82: Amortisationszeiten (Vollsanierung, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], B (MFH)

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im kleineren Mehrfamilienhaus durch Vollsanierung und Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseneinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

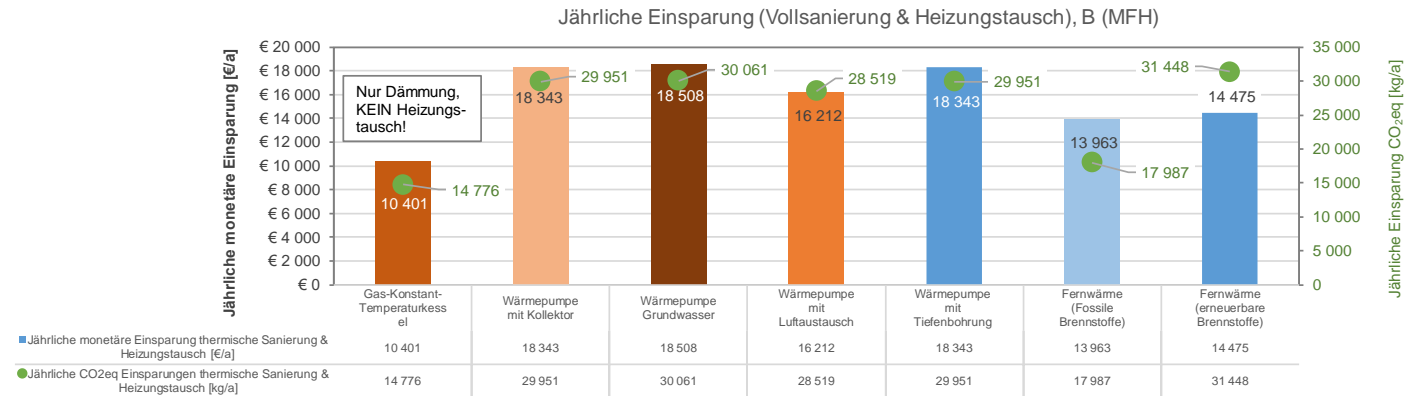


Abbildung 9-83: Jährliche Einsparung (Vollsanierung und Heizungstausch) [€/a], B (MFH)

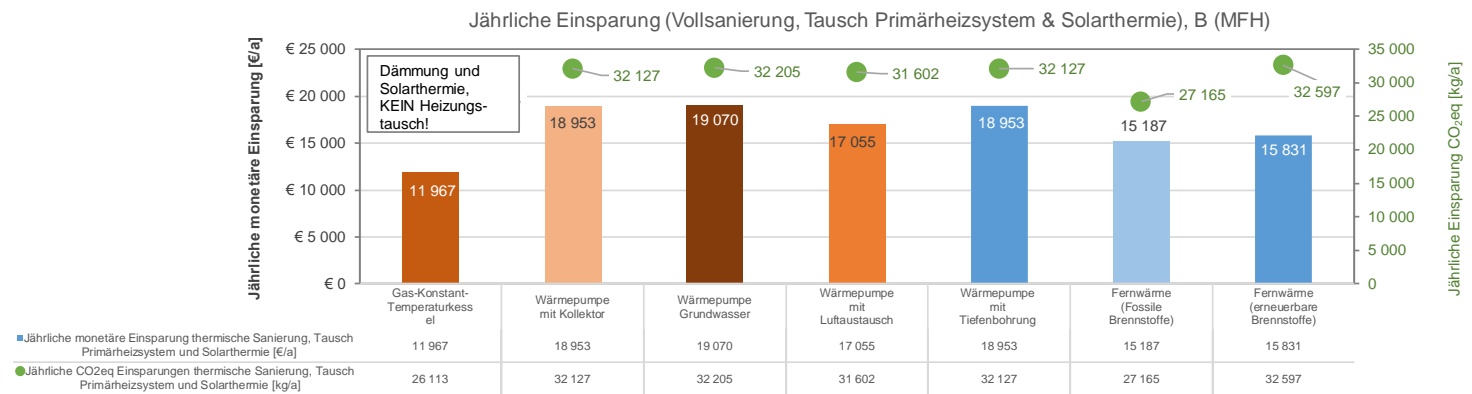


Abbildung 9-84: Jährliche Einsparung (Vollsanierung, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], B (MFH)

9.5 Referenzgebäude C – unsaniert, Heizungstausch

In diesem Szenario wird die Bestandsheizung (Gas-Konstanttemperaturkessel) eines unsanierten großen Mehrfamilienhauses (mit mehr als zehn Wohneinheiten) erneuert. Anhand der Investitionskosten, Energiekosten, erzielbaren Einsparungen (monetär und CO₂eq) sowie der Amortisationszeit, werden verschiedene Heizungsvarianten miteinander verglichen.

Je nach Bewertungskriterium stellen im unsanierten großen Mehrfamilienhaus (C) unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar:

- Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und erforderlichen Eigenmittel sind wiederum bei Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Investitionskosten Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [€], C (MFH) unsaniert

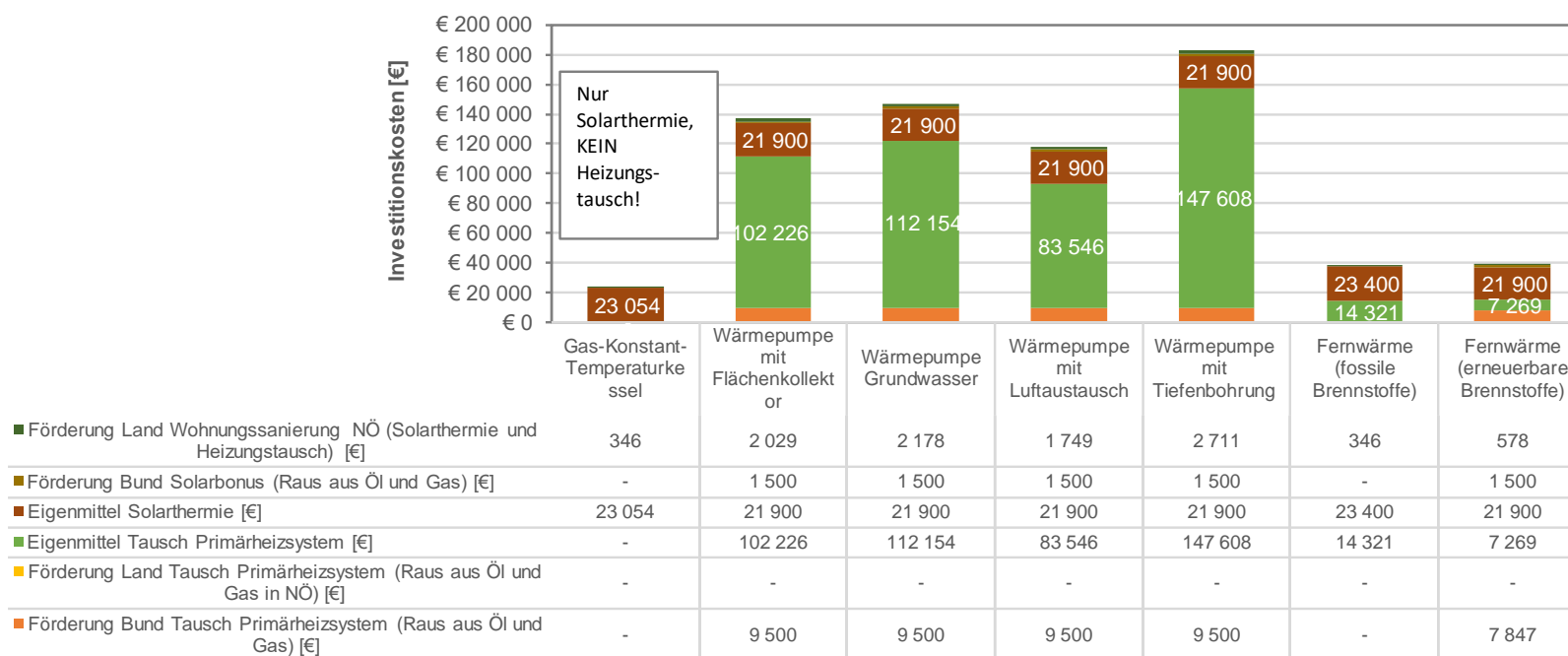


Abbildung 9-85: Investitionskosten Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [€], C (MFH) unsaniert

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten

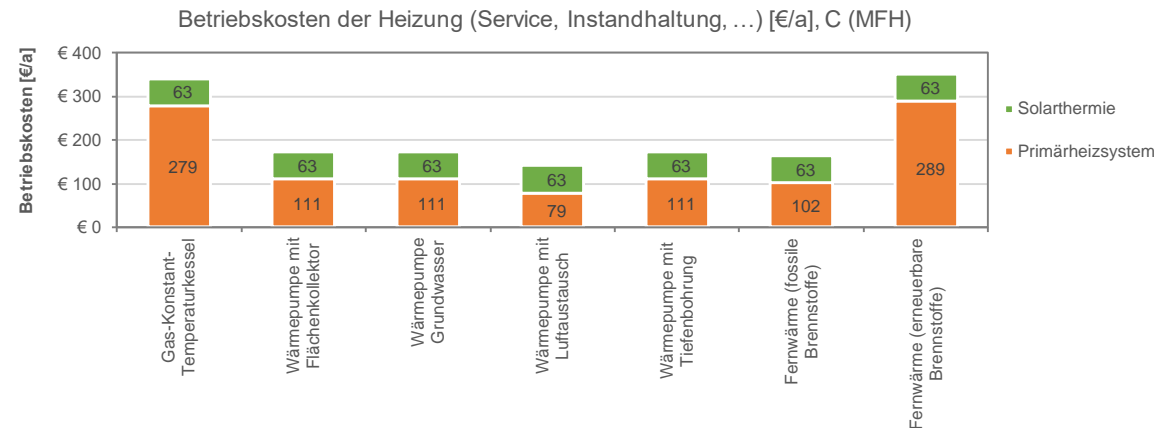


Abbildung 9-86: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], C (MFH) unsaniert

Betreffend Energiekosten stellen die Wärmepumpen generell die günstigen Varianten dar, wobei hier die Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet

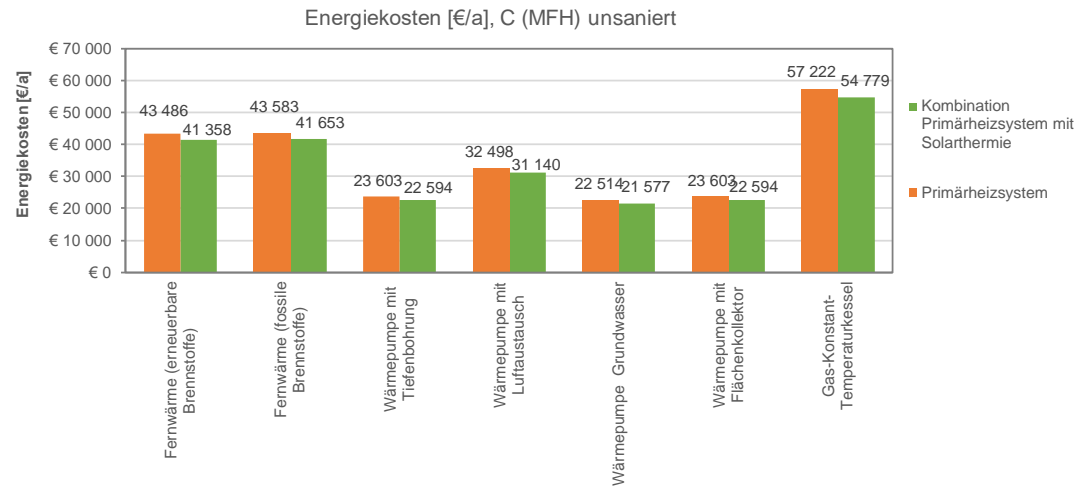


Abbildung 9-87: Energiekosten [€/a], C (MFH) unsaniert

Fernwärme erzielt im unsanierten großen Mehrfamilienhaus die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Variante mit Flächenkollektor-Wärmepumpe.

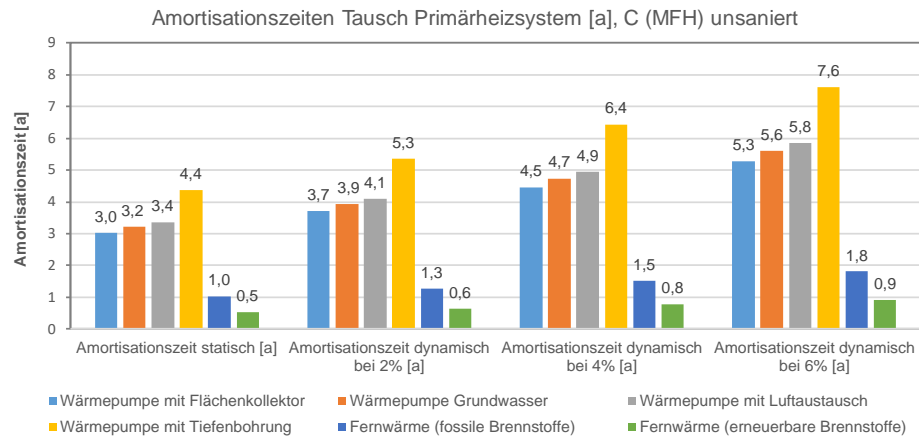


Abbildung 9-88: Amortisationszeiten Tausch Primärheizsystem [a], C (MFH) unsaniert

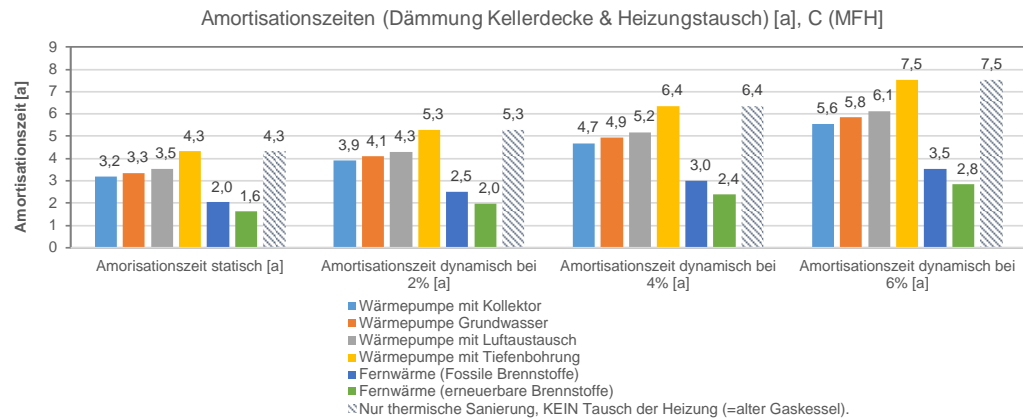


Abbildung 9-89: Amortisationszeiten Tausch Primärheizsystem und Solarthermie [a], C (MFH) unsaniert

Die Grundwasser-Wärmepumpe kann die höchsten jährlichen monetären Einsparungen realisieren, die Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq).

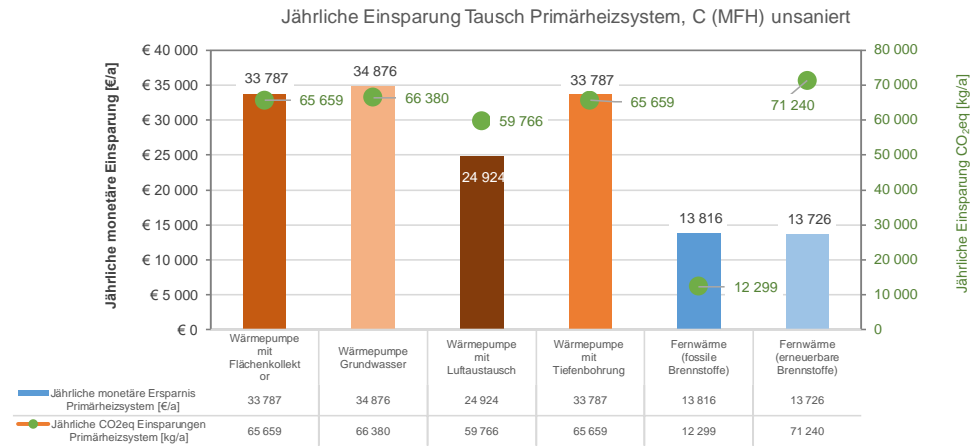


Abbildung 9-90: Jährliche Einsparung (Heizungstausch) [€/a], C (MFH) unsaniert

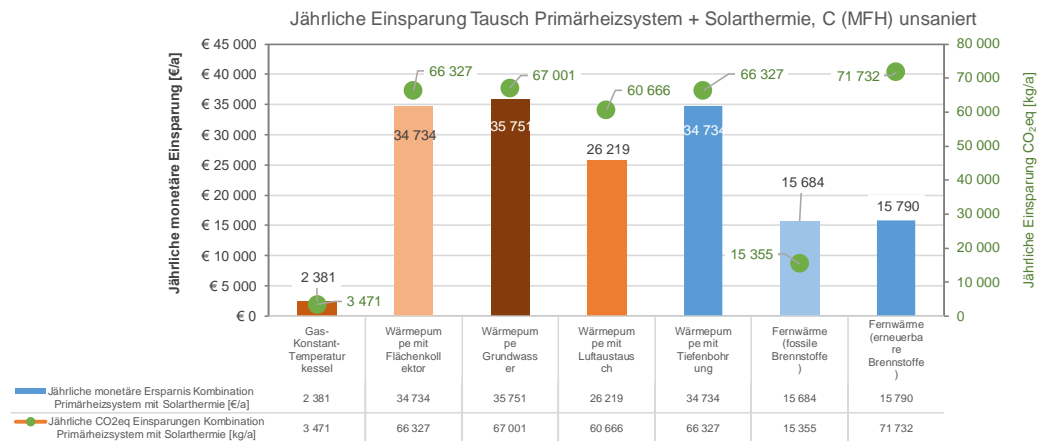


Abbildung 9-91: Jährliche Einsparung (Heizungstausch und Solarthermie) [€/a], C (MFH) unsaniert

9.6 Referenzgebäude C – saniert

9.6.1 Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch

In diesem Szenario wird die oberste Geschossdecke eines großen Mehrfamilienhauses (mit über zehn Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung getauscht.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar.

