



Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden

Forschung und Anwendung GmbH

Prof. Oschatz - Prof. Hartmann - Dr. Winiewska - Prof. Werdin

Einfluss der GEG-Novelle auf den Einsatz von Flüssiggas (LPG) im Wärmemarkt des ländlichen Raumes

Auftraggeber: Deutscher Verband Flüssiggas e. V.
EnergieForum
Stralauer Platz 33 - 34
10243 Berlin

Auftragnehmer: ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden
Forschung und Anwendung GmbH
Tiergartenstr. 54 in 01219 Dresden
Dr.-Ing. Bernadetta Winiewska
Prof. Dr.-Ing. Bert Oschatz
Dipl.-Ing. Bettina Mailach

Dresden, 3. Mai 2024

Inhalt

1	Management Summary	2
2	Einleitung	4
3	Randbedingungen	5
3.1	Gebäude und Wärmeschutzstandard	5
3.2	Anlagentechnischer Ausgangszustand.....	7
3.3	Modernisierungsvarianten	7
4	GEG-Novelle	9
4.1	65%-EE-Vorgabe	9
4.2	Erfüllungsoptionen.....	9
4.3	Kopplung mit kommunaler Wärmeplanung.....	10
4.4	Betrachtete GEG-konforme Modernisierungsoptionen	10
4.5	Geänderte Förderlandschaft.....	11
5	Berechnungen	14
5.1	Endenergiebedarf.....	14
5.2	Bedarfs-/Verbrauchskorrektur	14
5.3	Wirtschaftlichkeitsbewertung	14
5.3.1	Energiepreise	14
5.3.2	Investitionskosten und Förderung.....	15
5.3.3	Jahresgesamtkosten.....	16
6	Ergebnisse	17
6.1	EFH Bestand.....	17
6.1.1	Öl-Altessel im Ausgangszustand	17
6.1.2	Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand	19
6.2	DHH Bestand	21
6.2.1	Öl-Altessel im Ausgangszustand	21
6.2.2	Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand	23
6.3	6-FH Bestand.....	25
6.3.1	Öl-Altessel im Ausgangszustand	25
6.3.2	Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand	27
7	Parametervariation: Energiepreisentwicklung	30
7.1	Einführende Bemerkungen.....	30
7.2	Öl-Altessel im Ausgangszustand	33
7.3	Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand.....	34
7.4	Fazit der Parametervariation	36
8	Quellenangaben	38

1 Management Summary

Deutschland hat sich ambitionierte Ziele zur Verringerung der Treibhausgasemissionen gestellt. Im Gebäudesektor sollen die Emissionen von 119 Mio. t im Jahr 2020 auf 67 Mio. t im Jahr 2030 verringert werden. Dies erfordert eine zeitnahe grundlegende Umgestaltung insbesondere im Bereich der Wärmebereitstellung für die Heizung und Warmwasserversorgung. Aktuell werden mehr als 85 % der Heizungen in Deutschland mit fossilen Energieträgern versorgt. Für etwa 50 % der Wohnungen werden gasförmige Brennstoffe zur Wärmebereitstellung eingesetzt, Heizöl für ca. 25 % der Wohnungen. Mit Flüssiggas (LPG) werden nach ZIV-Angaben ca. 617.000 Gebäude in Deutschland versorgt.

Für die Verringerung der Treibhausgasemissionen werden gegenwärtig grundsätzlich folgende Optionen priorisiert: Modernisierung der Anlagentechnik möglichst mit Energieträgerwechsel, Verringerung des Energieverbrauchs durch Verbesserung des baulichen Wärmeschutzes, Einsatz von Energieträgern mit verringerter Treibhausgaswirkung. Die geplanten Maßnahmen der deutschen Energie- und Klimapolitik zur Erreichung der bis 2045 angestrebten Klimaneutralität für den Gebäudesektor fokussieren sehr stark auf Wärmenetze und elektrische Versorgungssysteme. Die Besonderheiten des ländlichen Raumes spielen bei den Überlegungen bisher nur eine untergeordnete Rolle.

Einen wichtigen Beitrag zur Umgestaltung der Gebäudewärmeversorgung im Bestand wird das novellierte Gebäudeenergiegesetz (GEG) leisten. Ab 1. Januar 2024 muss grundsätzlich jede neu eingebaute Heizung 65 Prozent erneuerbare Energie nutzen. Es gibt allerdings eine zeitliche Abstufung zwischen Neubau und Bestandsgebäuden. Die Pflicht zum erneuerbaren Heizen greift ab dem 1. Januar 2024 für Neubauten in Neubaugebieten. Für bestehende Gebäude und Neubauten, die in Baulücken errichtet werden, gibt es längere Übergangsfristen. Außerdem werden die Anforderungen des GEG mit der Kommunalen Wärmeplanung verzahnt. In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner wird der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent erneuerbarer Energie daher spätestens nach dem 30.06.2026 verbindlich, in kleineren Kommunen gilt das spätestens nach dem 30.06.2028. Das Gesetz sieht vor, dass die Pflicht zur Nutzung erneuerbaren Energien technologieneutral erreicht werden kann und ermöglicht beim Einbau von neuen Heizungen in bestehenden Gebäuden noch die partielle Nutzung von fossilen Energieträgern bis zum 31.12.2044. Ab 1. Januar 2045 müssen dann alle Heizungen vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden.

Die ambitionierten Klimaziele und die angestrebten 65 % erneuerbare Energien bei neuen Heizungen sind nur unter Nutzung aller Optionen erreichbar. Regenerativ erzeugtes und weitgehend dekarbonisiertes Flüssiggas stellt eine attraktive Option zur Verringerung der Treibhausgasemissionen dar, gerade für Gebäude im ländlichen Raum, bei denen technische oder wirtschaftliche Restriktionen die Nutzung der sonst diskutierten Lösungen zur CO₂-Einsparung verhindern.

Im Vergleich mit dem Einbau einer Wärmepumpenheizung weist der Einbau einer üblichen Flüssiggasheizung günstige Investitionskosten auf. Die Umstellung auf Flüssiggas kann daher auch bei geringerem Fördermitteleinsatz durch weniger finanzstarke Gebäudeeigentümer realisiert werden. Die aus Energie- und Kapitalkosten sowie betriebsgebundenen Kosten

resultierenden Gesamtkosten von Flüssiggasheizungen mit 65 % erneuerbaren Anteilen sind akzeptabel.

Neue Flüssiggasheizungen, die in der Übergangszeit zwischen Anfang 2024 und dem Moment, in dem die Wärmeplanung greift – in Großstädten spätestens Mitte 2026, in kleineren Kommunen spätestens Mitte 2028 – noch eingebaut werden, müssen, wenn das Gebäude nach abgeschlossener Wärmeplanung nicht an ein Wärme- oder Wasserstoffnetz angeschlossen werden kann, ab 2029 steigende Anteile von regenerativen Flüssiggasen nutzen (15 % ab 2029, 30 % ab 2035 und 60 % ab 2040). Die dabei resultierenden Jahresgesamtkosten liegen unter Berücksichtigung aktueller Energiepreise bei dem betrachteten Einfamilienhaus und dem kleinen Mehrfamilienhaus je nach Ausgangszustand 6 % bis 18 % unter den Kosten einer nach BEG geförderten Luft/Wasser-Wärmepumpe. Unter Berücksichtigung der den Berechnungen zugrunde gelegten mittleren Energiepreise über 20 Jahre wäre in dem betrachteten Einfamilienhaus der Betrieb einer Luft/Wasser-Wärmepumpe mit etwa 5 % niedrigeren Jahresgesamtkosten als der Betrieb eines Flüssiggas-Brennwertkessels mit regenerativen Anteilen im Gasgemisch verbunden. Bei dem Mehrfamilienhaus würden mit der unterstellten Energiepreisentwicklung die Jahresgesamtkosten beider Versorgungslösungen auf gleichem Niveau liegen. Bei der Doppelhaushälfte weist die Wärmepumpenvariante sowohl unter Berücksichtigung der aktuellen Energiepreise als auch der mittleren Energiepreise über 20 Jahre niedrigere Jahresgesamtkosten aus.

Die im Rahmen der Vergleichsbewertung untersuchte Wärmepumpen-Hybridheizung mit Gas-Brennwertkessel in Verbindung mit fossilem Flüssiggas kann für größere Bestandsgebäude eine sinnvolle Option zur Einhaltung der GEG-Vorgaben darstellen. Bei dem untersuchten Mehrfamilienhaus wäre der Einbau einer Hybridheizung mit ca. 40 % niedrigeren Investitionskosten als der Einbau einer monoenergetischen Luft/Wasser-Wärmepumpe incl. Heizflächentausches verbunden. Die resultierenden Jahresgesamtkosten der Hybridlösung wären bei der vom GEG vorgeschriebenen Regelstrategie, die einen Vorrang für die Wärmepumpe vorsieht, je nach Preisniveau 5 % bis 10 % höher als der Betrieb einer monoenergetischen Wärmepumpe mit infolge des Heizflächentausches abgesenkten Systemtemperaturen.

Bei kleineren selbstgenutzten Wohngebäuden führt der Einsatz einer Wärmepumpen-Hybridheizung aktuell zu teilweise deutlich höheren Jahresgesamtkosten als der Einsatz einer monoenergetischen Luft/Wasser-Wärmepumpe. Das ist insbesondere auf die unterschiedlichen Förderkonditionen nach BEG zurückzuführen. Während bei dem betrachteten EFH mit Flüssiggasheizung im Ausgangszustand der Fördermittelanteil bei der monoenergetischen Wärmepumpenvariante bei rund 39 % liegt, werden bei der Wärmepumpen-Hybridheizung ca. 20 % der Investitionskosten durch die Förderung abgedeckt, da bei der Wärmepumpen-Hybridheizung nur der Anteil der Investitionskosten für die Wärmepumpe und die dazugehörigen Umfeldmaßnahmen förderfähig ist. Gleichzeitig wird bei der betrachteten Wärmepumpen-Hybridheizung anders als bei der monoenergetischen Wärmepumpe kein Klimageschwindigkeits-Bonus gewährt.

2 Einleitung

Die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes wurde am 8. September 2023 beschlossen. Demnach muss ab 1. Januar 2024 grundsätzlich jede neu eingebaute Heizung 65 % erneuerbare Energie nutzen. Es gibt allerdings eine zeitliche Abstufung zwischen Neubau und Bestandsgebäuden. Die Pflicht zum erneuerbaren Heizen greift ab dem 1. Januar 2024 für die Neubauten in Neubaugebieten. Maßgeblich ist der Zeitpunkt, zu dem der Bauantrag gestellt wird. Für bestehende Gebäude und Neubauten, die in Baulücken errichtet werden, gibt es längere Übergangsfristen. Außerdem werden die Anforderungen des GEG mit der Kommunalen Wärmeplanung verzahnt. In Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohner wird der Einbau von Heizungen mit 65 Prozent erneuerbarer Energie daher spätestens nach dem 30.06.2026 verbindlich, in kleineren Kommunen gilt das spätestens nach dem 30.06.2028.

Neue Flüssiggasheizungen dürfen in der Übergangszeit zwischen Anfang 2024 und dem Moment, in dem die Wärmeplanung greift – in Großstädten spätestens Mitte 2026, in kleineren Kommunen spätestens Mitte 2028 – noch eingebaut werden. Solche Heizungen müssen jedoch dann, wenn das Gebäude nach abgeschlossener Wärmeplanung nicht an ein Wärme- oder Wasserstoffnetz angeschlossen werden kann, ab 2029 steigende Anteile von regenerativen Flüssiggasen nutzen (15 % ab 2029, 30 % ab 2035 und 60 % ab 2040).

Im Rahmen der Studie wird überprüft, inwieweit die neuen GEG-Vorgaben Auswirkungen auf Einsatz von Flüssiggas bei der Bestandssanierung im ländlichen Raum haben. Dafür werden Systemvergleiche in Hinblick auf Wirtschaftlichkeit für drei Gebäudetypen durchgeführt. Dabei werden zwei Ausgangszustände betrachtet - jeweils Flüssiggas und Heizöl im Ausgangszustand.

3 Randbedingungen

3.1 Gebäude und Wärmeschutzstandard

Im Rahmen der Studie werden

- ein freistehendes Bestands-Einfamilienhaus (EFH Bestand)
- eine Bestand-Doppelhaushälfte (DHH Bestand)
- ein freistehendes Bestands-Mehrfamilienhaus mit 6 Wohneinheiten (6-FH Bestand)

betrachtet.

In den folgenden Abbildungen werden die Hauptabmessungen und die Abgrenzung der thermischen Hülle verdeutlicht. Tabelle 1 enthält neben der Wohnfläche die GEG-relevanten Angaben, u.a. Nutzfläche und beheiztes Volumen der betrachteten Wohngebäude. Bei allen betrachteten Gebäuden liegt der Keller außerhalb der thermischen Hülle.

Tabelle 1: Gebäudedaten

	EFH Bestand	DHH Bestand	6-FH Bestand
Wohnfläche	150 m ²	120 m ²	500 m ²
Nutzfläche A_N	177 m ²	142 m ²	605 m ²
Bruttovolumen V_e	554 m ³	443 m ³	1.891 m ³
A/V_e	0,74 m ⁻¹	0,69 m ⁻¹	0,52 m ⁻¹

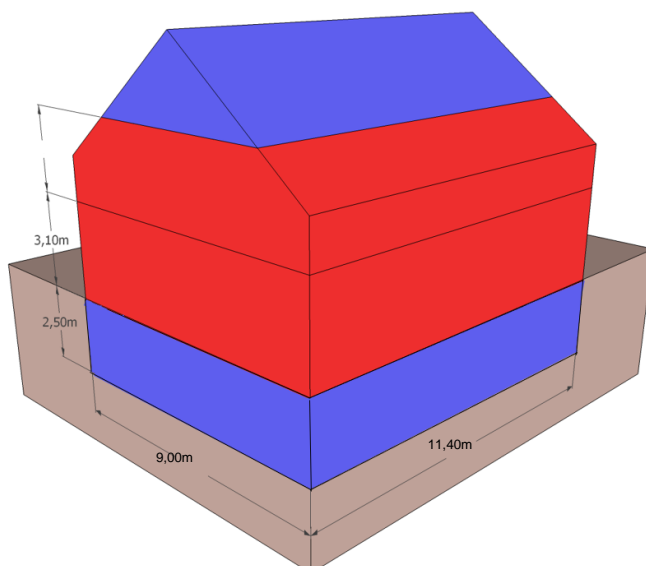


Abbildung 1: EFH Bestand

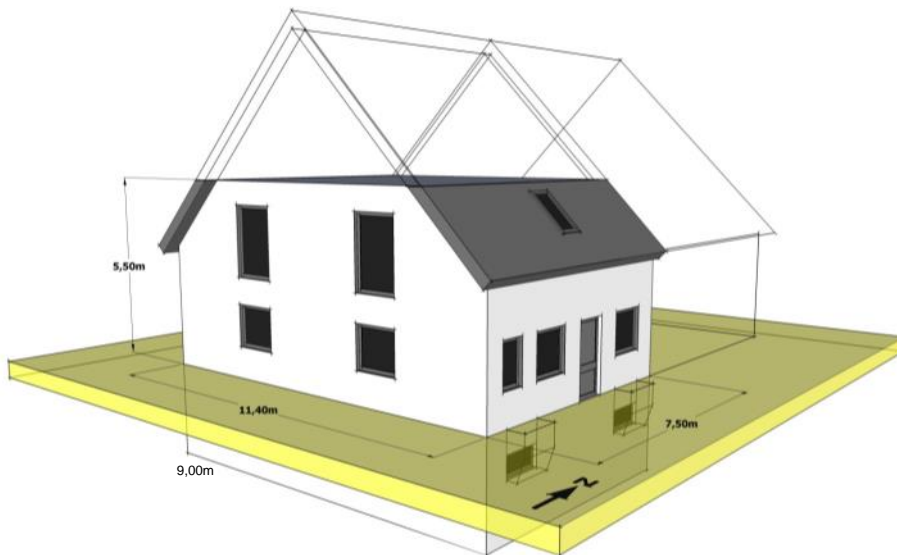


Abbildung 2: DHH Bestand, Bildquelle: [ZUB, 2010]

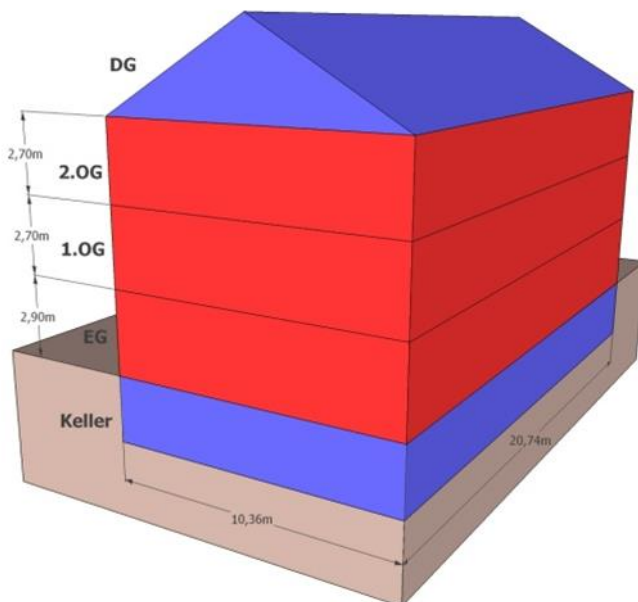


Abbildung 3: 6-FH Bestand

Für die betrachteten Bestandsgebäude wird ein baulicher Wärmeschutz angenommen, der etwa der Wärmeschutzverordnung 1984 [WSchV 84] entspricht. Abweichend davon wird unterstellt, dass ein Fenstertausch bereits stattgefunden hat. Die den Berechnungen zugrunde gelegten U-Werte können Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Baulicher Wärmeschutz, U-Werte

U-Wert in W/m²K	Außenwand	0,60
	Fenster	1,30
	Dach	0,40
	oberste Geschossdecke	0,40
	Kellerdecke	0,60
Wärmebrückenzuschlag in W/m²K		0,10

3.2 Anlagentechnischer Ausgangszustand

Im Rahmen der Studie werden zwei verschiedene anlagenseitige Ausgangszustände betrachtet, welche sich nur im verwendeten Energieträger (Heizöl, Flüssiggas) unterscheiden. Eine detaillierte Beschreibung enthält folgende Tabelle.

