

Studie zur Amortisierung einer umfangreichen Sanierung eines Einfamilienhauses

Fokus auf technische, organisatorische und kosteneffiziente Lösungen

Endbericht

Jan 2025

Auftraggeber:

GLOBAL 2000

Johanna Jicha

Klemens Leutgöb

Johannes Rammerstorfer

Impressum

e7 energy innovation & engineering

Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik

Rechnungsadresse:

e7 GmbH

Hasengasse 12/2

1100 Wien

Österreich

Telefon +43-1-907 80 26

Fax +43-1-907 80 26-10

office@e-sieben.at

www.e-sieben.at

Firmenbuchnummer: FN 295192 g

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer: ATU63453337

Haftungsausschluss:

Die e7 GmbH übernimmt keine Haftung für den Inhalt dieses Dokuments. Irrtümer, Unvollständigkeit und Änderungen sind nicht ausgeschlossen.

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| Inhaltsverzeichnis..... | 1 |
| 1 Zusammenfassung..... | 3 |
| 2 Grundlagendefinition, Methode und Ziele | 3 |
| 2.1 Ziele | 4 |
| 2.2 Methode | 4 |
| 2.3 Grundlagendefinition | 4 |
| 2.3.1 Standortbezogene Rahmenbedingungen | 5 |
| 2.3.2 Informationen zum Gebäude und Bestandsaufnahme | 5 |
| 2.3.3 Bestandsenergieausweis..... | 6 |
| 3 Sanierungsmaßnahmen..... | 7 |
| 3.1 Thermische Sanierungsmaßnahmen..... | 8 |
| 3.2 Ergebnisse der thermischen Sanierungsmaßnahmen | 9 |
| 3.3 Haustechnische Sanierungsmaßnahmen | 11 |
| 3.3.1 Wärmeerzeugung inkl. Wärmeabgabe | 11 |
| 4 Kosten – Ökonomische Betrachtung..... | 15 |
| 4.1 Kostenbasis..... | 15 |
| 4.2 Kostenberechnung | 16 |
| 4.3 Investitionskosten..... | 16 |
| 4.4 Energie- und Betriebskosten | 17 |
| 4.5 Lebenszykluskosten | 19 |
| 4.5.1 Sensitivitätsanalyse..... | 19 |
| 4.5.2 Variantenvergleiche..... | 25 |
| 4.6 Förderungen..... | 32 |
| 4.6.1 Landesförderungen (Einmalzuschüsse) | 32 |
| 4.6.2 Bundesförderungen für thermische und haustechnische Sanierungen | 35 |
| 4.7 Erkenntnisse | 35 |
| 5 Literaturverzeichnis | 37 |
| 6 Abbildungsverzeichnis | 37 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 7 | Tabellenverzeichnis | 39 |
| 8 | Anhang: Kostendarstellung der Investitionskosten | 39 |
| 9 | Anhang: Ergebnisdarstellung der Basis-Variante in unterschiedlichen Bundesländer inkl. Landesförderung..... | 40 |

1 ZUSAMMENFASSUNG

Folgende Schlussfolgerungen können aus der Erhebung und der Bearbeitung der Fragestellung zur Amortisierung von Sanierungsvarianten eines Einfamilienhauses gezogen werden:

- Bei der Betrachtung eines charakteristischen Einfamilienhauses in Österreich, ist der Energieverbrauch für die Beheizung des Gebäudes für die Betrachtung der Lebenszykluskosten sehr relevant. Bei allen Analysen, sowohl mit und ohne Berücksichtigung von Förderungen und unterschiedlichen Investitions- und Energiekosten kann klar erkannt werden, dass die gesamten Kosten, die für die Beheizung eines Gebäudes anfallen, einen großen Einfluss auf die Gesamtkosten haben.
- Es ist davon auszugehen, dass ein Gebäude dann am teuersten ist, wenn es gar nicht thermisch saniert und auf erneuerbare Energieträger umgestellt wird. Dies kann auch in den unterschiedlichen Sensitivitäten erkannt werden.
- Umfassende Sanierungen sind zwar mit höheren Investitionskosten verbunden, bringen aber deutliche Einsparungen beim laufenden Betrieb und sind daher im Betrachtungszeitraum ökonomisch sinnvolle Varianten.
- Da der Energieträger Gas mit den höchsten Preissteigerungen prognostiziert wird, sind auch jene Varianten, die mit Gas beheizt werden, vor allem in späteren Jahren mit den höchsten Energiekosten verbunden.
- Lebenszykluskosten von Varianten mit umfassenden Sanierungen, die mit deutlich geringeren Energiebedarfen verbunden sind, sind auch deutlich weniger anfällig auf Energiepreisschwankungen.
- Betrachtet man die Förderungen der Bundesländer, die für thermische und energetische Sanierungen derzeit angeboten werden, ist zu erkennen, dass diese sehr unterschiedliche Fokusse haben. Dies zeigt sich bei den Förderhöhen, die je Energieträger und Umfang der thermischen Sanierung generiert werden können.
- Es ist anzunehmen, dass es eine Förderquote von rund 35% der Gesamtkosten bedarf, um Amortisierungsraten von unter 10 Jahren erzielen zu können.

2 GRUNDLAGENDEFINITION, METHODE UND ZIELE

Im Rahmen der Studie werden die Amortisationszeiten von umfangreichen thermischen und haustechnischen Sanierungsvarianten eines Einfamilienhauses berechnet und bewertet. Als Basis wird ein Einfamilienhaus definiert, an welchem sowohl thermische (Gebäudehülle) als auch haustechnische (Wärmebereitstellung) Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden.

2.1 Ziele

An dem Beispielgebäude sollen Sanierungsmaßnahmen betrachtet werden, die realtypisch an Einfamilienhäusern durchgeführt werden. Ziel ist dabei die Erreichung der Fördergrenzen (v.a. der Bundesförderungen „Raus aus Öl und Gas“ und „Sanierungsbonus“) und eine deutliche Verbesserung der Energiekennzahlen. In weiterer Folge ist es das Ziel, Investitions- und Betriebskosten für unterschiedliche Sanierungsfälle zu erheben und darauf aufbauend Aussagen über die Amortisierung von umfangreichen Sanierungen im Vergleich zu Erhaltungsmaßnahmen an dem Gebäude treffen zu können.

2.2 Methode

Zur Beurteilung der Amortisierungsdauer von Sanierungsmaßnahmen eines typischen Einfamilienhauses wurden im Vorfeld Grundlagen zum Gebäude, zur Potentialverfügbarkeit und der Ausgangssituation festgelegt. Um ein möglichst aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen, liegt der Fokus hierbei auf möglichst typischen Gebäudekonfigurationen.