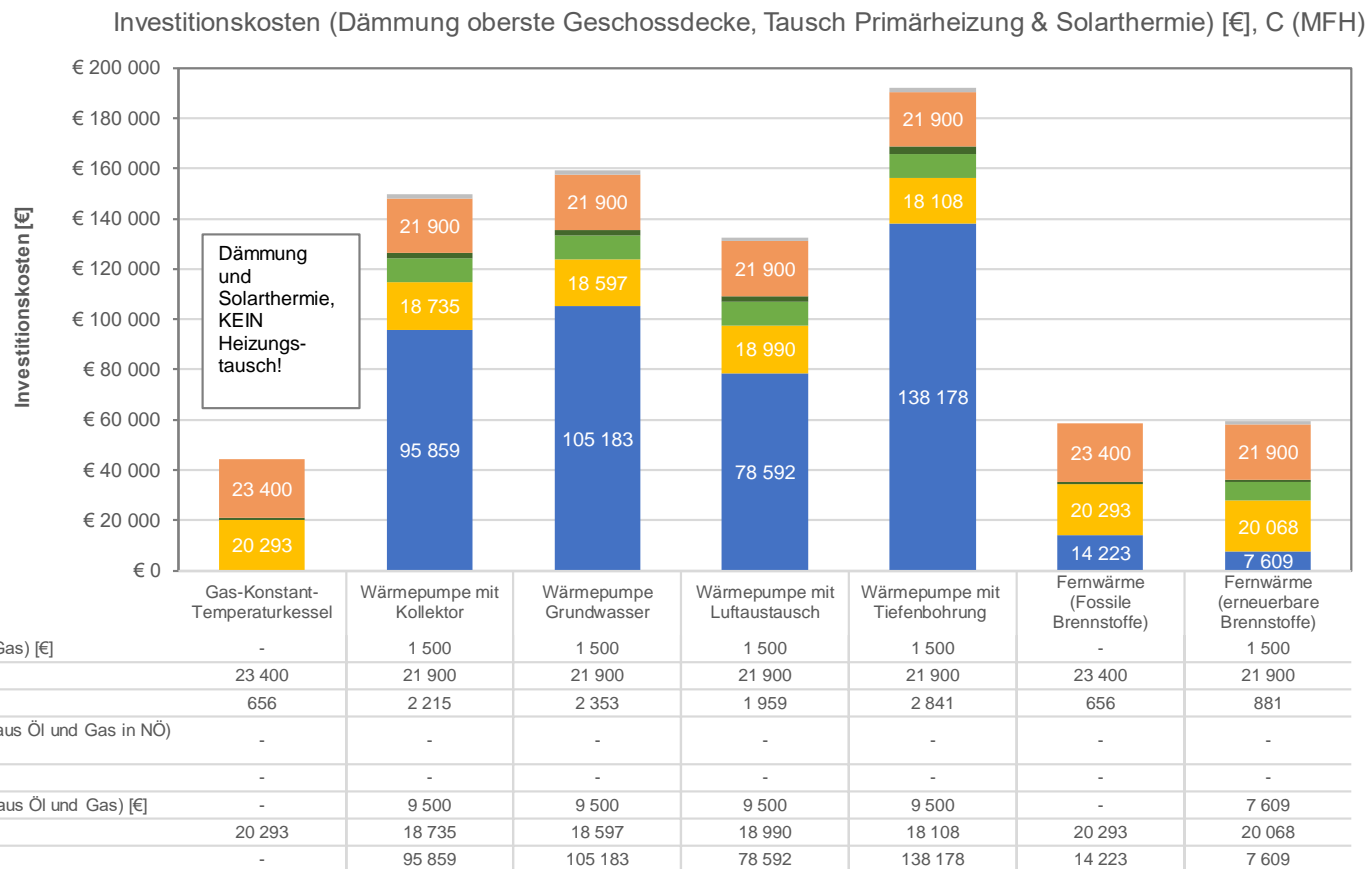


Abbildung 9-92: Investitionskosten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], C (MFH)

Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind auch hier bei Kombination Dämmung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit einer Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist am teuersten.

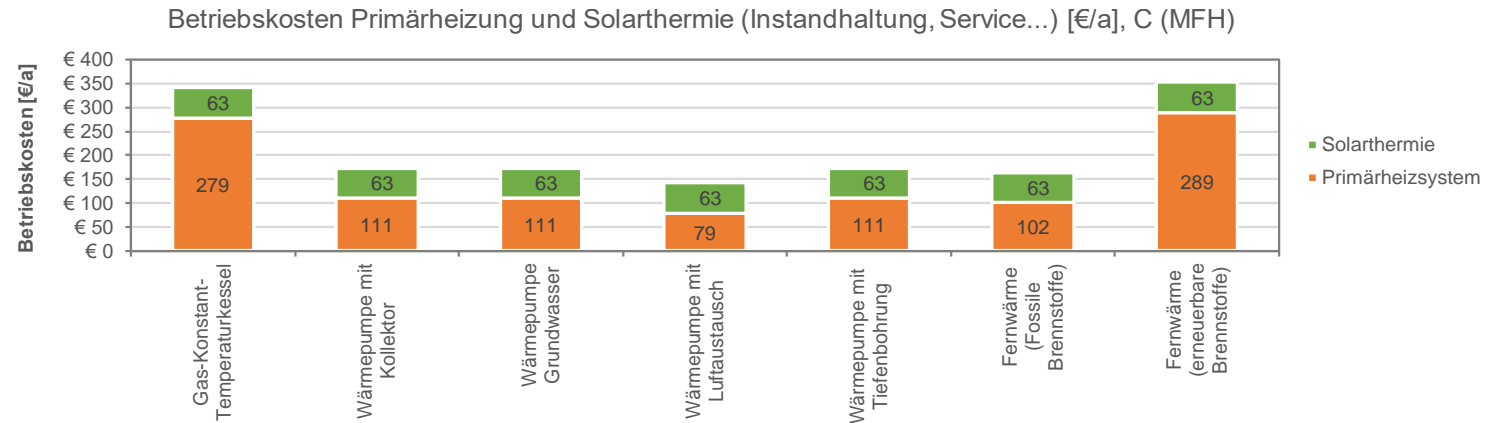


Abbildung 9-93: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], C (MFH)

Betreffend Energiekosten stellt die Kombination Dämmung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet

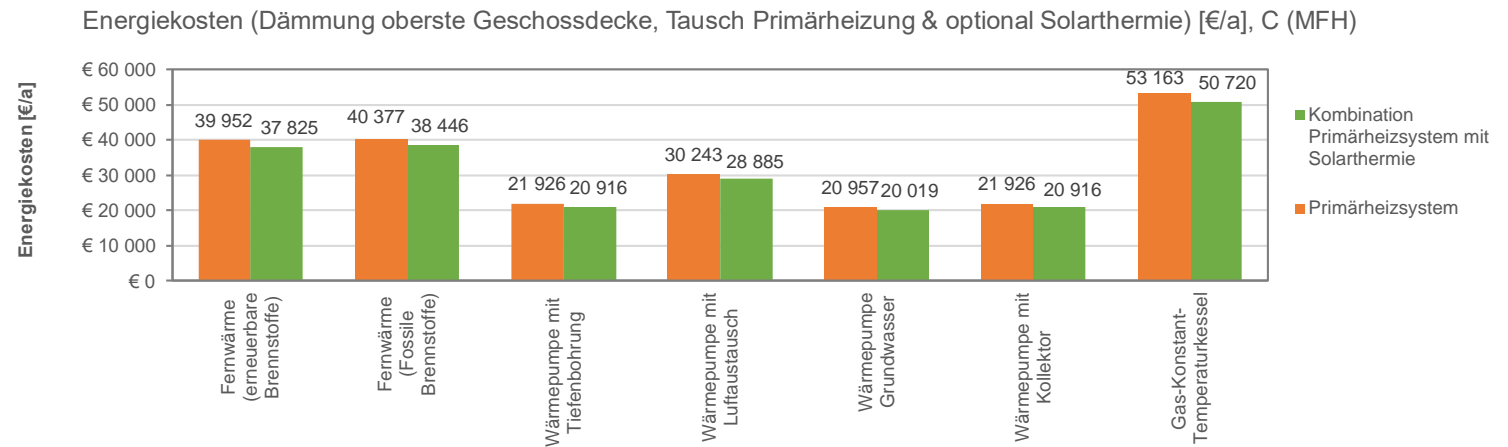


Abbildung 9-94: Energiekosten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie [€/a], C (MFH)

Dämmung in Kombination mit Fernwärme erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Variante mit Flächenkollektor-Wärmepumpe.

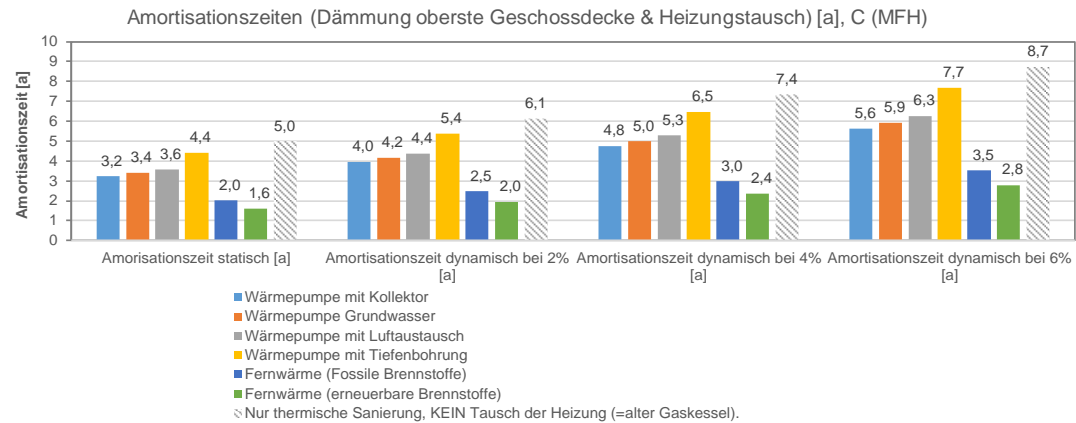


Abbildung 9-95: Amortisationszeiten (Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch) [a], C (MFH)

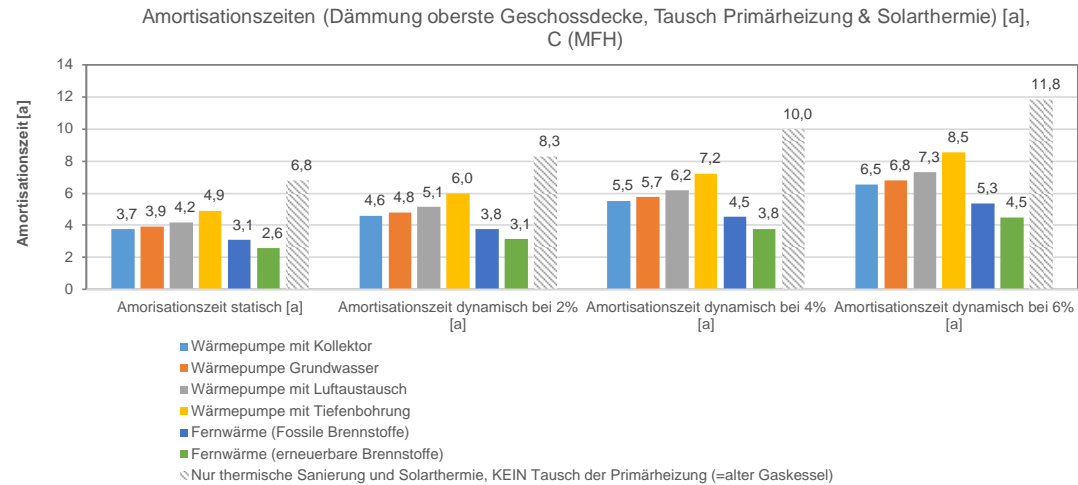


Abbildung 9-96: Amortisationszeiten (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], C (MFH)

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten großen Mehrfamilienhaus mit Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

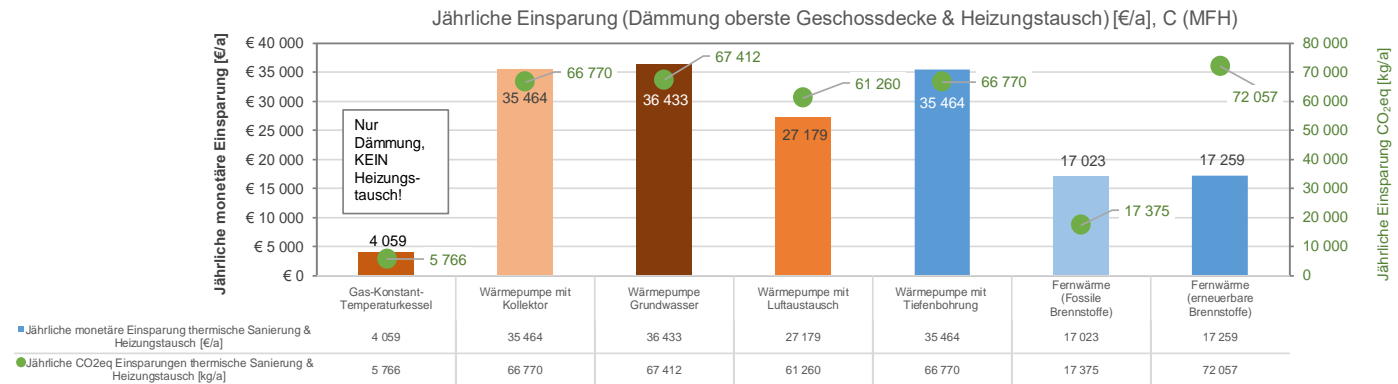


Abbildung 9-97: Jährliche Einsparung (Dämmung oberste Geschossdecke und Heizungstausch) [€/a], C (MFH)

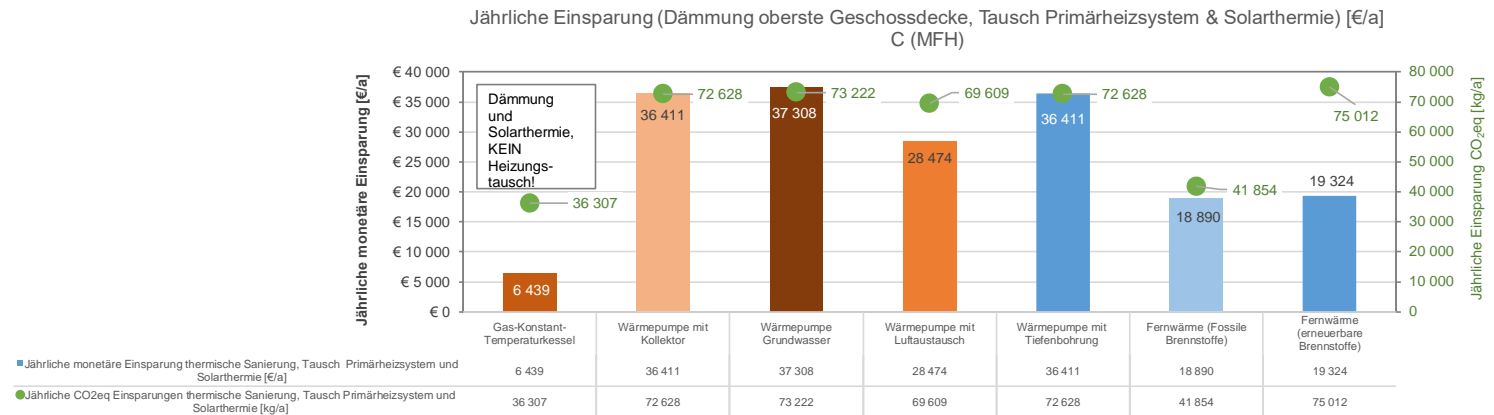


Abbildung 9-98: Jährliche Einsparung (Dämmung oberste Geschossdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], C (MFH)

9.6.2 Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch

In diesem Szenario wird die Kellerdecke eines großen Mehrfamilienhauses (mit über zehn Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung getauscht.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar.

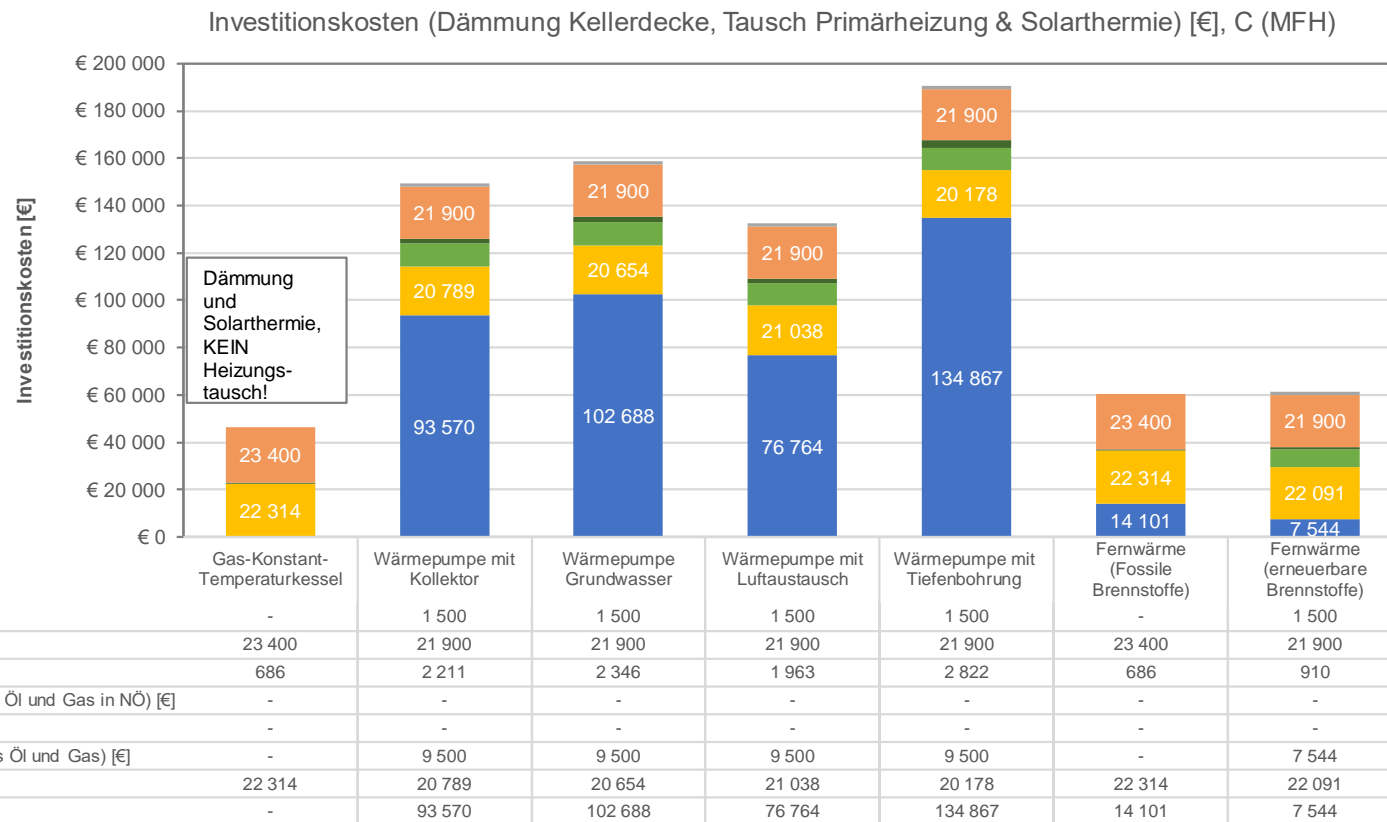


Abbildung 9-99: Investitionskosten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], C (MFH)

Die mit Abstand geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind auch hier bei Kombination Dämmung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten.