Tabelle 3: Anlagentechnischer Ausgangszustand

	Anlagentechnischer Ausgangszustand
Heizung	<ul style="list-style-type: none"> • Niedertemperaturkessel, 1993 • unregelmäßige Pumpe, überdimensioniert • Anlage nicht hydraulisch abgeglichen • Systemtemperaturen 80/60°C • alte Thermostatventile • mäßige Dämmung der Verteil- und Strangleitungen
Trinkwassererwärmung	<ul style="list-style-type: none"> • Zentrale Trinkwarmwasserbereitung über Wärmeerzeuger Heizung • mäßig gedämmter Speicher, 1993 • Rohrleitungen mit Zirkulation, mäßig gedämmt

Der berechnete normative Endenergiebedarf im Ausgangszustand liegt bei:

- 3.200 l Heizöl p.a. bzw. ca. 35.500 kWh_{HS} Flüssiggas im EFH Bestand
- 2.500 l Heizöl p.a. bzw. ca. 27.700 kWh_{HS} Flüssiggas in DHH Bestand
- 8.700 l Heizöl p.a. bzw. ca. 95.000 kWh_{HS} Flüssiggas im 6-FH Bestand.

Der errechnete Endenergiebedarf im Ausgangszustand wird mittels Bedarfs-/Verbrauchs-Abgleichs korrigiert, so dass sich folgende Verbrauchswerte im Ausgangszustand ergeben:

- 2.300 l Heizöl p.a. bzw. ca. 25.300 kWh_{HS} Flüssiggas im EFH Bestand
- 1.800 l Heizöl p.a. bzw. ca. 19.900 kWh_{HS} Flüssiggas in DHH Bestand
- 6.600 l Heizöl p.a. bzw. ca. 72.200 kWh_{HS} Flüssiggas im 6-FH Bestand.

Der je Gebäudetyp bestimmte Bedarfs-/Verbrauchs-Korrekturfaktor wird einheitlich für alle betrachteten Modernisierungsoptionen übernommen. Die Bedarfs-/Verbrauchskorrektur erfolgt in Anlehnung an Schätzfunktion für Zentralheizungen mit Kessel nach BBSR-Online-Publikation Nr. 04/2019 [BBSR 2019].

3.3 Modernisierungsvarianten

Im Rahmen der Ausarbeitung werden für beide Ausgangszustände folgende anlagenseitige Modernisierungsvarianten berücksichtigt:

- Luft/Wasser-Elektrowärmepumpe (L/W-WP)
- Wärmepumpen-Hybridheizung mit Gas-Brennwertkessel in Verbindung mit fossilem Flüssiggas (Gas-Hybrid)

- Gas-Brennwertkessel beim Einbau vor Vorliegen der kommunalen Wärmeplanung unter Berücksichtigung der geforderten regenerativen Anteile nach §71 Abs. 9 GEG (Gas-BW + steigende regenerative Anteile)
- Gas-Brennwertkessel mit 65 % regenerativem Flüssiggas (Gas-BW + 65% regeneratives Flüssiggas)

Im Rahmen der anlagenseitigen Modernisierung werden folgende Maßnahmen umgesetzt:

- Einbau neuer Wärmeerzeuger mit Hocheffizienzpumpe und neues Trinkwassererwärmungssystem
- Dämmung Verteilleitungen im Keller
- Einbau neuer TRV, hydraulischer Abgleich incl. Absenkung der Systemtemperaturen auf 70/55°C bei Varianten mit Brennwertkessel und Gas-Hybridssystem
- Einbau neuer Heizflächen mit 50/40 °C bei Luft/Wasser-WP (monoenergetisch)

4 GEG-Novelle

4.1 65%-EE-Vorgabe

Das novellierte Gebäudeenergiegesetz trat zum 1. Januar 2024 in Kraft. Die zentrale Vorgabe des novellierten GEG bildet die 65%-EE-Vorgabe: „Eine Heizungsanlage darf zum Zweck der Inbetriebnahme in einem Gebäude nur eingebaut oder aufgestellt werden, wenn sie mindestens 65 Prozent der mit der Anlage bereitgestellten Wärme mit erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme (...) erzeugt“. Die 65%-EE-Vorgabe soll gewährleisten, dass zukünftig nur noch Heizungen auf einer Basis von mindestens 65 % erneuerbaren Energien in Deutschland eingebaut werden dürfen. Gleichzeitig sieht das Gesetz vor, dass die Pflicht zur Nutzung erneuerbaren Energien technologieneutral erreicht werden kann und das Gesetz ermöglicht beim Einbau von neuen Heizungen in bestehenden Gebäuden noch die partielle Nutzung von fossilen Energieträgern bis zum 31.12.2044. Ab 1. Januar 2045 müssen dann alle Heizungen vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden.

4.2 Erfüllungsoptionen

Grundsätzlich kann der Gebäudeeigentümer frei wählen, mit welcher Heizungsanlage die Anforderungen der 65%-EE-Vorgabe erfüllt werden. Die Einhaltung der Anforderungen ist auf Grundlage von Berechnungen nach der DIN V 18599:2018-09 durch eine berechnende Person vor Inbetriebnahme nachzuweisen.

Die 65%-EE-Vorgabe gilt für die folgenden Anlagen einzeln oder in Kombination miteinander auch ohne rechnerischen Nachweis als erfüllt, wenn die eingebauten Anlagen den Wärmebedarf des Gebäudes, der durch die Anlagen versorgten Wohnungen oder sonstigen selbständigen Nutzungseinheiten oder des Gebäudenetzes vollständig decken:

- Hausübergabestation zum Anschluss an ein Wärmenetz nach Maßgabe des § 71b GEG,
- elektrisch angetriebene Wärmepumpe nach Maßgabe des § 71c GEG,
- Stromdirektheizung nach Maßgabe des § 71d GEG,
- solarthermische Anlage nach Maßgabe des § 71e GEG,
- Heizungsanlage zur Nutzung von Biomasse oder grünem oder blauem Wasserstoff einschließlich daraus hergestellter Derivate nach Maßgabe der §§ 71f GEG und 71g GEG,
- Wärmepumpen-Hybridheizung bestehend aus einer elektrisch angetriebenen Wärmepumpe in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssiggasbrennstofffeuerung nach Maßgabe des § 71h Absatz 1 GEG oder
- Solarthermie-Hybridheizung bestehend aus einer solarthermischen Anlage nach Maßgabe der §§ 71e GEG und 71h Absatz 2 GEG in Kombination mit einer Gas-, Biomasse- oder Flüssiggasbrennstofffeuerung nach Maßgabe des § 71h Absatz 4 GEG.

4.3 Kopplung mit kommunaler Wärmeplanung

Die neuen Anforderungen zur Nutzung erneuerbaren Energien treten erst einen Monat nach Vorliegen der kommunalen Wärmeplanung (KWP) in Kraft, spätestens aber

- in Kommunen > 100.000 Einwohner ab 30.06.2026
- in Kommunen bis 100.000 Einwohner ab 30.06.2028

Bis zum Vorliegen der kommunalen Wärmeplanung bzw. bis zu den o. g. Fristen können zunächst Heizungen eingebaut werden, die keine 65%-EE erfüllen.

Gemeindegebiete, in denen nach Juni 2026 bzw. 2028 keine KWP vorliegt, werden so behandelt, als ob Planung vorliegt. Damit müssen auch in diesen Gemeinden alle Heizungen die GEG-Vorgaben erfüllen.

Wenn KWP ein Wärmenetzausbaubereich oder ein Wasserstoffnetzausbaubereich vorsieht, dann kann Heizung ohne 65%-EE eingebaut werden, wenn

- ein Vertrag mit dem Netzbetreiber abgeschlossen wird,
- der Netzbetreiber spätestens nach 10 Jahren den Anschluss garantiert und
- der Wärmenetzbetreiber bei späterem Anschluss 65 % EE garantiert
- bzw. die Anforderungen an Wasserstoffnetze erfüllt werden.

Öl- und Gasheizungen, die vor dem Vorliegen einer KWP zwischen 01.01.2024 und 30.06.2026/2028 eingebaut werden und die nicht in einem Wärmenetzausbaubereich oder Wasserstoffnetzausbaubereich liegen, müssen

- ab 01.01.2029 mindestens 15 % Biomasse oder blauen/grünen Wasserstoff einsetzen
- ab 01.01.2035 mindestens 30 % Biomasse oder blauen/grünen Wasserstoff einsetzen
- ab 01.01.2040 mindestens 60 % Biomasse oder blauen/grünen Wasserstoff einsetzen

4.4 Betrachtete GEG-konforme Modernisierungsoptionen

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird eine Anlagenmodernisierung im Frühjahr 2024 betrachtet. Es wird unterstellt, dass die kommunale Wärmeplanung noch nicht vorliegt und das Gebäude nicht in einem Wärmenetzausbaubereich oder Wasserstoffnetzausbaubereich liegt.

Die Erfüllung der GEG-Vorgabe zur Nutzung erneuerbarer Energien ist damit je nach Modernisierungsvariante entweder direkt (LW-WP, Gas-Hybrid, 65 % regeneratives Flüssiggas) oder bei Gas-Brennwertkesseln über die „Treppe“ beim Einbau vor KWP möglich. Für die Gasbrennwertvariante wird daher zusätzlich zu dem Bezug von 65 % regeneratives Flüssiggas die Erfüllung der GEG-Vorgaben über die „Treppe“ wie folgt berücksichtigt:

- bis 31.12.2028: Bezug von fossilem Flüssiggas
- von 01.01.2029 bis 31.12.2034: Gemisch mit 15 % regenerativem Flüssiggasanteil
- von 01.01.2035 bis 31.12.2039: Gemisch mit 30 % regenerativem Flüssiggasanteil
- von 01.01.2040 bis 31.12.2044: Gemisch mit 60 % regenerativem Flüssiggasanteil

Den erforderlichen Anteil an regenerativem Flüssiggas für die Erfüllung der GEG-Vorgabe stellt folgende Abbildung dar. Der resultierende mittlere regenerative Anteil im Zeitraum von 2024 bis einschließlich 2043 beträgt damit 24 %.

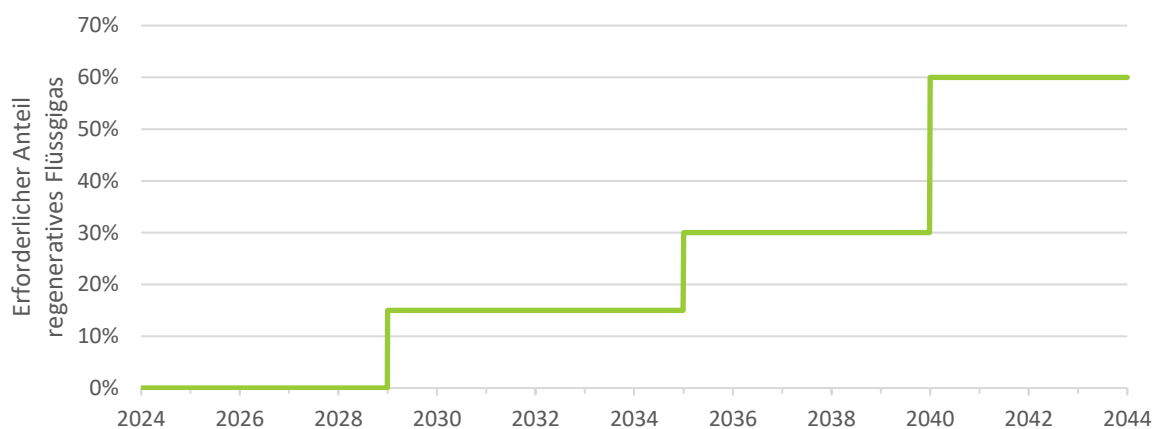


Abbildung 4: Erforderlicher Anteil regeneratives Flüssiggas zur Erfüllung der GEG-Anforderungen

4.5 Geänderte Förderlandschaft

Mit der Novelle des GEG wird die Nutzung von mindestens 65 Prozent erneuerbarer Energie spätestens ab 2028 für alle neuen Heizungen verbindlich. Die Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen [BEG EM] wurde auf dieser Grundlage überarbeitet und trat am 1. Januar 2024 in Kraft. Diese Förderrichtlinie endet mit Ablauf des 31. Dezember 2030. Sie ersetzt die Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen BEG EM vom 9. Dezember 2022.

Es werden grundsätzlich die in Tabelle 4 ausgewiesenen Einzelmaßnahmen mit den dazugehörigen Fördersätzen, die sich auf die förderfähigen Kosten beziehen, nach BEG EM gefördert. Die Obergrenze für die Grund- und Bonusförderung beträgt 70 % für die entstandenen förderfähigen Ausgaben der jeweiligen Einzelmaßnahme einschließlich der erforderlichen Umfeldmaßnahmen.

Der Klimageschwindigkeits-Bonus wird selbstnutzenden Eigentümern nur für die selbstgenutzte Wohneinheit gewährt. Bedingung ist der Austausch von funktionstüchtigen Öl-, Kohle-, Gasetagen- und Nachtspeicherheizungen beliebigen Alter oder von mindestens 20 Jahre alten funktionstüchtigen Gasheizungen oder Biomasseheizungen.

Für die Errichtung von Biomasseheizungen wird der Bonus nur gewährt, wenn diese mit einer solarthermischen Anlage oder einer Anlage zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie zur elektrischen Warmwasserbereitung oder einer Wärmepumpe zur Warmwasserbereitung und/oder Raumheizungsunterstützung kombiniert werden.

Nach dem Austausch dürfen die versorgten Wohneinheiten oder Flächen nicht mehr von fossilen oder mit Gas betriebenen Heizungen im Gebäude oder gebäudenah versorgt werden. Davon ausgenommen sind gasbetriebene Brennstoffzellenheizungen und wasserstofffähige

Heizungen, die in einem nach KWP definierten Wasserstoffnetzausbaubereich, für das ein verbindlicher Fahrplan des Netzbetreibers vorliegt, eingebaut werden.

Es gelten die folgenden Fördersätze für Klimageschwindigkeits-Bonus:

- bis 31. Dezember 2028: 20 Prozentpunkte
- ab 1. Januar 2029 bis 31. Dezember 2030: 17 Prozentpunkte
- ab 1. Januar 2031 bis 31. Dezember 2032: 14 Prozentpunkte
- ab 1. Januar 2033 bis 31. Dezember 2034: 11 Prozentpunkte
- ab 1. Januar 2035 bis 31. Dezember 2036: 8 Prozentpunkte

Ab 1. Januar 2037 entfällt der Bonus.

Der Einkommens-Bonus von 30 % wird selbstnutzenden Eigentümern mit einem zu versteuernden Haushaltsjahreseinkommen von bis zu 40.000 € für Maßnahmen an der Heizungstechnik (Anlagen zur Wärmeerzeugung) nur für die selbstgenutzte Wohneinheit gewährt¹.

Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben für Anlagen zur Wärmeerzeugung beträgt:

- 30.000 € für die erste Wohneinheit
- jeweils 15.000 € für die zweite bis sechste Wohneinheit
- jeweils 8.000 € ab der siebten Wohneinheit.