Aufbauend auf einem vordefinierten Gebäude, wurden Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle sowie an der Haustechnik definiert. Berücksichtigt wurden ebenfalls Maßnahmen, die zur Erhaltung des Gebäudes vorgenommen werden müssten, auch wenn keine Sanierung umgesetzt werden würde.

Für die weiteren Berechnungen von technischen Kennwerten, wurde von allen vordefinierten Varianten ein Energieausweis erstellt. Mit den daraus resultierenden Ergebnissen wurden die laufenden Kosten der Varianten berechnet.

Sowohl für Investitionskosten als auch Energiekosten wurden sowohl statistische Werte als auch Werte aus aktuellen Angeboten und Studien herangezogen. Aufbauend auf Investitions- und Reinvestitionskosten sowie auf laufenden Kosten (Betriebs- und Energiekosten), wurden Lebenszykluskosten über einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren berechnet. Im Anschluss wurden die Varianten im Vergleich zu einer Basis-Variante, in der nur Instandhaltungsmaßnahmen vorgenommen werden, gegenübergestellt.

2.3 Grundlagendefinition

Da es sich bei dieser Studie um ein hypothetisches möglichst repräsentatives Beispielgebäude handelt, ist es notwendig, bereits im Vorfeld der Studie Rahmenbedingungen hinsichtlich der Bemessung des Gebäudes sowie der Standortbedingungen und der Sanierungsmöglichkeiten festzulegen.

2.3.1 Standortbezogene Rahmenbedingungen

Auf Grund der Berücksichtigung von Förderungen für thermische Sanierungsmaßnahmen und einem Heizkesseltausch auf Landesebene (Einmalzuschüsse) werden alle Bundesländer in die Betrachtung miteinbezogen. Die Abmessungen sowie Aufbauten und Haustechnik des Gebäudes ändern sich dabei nicht.

In der weiteren Analyse der Studie werden vier verschiedene Sanierungsvarianten betrachtet, die sich durch unterschiedliche Systeme zur Wärmebereitstellung unterscheiden. Innerhalb jeder Variante erfolgt zudem eine Differenzierung zwischen einer umfassenden thermischen Sanierung und einer Teilsanierung. Dadurch soll eine möglichst vollständige Darstellung der Möglichkeiten gewährleistet werden.

2.3.2 Informationen zum Gebäude und Bestandsaufnahme

Angelehnt an die Klassifikation des Einfamilienhauses in der Bauperiode 1961 bis 1980 in Tabula (webtool.building-typology.eu) wurde ein Beispielgebäude definiert, das folgende Merkmale aufweist:

Haustechnik:

- Wärmebereitstellung: zentraler Gaskessel (Baujahr 2000)
- Wärmeabgabe: Radiatoren (VL/RL 70/55 °C)
- Lüftung: keine mechanische Lüftung vorhanden, Fensterlüftung

Thermische Hülle:

- Außenwand: Mauerwerk aus Leicht-Hochlochziegeln
- Dach/Oberste Geschoßdecke: Massivbeton, Schüttung, Dämmung, Betonestrich
- Fußboden/Kellerdecke: Massivbeton mit 4cm Dämmung
- Fenster: Holzfenster mit Isolierverglasung
- Türen: Holztüren

Maße: 8,5 x 11,0 x 6,6 m (BGF 182 m²)

Die thermische Hülle wird durch folgende Bauteile definiert:

- Oberste Geschoßdecke
- Kellerdecke
- Außenwände
- Wand zu Garage
- Fenster und Türen

Ausgenommen aus thermischer Hülle sind folgende Bauteile:

- Balkon
- Unkonditionierter Dachraum
- Unkonditionierter Keller

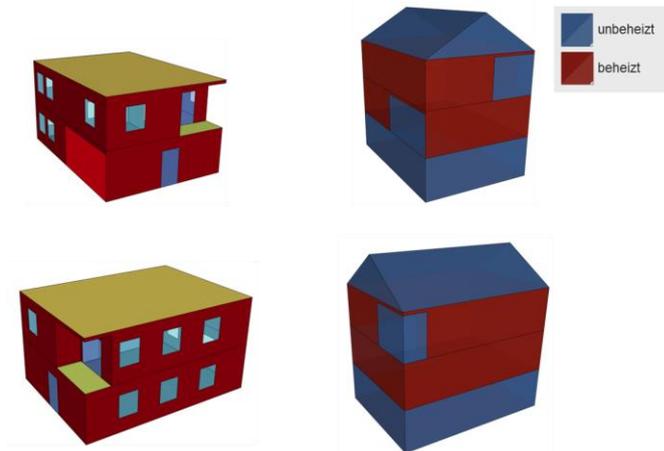


Abbildung 1: Darstellung des Beispielgebäudes als SketchUp-Modell inkl. Darstellung der beheizten Volumina

2.3.3 Bestandsenergieausweis

Um das Gebäude thermisch zu bewerten, wurde ein Energieausweis berechnet. Für die Bauteile, die die thermische Hülle definieren, wurden Annahmen nach Tabula und typischen Aufbauten in dieser Bauperiode festgelegt.

Tabelle 1: Aufbauten des Bestandsgebäudes

| Bauteil | Aufbau | U-Wert in W/m ² K |
|---------------------------------|--|------------------------------|
| Oberste Geschoßdecke | 20 cm Betondecke, 6 cm oberseitige Dämmung mit Mineralwolle | 0,64 |
| Kellerdecke | 20 cm Betondecke, 5 cm oberseitige Dämmung mit Mineralwolle, 4 cm Estrich, Bodenbelag | 0,50 |
| Boden Balkon | 20 cm Betondecke, 5 cm oberseitige Dämmung aus Polystyrol-Hartschaum, Schüttung, Belag | 0,65 |
| Außenwände | 38 cm Hochlochziegel | 0,85 |
| Wand gegen Garage | 25 cm Hochlochziegel | 1,07 |
| Fenster und Türen | Zweischeiben-Verglasung, Holzrahmen | 1,85 bis 2,04 |

Als Wärmebereitstellungssystem wurde ein Gaskessel angenommen, der im Jahr 2000 bereits getauscht wurde und daher bei einer angenommenen Lebensdauer von rund 25 Jahren erneuert gehört. Die Warmwasserbereitstellung wird ebenfalls über den Gaskessel gewährleistet. Zusätzlich wird angenommen, dass es einen 500l Warmwasserspeicher gibt. Die Wärmeabgabe innerhalb der Wohnung erfolgt über Heizkörper mit einer Vorlauftemperatur von 70°C.