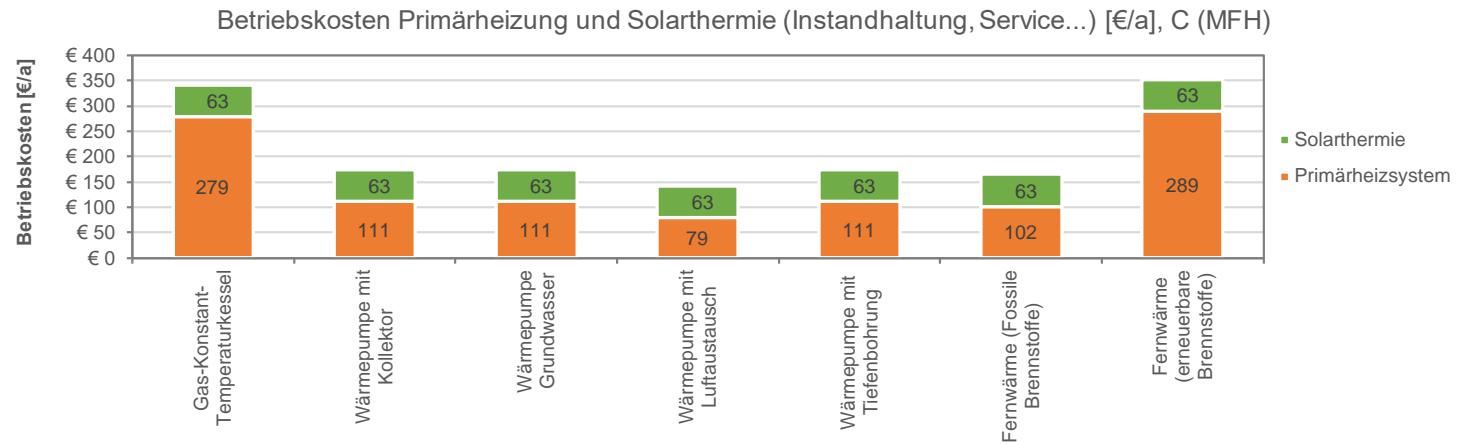


Abbildung 9-100: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], C (MFH)

Betreffend Energiekosten stellt die Kombination Dämmung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

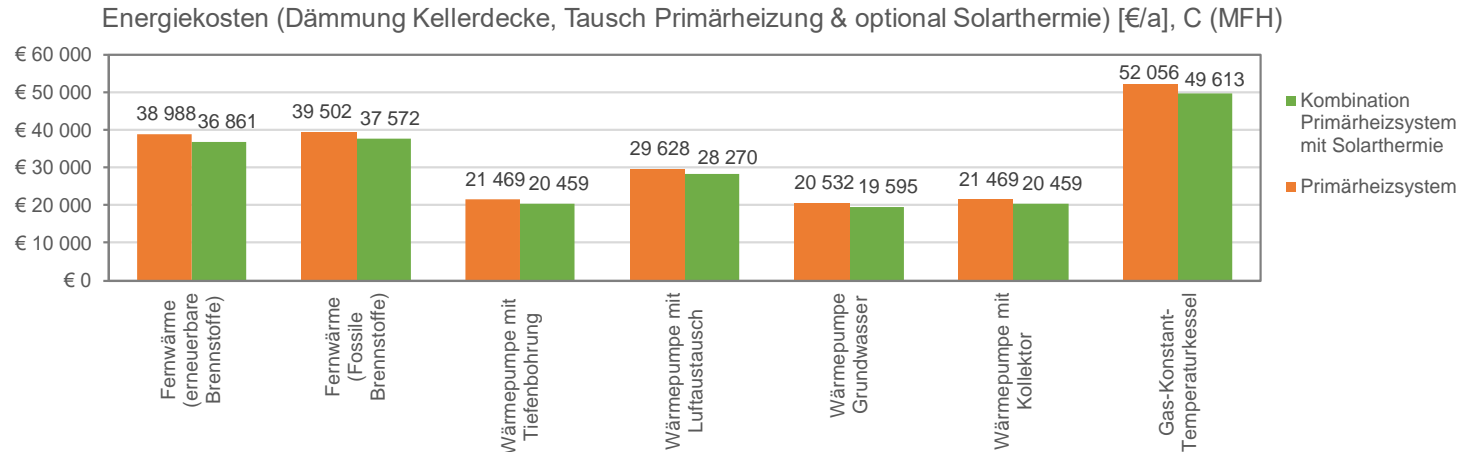


Abbildung 9-101: Energiekosten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], C (MFH)

Dämmung in Kombination mit Fernwärme erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Variante mit Flächenkollektor-Wärmepumpe.

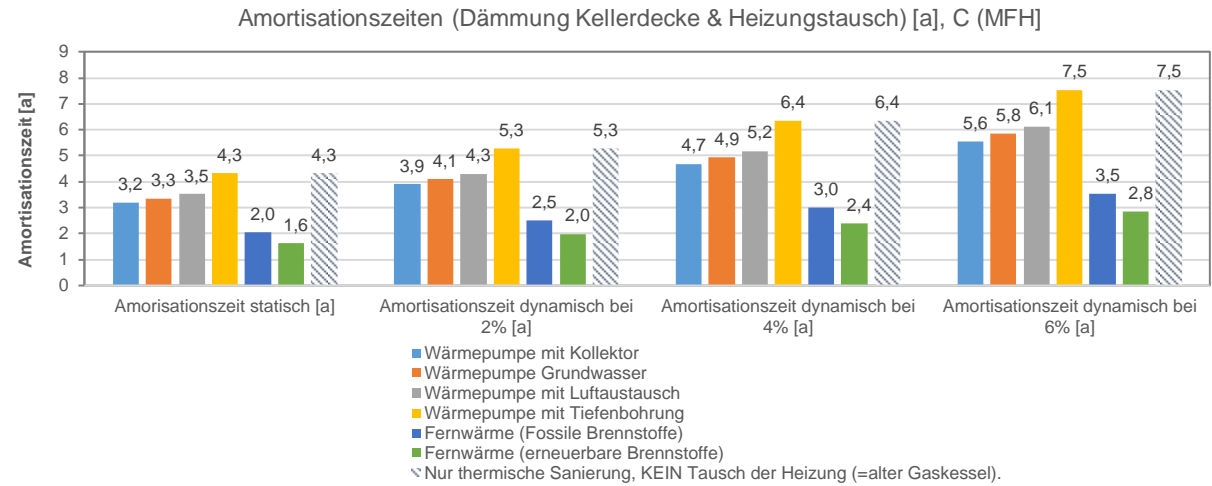


Abbildung 9-102: Amortisationszeiten (Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch) [a], C (MFH)

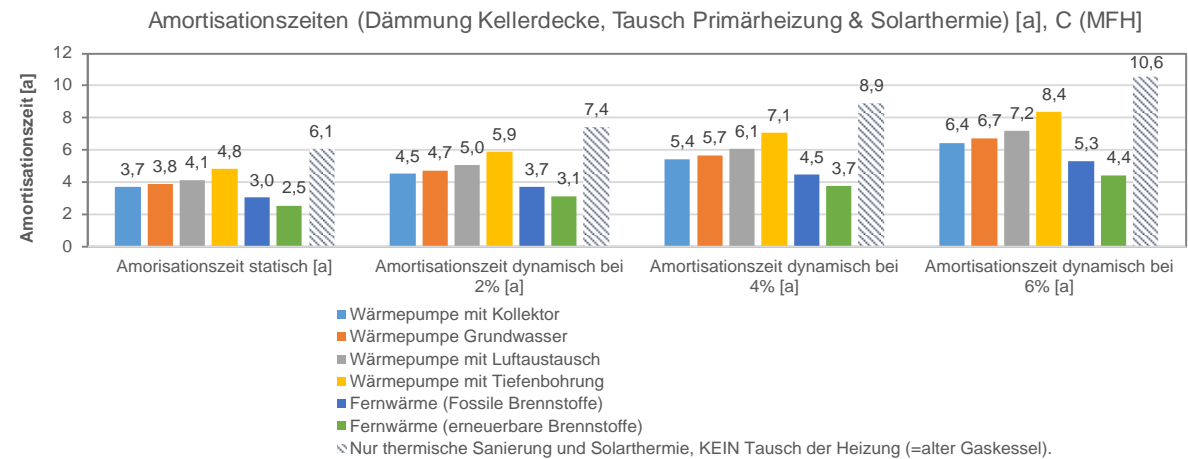


Abbildung 9-103: Amortisationszeiten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], C (MFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten großen Mehrfamilienhaus mit Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

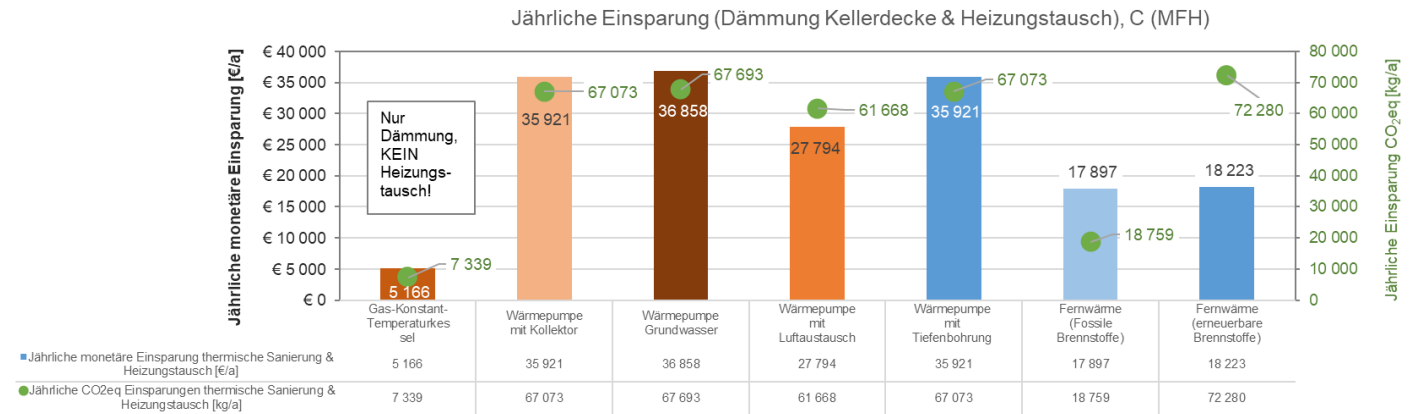


Abbildung 9-104: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke und Heizungstausch) [€/a], C (MFH)

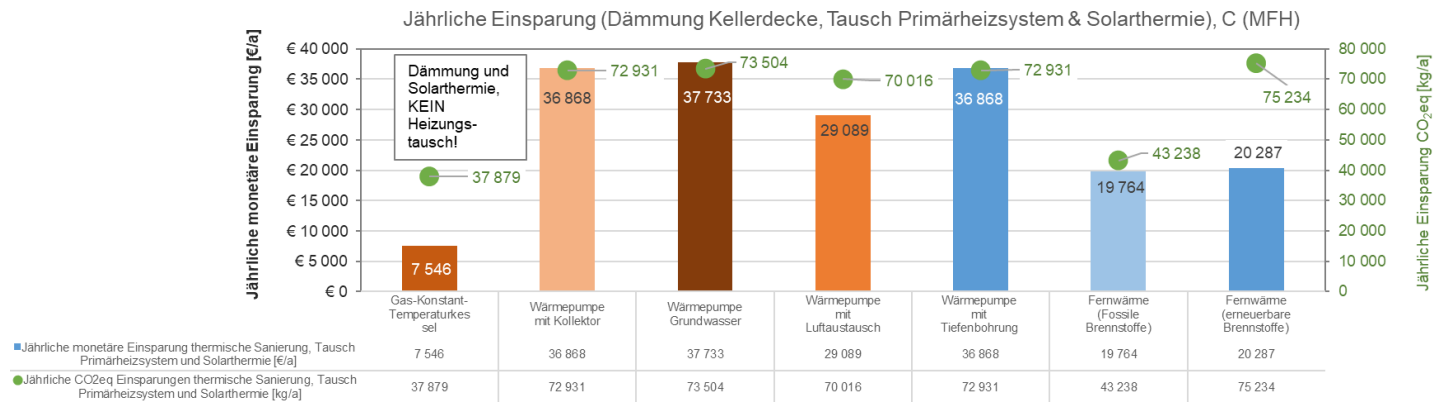


Abbildung 9-105: Jährliche Einsparung (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], C (MFH)

9.6.3 Dämmung Fassade und Heizungstausch

In diesem Szenario wird die Fassade eines großen Mehrfamilienhauses (mit über zehn Wohneinheiten) gedämmt und die Heizung getauscht.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar.

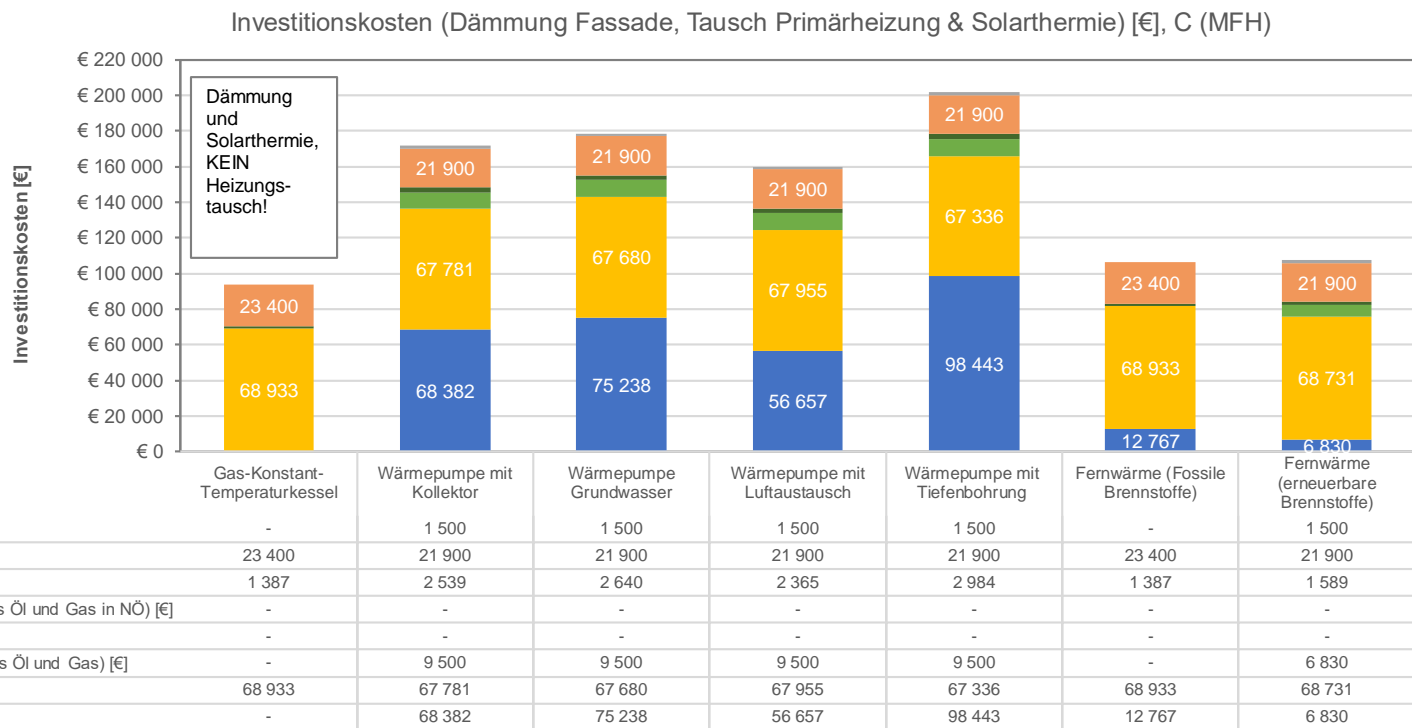


Abbildung 9-106: Investitionskosten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], C (MFH)

Die geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei Kombination Dämmung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten.

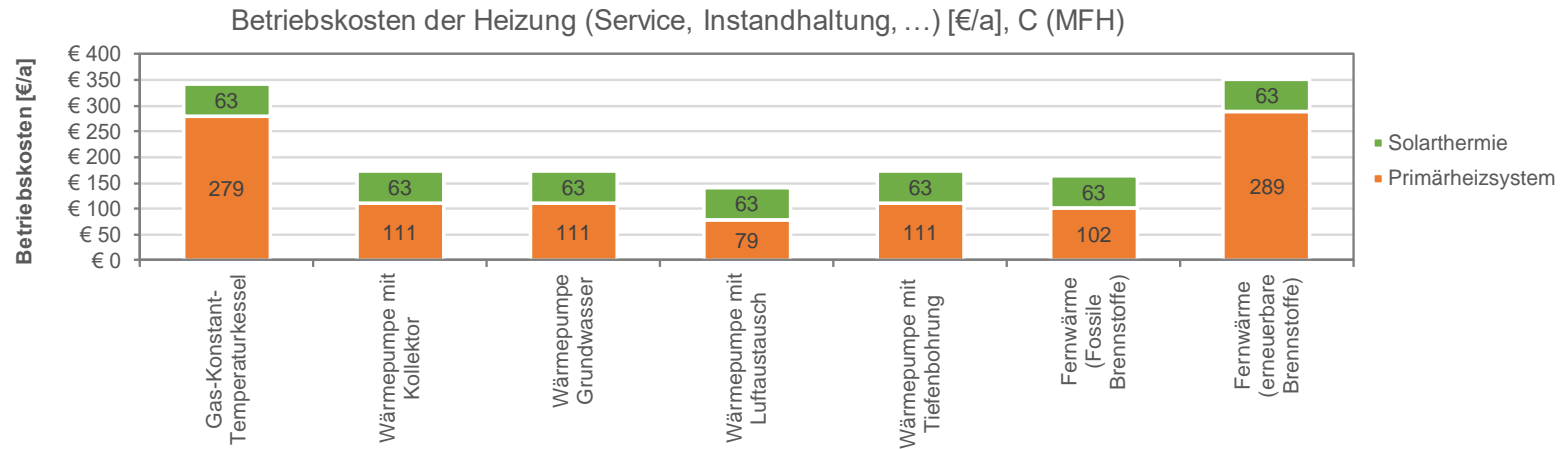


Abbildung 9-107: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], C (MFH)

Betreffend Energiekosten stellt die Kombination Dämmung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

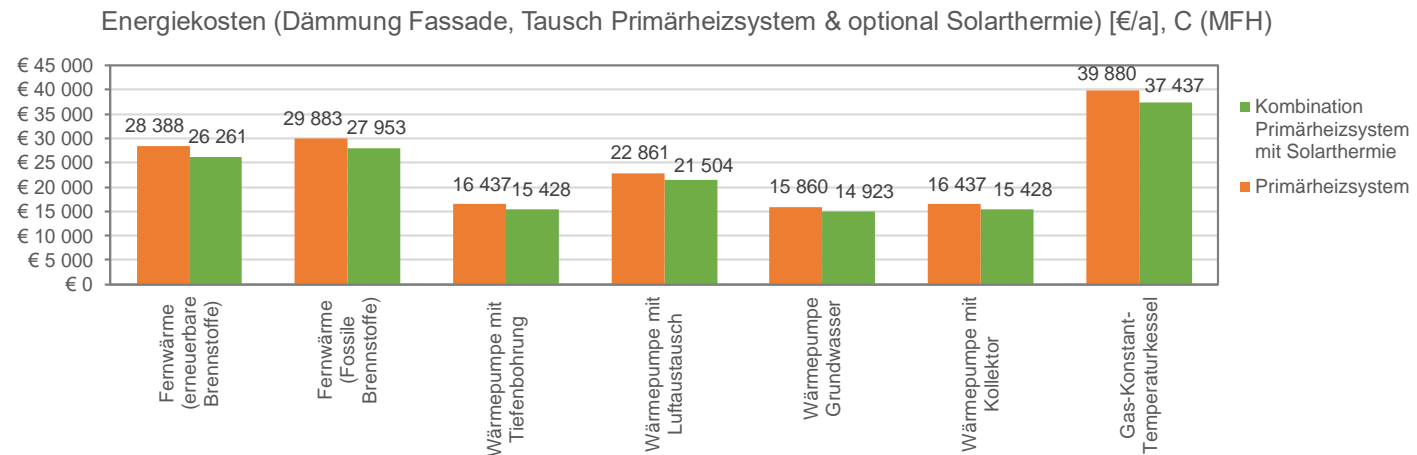


Abbildung 9-108: Energiekosten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], C (MFH)

Dämmung in Kombination mit Fernwärme erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Variante mit Flächenkollektor-Wärmepumpe.