Die Höchstgrenze der förderfähigen Ausgaben für weitere energetische Maßnahmen (z. B. an der Gebäudehülle) beträgt insgesamt 30.000 € pro Wohneinheit. Abweichend davon erhöht sich diese Höchstgrenze auf 60.000 € pro Wohneinheit, wenn für die Maßnahmen der iSFP-Bonus gewährt wird oder wenn der Eigentümer des Gebäudes nach Nummer 5.2 der Richtlinie für die Bundesförderung für „Energieberatung für Wohngebäude (EBW)“ nicht antragsberechtigt für den iSFP ist.

Weitere Fördervoraussetzungen und technische Mindestanforderungen enthält die Förderrichtlinie [BEG EM].

¹ Eine offizielle Angabe zu der Anzahl der Haushalte, die für den Einkommens-Bonus berechtigt sind, liegt nicht vor. Nach einer eigenen Abschätzung mit dem Online-Tool des Instituts der deutschen Wirtschaft zur Einkommensverteilung in Deutschland könnten etwa 15 % der Hauseigentümer (Alleinstehende, Paare ohne/mit Kindern) für den Einkommens-Bonus berechtigt sein.

Tabelle 4: Fördersätze im Gebäudebestand nach [BEG EM]

Einzelmaßnahmen ^{*)}	Zuschuss	Boni			
		iSFP-Bonus	Effizienz-Bonus	Klimageschwindigkeits-Bonus	Einkommens-Bonus ^{**)}
Gebäudehülle	15 %	5 %			
Anlagentechnik	15 %	5 %			
Solarthermische Anlage	30 %			max. 20 %	30 %
Biomasseheizungen	30 %			max. 20 %	30 %
Wärmepumpen	30 %		5 %	max. 20 %	30 %
Brennstoffzellenheizung	30 %			max. 20 %	30 %
Wasserstofffähige Heizung (Investitionsmehrausgaben	30 %			max. 20 %	30 %
Innovative Heizungstechnik	30 %			max. 20 %	30 %
Errichtung, Umbau, Erweiterung	30 %			max. 20 %	30 %
Gebäudenetz					
Gebäudenetzanschluss	30 %			max. 20 %	30 %
Wärmenetzanschluss	30 %			max. 20 %	30 %
Heizungsoptimierung zur Effizienzverbesserung	15 %	5 %			
Heizungsoptimierung zur Emissionsminderung	50 %				

*) Die Obergrenze für die Grund- und Bonusförderung beträgt 70 % für die entstandenen förderfähigen Ausgaben der jeweiligen Einzelmaßnahme.

***) Der Einkommens-Bonus wird selbstnutzenden Eigentümern mit einem zu versteuernden Haushaltsjahreseinkommen von bis zu 40.000 € gewährt, damit dürfte die Mehrheit der selbstnutzenden Eigentümer nicht für den Einkommens-Bonus berechtigt sein.

5 Berechnungen

5.1 Endenergiebedarf

Die Berechnung der Endenergiebedarfswerte erfolgt mit einer kommerziellen Energieberatersoftware nach DIN V 18599:2018. Die Berechnung der Endenergiebedarfswerte erfolgt mit Standardwerten der Norm.

Für die Variante „Wärmepumpen-Hybridheizung mit Gas-Brennwertkessel (Gas-Hybrid)“ wird die Wärmepumpe so dimensioniert, dass die Leistung der Wärmepumpe mindestens 30 % der Gebäudeheizlast beträgt. Gleichzeitig wird gemäß § 71h Absatz 1 GEG unterstellt, dass der Betrieb für Raumwärme und Warmwasser bivalent parallel mit Vorrang für die Wärmepumpe erfolgt, so dass der Spitzenlasterzeuger nur eingesetzt wird, wenn der Wärmebedarf nicht mehr von der Wärmepumpe gedeckt werden kann. Es wird damit keine betriebskostenoptimierte Betriebsweise der beiden Wärmeerzeuger berücksichtigt.

5.2 Bedarfs-/Verbrauchskorrektur

Der normativ berechnete Endenergiebedarf wird mittels des basierend auf dem Ausgangszustand je Gebäudetyp ermittelten Korrekturfaktor auf den „erwarteten“ Verbrauch korrigiert:

- 0,713 im EFH Bestand
- 0,718 in DHH Bestand
- 0,760 im 6-FH Bestand

Die Bedarfs-/Verbrauchskorrektur erfolgt in Anlehnung an Schätzfunktion für Zentralheizungen mit Kessel nach BBSR-Online-Publikation Nr. 04/2019.

Die berechneten Werte werden für die anschließenden Vergleichsrechnungen verwendet.

5.3 Wirtschaftlichkeitsbewertung

5.3.1 Energiepreise

Den Berechnungen werden aktuelle Energiepreise zugrunde gelegt. Die Preise für Heizöl und Flüssiggas werden nach [Brennstoffspiegel] als Mittelwert der letzten 12 Monate bestimmt, um die übliche saisonale Schwankung der Preise zu nivellieren. Alle Energiepreise beinhalten sämtliche Steuern incl. der Mehrwertsteuer. Die in Tabelle 5 angegebenen Arbeitspreise der Energieträger (außer Flüssiggas) sind heizwertbezogen. Der Energiepreis für Flüssiggas wird wie üblich brennwertbezogen angegeben. Für die Flüssiggas-Varianten wird ein Tankmietmodell berücksichtigt. Die Tankmiete samt Wartung ist in dem Grundpreis enthalten.

Für die Bestimmung des Arbeitspreises für 100 % regeneratives Flüssiggas wird ein Kostenverhältnis von regenerativem Flüssiggas zu fossilem Flüssiggas in Höhe von 1,7 angenommen.

Tabelle 5: Aktuelle Energiepreise

Energieträger		Grundpreis	Arbeitspreis
Flüssiggas	2700 l Tank	123,1 €/a	0,0873 €/kWh
	4850 l Tank	148,0 €/a	0,0854 €/kWh
	6400 l Tank	160,4 €/a	0,0854 €/kWh
100 % regeneratives Flüssiggas	2700 l Tank	123,1 €/a	0,1480 €/kWh
	4850 l Tank	148,0 €/a	0,1450 €/kWh
	6400 l Tank	160,4 €/a	0,1450 €/kWh
Heizöl	EFH Bestand	0,0 €/a	0,1026 €/kWh
	DHH Bestand	0,0 €/a	0,1026 €/kWh
	MFH Bestand	0,0 €/a	0,1000 €/kWh
Strom, Wärmepumpentarif	EFH Bestand	116,2 €/a	0,2524 €/kWh
	DHH Bestand	116,2 €/a	0,2524 €/kWh
	MFH Bestand	116,2 €/a	0,2524 €/kWh
Strom Haushaltstarif, alle			0,3310 €/kWh

5.3.2 Investitionskosten und Förderung

Die Investitionskosten, welche als Grundlage der folgenden Kostenanalyse dienen, basieren auf einer Auswertung von Listenpreisen führender Hersteller und umfassen neben den Materialkosten auch Posten wie z. B. Lieferung, Montage, Inbetriebnahme sowie typische Rabatte und Preisaufläge. Je nach Besonderheiten der Anlagenvariante werden die einzelnen Bestandteile der neuen Anlage kalkuliert. Für die Flüssiggas-Varianten wird ein Tankmietmodell berücksichtigt, somit fallen keine Investitionskosten für den Tank an. Die den Berechnungen zugrunde gelegten Investitionskosten entsprechen dem Preisstand Ende 2023.

Im Rahmen der Berechnungen wird die Förderung für Einzelmaßnahmen nach aktueller Bundesförderung für effiziente Gebäude [BEG EM] - Stand 21. Dezember 2023 - für förderfähige Komponenten berücksichtigt. Die nach BEG möglichen Fördersätze für die betrachteten Modernisierungsvarianten enthält folgende Tabelle.

Tabelle 6: Fördersätze nach BEG (Stand 21. Dezember 2023)

BEG EM	Fördersatz	Klimageschwindigkeits-Bonus für selbstnutzende Eigentümer, 2024	Max. förderfähige Kosten
Wärmepumpe	30 %	20 %	30.000 € für die erste Wohneinheit , jeweils 15.000 € für die zweite bis sechste Wohneinheit, jeweils 8.000 € ab der siebten Wohneinheit.
Wärmepumpe in Gas-Hybrid	30 %	-	65 % der Investitionskosten bei Kompaktgeräten, max. 30.000 € für die erste Wohneinheit , jeweils 15.000 € für die zweite bis sechste Wohneinheit, jeweils 8.000 € ab der siebten Wohneinheit

5.3.3 Jahresgesamtkosten

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird die Wirtschaftlichkeitsberechnung nach Annuitätsmethode in Anlehnung an VDI 2067-1 durchgeführt. Zur Berechnung der Annuitätsfaktoren werden die rechnerische Nutzungsdauer der Anlagenkomponenten der VDI 2067-1 entnommen sowie der Zinssatz in Höhe von 4,0 % (nominal) vorausgesetzt.

Die berechneten Jahresgesamtkosten beinhalten:

- kapitalgebundene Kosten (einschließlich möglicher Förderung),
- verbrauchsgebundene Kosten und
- betriebsgebundene Kosten einschließlich Instandsetzung.

6 Ergebnisse

6.1 EFH Bestand

6.1.1 Öl-Altessel im Ausgangszustand

Investitionskosten und mögliche Förderung

Die für die bewerteten Modernisierungsvarianten im EFH Bestand mit Ölheizung im Ausgangszustand resultierenden Investitionskosten vor und nach Abzug der Förderung stellen jeweils Abbildung 5 und Abbildung 6 dar. Nach Abzug der Förderung liegt die Gas-BW-Variante ca. 10.000 € unter den Investitionskosten einer Luft/Wasser-Wärmepumpe und einer Gas-Hybridlösung. Die Gas-Hybridlösung wäre nach Abzug der Förderung mit den höchsten Investitionskosten verbunden. Während der Fördermittelanteil bei der Wärmepumpenvariante bei rund 38 % liegt, werden bei der Gas-Hybridvariante ca. 20 % der Investitionskosten durch die Förderung abgedeckt. Das liegt daran, dass bei der Gas-Hybridheizung nur der Anteil der Investitionskosten für die Wärmepumpe und die dazugehörigen Umfeldmaßnahmen förderfähig ist. Gemäß den aktuellen BEG-Vorgaben wären das bei einem für das EFH Bestand unterstellten Kompaktgerät 65 % der Gesamt-Investitionskosten. Gleichzeitig kann bei der betrachteten Gas-Hybridvariante kein Klimageschwindigkeits-Bonus gewährt werden.

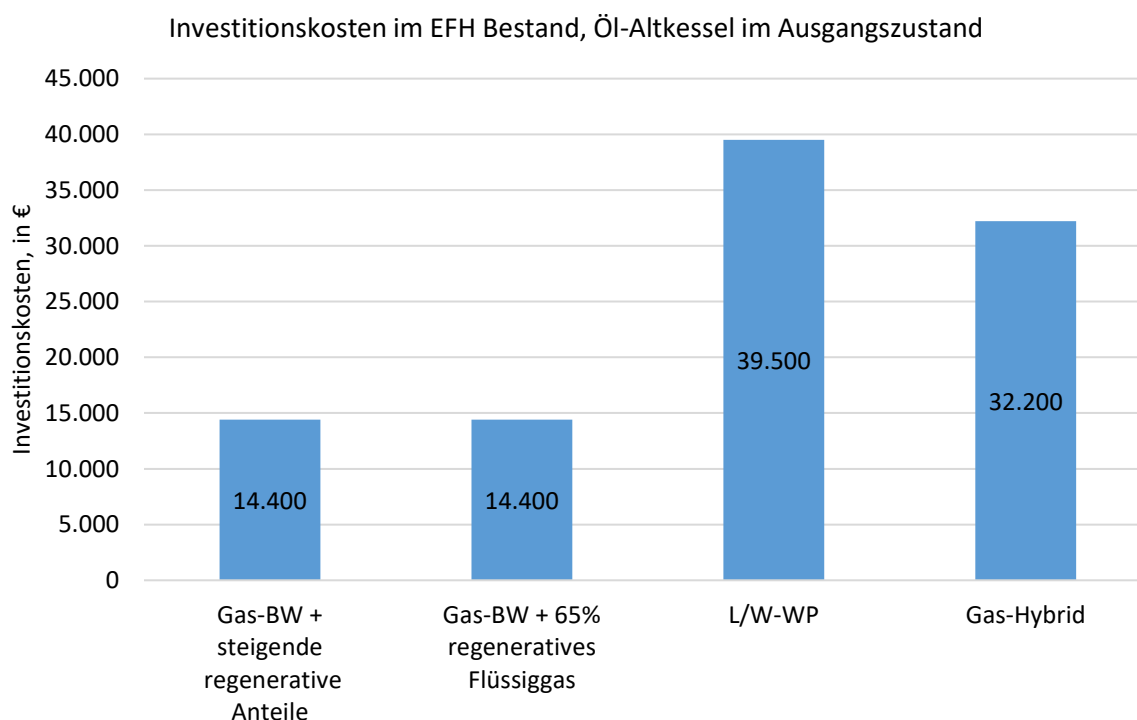


Abbildung 5: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten (vor Abzug der Förderung), Ölheizung im Ausgangszustand

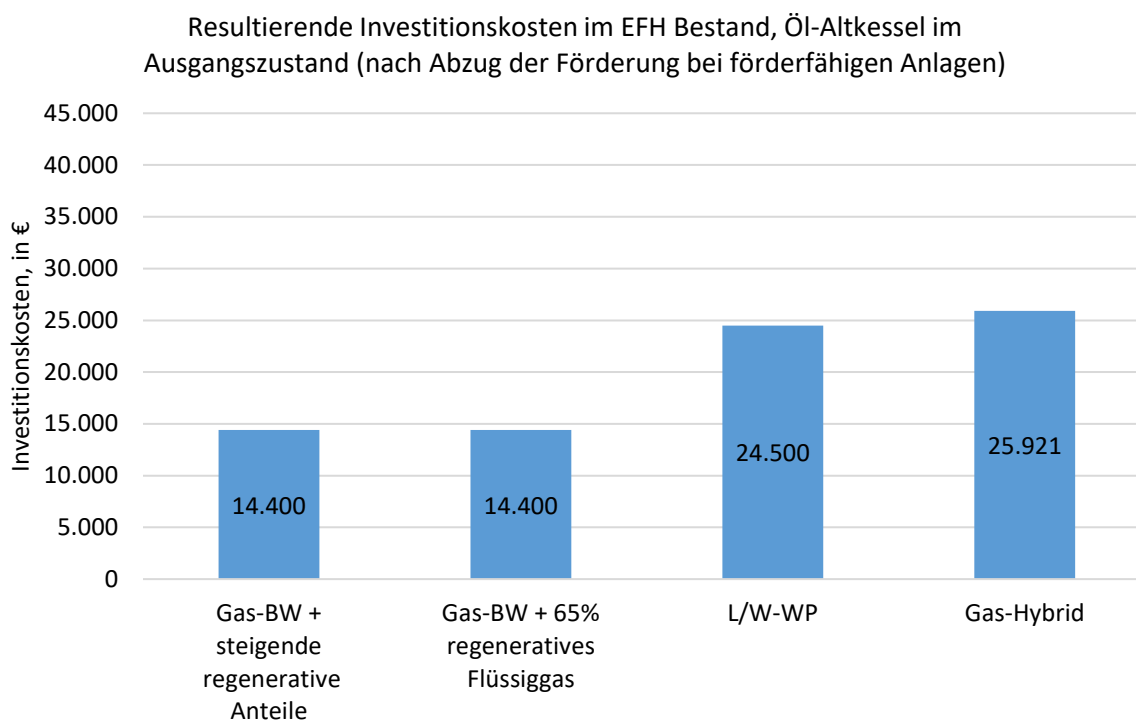


Abbildung 6: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten nach Abzug der Förderung bei förderfähigen Maßnahmen, Ölheizung im Ausgangszustand

Jahresgesamtkosten

Die unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.3.1 zugrunde gelegten Energiepreise ermittelten Jahresgesamtkosten der betrachteten Modernisierungsvarianten im EFH Bestand mit Öl-Altessel im Ausgangszustand als Summe von kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten werden in Abbildung 7 dargestellt.