Die folgende, in Abbildung 2 dargestellte Tabelle zeigt die Ergebnisse des Bestandsenergieausweises. Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten Benutzer*innen-Verhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an. Der Energieausweis wurde gemäß OIB RL6:2023 berechnet. Unter der Annahme von durchschnittlichen Nutzerbedingungen, erreicht das Gebäude einen standortbezogenen Heizwärmebedarf von 200,1 kWh/m²a. Der berechnete Bedarf an Heizenergie für den Energieträger Gas liegt unter Standard-Normbedingungen für das Standortklima und einer Raumtemperatur von 22°C bei 259,3 kWh/m²a.

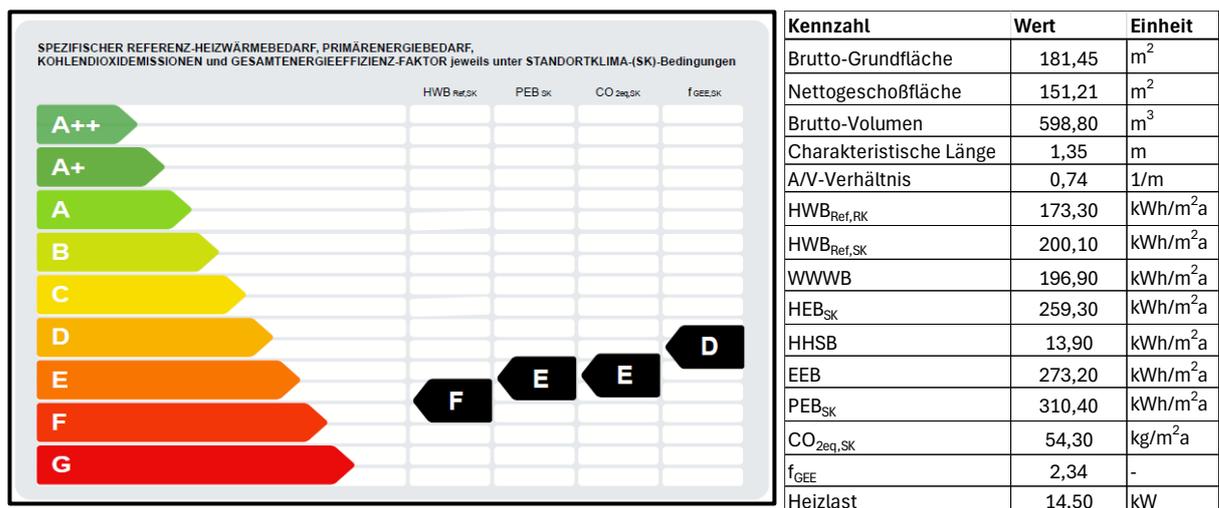


Abbildung 2: Ergebnisse des Bestandsenergieausweises (Quelle: e7)

3 SANIERUNGSMABNAHMEN

In weiterer Folge werden folgende Sanierungsvarianten unterschieden:

- Variante 1.1: Umfassende thermische Sanierung ohne Heizungstausch
 - Variante 1.2: Thermische Teilsanierung (Sanierung oberste Geschoßdecke und Fenstertausch) ohne Heizungstausch
- Variante 2.1: Umfassende thermische Sanierung mit Heizungstausch auf Pellets
 - Variante 2.2: Thermische Teilsanierung (Sanierung oberste Geschoßdecke und Fenstertausch) mit Heizungstausch auf Pellets

- Variante 3.1: Umfassende thermische Sanierung mit Heizungstausch auf Wärmepumpe
 - Variante 3.2: Thermische Teilsanierung (Sanierung oberste Geschoßdecke und Fenstertausch) mit Heizungstausch auf Wärmepumpe
- Variante 4.1: Umfassende thermische Sanierung mit Heizungstausch auf Wärmepumpe und Tausch des Wärmeabgabesystems auf eine Flächenheizung (Fußboden- oder Deckenheizung)
 - Variante 4.2: Thermische Teilsanierung (Sanierung oberste Geschoßdecke und Fenstertausch) mit Heizungstausch auf Wärmepumpe und Tausch des Wärmeabgabesystems auf eine Flächenheizung (Fußboden- oder Deckenheizung)

3.1 Thermische Sanierungsmaßnahmen

Als thermischer Sanierungsmaßnahmen gelten die Dämmung außenliegender Bauteile wie den Außenwänden, der Wand zur Garage, der obersten Geschoßdecke, der Kellerdecke und dem Boden des Balkons und der Tausch der Fenster und Türen.

Thermisch Sanierung „Umfassende Sanierung“:

In der Sanierungsvariante „Umfassende Sanierung“ werden alle Bauteile umfangreich saniert. Der Umfang der jeweiligen Sanierungsmaßnahme orientiert sich an den Anforderungen der Bundesförderung „Sanierungsbonus“ zur Erreichung der Stufe „klimaaktiv Standard“ und an technisch sinnvollen Lösungen.

Tabelle 2: Übersicht und Beschreibung thermische Sanierungsvariante „Umfassende Sanierung“

| Bauteil | Aufbau | U-Wert W/m ² K | in |
|-----------------------------------|--|------------------------------|----|
| Oberste Geschoßdecke | 24 cm Dämmung aus Mineralwolle | 0,14 | |
| Kellerdecke | 12 cm Dämmung aus Mineralwolle | 0,18 | |
| Boden Balkon | Zusätzlich 8 cm PUR-Dämmung | 0,18 | |
| Außenwände | 20 cm Dämmung aus EPS | 0,15 | |
| Wand gegen Garage | 10 cm Dämmung aus EPS | 0,26 | |
| Fenster Terrassentüren | und Tausch auf 3-Scheiben-Verglasung | 0,85 | |
| Eingangstüre | Tausch auf Kunststoff-Aluminium-Tür mit PUR-Dämmkern | 0,90 | |
| Türe zu Garage | Tausch auf neue Türe | 1,50 | |

Thermisch Sanierung „Teilsanierung“:

In einer weiteren Variante, der „Teilsanierung“, werden nur die Bauteile „oberste Geschoßdecke“ und „Fenster und Türen“ saniert bzw. getauscht. Dies soll einen Zustand darstellen, der derzeit in Österreich im Einfamilienhaus-Bereich regelmäßig umgesetzt wird.