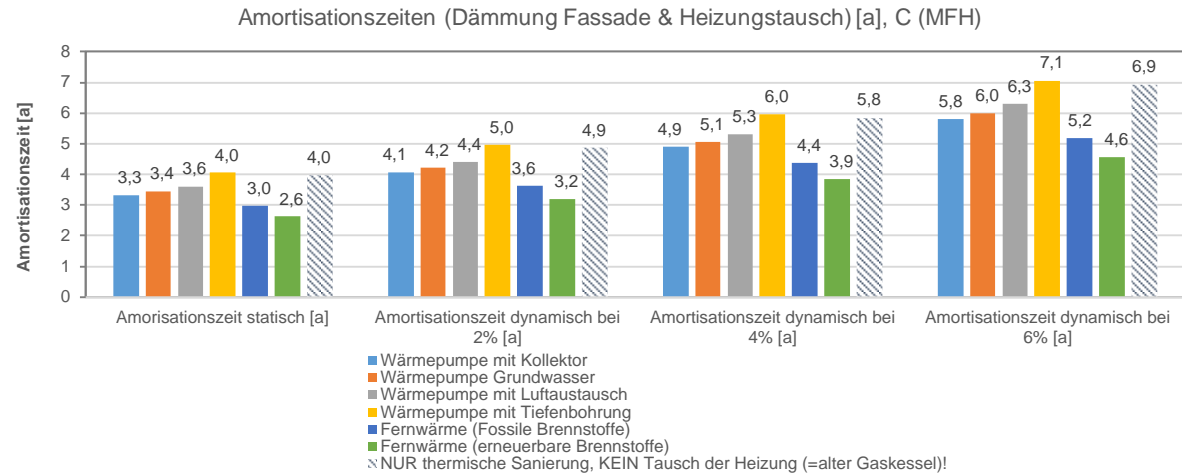


Abbildung 9-109: Amortisationszeiten (Dämmung Fassade und Heizungstausch) [a], C (MFH)

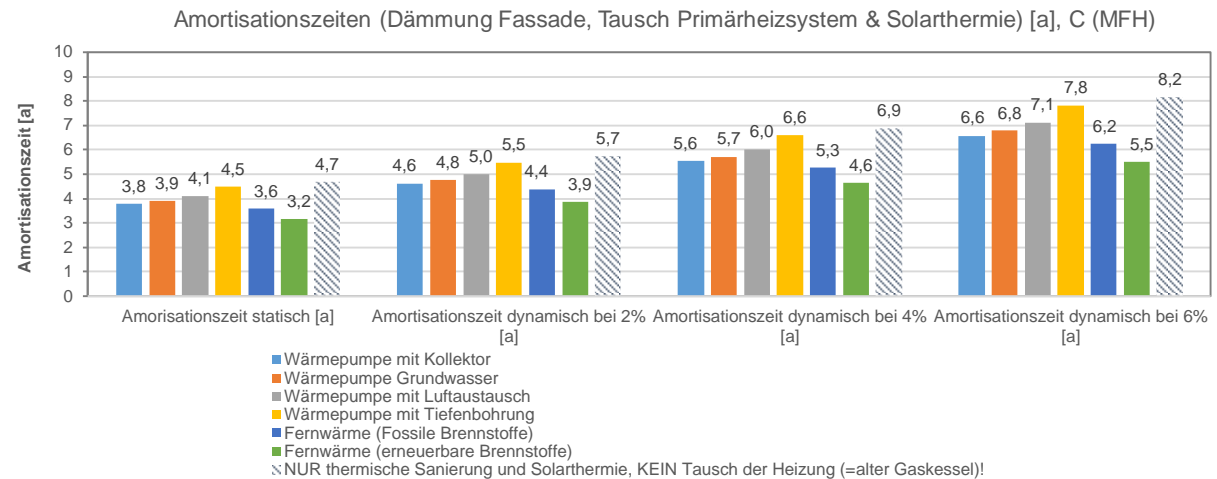


Abbildung 9-110: Amortisationszeiten (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], C (MFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten großen Mehrfamilienhaus mit einer Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind

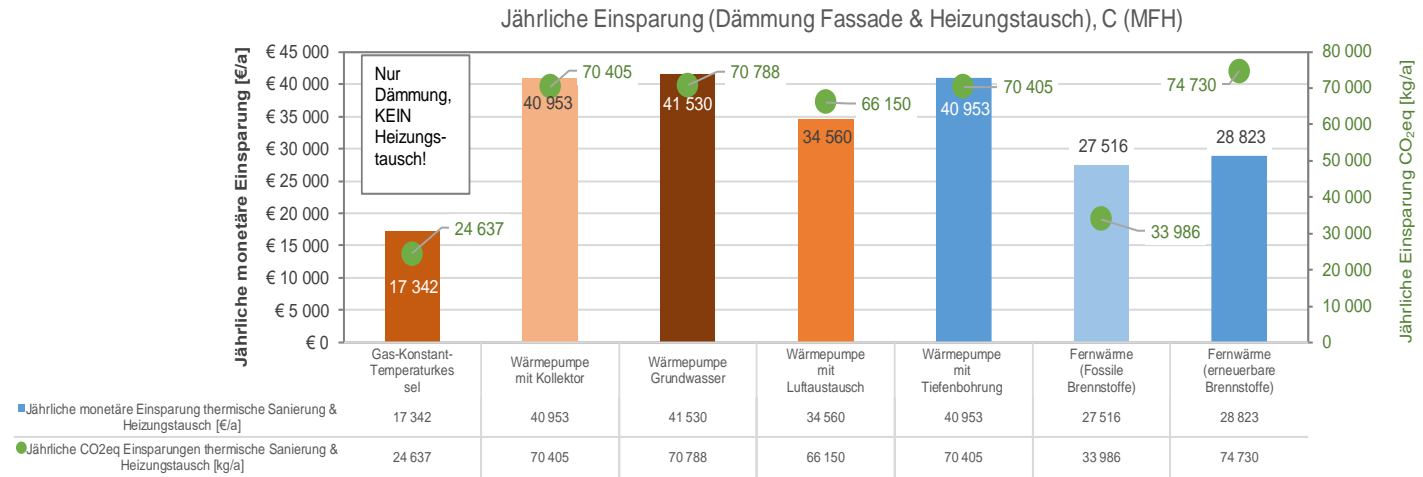


Abbildung 9-111: Jährliche Einsparung (Dämmung Fassade und Heizungstausch) [€/a], C (MFH)

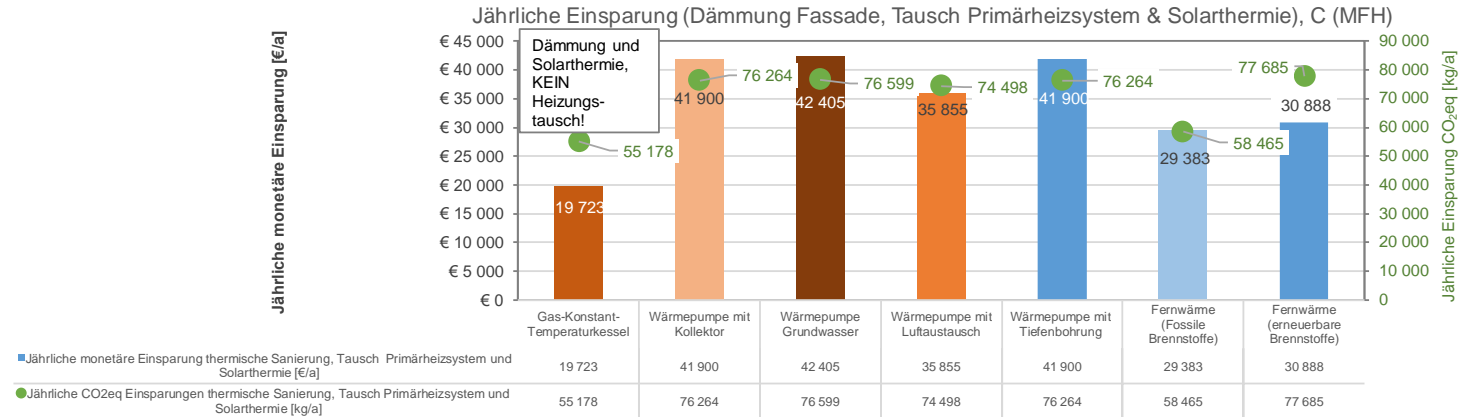


Abbildung 9-112: Jährliche Einsparung (Dämmung Fassade, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], C (MFH)

9.6.4 Erneuerung Fenster und Heizungstausch

In diesem Szenario werden die Fenster eines großen Mehrfamilienhauses (mit über zehn Wohneinheiten) erneuert und die Heizung getauscht.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei dieser Art der thermischen Teilsanierung unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar.

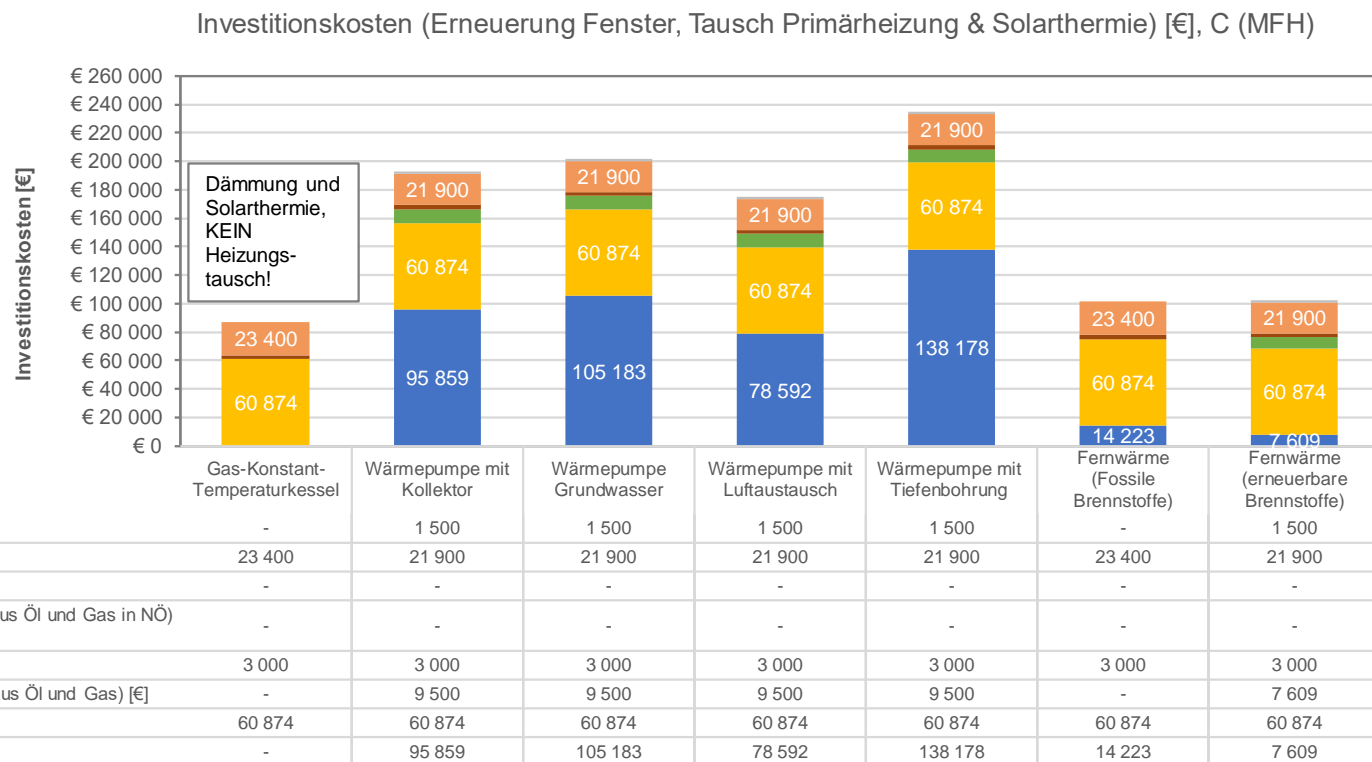


Abbildung 9-113: Investitionskosten (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], C (MFH)

Die geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei Kombination Fenstertausch mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten.

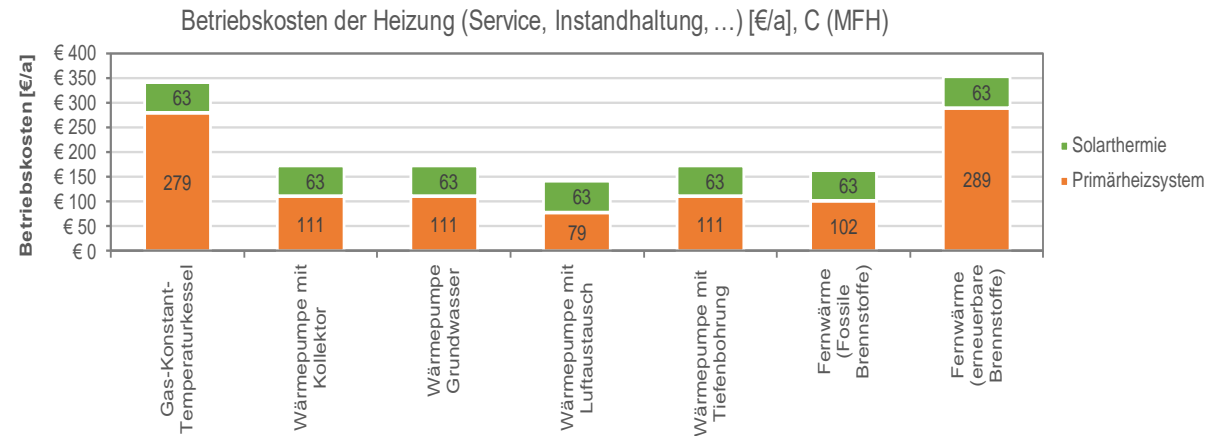


Abbildung 9-114: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], C (MFH)

Betreffend Energiekosten stellt die Kombination Fenstertausch plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet.

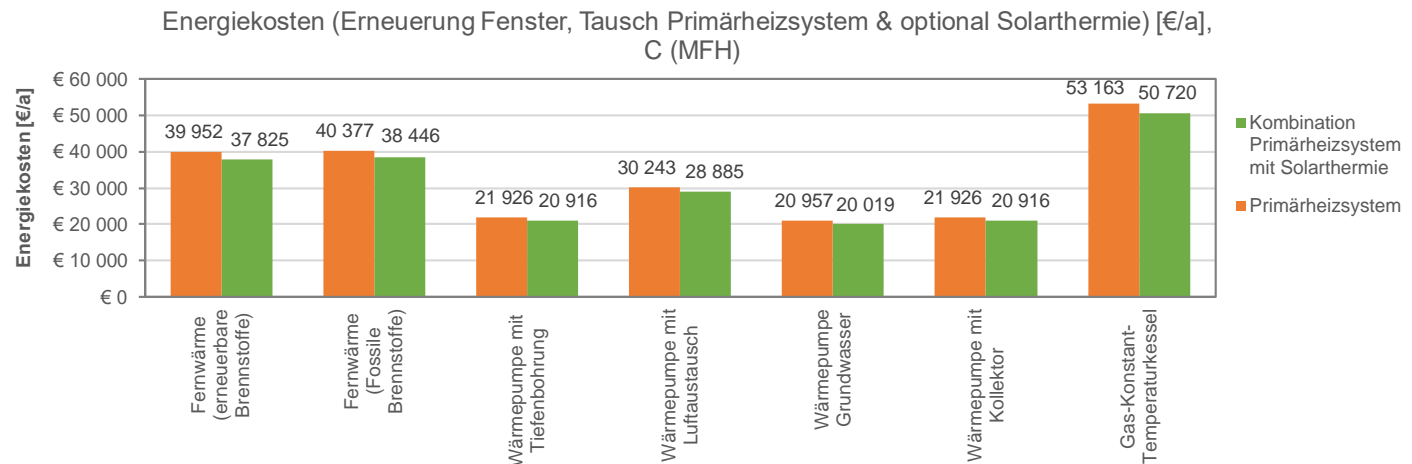


Abbildung 9-115: Energiekosten (Fenstertausch, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], C (MFH)

Fenstertausch in Kombination mit Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe) erzielt die kürzesten Amortisationszeiten, gefolgt von der Variante mit Flächenkollektor-Wärmepumpe.

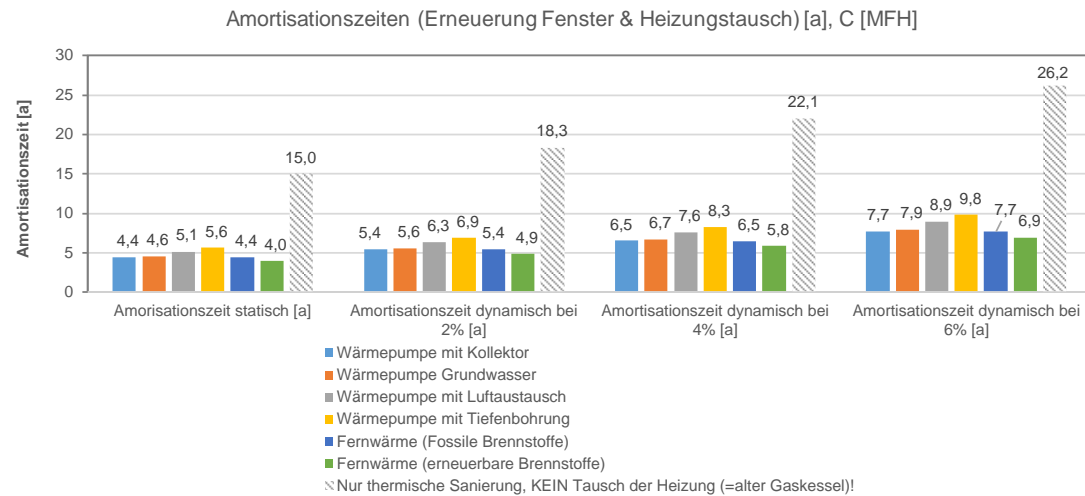


Abbildung 9-116: Amortisationszeiten (Fenstertausch und Heizungstausch) [a], C (MFH)

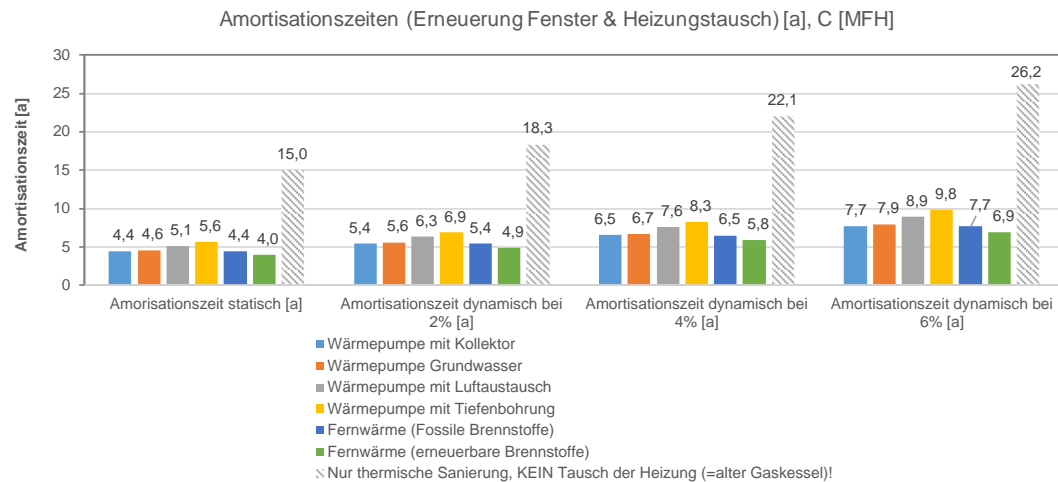
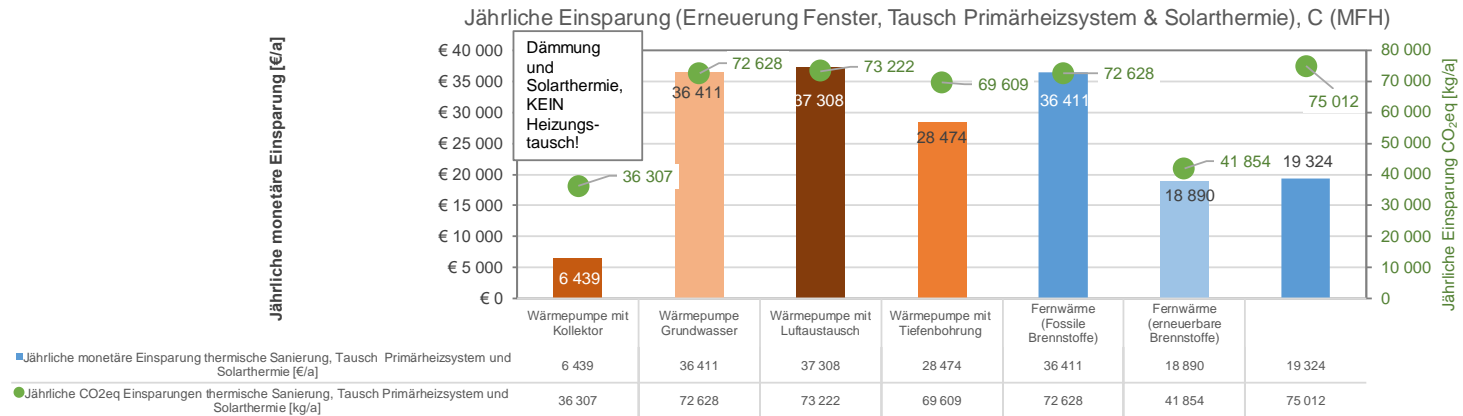
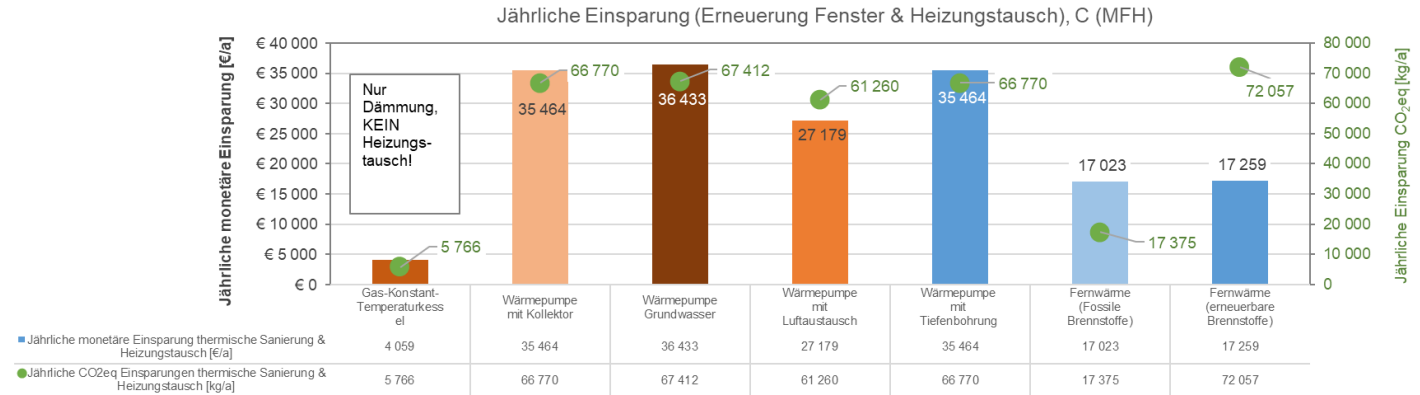


Abbildung 9-117: Amortisationszeiten (Dämmung Kellerdecke, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [a], C (MFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im teilsanierten großen Mehrfamilienhaus mit einer Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.