Unter Berücksichtigung aktueller Energiepreise weist die Gas-Brennwertvariante mit steigenden regenerativen Anteilen („Treppe“) die niedrigsten Jahresgesamtkosten unter den betrachteten Modernisierungsvarianten aus. Die Jahresgesamtkosten der förderfähigen Luft/Wasser-Wärmepumpen liegen ca. 6 % höher. Die Gas-Hybridvariante ist in dem betrachteten Bestands-EFH mit den höchsten Kosten verbunden. Das ist zum einen auf die relativ hohen kapitalgebundenen Kosten aufgrund niedrigerer Förderung als bei monoenergetischer Wärmepumpe, zum anderen auf die aus der vom GEG vorgeschriebenen Regelstrategie resultierenden hohen verbrauchsgebundenen Kosten zurückzuführen.

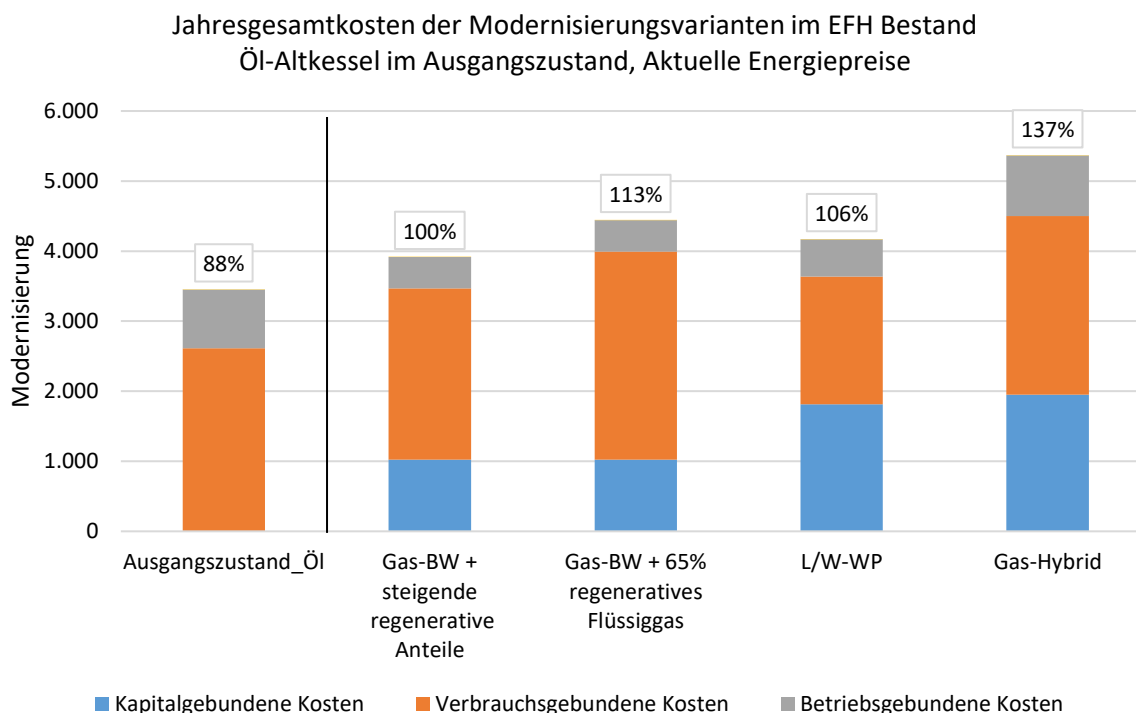


Abbildung 7: Jahresgesamtkosten im EFH Bestand, Öl-Altessel im Ausgangszustand, aktuelle Energiepreise, mit Förderung

6.1.2 Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand

Investitionskosten und mögliche Förderung

Die für die bewerteten Modernisierungsvarianten im EFH Bestand mit Flüssiggasheizung im Ausgangszustand resultierenden Investitionskosten vor und nach Abzug der Förderung stellen jeweils Abbildung 8 und Abbildung 9 dar. Nach Abzug der Förderung liegt die Gas-BW-Variante ca. 11.000 € unter den Investitionskosten einer Luft/Wasser-Wärmepumpe.

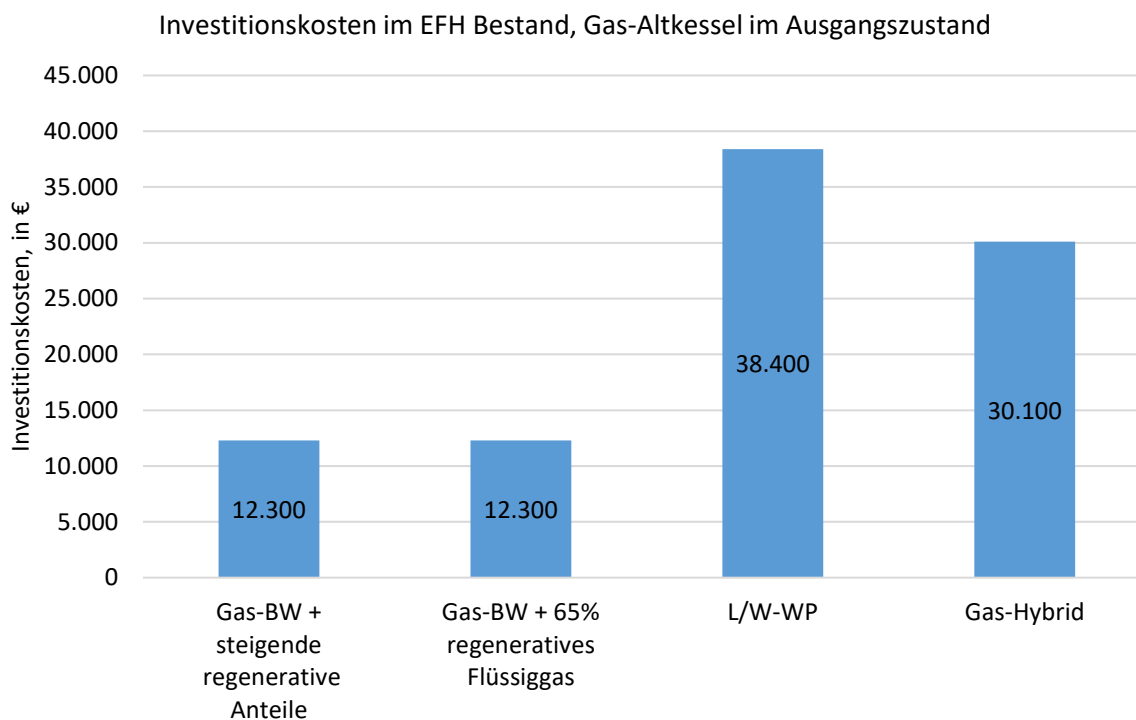


Abbildung 8: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten (vor Abzug der Förderung), Flüssiggasheizung im Ausgangszustand

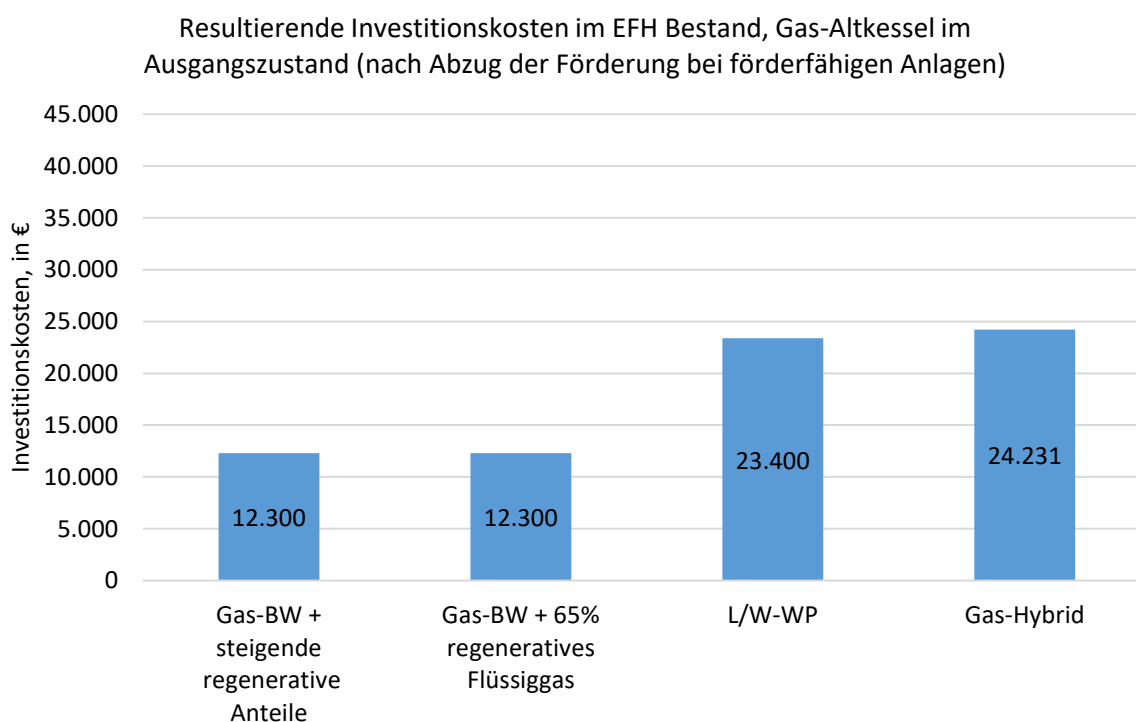


Abbildung 9: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten nach Abzug der Förderung bei förderfähigen Maßnahmen, Flüssiggasheizung im Ausgangszustand

Jahresgesamtkosten

Die unter Berücksichtigung der in Abschnitt 5.3.1 zugrunde gelegten Energiepreise ermittelten Jahresgesamtkosten der betrachteten Modernisierungsvarianten im EFH Bestand mit

Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand als Summe von kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten werden in Abbildung 10 dargestellt.

Unter Berücksichtigung aktueller Energiepreise weist die Gas-Brennwertvariante mit steigenden regenerativen Anteilen („Treppe“) die niedrigsten Jahresgesamtkosten unter den betrachteten Modernisierungsvarianten aus. Die nach BEG EM förderfähige Modernisierungsvariante mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe weist ca. 8 % höhere Jahresgesamtkosten aus. Die Gas-Hybridvariante ist mit den höchsten Kosten verbunden.

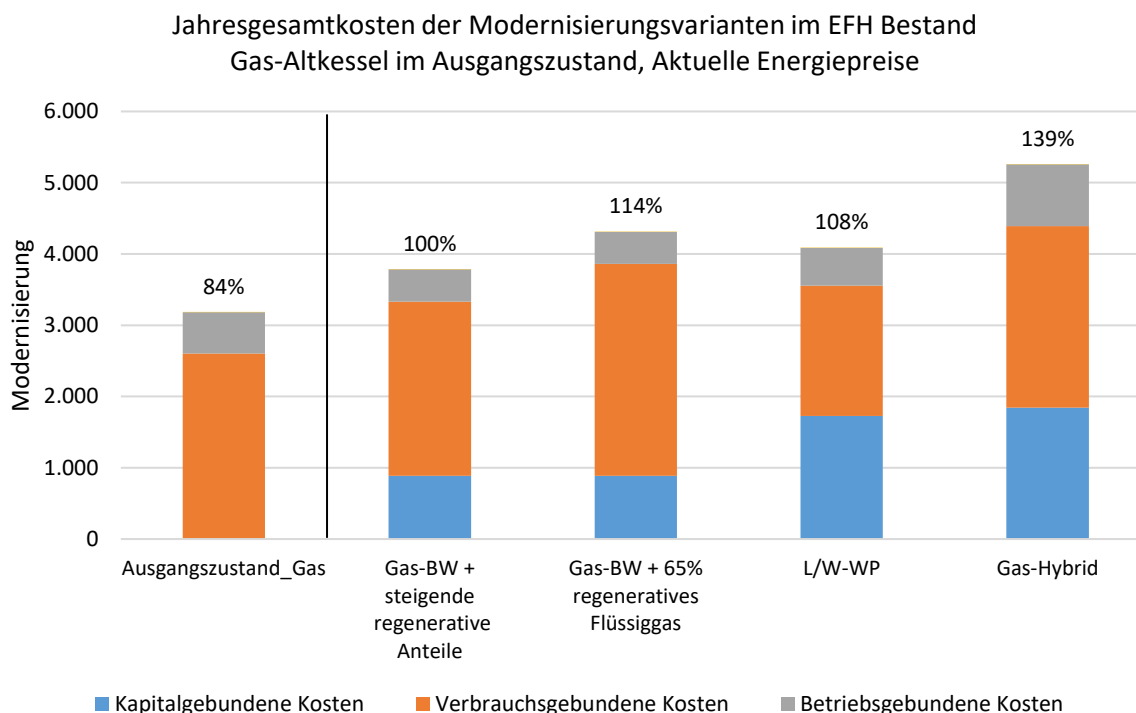


Abbildung 10: Jahresgesamtkosten im EFH Bestand, Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand, aktuelle Energiepreise, mit Förderung

6.2 DHH Bestand

6.2.1 Öl-Altessel im Ausgangszustand

Investitionskosten und mögliche Förderung

Im Folgenden werden die für die bewerteten Modernisierungsvarianten in der Bestands-Doppelhaushälfte mit Ölheizung im Ausgangszustand resultierenden Investitionskosten jeweils vor und nach Abzug der Förderung ausgewiesen. Die Gas-Brennwertvariante wäre weiterhin mit den niedrigsten Investitionskosten verbunden. Die Modernisierungsvariante mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe würde durch die Inanspruchnahme der Förderung nur etwa 1.400 € höhere Investitionskosten verursachen. Die höchsten Investitionskosten würden unter Berücksichtigung der aktuellen Förderbedingungen aus dem Einbau einer Gas-Hybridheizung resultieren. Dabei wird ein Kompaktgerät, bei dem sowohl die Wärmepumpe als auch der Brennwertkessel herstellerseitig in einem Gerät verbaut sind, zugrunde gelegt.

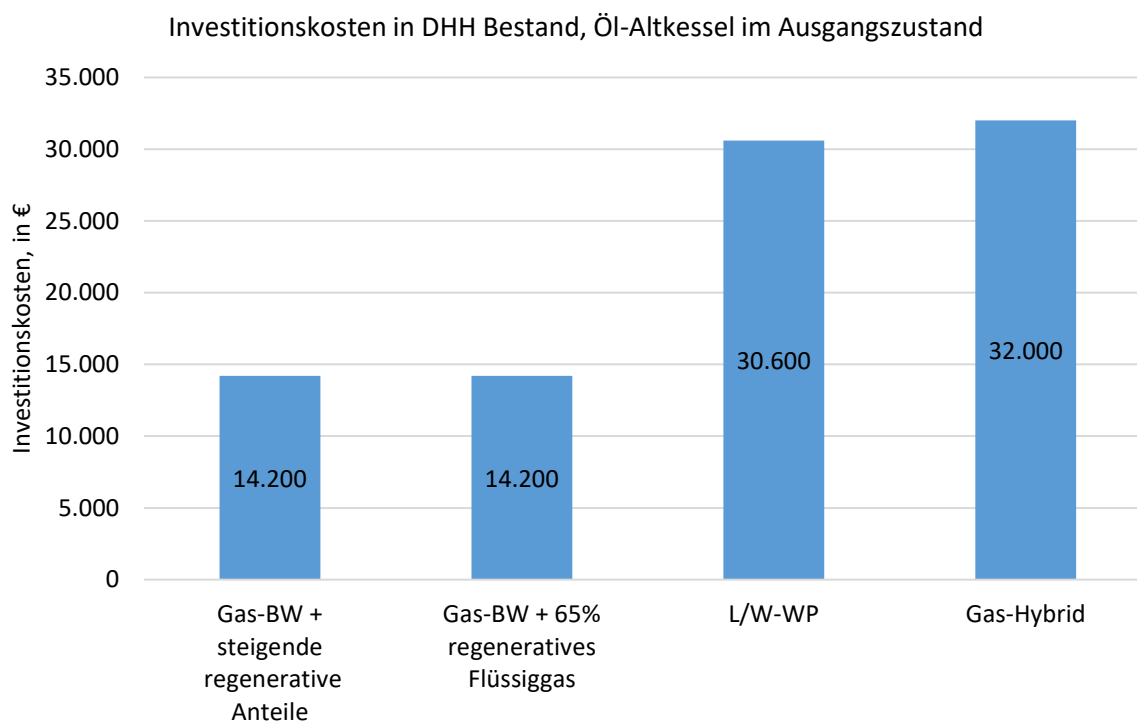


Abbildung 11: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten in DHH Bestand (vor Abzug der Förderung), Ölheizung im Ausgangszustand