Tabelle 3: Übersicht und Beschreibung thermische Sanierungsvariante „Teilsanierung“

| Bauteil | Aufbau | U-Wert W/m²K | in |
|-----------------------------|--|------------------------------------|-----------|
| Oberste Geschoßdecke | 24 cm Dämmung aus Mineralwolle | 0,14 | |
| Kellerdecke | - | 0,50 | |
| Boden Balkon | - | 0,65 | |
| Außenwände | - | 0,85 | |
| Wand gegen Garage | - | 1,07 | |
| Fenster und Türen | Tausch auf 3-Scheiben-Verglasung | 0,85 | |
| Eingangstüre | Tausch auf Kunststoff-Aluminium-Tür mit PUR-Dämmkern | 0,90 | |
| Türe zu Garage | Tausch auf neue Türe | 1,50 | |

3.2 Ergebnisse der thermischen Sanierungsmaßnahmen

In Abbildung 3 sind die Ergebnisse (Heizwärmebedarf und Heizleistung) der Varianten dargestellt. Folgendes kann aus den Ergebnissen abgeleitet werden:

- Der **Heizwärmebedarf** wird durch die thermische **Teilsanierung** um **21 %** und durch die **umfassende** thermische Sanierung um **76 % reduziert**.
- Die **Heizlast** kann ebenfalls durch die thermische **Teilsanierung** um **17 %** und durch die **umfassende** thermische Sanierung um **59 % reduziert** werden.

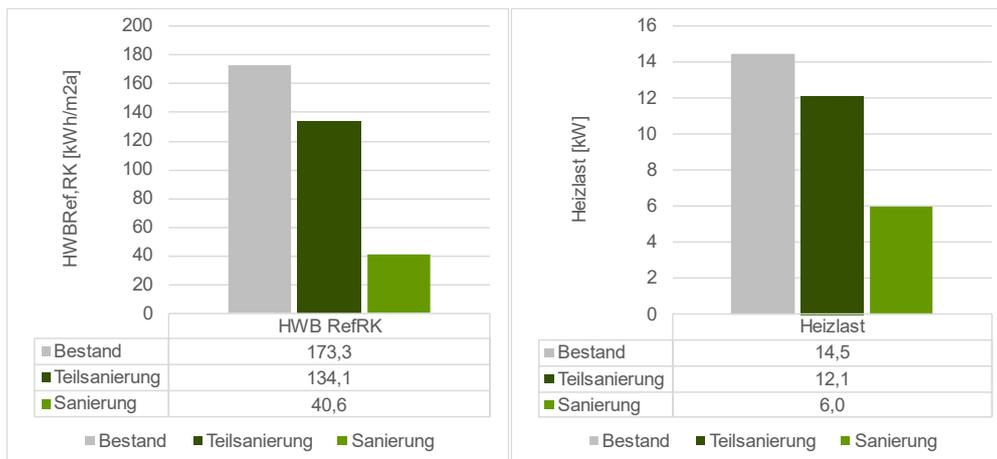


Abbildung 3: Ergebnisse thermische Sanierung (Quelle: e7)

Die Berechnung der Energiekennzahlen wurde mit dem Programm ArchiPHYSIK durchgeführt. In weiterer Folge werden diese Kennzahlen sowohl für die Auslegung der Gebäudetechnik als auch für die Berechnung von Kosten herangezogen.

Auf Grund der schlechten thermischen Hülle im Bestand und einem Hochtemperatur-Heizsystem treten im Referenzgebäude sehr hohe berechnete Werte für den Energiebedarf auf. In folgender Grafik wird dargestellt, wie sich der berechnete Bedarf und der tatsächliche Verbrauch in Gebäuden mit sehr hohen Energiebedarfskennwerten verhalten. Zurückzuführen ist dieses Phänomen auf den Prebound-Effekt, der dazu führt, dass Personen, die in thermisch schlecht isolierten Häusern oder Wohnungen wohnen, tendenziell nicht nach standardisiertem Nutzerverhalten heizen. Auf Grund der folgenden Effekte kann von einem geringeren Verbrauch ausgegangen werden:

- Ist der berechnete Bedarf sehr hoch, wäre das mit sehr hohen Energiekosten verbunden. Es ist anzunehmen, dass Haushalte nicht das gesamte Gebäude auf das zugrundeliegende Temperaturniveau heizen werden.
- Damit einhergehend sind Komforteinbußen notwendig. Wird weniger Energie eingesetzt, um Kosten einzusparen, können in bestimmten Bereichen der Wohnung oder des Hauses die Temperatur von 22 °C nicht durchgehend eingehalten werden oder es wird in der gesamten Wohnung oder dem gesamten Haus eine niedrigere Raumlufttemperatur bereitgestellt. Es ist daher zu berücksichtigen, dass dies kein normiertes Nutzerverhalten mehr darstellt.

In der weiteren Betrachtung wird auf Grund der Konsistenz der Methodik durchgängig mit den berechneten Bedarfswerten gerechnet.

- HEB_{SK} im Bestand: 259,3 kWh/m²a
- HEB_{SK} bei Teilsanierung und Biomassekessel: 200,1 kWh/m²a
- HEB_{SK} bei Teilsanierung und Wärmepumpe: 58,4 kWh/m²a

- HEB_{SK} bei umfassender Sanierung und Biomassekessel: 83,6 kWh/m²a
- HEB_{SK} bei umfassender Sanierung und Wärmepumpe: 25,1 kWh/m²a

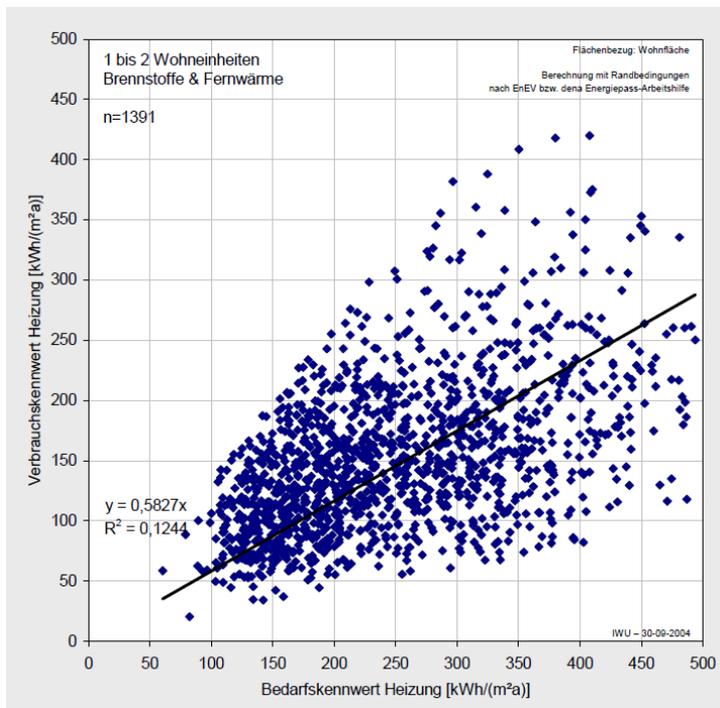


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen dem Heizenergieverbrauchs- und Bedarfskennwert für Ein- und Zweifamilienhäuser (Knissel, et al., 2006)

3.3 Haustechnische Sanierungsmaßnahmen

Sowohl die Raumwärme als auch das Warmwasser werden im Beispielgebäude mit einem Gaskessel bereitgestellt.