9.6.5 Vollsanierung und Heizungstausch

In diesem Szenario wird ein großes Mehrfamilienhaus (mit über zehn Wohneinheiten) komplett thermisch saniert und die Heizung getauscht.

Je nach Bewertungskriterium stellen bei thermischer Vollsanierung dieses Gebäudetyps unterschiedliche Heizsysteme die beste Alternative dar.

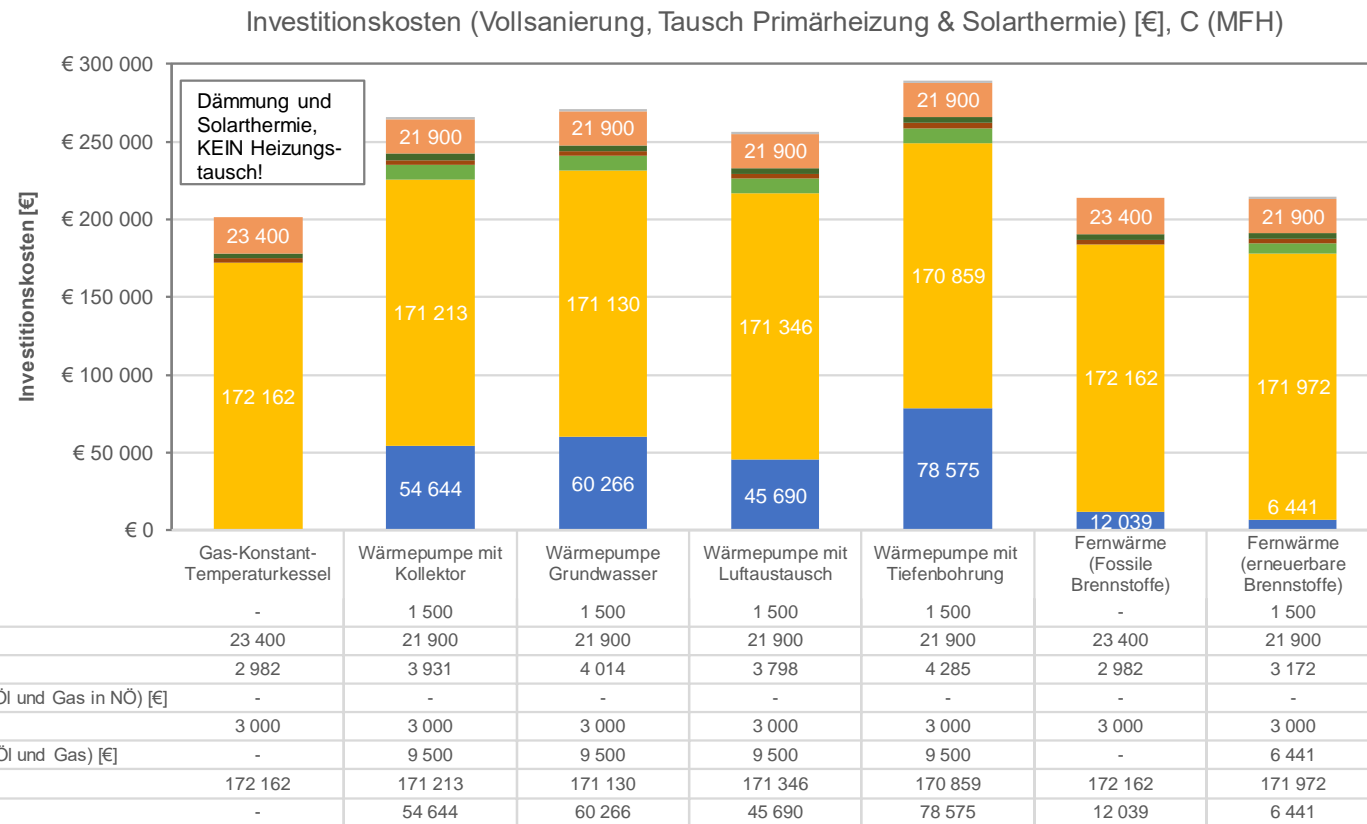


Abbildung 9-118: Investitionskosten (Vollsanierung, Tausch Primärheizsystem und Solarthermie) [€], C (MFH)

Die geringsten Investitionskosten und Eigenmittel sind bei Kombination Vollsanierung mit Fernwärme zu erwarten. Ist ein Fernwärmeanschluss nicht möglich, stellt die Kombination mit Luft-Wärmepumpe die günstigste Variante dar.

Bei den laufenden Betriebskosten liegen Wärmepumpen und Fernwärme (fossile Brennstoffe) vorne – angeführt von Luft-Wärmepumpen. Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) ist bei diesem Kriterium am teuersten.

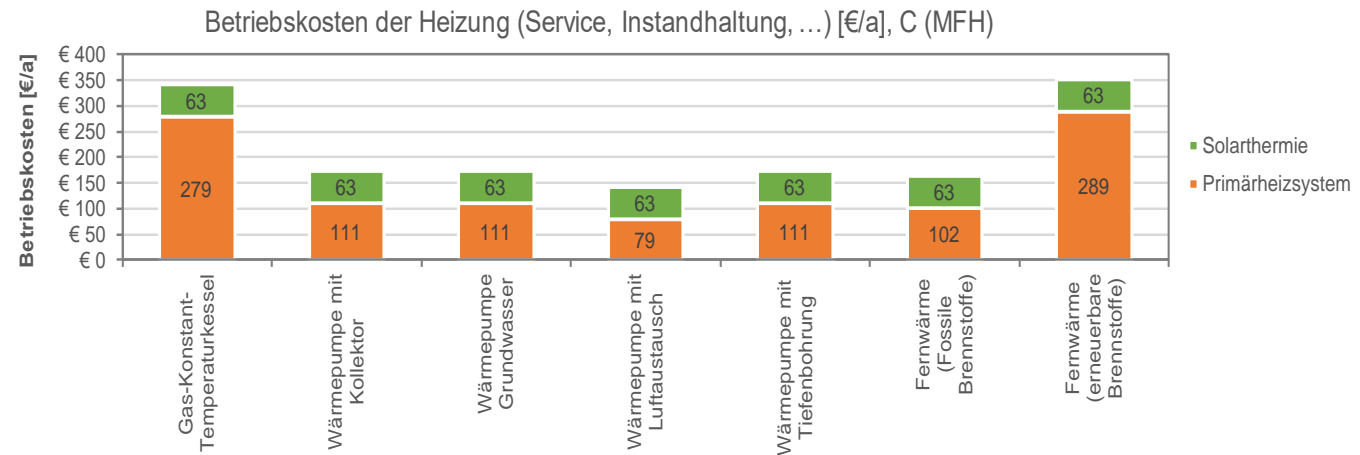


Abbildung 9-119: Betriebskosten der Heizung (Wartung) [€/a], C (MFH)

Betreffend Energiekosten stellt die Kombination Vollsaniierung plus Wärmepumpe ebenfalls die günstigste Variante dar, wobei die Grundwasser-Wärmepumpe am besten abschneidet

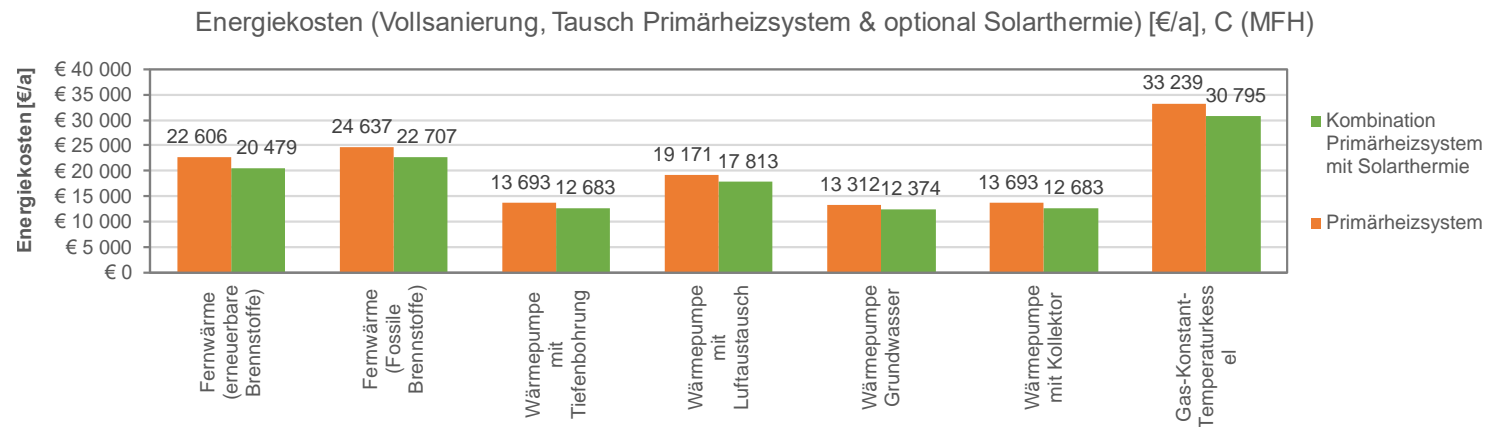


Abbildung 9-120: Energiekosten (Vollsaniierung, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], C (MFH)

Vollsanierung in Kombination mit Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe) oder Kollektor-Wärmepumpe erzielt die kürzesten Amortisationszeiten.

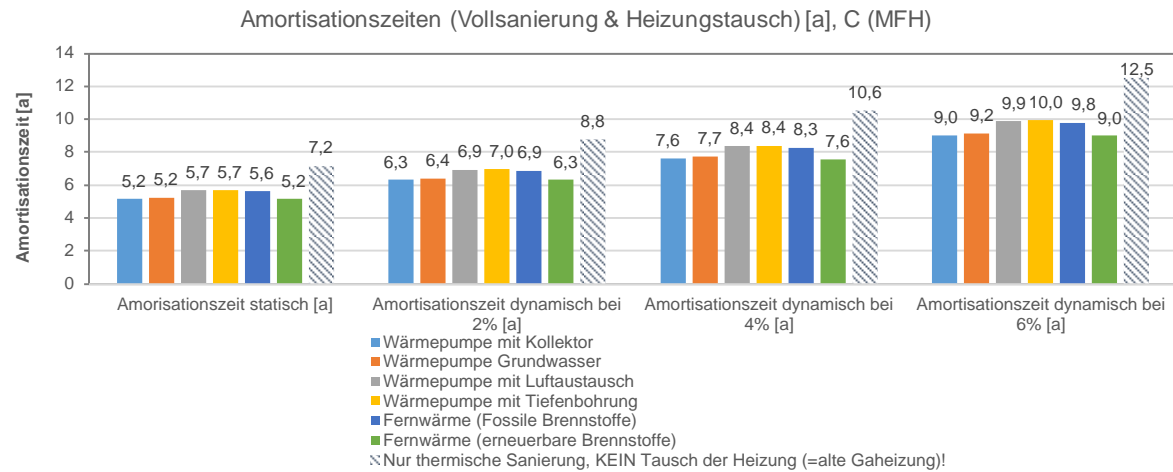


Abbildung 9-121: Amortisationszeiten (Vollsanierung und Heizungstausch) [a], C (MFH)

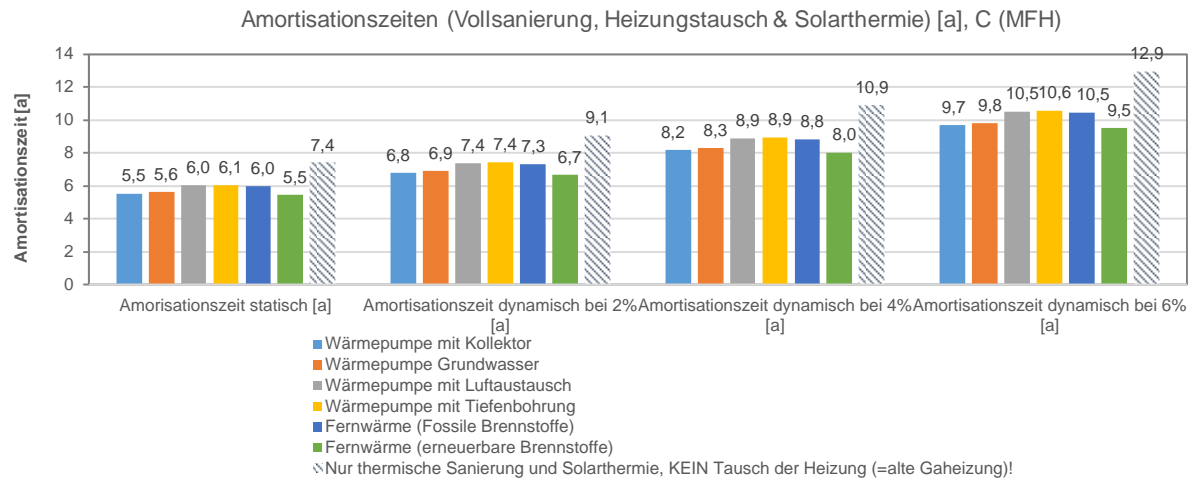


Abbildung 9-122: Amortisationszeiten Vollsanierung, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie [a], C (MFH)

Die höchsten jährlichen monetären Einsparungen gegenüber dem unsanierten Bestand können im vollsanierten großen Mehrfamilienhaus mit einer Grundwasser-Wärmepumpe realisiert werden, während mit Fernwärme (auf Basis erneuerbarer Brennstoffe) die höchsten jährlichen Treibhausgaseinsparungen (CO₂eq) erzielbar sind.

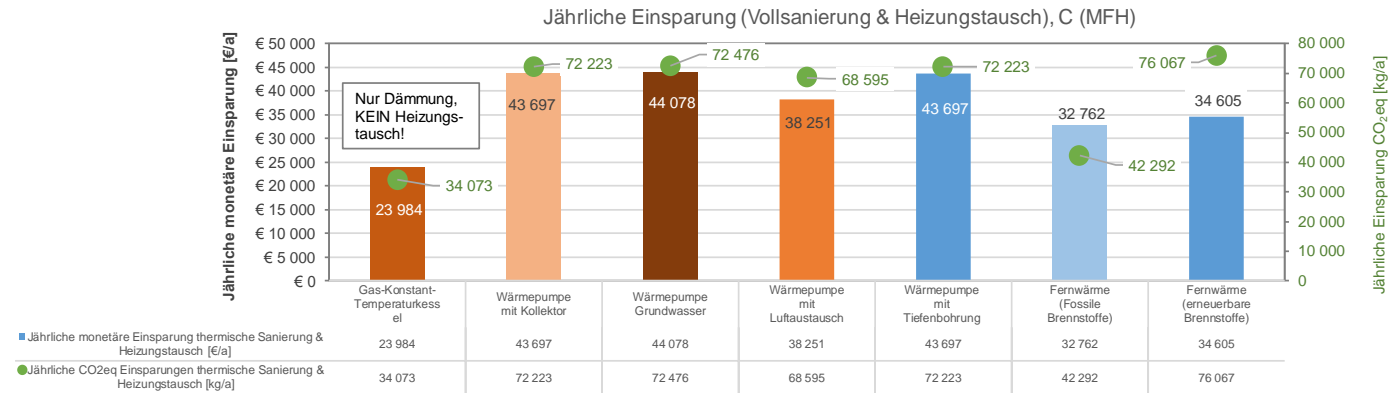


Abbildung 9-123: Jährliche Einsparung (Vollsanierung und Heizungstausch) [€/a], C (MFH)

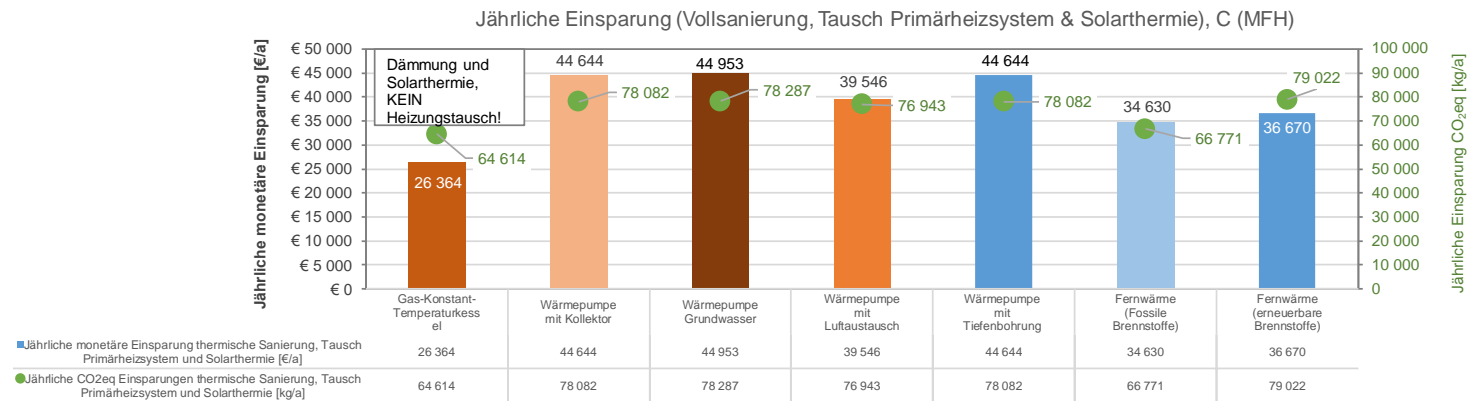


Abbildung 9-124: Jährliche Einsparung (Vollsanierung, Tausch Primärheizsystem und optional Solarthermie) [€/a], C (MFH)

9.7 Betriebswirtschaftliche Bewertung

9.7.1 Jährliche Einsparung bei Vollsanierung und Heizungstausch verglichen mit unsaniertem Gebäude und Gas-Konstanttemperaturkessel (k)

Die folgenden Diagramme zeigen die jährliche kombinierte monetäre Einsparung bei thermischer Vollsanierung und Heizungstausch eines bislang unsanierten Gebäudes (A, B und C) mit Gas-Konstanttemperaturkessel im Bestand.