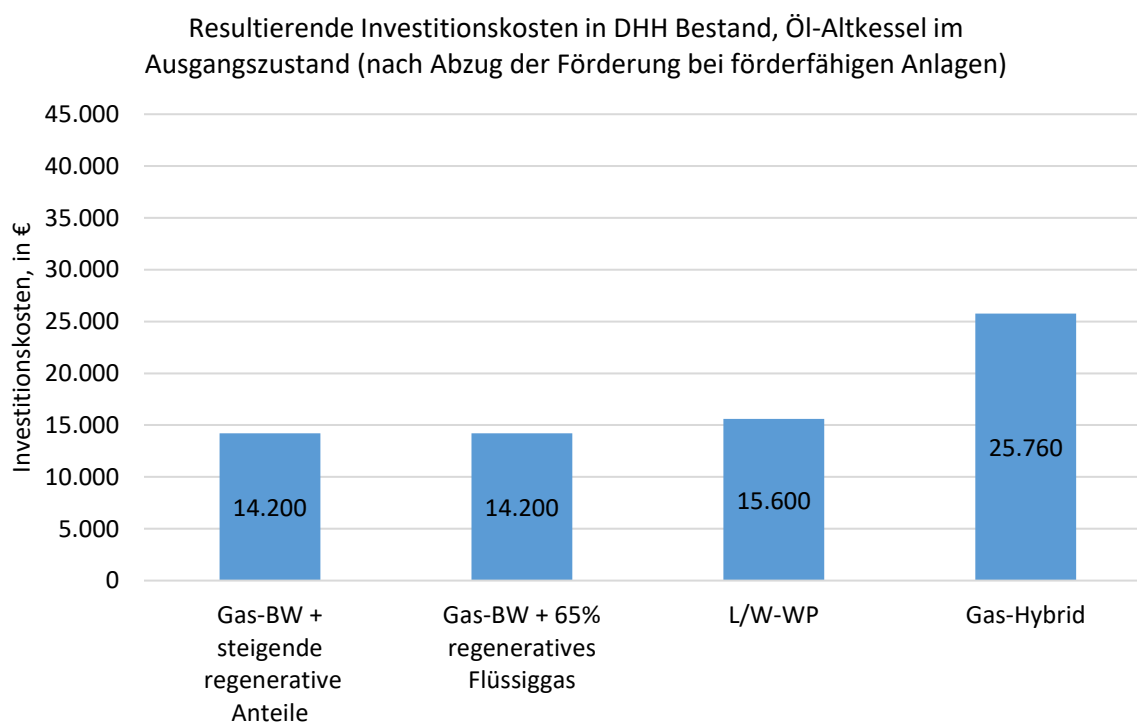


Abbildung 12: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten in DHH Bestand nach Abzug der Förderung bei förderfähigen Maßnahmen, Ölheizung im Ausgangszustand

Jahresgesamtkosten

Folgende Abbildung stellt die unter Berücksichtigung aktueller Energiepreise ermittelten Jahresgesamtkosten der betrachteten Modernisierungsvarianten als Summe von kapital-,

verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten für die Bestands-Doppelhaushälfte mit Ölheizung im Ausgangszustand dar.

Anders als beim zuvor betrachteten EFH Bestand liegen die Jahresgesamtkosten der Modernisierungsvariante mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe ca. 6 % unter den Kosten eines Gas-Brennwertkessels mit steigenden regenerativen Anteilen im Gasgemisch. Die höchsten Jahresgesamtkosten würden sich beim Einsatz der Gas-Hybridheizung aufgrund der hohen kapital- und verbrauchsgebundenen Kosten ergeben.

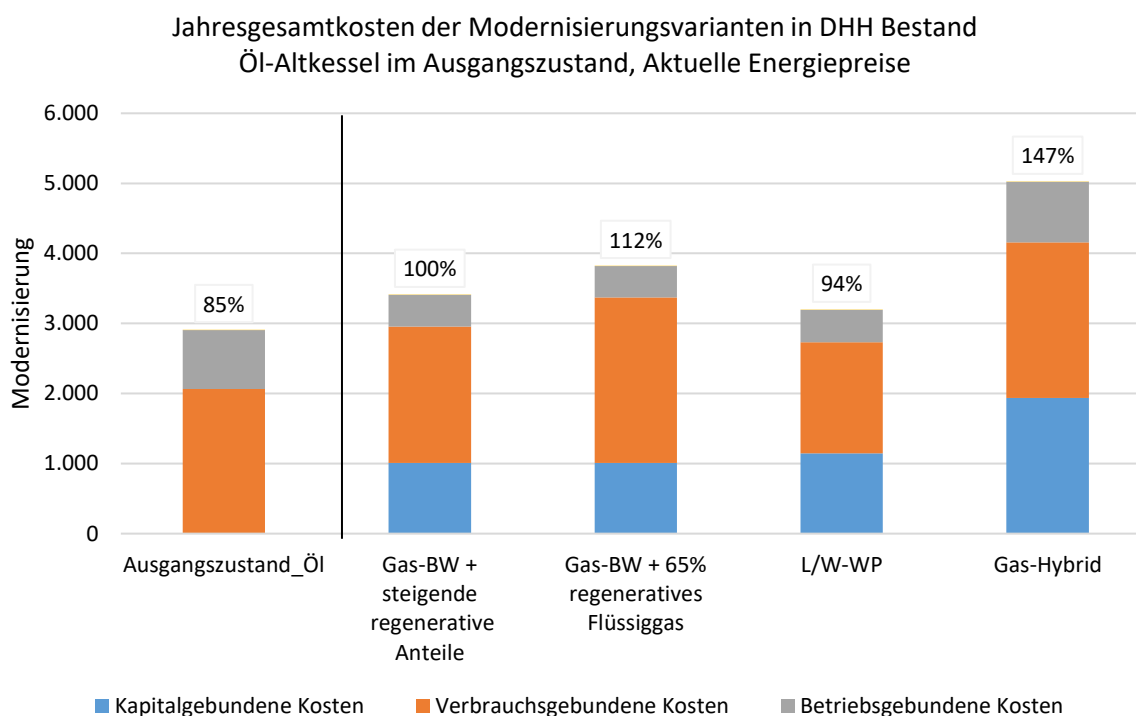


Abbildung 13: Jahresgesamtkosten in DHH Bestand, Öl-Altessel im Ausgangszustand, aktuelle Energiepreise, mit Förderung

6.2.2 Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand

Investitionskosten und mögliche Förderung

Im Folgenden werden die für die bewerteten Modernisierungsvarianten in der Bestands-Doppelhaushälfte mit Flüssiggasheizung im Ausgangszustand resultierenden Investitionskosten jeweils vor und nach Abzug der Förderung ausgewiesen. Die Gas-Brennwertvariante wäre weiterhin mit den niedrigsten Investitionskosten verbunden. Die Modernisierungsvariante mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe würde durch die Inanspruchnahme der Förderung etwa 2.600 € höhere Investitionskosten verursachen. Die höchsten Investitionskosten würden unter Berücksichtigung der aktuellen Förderbedingungen aus dem Einbau einer Gas-Hybridheizung resultieren.

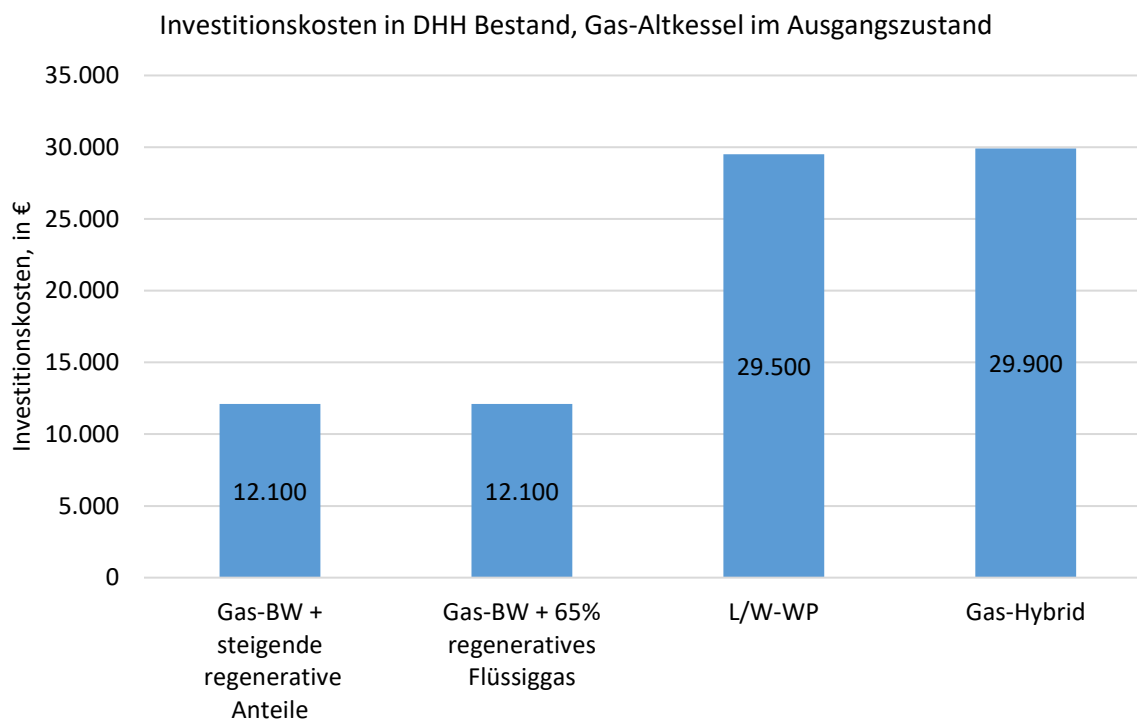


Abbildung 14: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten in DHH Bestand (vor Abzug der Förderung), Flüssiggasheizung im Ausgangszustand

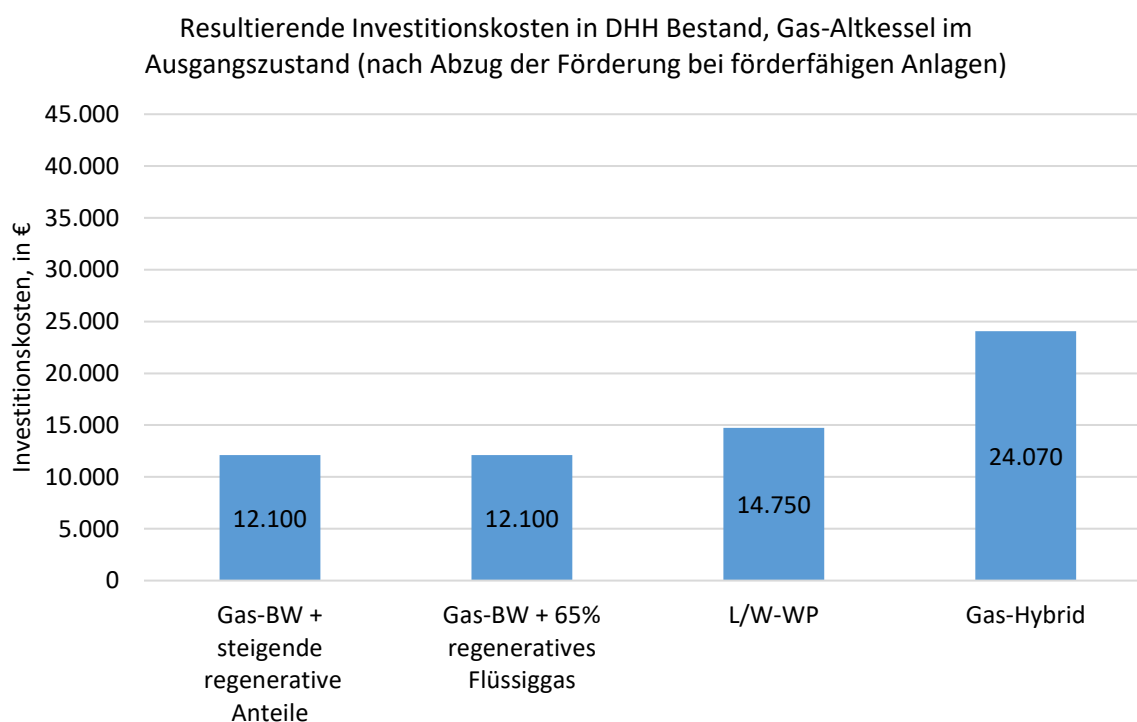


Abbildung 15: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten in DHH Bestand nach Abzug der Förderung bei förderfähigen Maßnahmen, Flüssiggasheizung im Ausgangszustand

Jahresgesamtkosten

Folgende Abbildung stellt die unter Berücksichtigung aktueller Energiepreise ermittelten Jahresgesamtkosten der betrachteten Modernisierungsvarianten als Summe von kapital-,

verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten für die Bestands-Doppelhaushälfte mit Flüssiggasheizung im Ausgangszustand dar.

Analog der zuvor betrachteten Bestands-DHH mit Ölheizung im Ausgangszustand liegen die Jahresgesamtkosten der Modernisierungsvariante mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe geringfügig unter den Kosten eines Gas-Brennwertkessels mit steigenden regenerativen Anteilen im Gasgemisch. Die höchsten Jahresgesamtkosten würden sich beim Einsatz der Gas-Hybridheizung aufgrund der hohen kapital- und verbrauchsgebundenen Kosten ergeben.

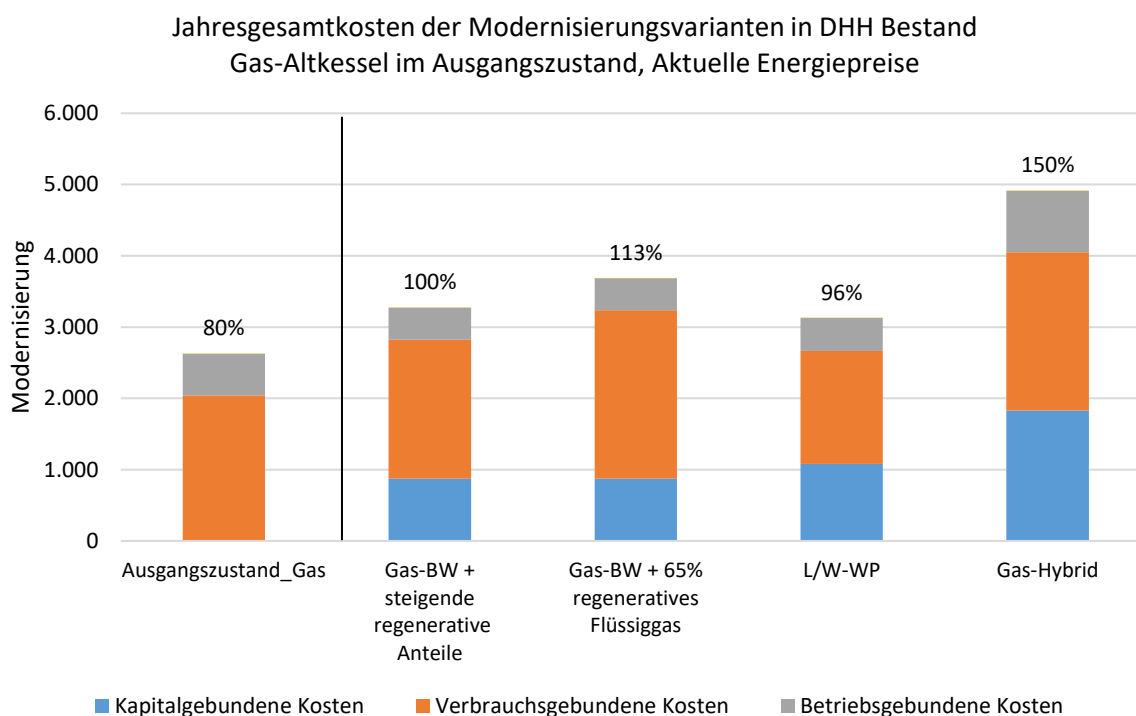


Abbildung 16: Jahresgesamtkosten in DHH Bestand, Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand, aktuelle Energiepreise, mit Förderung

6.3 6-FH Bestand

6.3.1 Öl-Altessel im Ausgangszustand

Investitionskosten und mögliche Förderung

Die für die bewerteten Modernisierungsvarianten im 6-FH Bestand resultierenden Investitionskosten vor und nach Abzug der Förderung stellen jeweils Abbildung 17 und Abbildung 18 dar. Aus Sicht der Investitionskosten würden die Gas-Brennwertvarianten die niedrigsten Kosten verursachen. Der Einbau einer Luft/Wasser-Wärmepumpe wäre nach Abzug der Förderung mit ca. 28.500 € höheren Investitionskosten verbunden. Die Hybrid-Lösung bestehend aus einer Luft/Wasser-WP und einem Gas-Brennwertkessel würde ca. 10.000 € höhere Kosten als die Gas-Brennwertvariante ausweisen.