Folgende Varianten wurden hinsichtlich der haustechnischen Sanierungsmaßnahmen untersucht:

- Bestand: Vergleichsvariante (Gaskessel)
- Variante 1: kein Tausch des Heizungssystems auf erneuerbare Energien (Gaskessel)
- Variante 2: Tausch auf Biomassekessel (Pellets)
- Variante 3: Tausch auf Wärmepumpe (Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonde(n))
- Variante 4: Tausch auf Wärmepumpe (Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonde(n))

3.3.1 Wärmeerzeugung inkl. Wärmeabgabe

Im Folgenden werden die Varianten für Wärmeerzeugung und -abgabe genauer beschrieben.

3.3.1.1 Variante 1

In dieser Variante wird ein notwendiger Tausch des veralteten Gaskessels auf ein neuwertiges Brennwertgerät berücksichtigt. Hinsichtlich der Haustechnik sind keine weiteren Maßnahmen vorgesehen.

- Art Wärme-/Kälteerzeugung: Gas-Brennwerttherme
- Quelle: Erdgas
- Situierung: Gaskessel in Wohnbereich
- Wärmeabgabe: Radiatoren

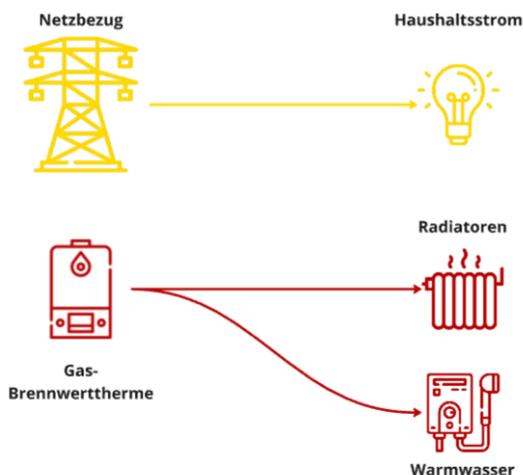


Abbildung 5: Schematische Darstellung der haustechnischen Variante mit einem Gaskessel

Die vorliegende Abbildung dient lediglich als vereinfachte grafische Darstellung und stellt keine maßstabsgetreue oder planliche Darstellung dar. Jegliche Angaben und Dimensionen in der Abbildung sind als grobe Orientierungshilfe zu verstehen und müssen von einem Fachplaner im Rahmen der konkreten Planung überprüft und in detaillierten Plänen festgehalten werden.

3.3.1.2 Variante 2

Variante 2 stellt den Tausch des Gaskessels auf einen Biomassekessel dar. Dafür ist sowohl die Installation des Kessels als auch die Errichtung eines Pellets-Speichers sowie von Warmwasser- und Wärmespeichern notwendig.

- Art Wärme-/Kälteerzeugung: Biomassekessel
- Quelle: Pellets
- Situierung: Biomassekessel inkl. Pellets-Speicher in Keller
- Wärmeabgabe: Radiatoren

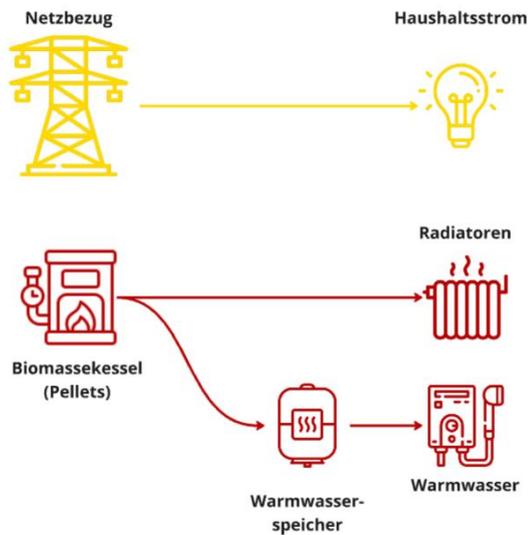


Abbildung 6: Schematische Darstellung der haustechnischen Variante mit einem Biomassekessel

Die vorliegende Abbildung dient lediglich als vereinfachte grafische Darstellung und stellt keine maßstabsgetreue oder planliche Darstellung dar. Jegliche Angaben und Dimensionen in der Abbildung sind als grobe Orientierungshilfe zu verstehen und müssen von einem Fachplaner im Rahmen der konkreten Planung überprüft und in detaillierten Plänen festgehalten werden.

3.3.1.3 Variante 3

Variante 3 zeigt die Möglichkeiten des Heizungstauschs auf eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit einer bzw. zwei Erdsonden im Garten auf. Es werden ebenfalls Warmwasser- und Wärmespeicher berücksichtigt.

- Art Wärme-/Kälteerzeugung: Wärmepumpe
- Quelle: Erdsonde(n)
- Situierung: Wärmepumpe in Keller, Erdsonde(n) in Garten
- Wärmeabgabe: Radiatoren

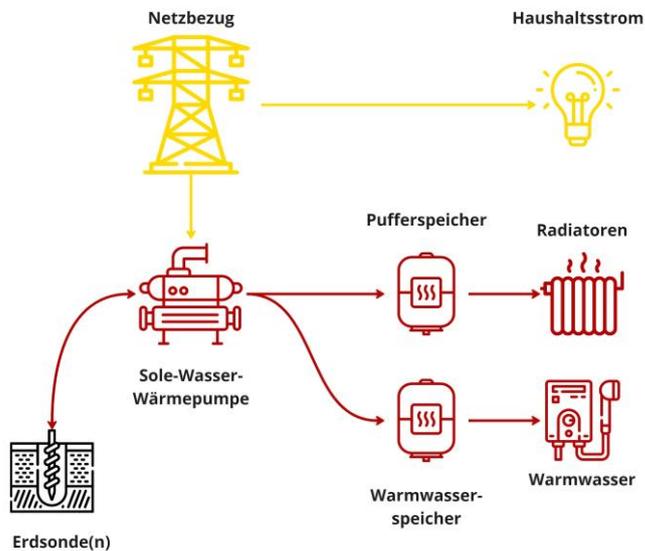


Abbildung 7: Schematische Darstellung der haustechnischen Variante mit einer Wärmepumpe

Die vorliegende Abbildung dient lediglich als vereinfachte grafische Darstellung und stellt keine maßstabsgetreue oder planliche Darstellung dar. Jegliche Angaben und Dimensionen in der Abbildung sind als grobe Orientierungshilfe zu verstehen und müssen von einem Fachplaner im Rahmen der konkreten Planung überprüft und in detaillierten Plänen festgehalten werden.