Bei allen drei Gebäudetypen zeigt sich, dass die größten jährlichen Einsparungen durch thermische Vollsanierung in Kombination mit Umstellung auf Grundwasser-Wärmepumpen erzielt werden können.

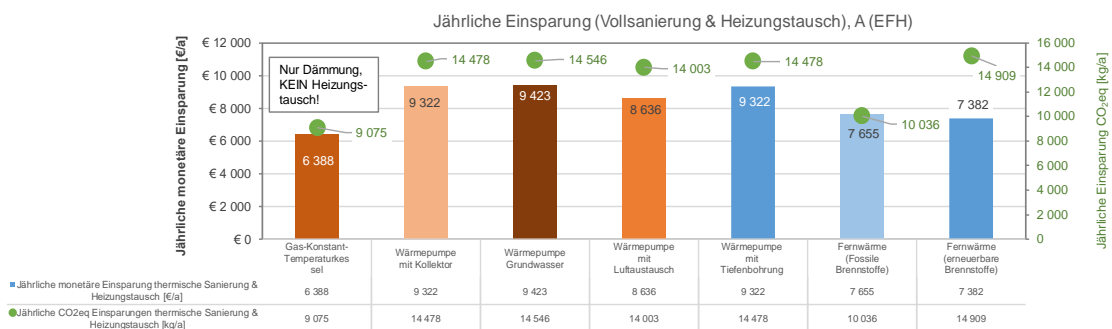


Abbildung 9-125: Kombinierte Einsparung (vollsaniert, neue Heizung) ggü. Bestand (unsaniert, alte Gasheizung), A (EFH)

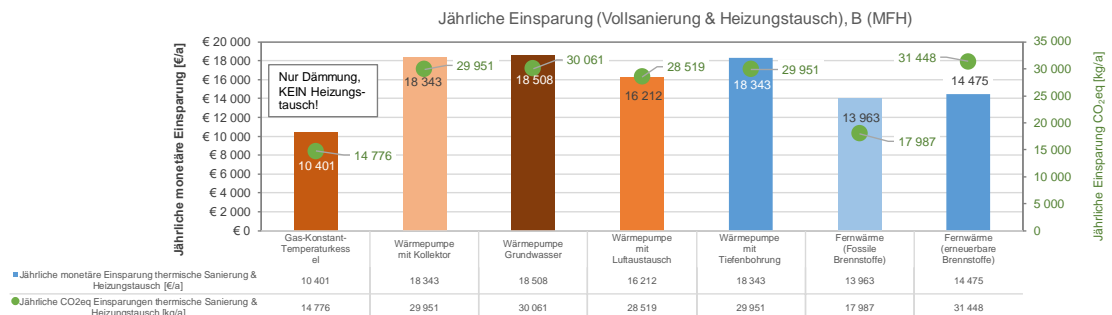


Abbildung 9-126: Kombinierte Einsparung (vollsaniert, neue Heizung) ggü. Bestand (unsaniert, alte Gasheizung), B (MFH)

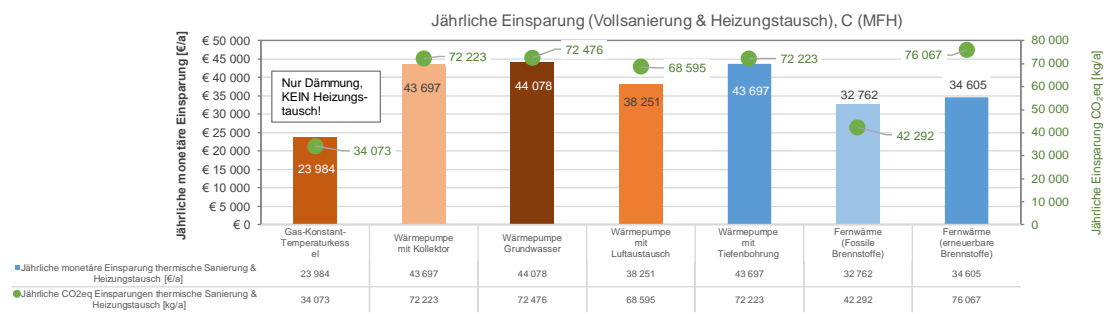


Abbildung 9-127: Kombinierte Einsparung (vollsaniert, neue Heizung) ggü. Bestand (unsaniert, alte Gasheizung), C (MFH)

9.7.2 Heizwärmeeinsparpotentiale in €/kWh durch Sanierungspfade (a,t,k)

Die Heizwärmeeinsparpotentiale beschreiben das Verhältnis der monetären Einsparungen zu den energetischen Einsparungen. Es zeigt sich, dass durch thermische Sanierungen die höchsten Einsparungen zu erzielen sind, die Vorteile einer Heizungsumstellung preisgetrieben sind.

Tabelle 9-1: 9.7.2 Heizwärmeeinsparpotentiale in €/kWh, A (EFH)

A (EFH)	Min	Max	Einheit
thermisch	16,6	16,6	Cent(kWh)
anlagenseitig	7,3	13,3	Cent(kWh)
kombiniert	9,5	16,2	Cent(kWh)

Tabelle 9-2: Heizwärmeeinsparpotentiale in €/kWh, B (MFH)

B (MFH)	Min	Max	Einheit
thermisch	16,6	16,6	Cent(kWh)
anlagenseitig	9,1	13,1	Cent(kWh)
kombiniert	10,2	15,7	Cent(kWh)

Tabelle 9-3: Heizwärmeeinsparpotentiale in €/kWh, C (MFH)

C (MFH)	Min	Max	Einheit
thermisch	16,6	16,6	Cent(kWh)
anlagenseitig	9,3	12,9	Cent(kWh)
kombiniert	10,0	15,6	Cent(kWh)

9.7.3 Kosteneinsparung durch Vermeidung von Treibhausgasemissionen (CO₂eq)

Für das Jahr 2023 gilt in Österreich für die Emission von Treibhausgasen eine Bepreisung von 32,5 €/t CO₂eq, für das Jahr 2024 von voraussichtlich 45 €/t CO₂eq und für das Jahr 2025 von voraussichtlich 55 €/t CO₂eq (§10 Abs. 3 des Nationalen Emissionszertifikatehandelsgesetzes 2022 (NEHG 2022), BGBl. I Nr.10/2022 in der Fassung des Bundesgesetzes BGBl. I Nr.194/2022) [36]. Können durch Energieeffizienzmaßnahmen fossile Brenn- und Treibstoffe eingespart und dadurch Treibhausgasemissionen vermieden werden, werden auch diese zusätzlichen Kosten vermieden.

Die nachfolgenden Diagramme zeigen die vermiedenen Kosten durch die Reduktion von Treibhausgasemissionen bei thermischer Vollsanieung und Heizungstausch für Einfamilienhäuser (A), kleinere Mehrfamilienhäuser (B) und große Mehrfamilienhäuser (C).

Für alle drei Gebäudetypen sind diese Vermeidungskosten bei Kombination von thermischer Vollsanieung mit Fernwärme (fossile Brennstoffe) am geringsten, da hier am wenigsten Treibhausgase (CO₂eq) gegenüber dem unsanierten Bestand eingespart werden.

Für Einfamilienhäuser sind die Vermeidungskosten bei Kombination von thermischer Vollsanieung mit Fernwärme (erneuerbare Brennstoffe) am höchsten, für kleinere und große Mehrfamilienhäuser bei Kombination von Vollsanieung mit Kollektor-Wärmepumpe.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

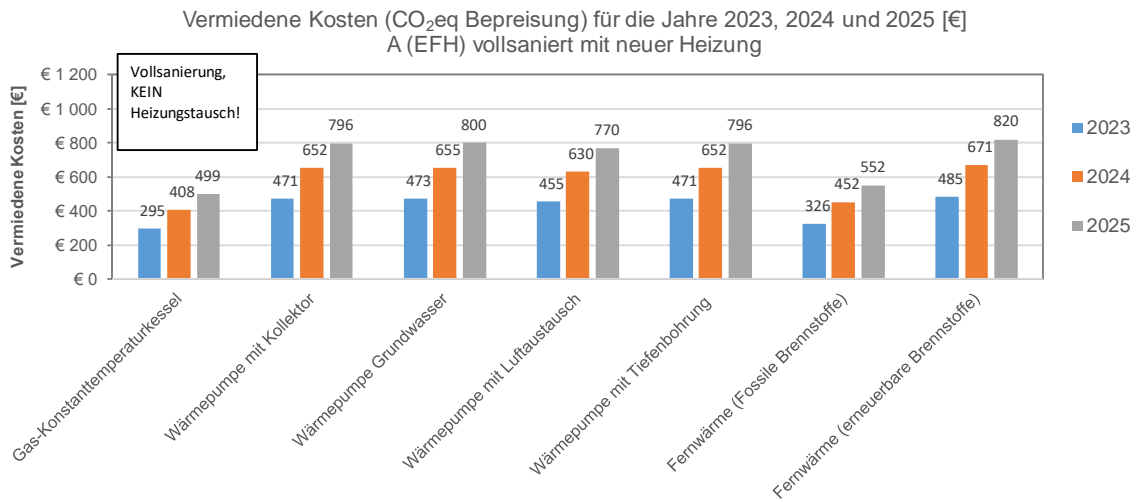


Abbildung 9-128: Vermiedene Kosten (CO₂eq Bepreisung) 2023-2025, A (EFH) vollsaniert mit neuer Heizung

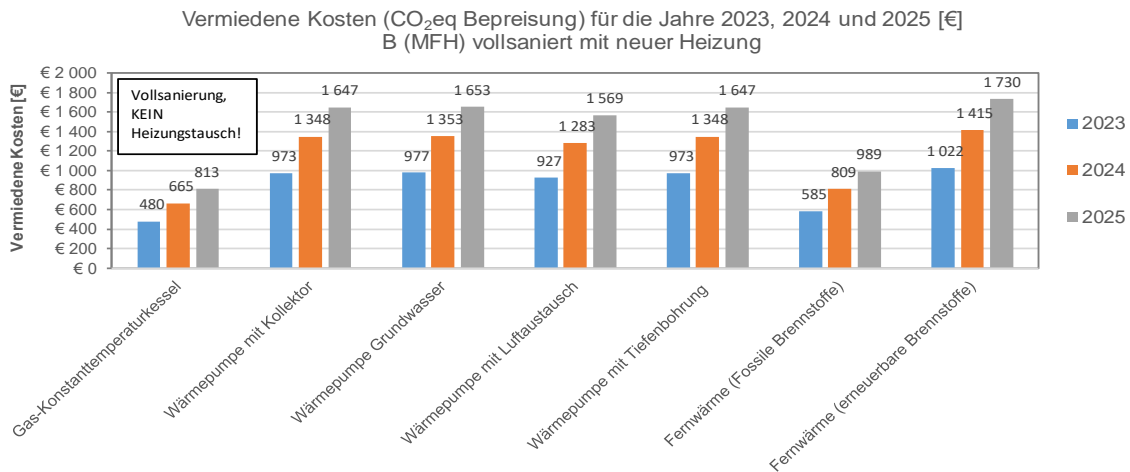


Abbildung 9-129: Vermiedene Kosten (CO₂eq Bepreisung) 2023-2025, B (MFH) vollsaniert mit neuer Heizung

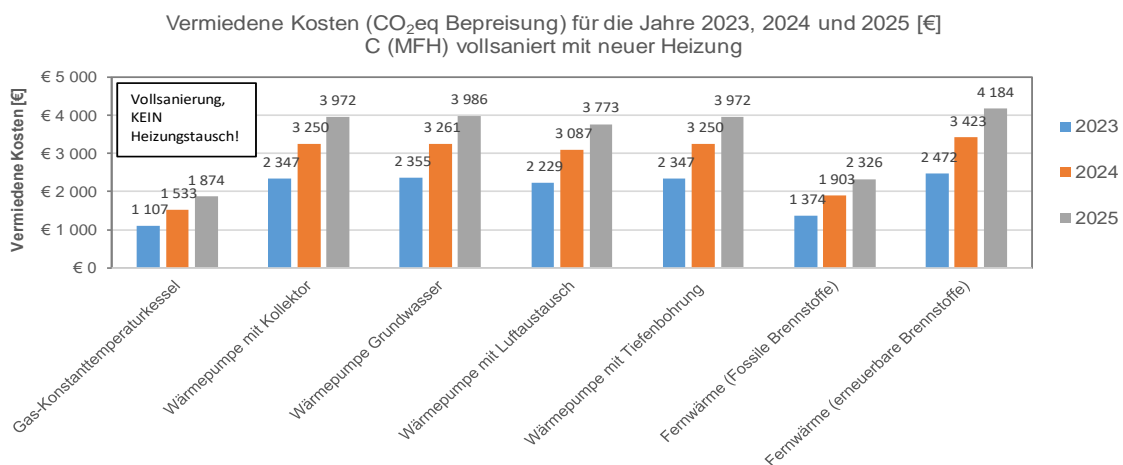


Abbildung 9-130: Vermiedene Kosten (CO₂eq Bepreisung) 2023-2025, C (MFH) vollsaniert mit neuer Heizung

9.8 Grafisch verwertbare Modellrechnung

9.8.1 CO₂ Emissionsvermeidung in kg pro investiertem Euro

Durch Investitionen in die Dämmung der obersten Geschossdecke, lassen sich mit den verschiedenen Heiztechnologien CO₂ Emissionen verhindern bzw. einsparen. Realisiert man die Dämmung in einem Haus mit Gas-Konstanttemperaturkessel, können somit im Einfamilienhaus (EFH A) 0,15 kg CO₂ jährlich eingespart werden pro investiertem Euro in die Dämmung. Ebenso bei fossiler Fernwärme kann durch den gesenkten Heizwärmebedarf 0,13 kg CO₂ pro investiertem Euro eingespart werden. Bei Wärmepumpentechnologien lassen sich hier lediglich 0,03 kg pro investiertem Euro einsparen. Je größer die Gebäude werden, desto mehr schlagen sich Skaleneffekte durch, bis zu 0,28 kg CO₂ Vermeidung im Mehrfamilienhaus mit über 10 Wohneinheiten mit einem fossilen Heizungssystem.

OBERE GESCHOSSDECKE GEDÄMMT KG CO₂ EINSPARUNG PRO INVESTIERTEM EURO

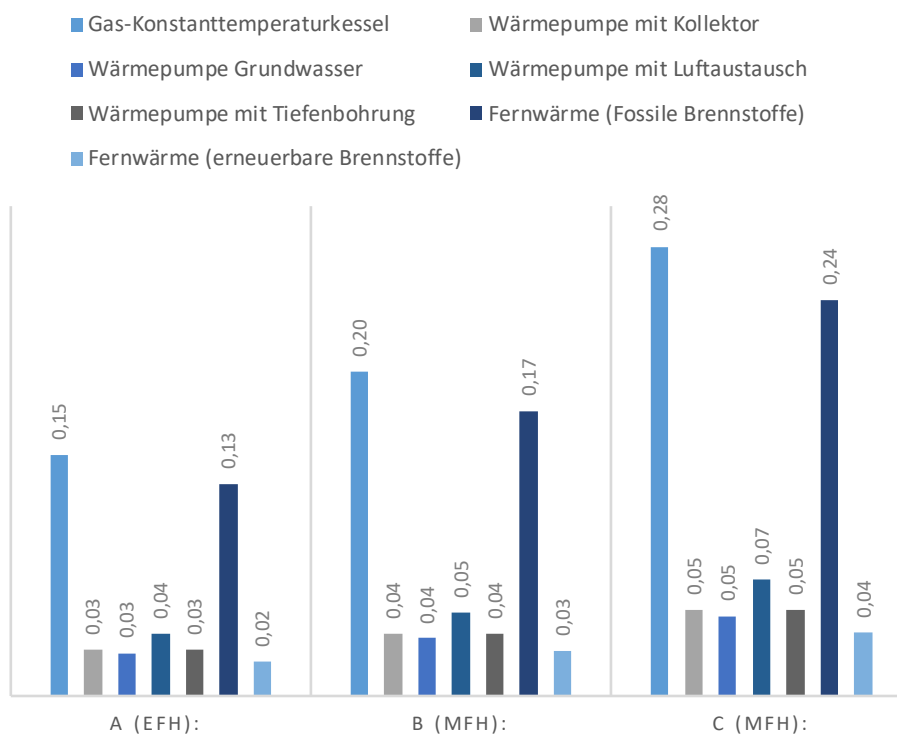


Abbildung 9-131: Erzielbare CO₂ Einsparungen in kg pro investiertem Euro nach Technologie, Obere Geschossdecke gedämmt

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Investitionen in die Dämmung der untersten Geschossdecke, verhindern mit den verschiedenen Heiztechnologien CO₂ Emissionen. Realisiert man die Dämmung in einem Haus mit Gas-Konstanttemperaturkessel, können somit im Einfamilienhaus (EFH A) 0,24 kg CO₂ jährlich eingespart werden pro investiertem Euro in die Dämmung. Ebenso bei fossiler Fernwärme kann durch den gesenkten Heizwärmebedarf 0,22 kg CO₂ pro investiertem Euro eingespart werden. Bei Wärmepumpentechnologien lassen sich hier lediglich 0,05 kg pro investiertem Euro einsparen. Je größer die Gebäude werden, desto mehr schlagen sich Skaleneffekte durch, bis zu 0,32 kg CO₂ Vermeidung im Mehrfamilienhaus mit über 10 Wohneinheiten mit einem fossilen Heizungssystem.