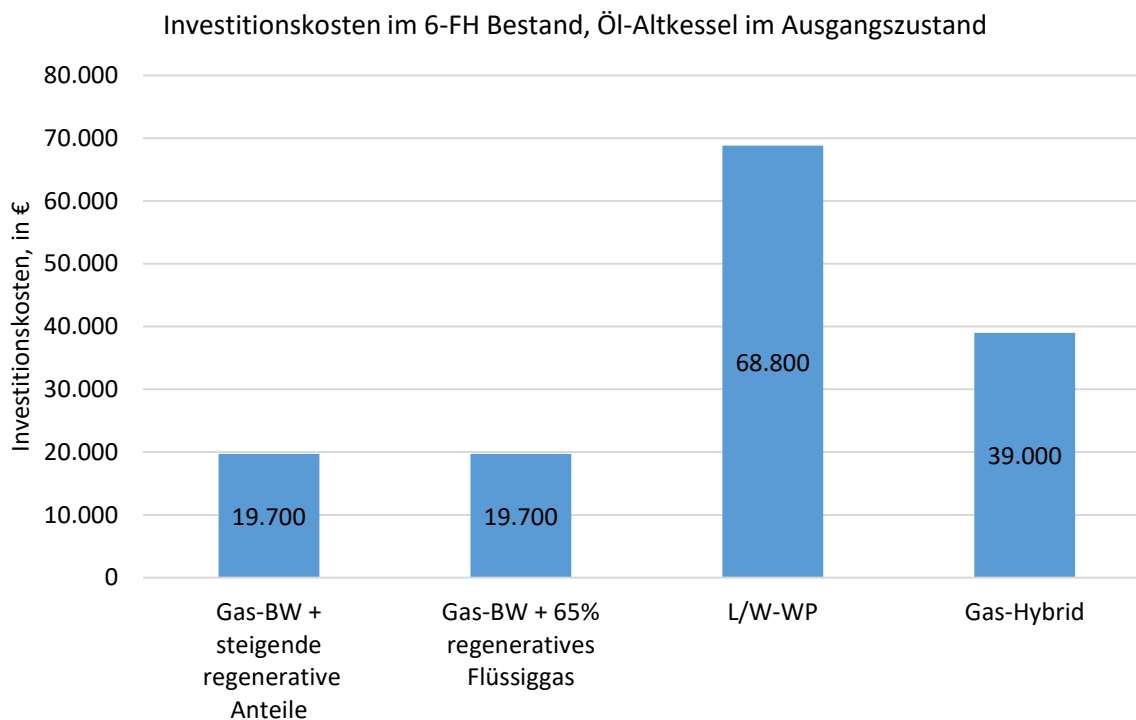


Abbildung 17: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten im 6-FH Bestand (vor Abzug der Förderung), Ölheizung im Ausgangszustand

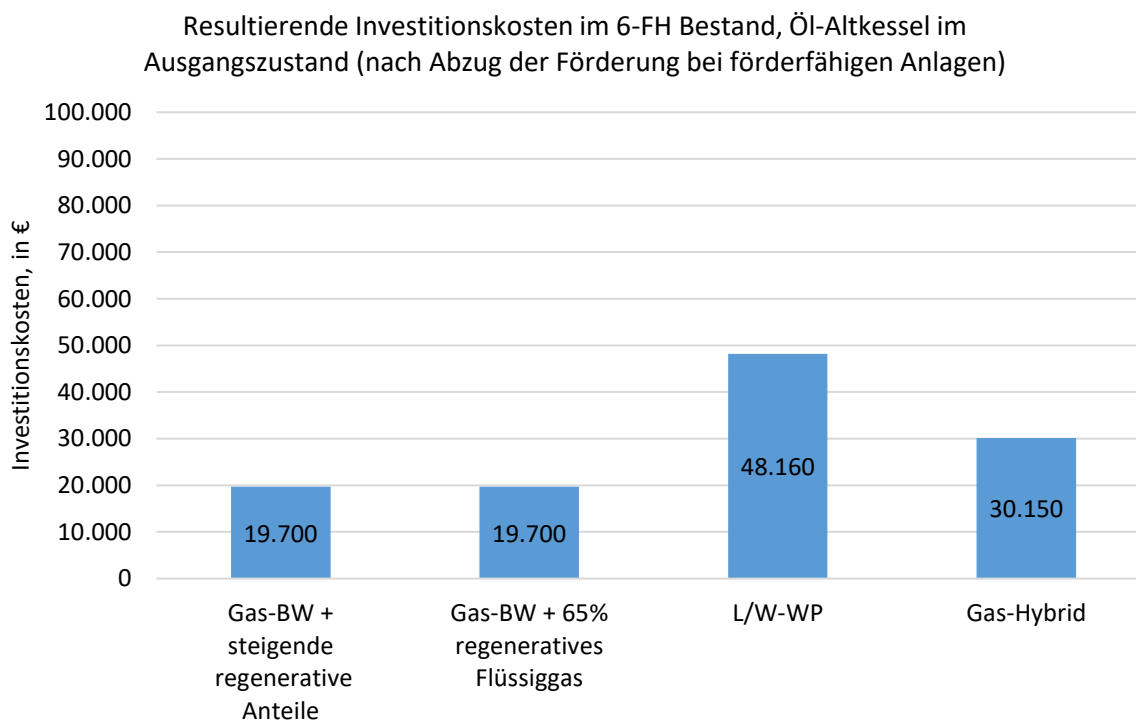


Abbildung 18: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten nach Abzug der Förderung bei förderfähigen Maßnahmen im 6-FH Bestand, Ölheizung im Ausgangszustand

Jahresgesamtkosten

Analog dem EFH Bestand weist die Gas-Brennwertvariante mit steigenden Anteilen an regenerativen Flüssiggas die niedrigsten Jahresgesamtkosten als Summe von kapital-,

verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten unter den betrachteten Modernisierungsvarianten für das Mehrfamilienhaus aus. Die Gas-Brennwertvariante mit 65 % regenerativem Flüssiggas ist mit ca. 16 % höheren Kosten verbunden und liegt auf gleichem Niveau wie die Versorgungslösung mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe. Die Gas-Hybridlösung weist geringfügig höhere Kosten als die Versorgungslösung mit monoenergetischer Wärmepumpe aus.

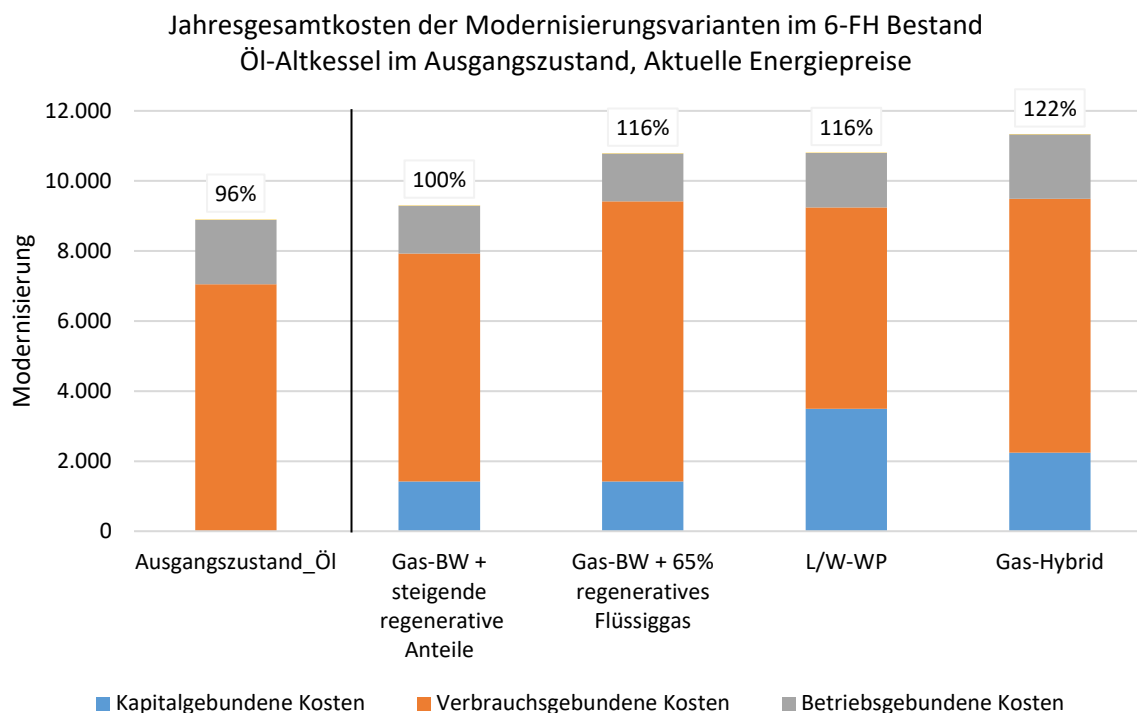


Abbildung 19: Jahresgesamtkosten im 6-FH Bestand, Öl-Altessel im Ausgangszustand, aktuelle Energiepreise, mit Förderung

6.3.2 Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand

Investitionskosten und mögliche Förderung

Die für die bewerteten Modernisierungsvarianten im 6-FH Bestand resultierenden Investitionskosten vor und nach Abzug der Förderung stellen jeweils Abbildung 20 und Abbildung 21/Abbildung 17 dar. Aus Sicht der Investitionskosten würden die Gas-Brennwertvarianten die niedrigsten Kosten verursachen. Der Einbau einer Luft/Wasser-Wärmepumpe wäre nach Abzug der Förderung mit rund 30.000 € höheren Investitionskosten verbunden. Die Hybrid-Lösung bestehend aus einer Luft/Wasser-WP und einem Gas-Brennwertkessel würde ca. 11.000 € höhere Kosten als die Gas-Brennwertvariante ausweisen.

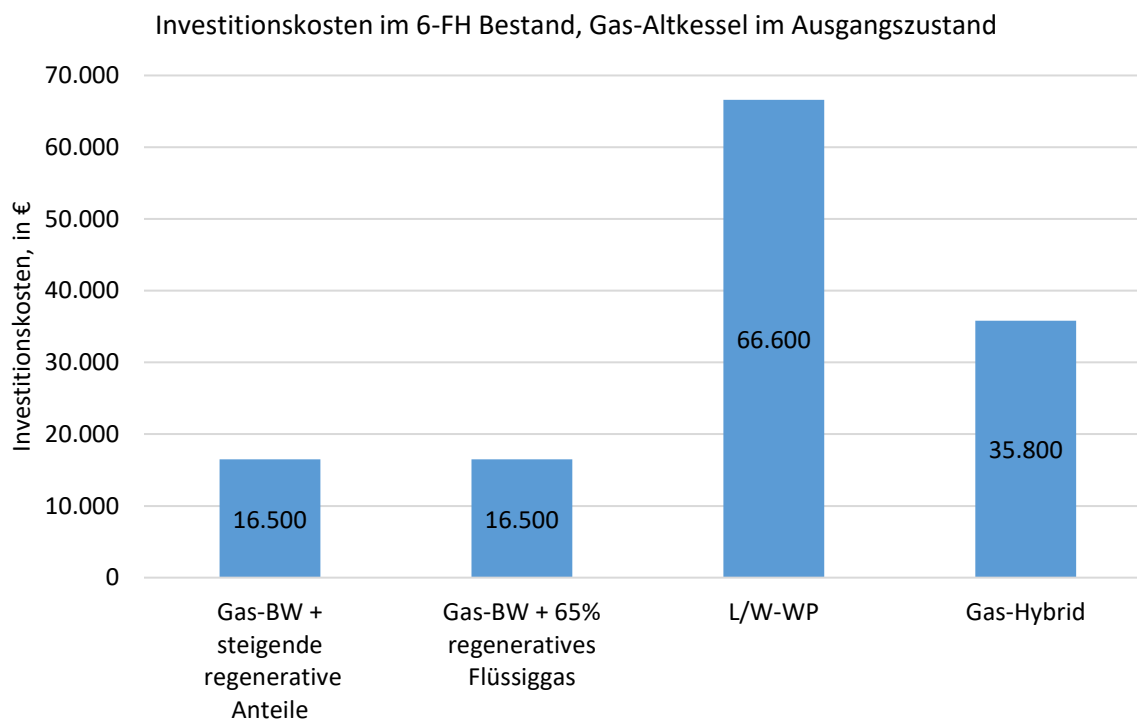


Abbildung 20: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten im 6-FH Bestand (vor Abzug der Förderung), Flüssiggasheizung im Ausgangszustand

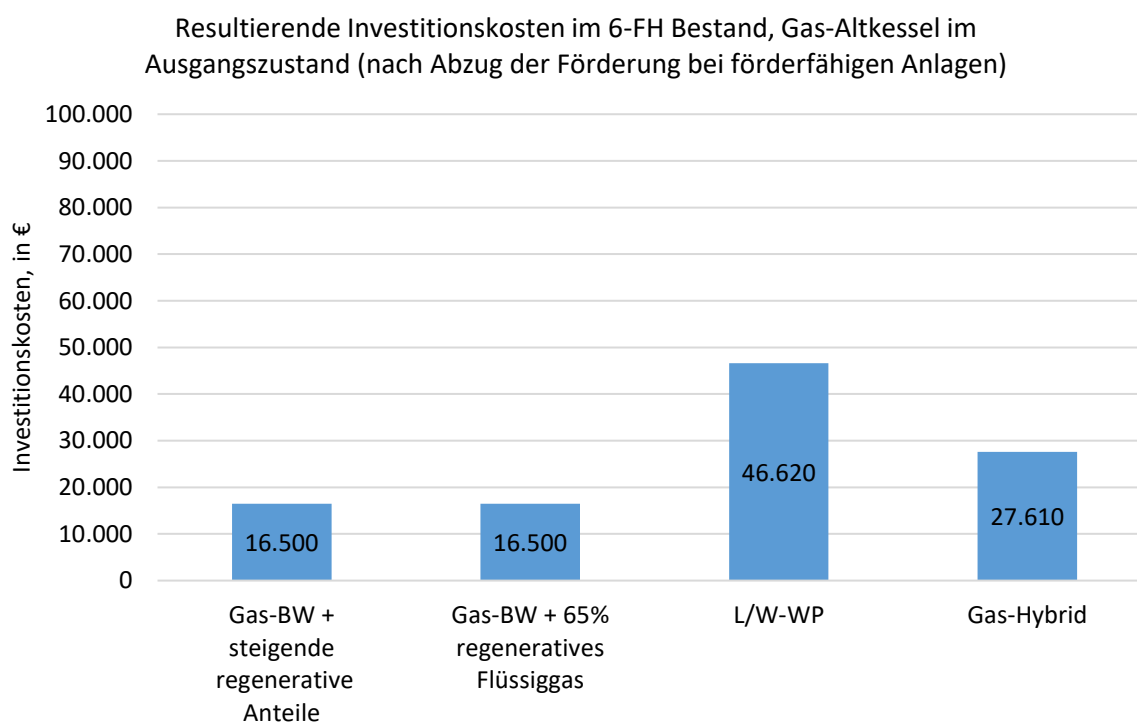


Abbildung 21: Resultierende Investitionskosten für die betrachteten Modernisierungsvarianten nach Abzug der Förderung bei förderfähigen Maßnahmen im 6-FH Bestand, Flüssiggasheizung im Ausgangszustand

Jahresgesamtkosten

Analog dem Bestands-MFH mit Ölheizung im Ausgangszustand weist die Gas-Brennwertvariante mit steigenden Anteilen an regenerativem Flüssiggas die niedrigsten

Jahresgesamtkosten als Summe von kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten unter den betrachteten Modernisierungsvarianten für das Mehrfamilienhaus aus. Die Gas-Brennwertvariante mit 65 % regenerativem Flüssiggas ist mit ca. 16 % höheren Kosten verbunden und liegt auf etwa gleichem Niveau wie die Versorgungslösung mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe. Die Gas-Hybridlösung weist geringfügig höhere Kosten als die Versorgungslösung mit monoenergetischer Wärmepumpe aus.