3.3.1.4 Variante 4

In dieser Variante werden dieselben Maßnahmen wie bei Variante 3 getroffen, zusätzlich werden jedoch die bestehenden Heizkörper auf eine Fußbodenheizung getauscht, um die Vorlauftemperatur der Wärmeverteilung und -abgabe reduzieren zu können. Zu erwähnen ist hier, dass diese Maßnahmen mit Investitionskosten verbunden ist, die in den anderen Varianten nicht anfallen werden. Werden Gebäude umfangreich saniert und nur noch ein kleiner Teil der Wärmeenergie zur Beheizung des Wohnraums gegenüber dem Ausgangszustand notwendig, ist eine Wärmeabgabe über Flächenheizung als besonderer Komfort zu betrachten. Ein weiterer großer Vorteil, der in dieser Studie jedoch nicht weiter betrachtet wird, ist die Möglichkeit der Temperierungen mit Flächenabgabesystemen im Sommer. Ist also bereits eine Fußbodenheizung mit einer Wärmepumpe installiert, besteht die Möglichkeit, dieses System auch immer Sommer zu nutzen, um Wärme aus den Räumen an die Umwelt (in diesem Fall ans Erdreich) abzuführen. Dies ist ein nicht zu unterschätzender Vorteil dieser Variante gegenüber den anderen unter Berücksichtigung des langen Betrachtungszeitraumes.

- Art Wärme-/Kälteerzeugung: Wärmepumpe
- Quelle: Erdsonde(n)
- Situierung: Wärmepumpe in Keller, Erdsonde(n) in Garten
- Wärmeabgabe: Fußbodenheizung

- Da in der Variante 4.2 das Gebäude lediglich teilsaniert wird, ist zusätzlich zur Installation einer neuen Fußbodenheizung auch der Verbleib bzw. der Tausch von 5 Heizkörpern notwendig, um die rechnerisch erforderliche Heizleistung in allen Räumen zur Verfügung stellen zu können.

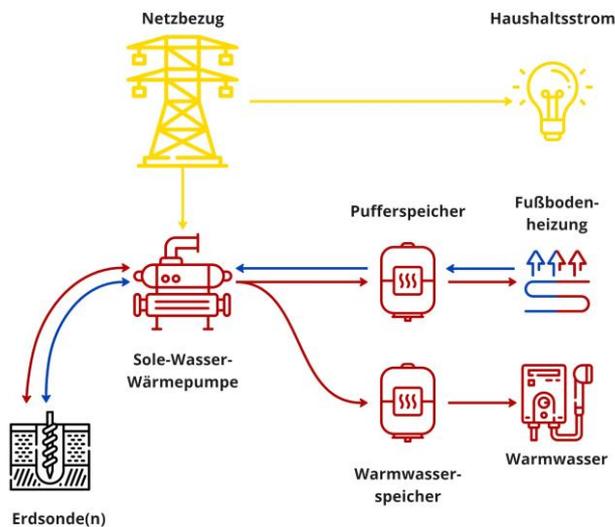


Abbildung 8: Schematische Darstellung der haustechnischen Variante mit einer Wärmepumpe und Fußbodenheizung

Die vorliegende Abbildung dient lediglich als vereinfachte grafische Darstellung und stellt keine maßstabsgetreue oder planliche Darstellung dar. Jegliche Angaben und Dimensionen in der Abbildung sind als grobe Orientierungshilfe zu verstehen und müssen von einem Fachplaner im Rahmen der konkreten Planung überprüft und in detaillierten Plänen festgehalten werden.

4 KOSTEN – ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG

4.1 Kostenbasis

Zur Berechnung der gesamten Investitions- und laufenden Kosten der Bestandsvariante sowie der thermischen und energetischen Sanierungsvarianten werden Kostenkennwerte für Maßnahmen der Instandhaltung und der thermischen-energetischen Sanierung herangezogen. Basis dafür sind der Baukostenindex (BKI) für Neubau und Altbau, Angebote von Baufirmen und Erfahrungswerte aus mehreren Projekten von e7.

Hinweis: Die in diesem Bericht angegebenen Investitionskosten basieren einerseits auf statistischen Durchschnittswerten und andererseits auf aktuellen Marktangeboten. Es handelt sich hierbei um Richtwerte, die auf der zum Zeitpunkt der Erstellung verfügbaren Datenlage beruhen. Diese Werte können aufgrund von individuellen Projektgegebenheiten, regionalen Unterschieden sowie zukünftigen Entwicklungen von den tatsächlichen Kosten abweichen. Eine verbindliche Kalkulation ist nur im Rahmen eines konkreten Angebots möglich.

4.2 Kostenberechnung

Bei allen in den Berechnungen vorkommenden Kosten handelt es sich um Bruttokosten, welche für die thermische Gebäudehülle und Gebäudetechnik relevant sind. Kostenpunkte wie beispielsweise der Innenausbau oder zusätzliche Maßnahmen am Gebäude werden in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

4.3 Investitionskosten

Die Investitionskosten der einzelnen Varianten setzen sich aus den Kosten für die Sanierung der einzelnen Bauteile (sowohl energierelevante Kosten als auch sonstige Kosten) und zusätzlichen Kosten für die Planung und Nebenkosten zusammen. Eine Aufstellung der herangezogenen Kosten sind in Anhang A zu finden.

In der folgenden Tabelle werden die Gesamtkosten der einzelnen Positionen dargestellt:

Tabelle 4: Auflistung der Gesamtkosten des Projektes in € inkl. sonstigen Kosten

| Kostengruppe | Investitionskosten nach Kostengruppe | | | | | | | | | € | |
|------------------------|--------------------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|---|
| | B0 B Gas | V1 S1 Gas | V2 S2 Gas | V3 S1 B M | V4 S2 B M | V5 S1 S W | V6 S2 S W | V7 S1 S W | V8 S2 S W | | |
| 1 Grund | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 2 Aufschließung | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 3 Rohbau | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 4 Bauwerk - Technik | 26.300 | 106.300 | 55.600 | 133.900 | 86.100 | 132.800 | 97.000 | 153.600 | 117.800 | € | |
| 5 Bauwerk - Ausbau | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 6 Einrichtung | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 7 Außenanlagen | 800 | 3.200 | 1.700 | 4.000 | 2.600 | 4.000 | 2.900 | 4.600 | 3.500 | € | |
| 8 Honorare | 1.400 | 5.500 | 2.900 | 6.900 | 4.400 | 6.800 | 5.000 | 7.900 | 6.100 | € | |
| 9 Nebenkosten | 800 | 3.300 | 1.700 | 4.100 | 2.700 | 4.100 | 3.000 | 4.700 | 3.600 | € | |
| Gesamtbaukosten | 29.300 | 118.300 | 61.900 | 148.900 | 95.800 | 147.700 | 107.900 | 170.800 | 131.000 | € | |
| - | | | | | | | | | | | |
| 30 Min. | | | | | | | | | | | |
| % Gesamtbaukosten | 20.500 | 82.800 | 43.300 | 104.200 | 67.100 | 103.400 | 75.500 | 119.600 | 91.700 | € | |
| 30 Max. | | | | | | | | | | | |
| % Gesamtbaukosten | 38.100 | 153.800 | 80.500 | 193.600 | 124.500 | 192.000 | 140.300 | 222.000 | 170.300 | € | |