KELLERDECKE GEDÄMMT KG CO₂ EINSPARUNG PRO INVESTIERTEM EURO

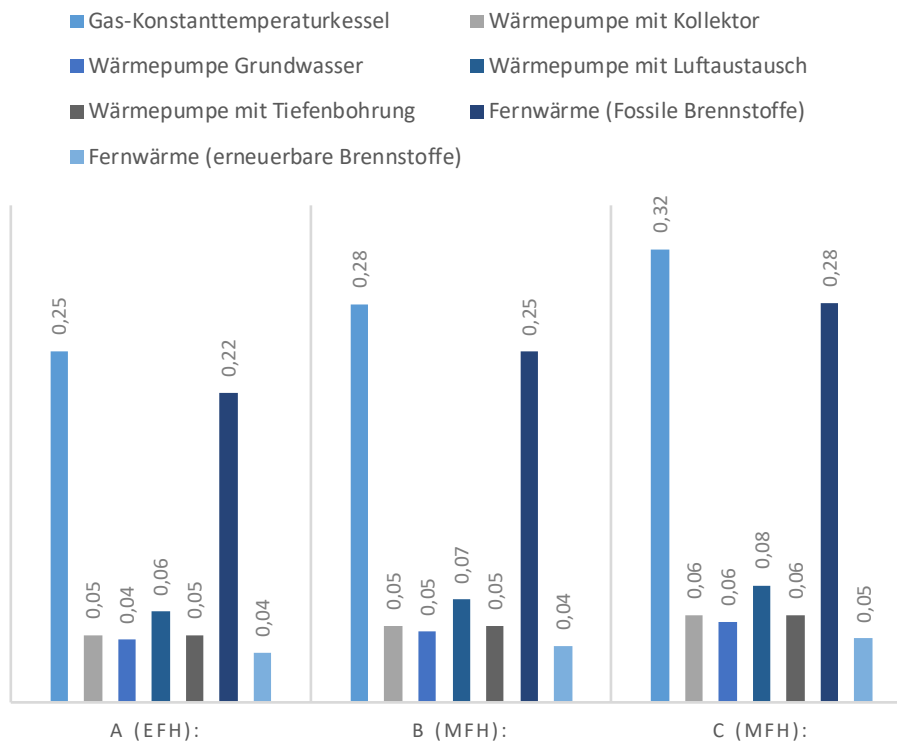


Abbildung 9-132: Erzielbare CO₂ Einsparungen in kg pro investiertem Euro nach Technologie, Kellerdecke gedämmt

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die meisten Emissionen kann man durch die Investitionen in die Dämmung der Fassade mit den verschiedenen Heiztechnologien einsparen. Realisiert man die Dämmung in einem Haus mit Gas-Konstanttemperaturkessel, können somit im Einfamilienhaus (EFH A) 0,26 kg CO₂ jährlich eingespart werden pro investiertem Euro in die Dämmung. Ebenso bei fossiler Fernwärme kann durch den gesenkten Heizwärmebedarf 0,22 kg CO₂ pro investiertem Euro eingespart werden. Bei Wärmepumpentechnologien lassen sich hier lediglich 0,05 kg pro investiertem Euro einsparen. Je größer die Gebäude werden, desto mehr schlagen sich Skaleneffekte durch, bis zu 0,35 kg CO₂ Vermeidung im Mehrfamilienhaus mit über 10 Wohneinheiten mit einem fossilen Heizungssystem.

FASSADE GEDÄMMT KG CO₂ EINSPARUNG PRO INVESTIERTEM EURO

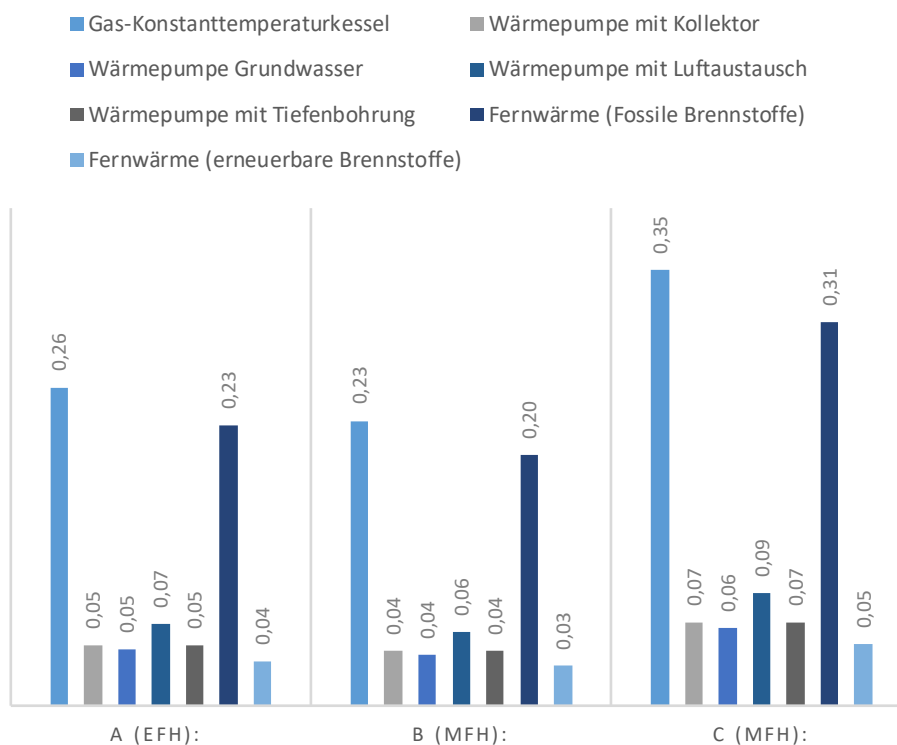


Abbildung 9-133: Erzielbare CO₂ Einsparungen in kg pro investiertem Euro nach Technologie, Fassade gedämmt

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Die Fenstererneuerung erlaubt eine Reduktion der CO₂ Emissionen im Einfamilienhaus (EFH A) von 0,11 kg pro investiertem Euro und 0,10 kg bei fossiler Fernwärme. Die Einsparung mit Wärmepumpentechnologien schlägt sich lediglich mit 0,02 kg CO₂ durch. Interessanterweise schwankt die Einsparung im mehrgeschossigen Wohnbau und liegt unter der Einsparung im Einfamilienhaus.

FENSTER ERNEUERT KG CO₂ EINSPARUNG PRO INVESTIERTEM EURO

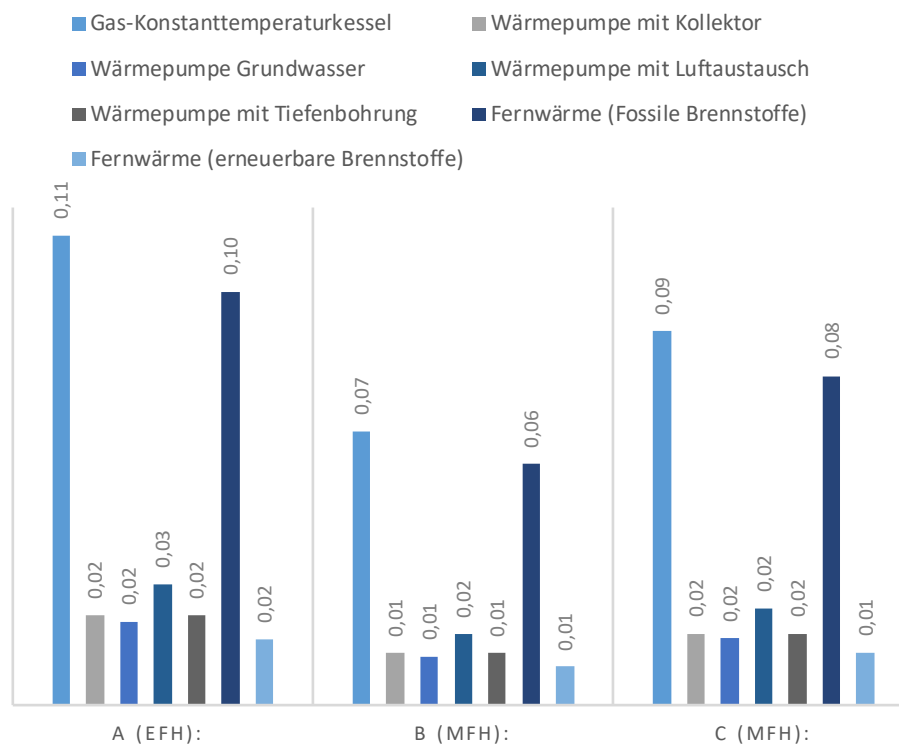


Abbildung 9-134: Erzielbare CO₂ Einsparungen in kg pro investiertem Euro nach Technologie, Fenstertausch

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Eine thermische Vollsaniierung des Gebäudes erfordert sehr hohe Investitionskosten die in Bezug auf die verhinderten CO₂ Emissionen geringere Effekte pro eingesetztem Euro erzielen. So kann man im Einfamilienhaus (EFH A) 0,16 kg an CO₂ Emissionen einsparen bei einer Vollsaniierung mit einem Gas-Konstanttemperaturkessel, 0,14 kg mit fossiler Fernwärme und lediglich 0,03 kg mit Wärmepumpentechnologien. Ähnlich verhält sich die Einsparung im mehrgeschossigen Wohnbau.

VOLLSANIERUNG KG CO₂ EINSPARUNG PRO INVESTIERTEM EURO

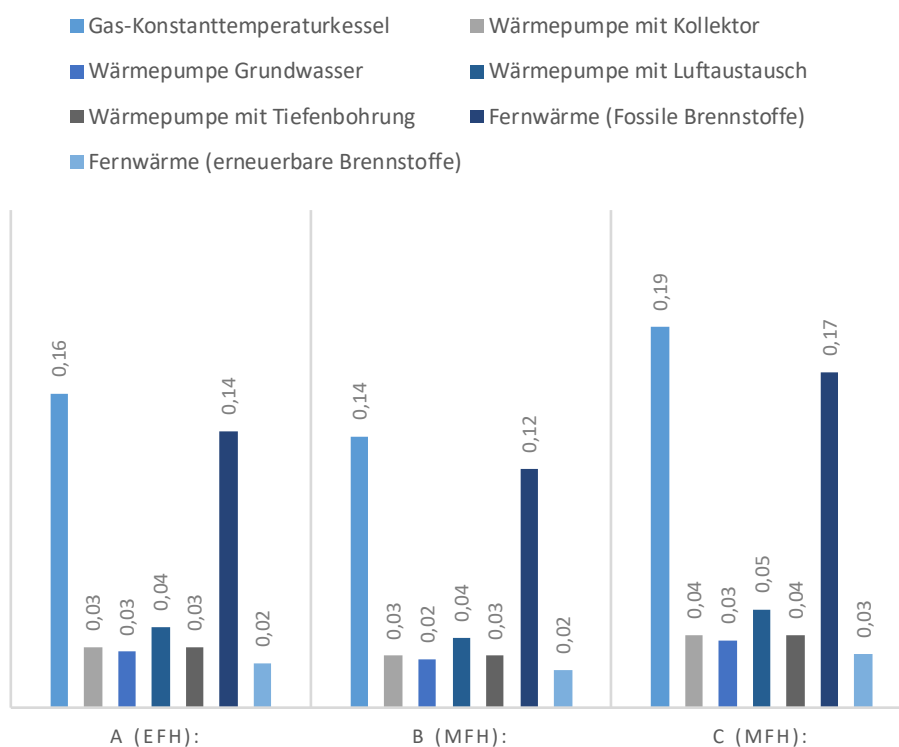


Abbildung 9-135: Erzielbare CO₂ Einsparungen in kg pro investiertem Euro nach Technologie, Vollsaniierung

9.8.2 Treibhausgas-Vermeidungskosten-Kurven

Die Treibhausgas-Vermeidungskosten sind eine andere Art der Darstellung, wieviel es kostet eine Tonne CO₂ einzusparen. In den untenstehenden Grafiken, sind jeweils für jedes Modellgebäude eine Kaskade gerechnet, die veranschaulichen soll mit welchen günstigen Maßnahmen hohe CO₂ Einsparungen erzielt werden können. Hier werden die Investitionskosten die nur zu Beginn entstehen (Periode 0) den CO₂ Einsparungen über 20 Jahre kumuliert gegenübergestellt. Die Daten werden für die grafischen Darstellungen aufsteigend sortiert und sollen so die günstigsten Investitionsentscheidungen widerspiegeln.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

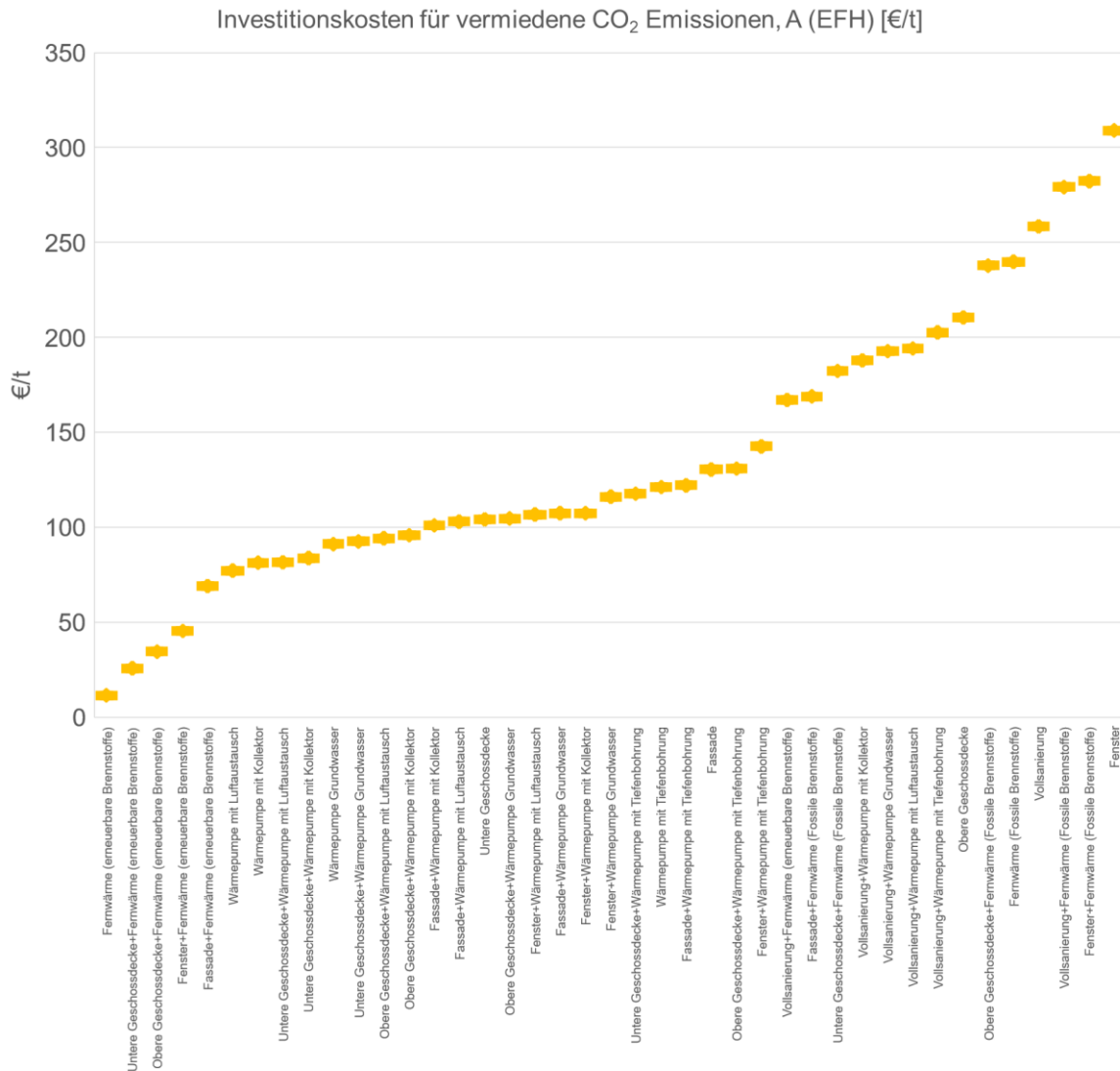


Abbildung 9-136: Vermiedene CO₂ Kosten nach Höhe der Investition, A (EFH)

Im Gebäude A (EFH) sparen die Konsument*innen mit einer einmaligen Investition in einen Fernwärmeanschluss mit erneuerbaren Brennstoffen über 20 Jahre gerechnet eine Tonne CO₂ um umgerechnet 12 Euro ein. Im Gegenzug ist die verbundene CO₂ Einsparung beim Fenstertausch mit 309 Euro die teuerste Variante um eine Tonne CO₂ einzusparen.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

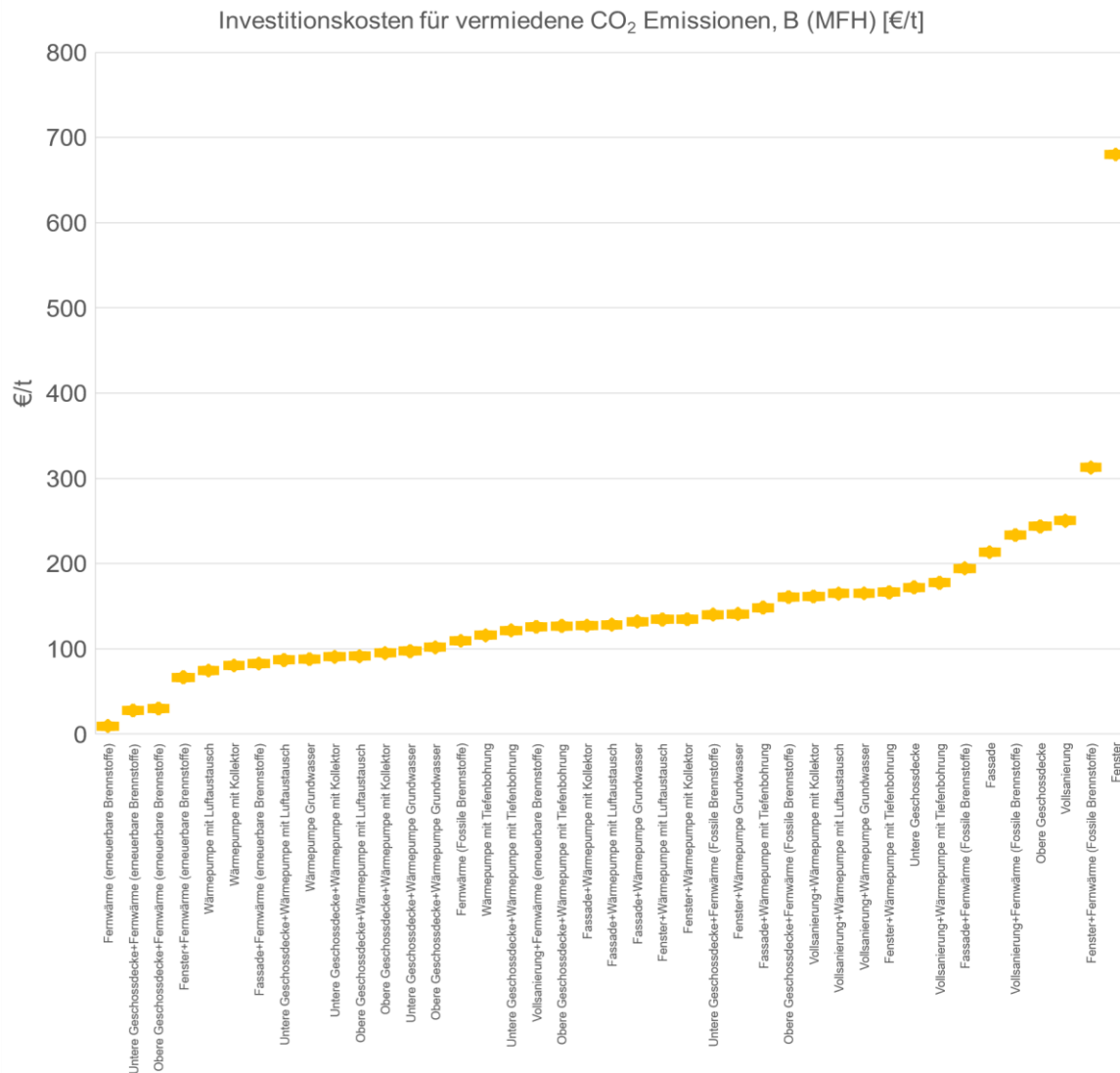


Abbildung 9-137: Vermiedene CO₂ Kosten nach Höhe der Investition, B (MFH)

Im Gebäude B (MFH) sparen die Konsument*innen mit einer einmaligen Investition in einen Fernwärmeanschluss mit erneuerbaren Brennstoffen über 20 Jahre gerechnet eine Tonne CO₂ um umgerechnet 9 Euro ein. Im Gegenzug ist die verbundene CO₂ Einsparung beim Fenstertausch mit 680 Euro die teuerste Variante um eine Tonne CO₂ einzusparen.