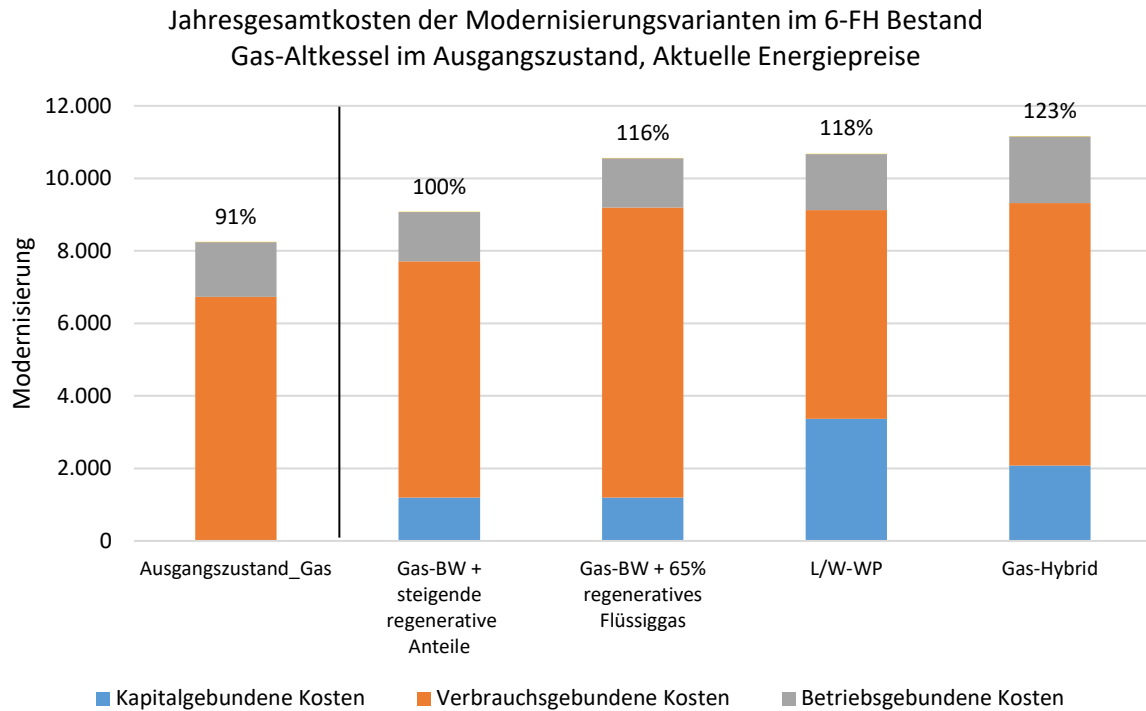


Abbildung 22: Jahresgesamtkosten im 6-FH Bestand, Gas-Altessel im Ausgangszustand, aktuelle Energiepreise, mit Förderung

7 Parametervariation: Energiepreisentwicklung

7.1 Einführende Bemerkungen

In Anbetracht der zuletzt sehr dynamischen Veränderung der Energiepreise, der stark steigenden Baukosten sowie der unsicheren Versorgungslage mit Energie und Gütern ist eine belastbare Prognose für die Energiepreisentwicklung schwierig.

Basierend auf den verfügbaren Prognosen zur Realpreisentwicklung der Energieträger werden im Rahmen der vorliegenden Parametervariation die mittleren Energiepreise im Zeitraum von 20 Jahren ermittelt.

Die Basis für die Berechnung mit mittleren Energiepreisen im Zeitraum von 20 Jahren bildet die nach prognos im Oktober 2023 erarbeitete und u.a. für die Evaluation der BEG verwendete mögliche Energiepreisentwicklung bis 2045. Abweichend von dem in der Prognose berücksichtigten hohen CO₂-Preis wird im Rahmen der vorliegenden Studie eine Betrachtung mit einem mittleren CO₂-Preis, der nominal auf 200 €/t bis zum Jahr 2045 ansteigt, berücksichtigt. Inflationbereinigt steigt der mittlere CO₂-Preis auf rund 125 €/t bis zum Jahr 2045 an (s. Abbildung 24).

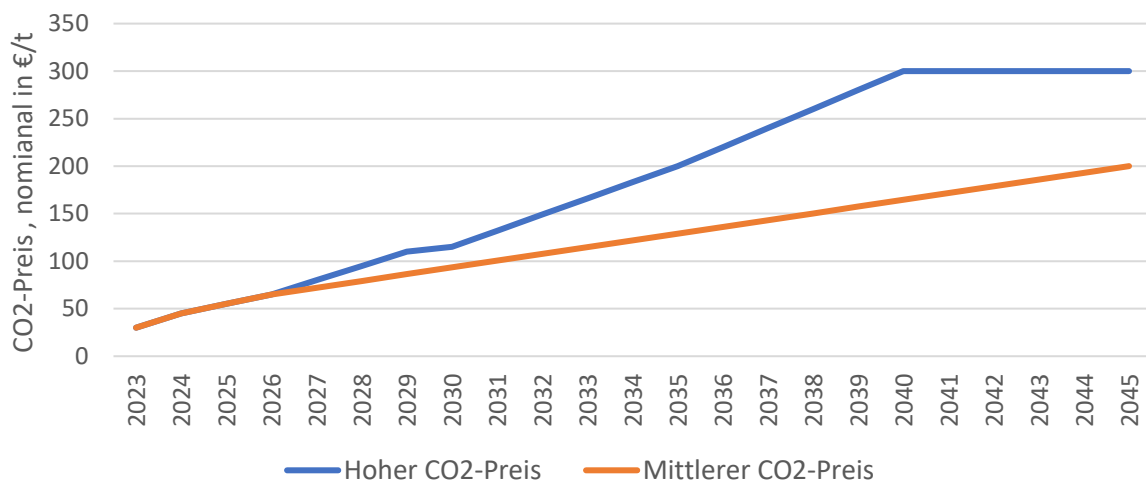


Abbildung 23: Mögliche CO₂-Bepreisung (nominal), Hoher CO₂-Preis in Anlehnung an prognos, 10/2023

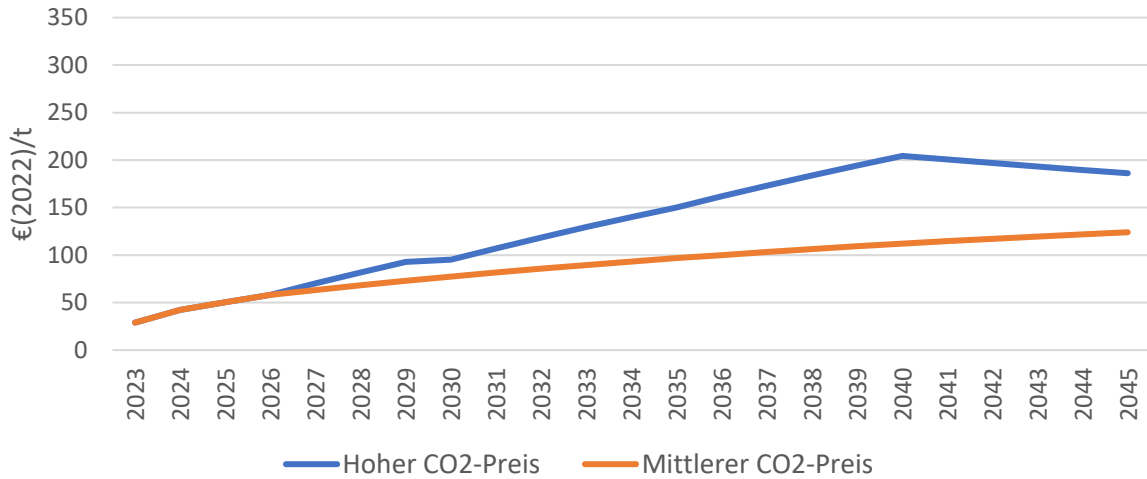


Abbildung 24: Mögliche CO₂-Bepreisung (Realpreis), Hoher CO₂-Preis in Anlehnung an prognos, 10/2023

Folgende Abbildung stellt die im Rahmen der vorliegenden Ausarbeitung zugrunde gelegte mögliche Entwicklung der realen Energiepreise (Arbeitspreise) unter Berücksichtigung eines mittleren CO₂-Preises dar.

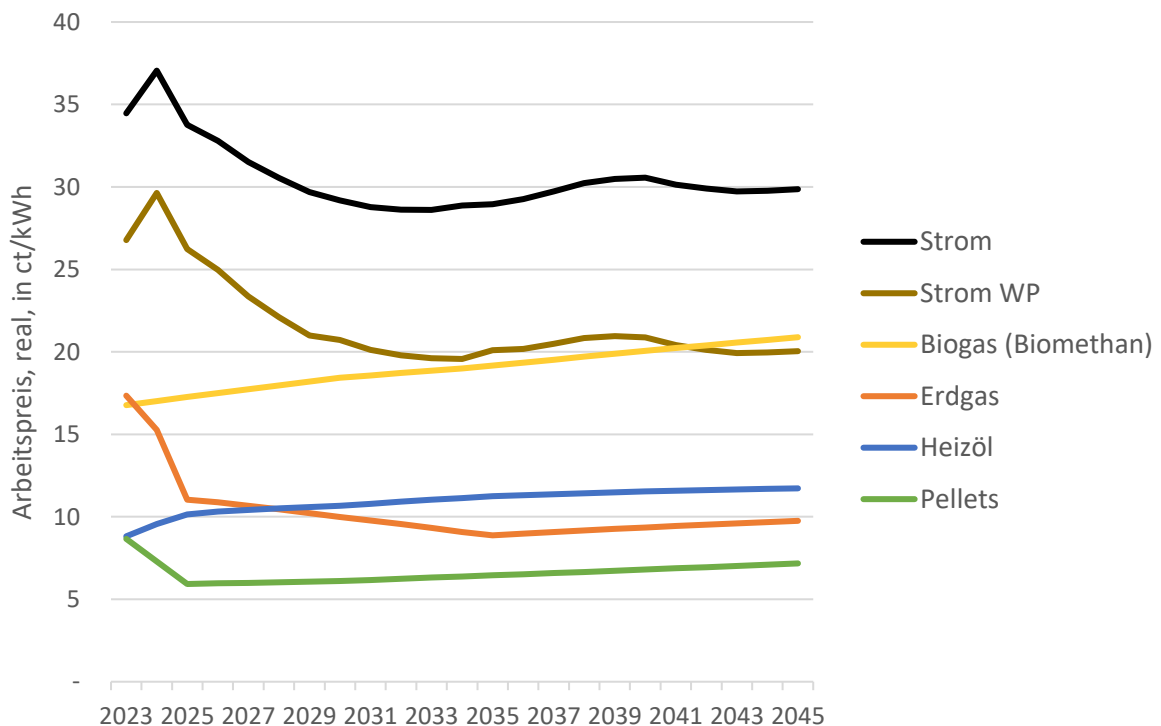


Abbildung 25: Zugrunde gelegte mögliche Energiepreisentwicklung (Realpreise) unter Berücksichtigung des mittleren CO₂-Preises, Arbeitspreis heizwertbezogen, in Anlehnung an prognos, 10/2023

Für den Energieträger Flüssiggas enthält die zuvor genannte Quelle keine Angaben. Für die zukünftige Entwicklung werden im Rahmen der vorliegenden Studie folgende Annahmen getroffen:

- Flüssiggaspreis: 1/3 Erdgaspreis incl. CO₂-Preis + 2/3 Heizölpreis incl. CO₂-Preis
- Kostenverhältnis regeneratives Flüssiggas zu fossilem Flüssiggas:
 - aktuell: 1,7
 - sukzessives Absinken des Wertes in dem Betrachtungszeitraum (20 Jahre) auf 1,3
 - bezogen auf Flüssiggaspreis mit CO₂-Preis

Die den Berechnungen zugrunde gelegten resultierenden mittleren Preise im Zeitraum von 20 Jahren werden in folgender Tabelle ausgewiesen. Dabei sinkt der Strompreis inflationsbereinigt unter das heutige Niveau. Die angegebenen Arbeitspreise der Energieträger (außer Flüssiggas) sind heizwertbezogen. Der Energiepreis für Flüssiggas wird wie üblich brennwertbezogen angegeben.

Tabelle 7: Angenommener mittlerer Preis im Zeitraum von 20 Jahren

Energieträger	Mittelwert 20 Jahre in Anlehnung an aktuelle Prognosen (Realpreise)		
	Grundpreis	Arbeitspreis	
Flüssiggas	2700 l Tank	123,1 €/a	0,0976 €/kWh
	4850 l Tank	148,0 €/a	0,0954 €/kWh
	6400 l Tank	160,4 €/a	0,0954 €/kWh
100 % regeneratives Flüssiggas	2700 l Tank	123,1 €/a	0,1453 €/kWh
	4850 l Tank	148,0 €/a	0,1421 €/kWh
	6400 l Tank	160,4 €/a	0,1421 €/kWh
Heizöl	EFH Bestand	0,0 €/a	0,1086 €/kWh
	DHH Bestand	0,0 €/a	0,1086 €/kWh
	MFH Bestand	0,0 €/a	0,1058 €/kWh
Strom, Wärmepumpentarif	EFH Bestand	116,2 €/a	0,2155 €/kWh
	DHH Bestand	116,2 €/a	0,2155 €/kWh
	MFH Bestand	116,2 €/a	0,2155 €/kWh
Strom Haushaltstarif, alle			0,3042 €/kWh

Bei der Berechnung der kapitalgebundenen Kosten wird ein Realzins von 2 % p.a. unterstellt.

7.2 Öl-Altessel im Ausgangszustand

Die unter Zugrundelegung der Energiepreisannahmen resultierenden Jahresgesamtkosten für die drei betrachteten Gebäudetypen mit Öl-Altessel im Ausgangszustand stellen Abbildung 26 bis Abbildung 28 dar.

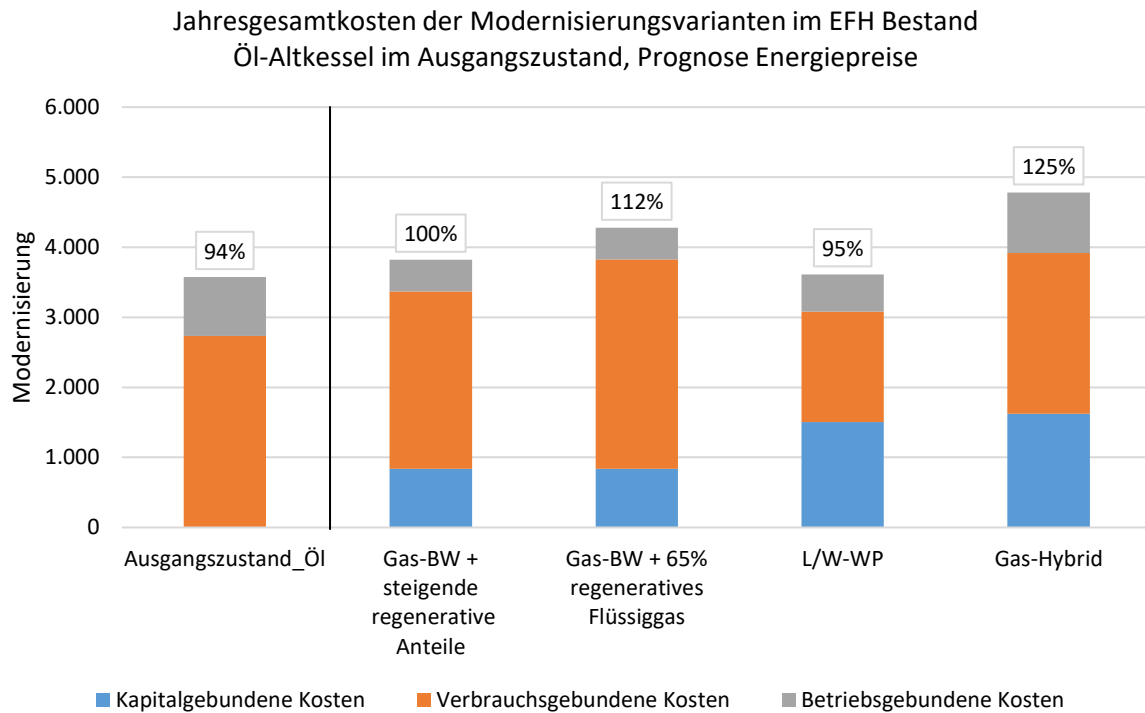


Abbildung 26: Jahresgesamtkosten im EFH Bestand, Öl-Altessel im Ausgangszustand, Energiepreise als durchschnittlicher Preisstand in den nächsten 20 Jahren in Anlehnung an aktuelle Prognosen, mit Förderung