Tabelle 5: Auflistung der Investitionskosten in den Kostengruppen 3 bis 5

| Obergruppe in KG 3 - 5 | Investitionskosten je Obergruppen in Kostengruppe 3 - 5 | | | | | | | | | |
|------------------------|---|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------|
| | B0 B Gas | V1 S1 Gas | V2 S2 Gas | V3 S1 B | V4 S2 B | V5 S1 S | V6 S2 S | V7 S1 S | V8 S2 S | |
| Dach | - | 700 | - | 700 | - | 700 | - | 700 | - | € |
| Außenwand | 13.200 | 42.600 | - | 42.600 | - | 42.600 | - | 42.600 | - | € |
| Oberste Geschoßdecke | - | 8.100 | 8.100 | 8.100 | 8.100 | 8.100 | 8.100 | 8.100 | 8.100 | € |
| Kellerdecke | - | 8.100 | - | 8.100 | - | 8.100 | - | 8.100 | - | € |
| Fenster & Türen | 2.800 | 35.600 | 35.600 | 35.600 | 35.600 | 35.600 | 35.600 | 35.600 | 35.600 | € |
| Wärmeversorgung | 10.300 | 11.200 | 11.900 | 38.800 | 42.400 | 37.700 | 53.300 | 58.500 | 74.100 | € |
| Summe KG 3 - 5 | 26.300 | 106.300 | 55.600 | 133.900 | 86.100 | 132.800 | 97.000 | 153.600 | 117.800 | € |

4.4 Energie- und Betriebskosten

Für die Berechnung der Varianten und den anschließenden Variantenvergleich über einen Zeitraum von 30 Jahren ist die Berücksichtigung von Energiekosten relevant. In Tabelle 6 sind sowohl jene Energiepreise aufgelistet, die Haushalte derzeit für den Einsatz für Heizzwecke zahlen müssen, als auch jene jährlichen linearen Preissteigerungen, von denen bei einem Zeitraum von 30 Jahren auszugehen ist.

Tabelle 6: Energiepreise 2024 und Preisprognosen

| | Nettopreis 2024 [€/kWh] | Bruttopreis 2024 [€/kWh] | lineare Preissteigerung real | lineare Preissteigerung nominal |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Gas | 0,103 | 0,124 | 2,63% | 4,63% |
| Strom | 0,228 | 0,273 | 0,38% | 2,38% |
| Pellets | 0,051 | 0,061 | 0,30% | 2,30% |

- **Gas:** Basierend auf der Studie „Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050“ (Kemmler, et al., 2021) können Preise für aktuelle Gastarife und Preissteigerungen angenommen werden. In diese Berechnung fließen auch der europäische Gas-Marktpreis und weitere EU-Vorgaben wie die CO₂-Bepreisung ein.
- **Strom:** Derzeitige Strompreise können tagesaktuell bei der E-Control abgefragt werden. Eine Preisprognose für den Zeitraum von 30 Jahre wurde ebenfalls über die Studie „Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050“ (Kemmler, et al., 2021) vorgenommen.
- **Pellets:** Die Preisermittlung basiert auf jahrelangen Basisniveau zwischen 2015 und 2021. Die mittlere Steigerungsrate wird durch die Heat Roadmap Europe ermittelt. (Paardekooper, et al., 2018)

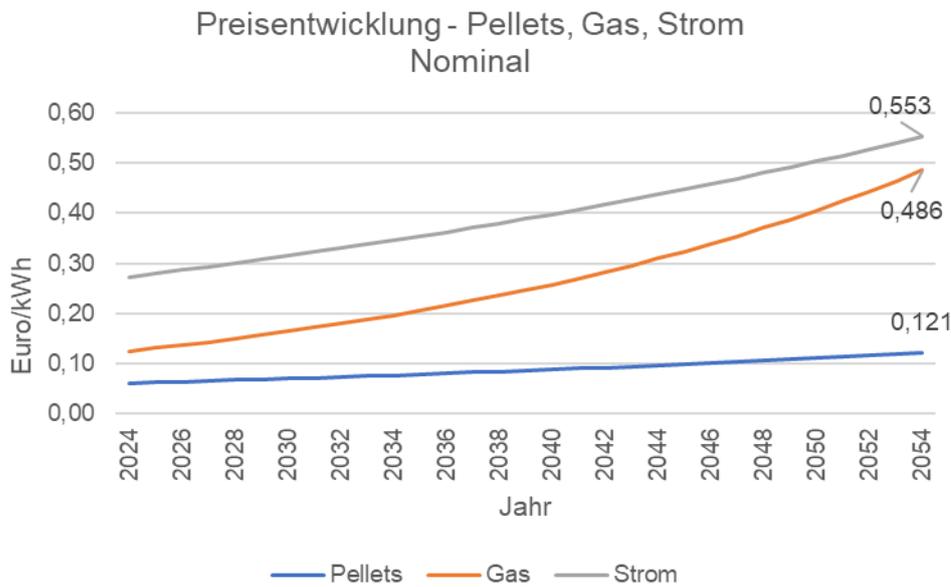


Abbildung 9: Angenommene Brutto-Energiepreise mit Prognose bis 2054

In Abbildung 10 sind die Energie- und Betriebskosten der einzelnen Varianten zu sehen. Folgendes kann aus den Ergebnissen der Energie- und Betriebskosten abgeleitet werden:

- Vor allem jene Varianten mit thermischen Teilsanierungen weisen auf Grund des deutlich höheren Energiebedarfs auch höhere Energiekosten auf.
- Gleichzeitig kann erkannt werden, dass Wärmepumpen effizienter arbeiten und daher auch, trotz höherer spezifischer Kosten pro kWh, geringere Gesamtenergiekosten erreicht werden können.
- Hinsichtlich der Betriebskosten sind keine relevanten Unterschiede der Systeme anzumerken.