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

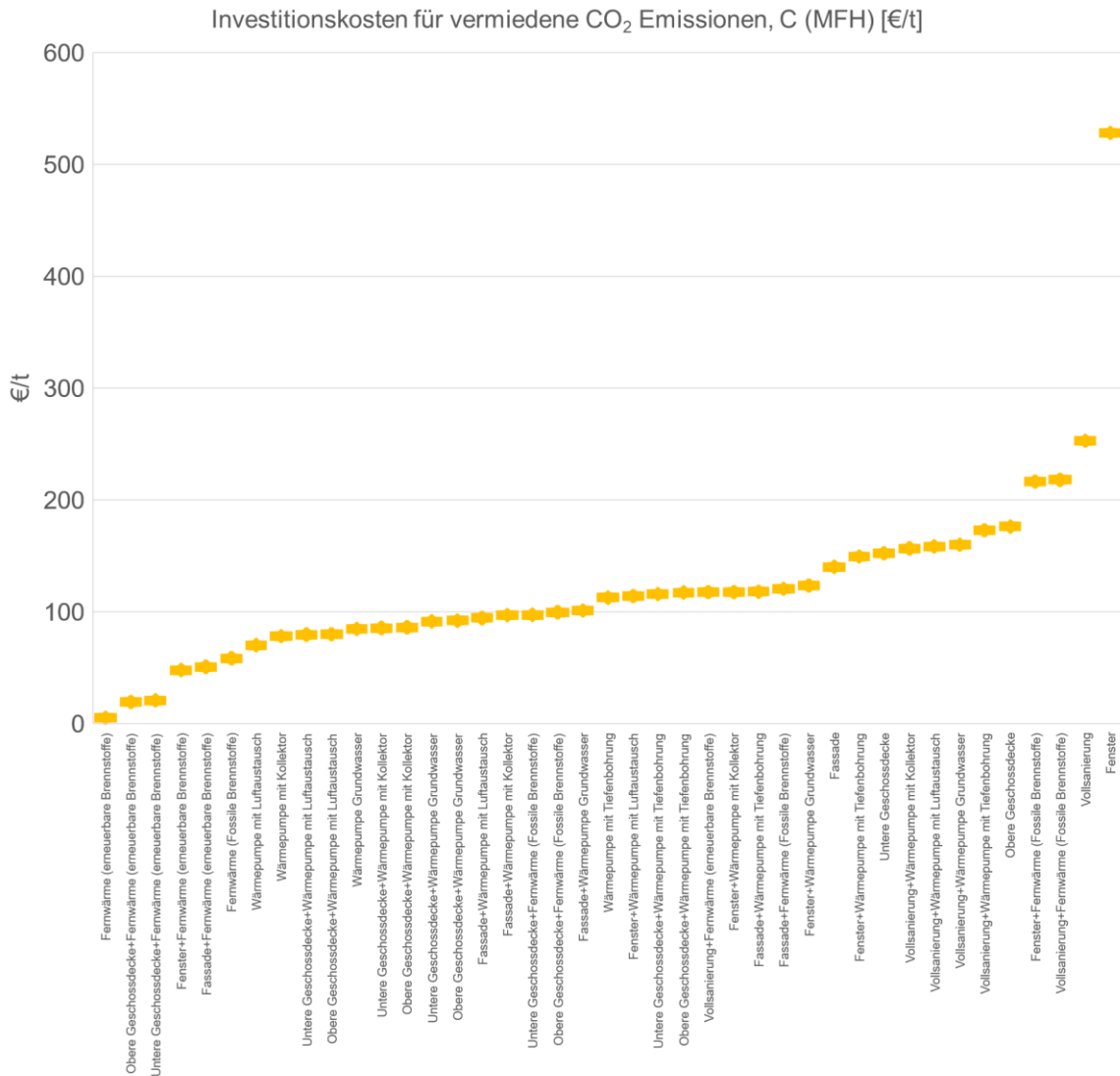


Abbildung 9-138: Vermiedene CO₂ Kosten nach Höhe der Investition, C (MFH)

Im Gebäude C (MFH) sparen die Konsument*innen mit einer einmaligen Investition in einen Fernwärmeanschluss mit erneuerbaren Brennstoffen über 20 Jahre gerechnet eine Tonne CO₂ um umgerechnet 5 Euro ein. Im Gegenzug ist die verbundene CO₂ Einsparung beim Fenstertausch mit 528 Euro die teuerste Variante um eine Tonne CO₂ einzusparen.

10 Literaturverzeichnis

- [1] TÜV Austria Consult GmbH, „Erläuterung zum Energieausweis.“, 5. Januar 2012. <http://www.energieausweis.at/energieausweis-informationen.htm>
- [2] *Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWG (212/ME), 212/ME XXVII. GP - Ministerialentwurf - Kurzinformation.*
- [3] Umweltbundesamt, „Klimaschutzbericht 2022. REP-0816“, Wien, 2022.
- [4] Amt der NÖ Landesregierung, „Wohnbauförderung Heizkesseltausch“, 2022. www.noel.gv.at/heizkesseltausch (zugegriffen 31. Oktober 2022).
- [5] umweltfoerderung.at, „RAUS AUS ÖL UND GAS (EIN- UND ZWEIFAMILIENHAUS, REIHENHAUS)“, 2023. www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/raus-aus-oel-efh-f-private-20212022.html (zugegriffen 31. Januar 2023).
- [6] Amt der NÖ Landesregierung, „Wohnbauförderung Eigenheimsanierung“, 2022. www.noel.gv.at/noe/Sanieren-Renovieren/WBF-Eigenheim_10-19.html (zugegriffen 31. Oktober 2022).
- [7] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, „Sanierungsoffensive 2023/2024“, 2022. www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/sanierungsoffensive.html#Betriebe (zugegriffen 31. Oktober 2022).
- [8] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, „SANIERUNGSSCHECK FÜR PRIVATE 2023/2024 (EIN- UND ZWEIFAMILIENHAUS, REIHENHAUS)“, 2023. www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/sanierungsscheck-20212022-efh.html (zugegriffen 30. Januar 2023).
- [9] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, „SANIERUNGSSCHECK FÜR PRIVATE 2023/2024 (MEHRGESCHOSSIGER WOHNBAU)“, 2023. www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/sanierungsscheck-20212022-mgw.html (zugegriffen 30. Januar 2023).
- [10] IFEA, „Energieausweis für Wohngebäude gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG“, 2012.
- [11] „EN 12524 Baustoffe und -produkte – Wärmeschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte“, 2012. [Online]. Verfügbar unter: www.energieberaterkurs.de
- [12] A. Weglage, *Energieausweis – Das große Kompendium*, 1. Aufl. Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, 2007.
- [13] L. Nierobis, *Wärmedämmstoffe*, 2022. <http://www.waermedaemmstoffe.com/>
- [14] energieheld.de, „Konstanttemperaturkessel - ein kompakter Überblick“, *Konstanttemperaturkessel - ein kompakter Überblick*. <https://www.energieheld.de/heizung/ratgeber/kessel-typen/konstanttemperaturkessel> (zugegriffen 25. November 2022).

- [15] H. Recknagel, E. Sprenger, und R. Schramek, *Taschenbuch für Heizung+Klimatechnik*. München: Oldenburg Industrieverlag, 2007.
- [16] J. Kunde, „Fußbodenheizung nachrüsten: Kosten und Verfahren“, 5. November 2021. <https://www.heizung.de/ratgeber/fussbodenheizung/nachruesten-verfahren-und-kosten.html> (zugegriffen 26. Oktober 2022).
- [17] energieheld.de, „Kosten einer Fußbodenheizung“. <https://www.energieheld.de/heizung/heizkoerper/flaechenheizung/fussbodenheizung#kosten> (zugegriffen 26. Oktober 2022).
- [18] Kesselheld.de, „Kosten Fußbodenheizung – Tabellarische Übersicht“. <https://www.kesselheld.de/fussbodenheizung-kosten/> (zugegriffen 26. Oktober 2022).
- [19] eccuro Redaktion, „Fußbodenheizung: Kosten und Förderung“, 25. April 2019. <https://www.eccuro.com/artikel/788-fussbodenheizung-kosten-und-foerderung> (zugegriffen 26. Oktober 2022).
- [20] kostencheck.de, „Fußbodenheizung nachrüsten: Welche Kosten auf Sie zukommen“. <https://kostencheck.de/fussbodenheizung-nachruesten-kosten> (zugegriffen 26. Oktober 2022).
- [21] bauenundsaniieren.net, „Heizkörper austauschen: Welche Kosten kommen auf mich zu?“, 31. Juli 2020. <https://bauenundsaniieren.net/heizkoerper-austauschen-welche-kosten-kommen-auf-mich-zu/> (zugegriffen 26. Oktober 2022).
- [22] BMK, „Energie in Österreich. Zahlen, Daten, Fakten. Elektrizität und Fernwärme“, 2022.
- [23] M. Ebert und W. Bohnenschäfer, „Vollkostenvergleich Heizsysteme, Informationen für Verbraucher vom IE Leipzig“, Leipzig, 2008.
- [24] VDI, „Thermische Nutzung des Untergrundes , Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen. VDI-Richtlinie 4640, Blatt 2“, 2001. Zugegriffen: 16. Januar 2012. [Online]. Verfügbar unter: http://www.vdi.de/uploads/tx_vdirili/pdf/9197793.pdf
- [25] C. Vögel, „Messung von Wärmepumpen in neu errichteten Wohngebäuden, Studie Land Vorarlberg“, 2009. Zugegriffen: 16. Januar 2012. [Online]. Verfügbar unter: http://www.vorarlberg.at/pdf/waermepumpenmessprogramm_.pdf
- [26] R. Dott, „Energieeffizientes Heizen und Kühlen mit Wärmepumpen“, Köln, 2009.
- [27] vaillant.at, „Kühlen mit einer Wärmepumpe“, 2022. <https://www.vaillant.at/privatanwender/tipps-und-wissen/heiztechnologien/waermepumpen/funktionsweise-waermepumpe/kuhlen-mit-waermepumpe> (zugegriffen 31. Oktober 2022).
- [28] ESV, „Thermische Solaranlagen“, 2011. Zugegriffen: 15. Januar 2012. [Online]. Verfügbar unter: http://www.esv.or.at/fileadmin/redakteure/ESV/Info_und_Service/Publikationen/Info-Mappe-Betriebe/Thermische_Solaranlagen.pdf
- [29] BDA, „Richtlinie Energieeffizienz am Baudenkmal“, 2011. Zugegriffen: 20. Oktober 2011. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.bda.at/documents/944221227.pdf>

- [30] J. Fechner, „Merkblatt Solarwärme, klima:aktiv Fachinformation“, 2011. Zugegriffen: 15. Januar 2012. [Online]. Verfügbar unter: www.klimaaktiv.at/filemanager/download/79395
- [31] E-Control, „Marktstatistik“. 1. Mai 2022.
- [32] PVxchange, *Preisindex*, 5. Dezember 2022. <https://www.pvxchange.com/Preisindex>
- [33] Weller, „Nachträgliche Dämmung der Gebäudehülle. Ein Leitfaden für Bauherren, Gebäudeeigentümer, Baufirmen ...“, 2008. Zugegriffen: 17. Februar 2012. [Online]. Verfügbar unter: <http://www.europeangreencities.com/pdf/TrainingTools/Annex%208.5%20%20Instruction%20to%20building%20owners,%20builders%20etc.%20Annaberg.pdf>
- [34] A. Kollmann, „Regionalökonomische Auswirkungen der Sanierung von Einfamilienwohnhäusern. Eine Analyse am Beispiel der Bauperiode 1945-1980 in Oberösterreich unter Verwendung des makroökonomischen Modells MOVE“, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, Linz, 2009.
- [35] M. Amtmann, T. Barth, M. Mitterndorfer, und G. Simader, „Kosten-Nutzen-Analyse von energetischen Gebäudesanierungen in Österreich. Österreichische Energieagentur“, 2011.
- [36] Bundesminister für Finanzen, *Kundmachung des Bundesministers für Finanzen über die Anwendbarkeit des Preisstabilitätsmechanismus gemäß § 10 Abs. 3 des Nationalen Emissionszertifikatehandelsgesetzes 2022*. 2022.

Profil des Energieinstituts der Johannes Kepler Universität Linz

Das Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz ist eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung mit einer multidisziplinäre Struktur. Wir beschäftigen uns jährlich in ca. 80 F&E-Projekten mit der Weiterentwicklung eines Energiesystems, das Lebens-, Wirtschafts- und Umwelträume positiv beeinflusst, die europäischen Volkswirtschaften stärkt und fossile Energieträger weitestgehend reduziert. Die inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit unserer drei Abteilungen – Energiewirtschaft, Energierecht, Energietechnik – ermöglicht dabei eine umfassende und fächerübergreifende Analyse des Zukunftsthemas Energie.

MARIO REISINGER BA MU

Junior Researcher

Mario Reisinger studierte Industrieökonomie an der Universidad Carlos III in Madrid. Er spezialisierte sich auf Industrieökonomie, Regulierung und Wettbewerbspolitik mit den Schwerpunkten Energie-, Transport- und Telekommunikationsökonomie. Mario Reisinger schloss sein Studium im September 2013 mit Auszeichnung ab. Während und nach seinem Studium war Mario Reisinger als Assistent bei einem der größten Unternehmen für Strom und Gas Iberdrola in Madrid und bei der nationalen Wettbewerbsbehörde Spaniens tätig. Zurück in Österreich war Mario Reisinger als Berater für Energiedatenmanagementsysteme, als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Industriewissenschaftlichen Institut und für die österreichische Regulierungs- und Wettbewerbsbehörde für Strom und Gas E-Control tätig. Dabei reichten seine Aufgaben von der Energiestatistik über die aktive Mitarbeit im Krisenstab der E-Control bis hin zur aktiven Mitgestaltung von Verordnungen für Marktmonitoring, Statistik und der Energielenkungsdatenverordnung für Strom und für Gas. Neben seiner akademischen und beruflichen Erfahrung in Spanien sammelte er weitere internationale Erfahrungen als Experte in EU-Twinning-Projekten in Georgien und im Rahmen des Eastern Partnership Programms.

Seine Arbeitsgebiete am Energieinstitut der Johannes Kepler Universität in Linz umfassen derzeit Regulierungsthemen im Energiesektor und makroökonomische Simulationsanalysen.

Kontakt:

+43 732 2468 5670

reisinger@energieinstitut-linz.at

Dipl. Ing. (FH) JOHANNES LINDORFER

Key Researcher

Herr Lindorfer absolvierte den Diplomstudiengang Bio- und Umwelttechnik an der Fachhochschule Oberösterreich (Campus Wels). Das Berufspraktikum führte ihn für sechs Monate nach Neuseeland wo er in der Biotreibstoffforschung tätig und aufbauend darauf seine Diplomarbeit verfasste. Nach Abschluss des Studiums war Herr Lindorfer zwei Jahre als Projektleiter in einem technischen Büro im Bereich der Ausbreitungsmodellierung von Luftschadstoffen und verschiedener umwelt- und industrietechnischer Planungs- und Genehmigungsprojekte tätig. Seit September 2007 ist Herr Lindorfer Teil der Abteilung Energietechnik am Energieinstitut und seit Juli 2009 als Key Researcher aktiv. Er hat damit mehr als 10 Jahre Erfahrung in der Konzeptionierung, Akquise und Abwicklung von internationalen und nationalen Forschungsprojekten sowie der kooperativen Teamführung.

Fachlich ist er vor allem in der Prozessbewertung von Verfahren zu biobasierten Produkten und CO₂ Neutralität der industriellen Produktion und Energiewirtschaft unter Anwendung von Life Cycle Assessment und techno-ökonomischen Methoden tätig.

Kontakt:

+43 732 2468 5653

lindorfer@energieinstitut-linz.at

Dipl.-Ing. Eva-Maria Heigl MSc

Junior Researcher

Eva-Maria Heigl absolvierte das Bachelor- und Masterstudium „Industrieller Umweltschutz“ mit Schwerpunkt Verfahrenstechnik an der Montanuniversität Leoben und verfasste ihre Diplomarbeit zum Thema Energieoptimierung in der Fahrzeugindustrie.

Nach ihrer Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am ehemaligen Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme des Grazer Forschungsunternehmens Joanneum Research, sammelte sie umfangreiche Industrie-Erfahrung in großen Produktionsbetrieben in Nieder- und Oberösterreich. Ihre Aufgabengebiete reichten vom Umwelt- und Abfallmanagement, über das Energiemanagement, bis hin zum Qualitäts- und Sicherheitsmanagement. Zudem ist Fr. Heigl Experte für ISO Managementsysteme (ISO 14001, ISO 9001, ISO 50001, ISO 45001). 2018 absolvierte sie den Lehrgang „Energieeffizienz und Energiemanagement in Betrieben“ der Energy Academy des Energiesparverbandes OÖ.

Seit Juli 2022 ist Frau Heigl Teil des Teams Energietechnik am Energieinstitut an der JKU Linz und wird sich zukünftig vor allem mit LCAs (Life Cycle Assessments) von Energietechnologien und -systemen beschäftigen.

Kontakt:

+43 732 2468 5676

heigl@energieinstitut-linz.at

JULIA HAIDER

Research Support

Julia Haider studiert Statistik und Informatik im Bachelor an der Johannes Kepler Universität Linz. Sie war als studentische Mitarbeiterin am Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement an der Universität für Bodenkultur (BOKU) tätig und arbeitete als freie Dienstnehmerin am Comprehensive R Archive Network (CRAN) mit, welches an der Wirtschaftsuniversität Wien (WU) ansässig ist.

Seit April 2022 ist sie Research Support am Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz.

Kontakt:

+43 732 2468 5647

haider@energieinstitut-linz.at

MATTHIAS HILGER BSC

Research Support

Matthias Hilger studierte im Bachelor Technische Physik an der Johannes Kepler Universität Linz. Von September 2020 bis Jänner 2023 war er als Research Support am Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz tätig.

Kontakt:

+43 732 2468 5679

hilger@energieinstitut-linz.at

DR.in ANDREA KOLLMANN

Key Researcher

Andrea Kollmann ist Key Researcher am Energieinstitut der Johannes Kepler Universität Linz. Sie hat umfangreiche Erfahrung mit großen Forschungsprojekten, sowohl in Österreich als auch in Europa. Derzeit koordiniert sie das H2020-Projekt S-PARCS (#781534) und ist Work Package Leader in den H2020-Projekten eCREW (#890362), ENCHANT (#957115) und frESCO (#893857).

Klimafittes Heizen und Sanieren. Umstieg von fossil betriebenen Raumheizungen auf nachhaltige Heizsysteme in Niederösterreich

Andrea Kollmann publiziert regelmäßig auf dem Gebiet der Energieökonomie mit dem Schwerpunkt auf die Analyse von energierelevanten Entscheidungsprozessen von Haushalten, Individuen und Unternehmen.

Kontakt:

+43 732 2468 5660

kollmann@energieinstitut-linz.at

DR. ROBERT TICHLER

Geschäftsführer

Robert Tichler ist ausgebildeter Volkswirt und Experte für energie- und umweltökonomische Analysen. Seine methodischen Forschungsschwerpunkte liegen in volkswirtschaftlichen, techno-ökonomischen, sozioökonomischen und systemischen Analysen energiepolitischer und – wirtschaftlicher Fragestellungen sowie in der Bewertung von Technologien, Maßnahmen, Regulierungen und Marktentwicklungen. Die inhaltlichen Schwerpunkte umfassen vor allem die Bereiche Wasserstoff / Power-to-X, komplexe Energiesysteme, Energieregulierungen und externe Effekte.

Er ist seit 2004 am Energieinstitut an der JKU Linz in verschiedenen Funktionen aktiv, war dazwischen auch am Institut für Betriebliche und Regionale Umweltwirtschaft der JKU tätig. Seit dem Jahr 2019 fungiert Robert Tichler als Geschäftsführer des Energieinstituts an der JKU Linz, seit 2021 als alleiniger Geschäftsführer.

Kontakt:

+43 732 2468 5659

tichler@energieinstitut-linz.at

Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität

Altenberger Straße 69,

HF-Gebäude, 3. Stock,

A-4040 Linz

Tel.: +43-732 / 24 68-56 56

Fax: 43-732 / 24 68-56 51

email: office@energieinstitut-linz.at | www.energieinstitut-linz.at