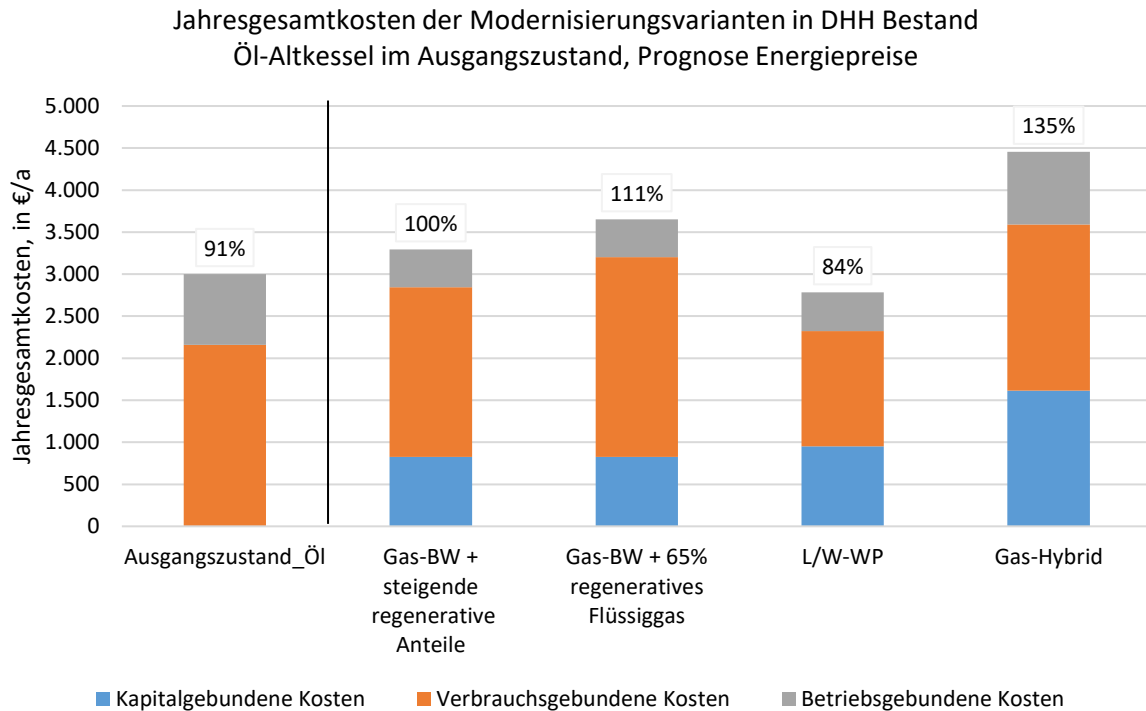


Abbildung 27: Jahresgesamtkosten in DHH Bestand, Öl-Altessel im Ausgangszustand, Energiepreise als durchschnittlicher Preisstand in den nächsten 20 Jahren in Anlehnung an aktuelle Prognosen, mit Förderung

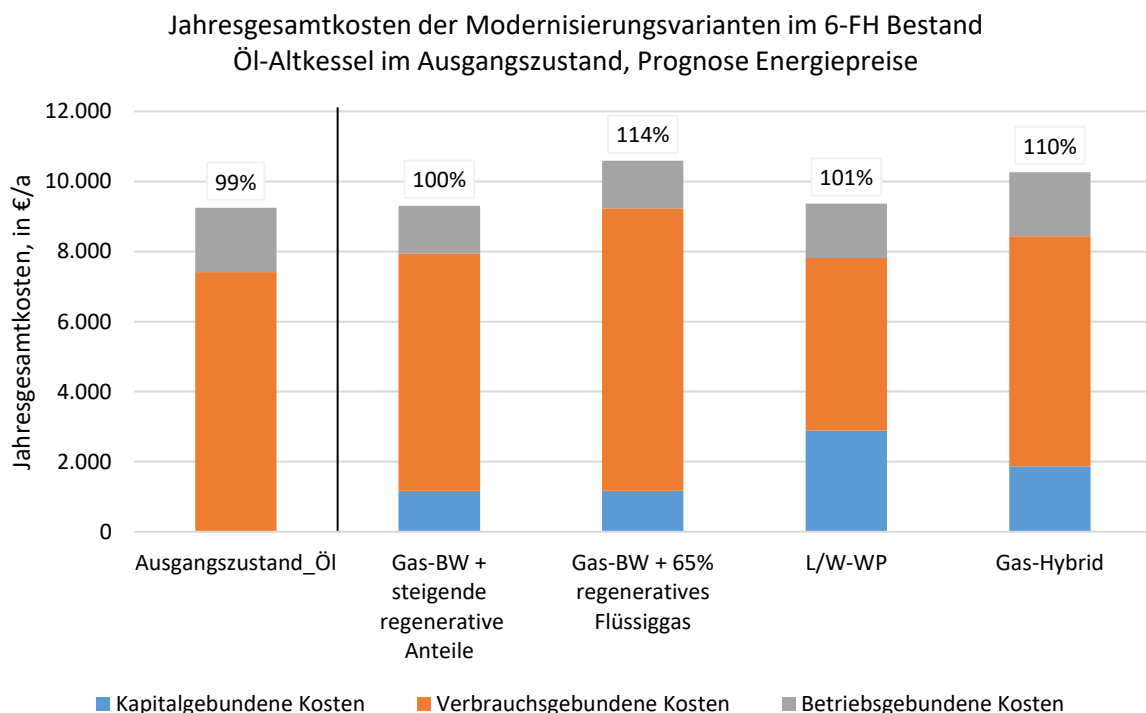


Abbildung 28: Jahresgesamtkosten im 6-FH Bestand, Öl-Altessel im Ausgangszustand, Energiepreise als durchschnittlicher Preisstand in den nächsten 20 Jahren in Anlehnung an aktuelle Prognosen, mit Förderung

7.3 Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand

Die unter Zugrundelegung der Energiepreisannahmen resultierenden Jahresgesamtkosten für die drei betrachteten Gebäudetypen mit Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand stellen folgende Abbildungen dar.

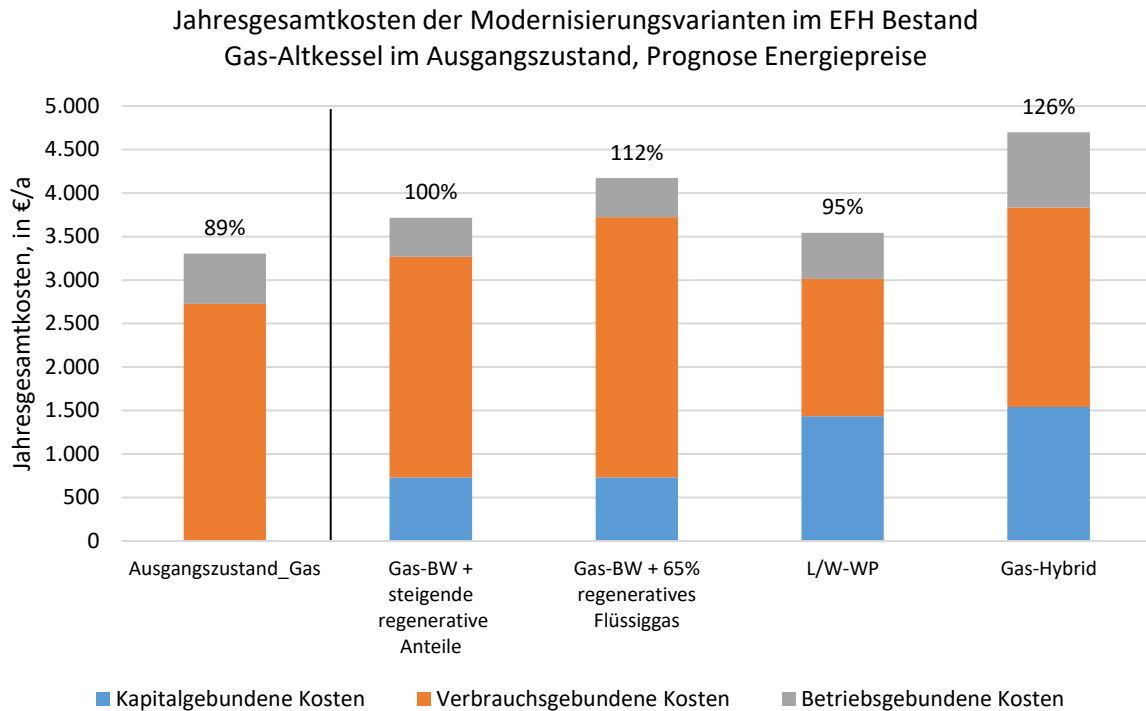


Abbildung 29: Jahresgesamtkosten im EFH Bestand, Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand, Energiepreise als durchschnittlicher Preisstand in den nächsten 20 Jahren in Anlehnung an aktuelle Prognosen, mit Förderung

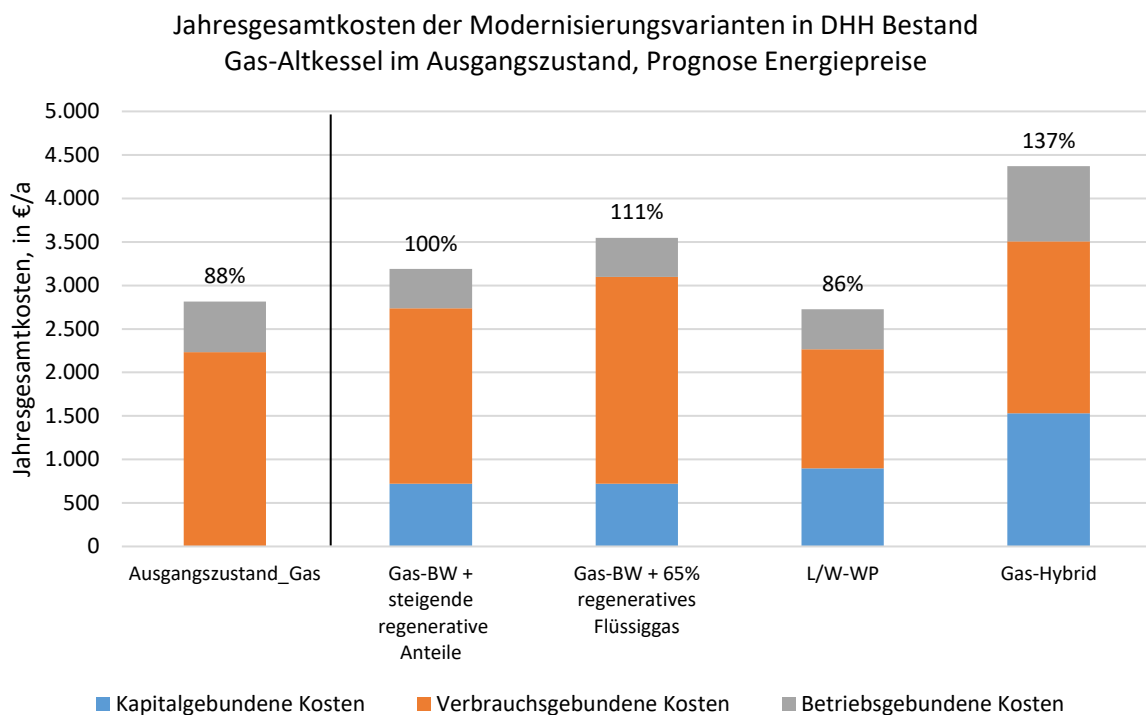


Abbildung 30: Jahresgesamtkosten in DHH Bestand, Flüssiggas-Altessel im Ausgangszustand, Energiepreise als durchschnittlicher Preisstand in den nächsten 20 Jahren in Anlehnung an aktuelle Prognosen, mit Förderung

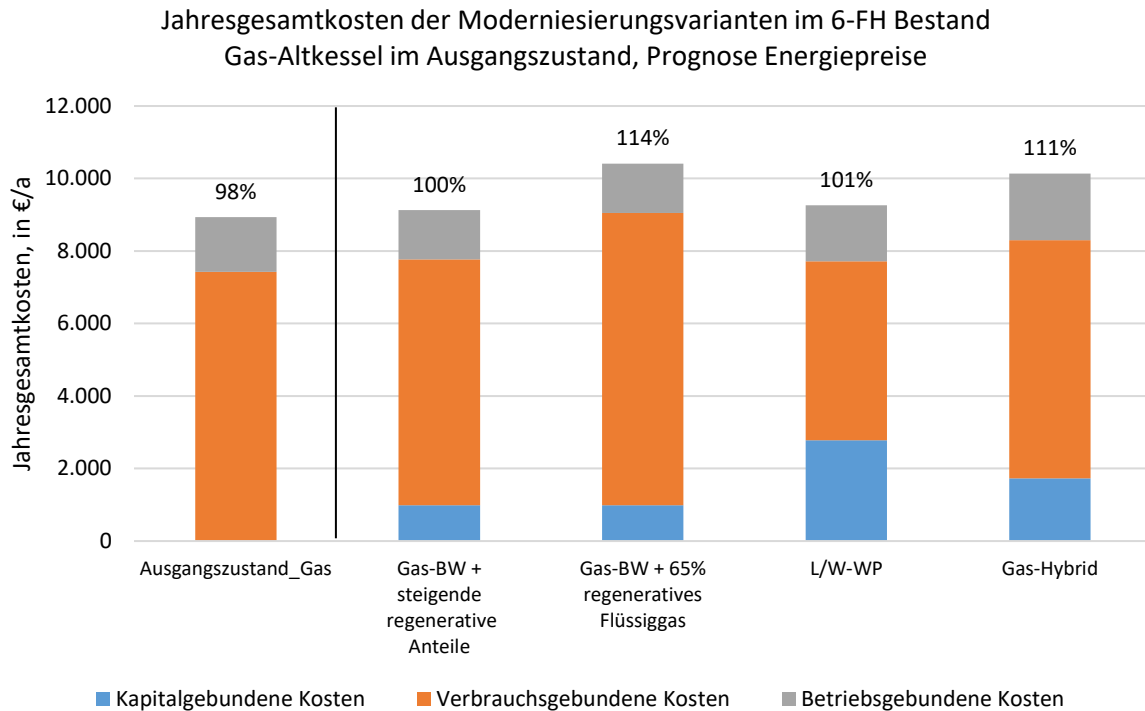


Abbildung 31: Jahresgesamtkosten im 6-FH Bestand, Flüssiggas-Altkessel im Ausgangszustand, Energiepreise als durchschnittlicher Preisstand in den nächsten 20 Jahren in Anlehnung an aktuelle Prognosen, mit Förderung

7.4 Fazit der Parametervariation

Bei der Interpretation der Berechnungsergebnisse ist zu beachten, dass eine belastbare Prognose für die Energiepreisentwicklung schwierig ist. Die den Berechnungen zugrunde gelegte Energiepreisprognose sieht mittel- bis langfristig ein Absinken der Realpreise für Strom unter das heutige Niveau vor. Ob dies in Anbetracht der steigenden Stromnachfrage, des erforderlichen Zubaus der Produktionskapazitäten und des erforderlichen Ausbaus der Stromnetze realistisch ist, wird in der Fachwelt unterschiedlich gesehen.

Das unterstellte Absinken des Realpreises für Strom unter das heutige Niveau führt dazu, dass die verbrauchsgebundenen Kosten und damit die resultierenden Jahresgesamtkosten der Luft/Wasser-Wärmepumpe ggü. der Betrachtung mit aktuellen Energiepreisen sinken, was wiederum dazu führt der Vorteil der Wärmepumpenvariante ggü. den Flüssiggasvarianten steigt.

Während bei der Berechnung mit aktuellen Energiepreisen die Luft/Wasser-Wärmepumpe in dem betrachteten Einfamilienhaus etwa 6 % bis 8 % über den Kosten der Gas-Brennwertvariante mit steigenden regenerativen Anteilen liegt, würde die Wärmepumpenvariante bei der Berücksichtigung der zukünftigen Realpreise etwa 5 % niedrigere Kosten als die Gas-Brennwertvariante ausweisen.

Bei dem Mehrfamilienhaus weist die Wärmepumpenvariante unter Berücksichtigung aktueller Energiepreise bis zu 18 % höhere Jahresgesamtkosten als die Gas-Brennwertvariante aus. Durch die im Rahmen der Parametervariation unterstellte Energiepreisentwicklung würden dagegen die Jahresgesamtkosten beider Versorgungslösungen auf gleichem Niveau liegen.

Bei der Doppelhaushälfte erhöht sich der Vorteil der Wärmepumpenvariante ggü. dem Brennwertkessel unter Berücksichtigung der mittleren Energiepreise über 20 Jahre um etwa 10 Prozentpunkte ggü. der Betrachtung mit aktuellen Energiepreisen.

8 Quellenangaben

- [Brennstoffspiegel] UNITI-Mediengruppe GmbH: Brennstoffspeiegel + Mineralölrundschau
- [BBSR 2019] Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) (Hrsg.): Berücksichtigung des Nutzerverhaltens bei energetischen Verbesserungen. BBSR-Online-Publikation 04/2019, Bonn, März 2019.
- [BEG EM] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM), vom 21. Dezember 2023, veröffentlicht am Freitag, 29. Dezember 2023 BAnz AT 29.12.2023 B1
- [DIN V 18599] Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung, Teile 1-11, Ausgabe Dezember 2018
- [GEG] Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280)
- [IINAS 2023] IINAS – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien: Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2022 sowie Ausblicke auf 2030 und 2050, Darmstadt, Oktober 2023
- [ZUB, 2010] Klauß, Swen: Entwicklung einer Datenbank mit Modellgebäuden für energiebezogene Untersuchungen, insbesondere der Wirtschaftlichkeit, Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V. (ZUB), 2010