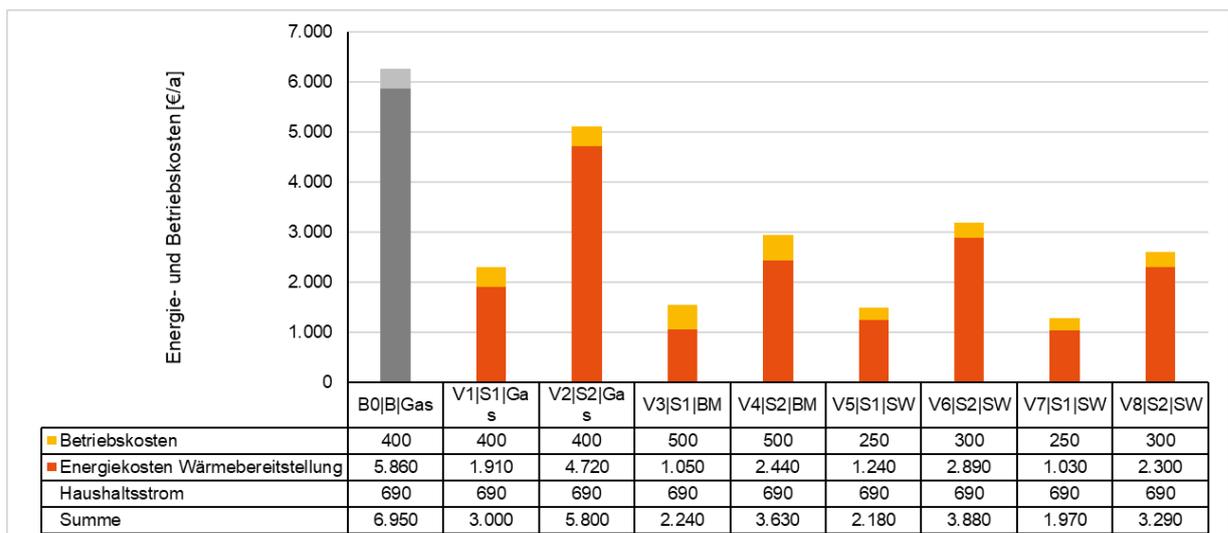


Abbildung 10: Energie- und Betriebskosten der Varianten (Quelle: e7)

4.5 Lebenszykluskosten

Die Berechnung der Lebenszykluskosten erfolgte nach ÖNORM M 7140. Folgende Annahmen wurden getroffen:

| | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Kalkulationszinssatz: | 3 % |
| Betrachtungszeitraum: | 30 Jahre |
| Preissteigerung Investitionskosten: | 2 % |
| Preissteigerung Betriebskosten: | 2 % |
| Preissteigerungen Energiekosten: | Individuell (siehe Kapitel 4.4) |

4.5.1 Sensitivitätsanalyse

Um Preisschwankungen bei Investitionskosten und abweichende Energiekosten in der Betrachtung der Lebenszykluskosten zu berücksichtigen, wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Dafür wurden folgende Varianten berücksichtigt:

- Investitionskosten: Berücksichtigung von unteren und oberen Grenzwerten aller relevanter Investitionskosten
 - Sensitivität 1: ~20% höhere Investitionskosten (siehe Kostentabelle in Anhang)
 - Sensitivität 2: ~20% geringere Investitionskosten (siehe Kostentabelle in Anhang)
- Energiekosten: Berücksichtigung von unterschiedlichen Preissteigerungen der Energieträger
 - Sensitivität 3: Preissteigerung Gas nominal 3,5%
 - Sensitivität 4: Preissteigerung Strom und Pellets nominal 3,0%

4.5.1.1 Sensitivität 1

Berücksichtigt man die obere Bandbreite der Investitionskosten für die einzelnen Maßnahmen, ergeben sich folgende Gesamtinvestitionskosten:

Tabelle 7: Auflistung der Gesamtkosten des Projektes in € inkl. sonstigen Kosten der Sensitivität 1

| Kostengruppe | Investitionskosten nach Kostengruppe | | | | | | | | | € | |
|------------------------------|--------------------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------|---|
| | B0 B G s | V1 S1 G as | V2 S2 G as | V3 S1 B M | V4 S2 B M | V5 S1 S W | V6 S2 S W | V7 S1 S W | V8 S2 S W | | |
| 1 Grund | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 2 Aufschließung Bauwerk - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 3 Rohbau Bauwerk - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 4 Technik Bauwerk - | 31.600 | 127.600 | 66.700 | 160.700 | 103.400 | 159.300 | 116.400 | 184.300 | 141.400 | € | |
| 5 Ausbau | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 6 Einrichtung | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 7 Außenanlagen | 900 | 3.800 | 2.000 | 4.800 | 3.100 | 4.800 | 3.500 | 5.500 | 4.200 | € | |
| 8 Honorare | 1.600 | 6.600 | 3.400 | 8.300 | 5.300 | 8.200 | 6.000 | 9.500 | 7.300 | € | |
| 9 Nebenkosten | 1.000 | 3.900 | 2.100 | 5.000 | 3.200 | 4.900 | 3.600 | 5.700 | 4.400 | € | |
| Gesamtbaukosten | 35.100 | 141.900 | 74.200 | 178.800 | 115.000 | 177.200 | 129.500 | 205.000 | 157.300 | € | |
| - | | | | | | | | | | | |
| 30 Min. | | | | | | | | | | | |
| % Gesamtbaukosten | 24.600 | 99.300 | 51.900 | 125.200 | 80.500 | 124.000 | 90.700 | 143.500 | 110.100 | € | |
| 30 Max. | | | | | | | | | | | |
| % Gesamtbaukosten | 45.600 | 184.500 | 96.500 | 232.400 | 149.500 | 230.400 | 168.400 | 266.500 | 204.500 | € | |

4.5.1.2 Sensitivität 2

Berücksichtigt man die untere Bandbreite der Investitionskosten für die einzelnen Maßnahmen, ergeben sich folgende Gesamtinvestitionskosten:

Tabelle 8: Auflistung der Gesamtkosten des Projektes in € inkl. sonstigen Kosten der Sensitivität 2

| Kostengruppe | Investitionskosten nach Kostengruppe | | | | | | | | | € |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------|
| | B0 B Gas | V1 S1 Gas | V2 S2 Gas | V3 S1 BM | V4 S2 BM | V5 S1 SW | V6 S2 SW | V7 S1 SW | V8 S2 SW | |
| 1 Grund | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 Aufschließung Bauwerk - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 Rohbau Bauwerk - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 Technik Bauwerk - | 21.100 | 85.100 | 44.500 | 107.100 | 68.900 | 106.200 | 77.600 | 122.900 | 94.200 | € |
| 5 Ausbau | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 Einrichtung | - | - | - | - | - | - | - | - | - | € |
| 7 Außenanlagen | 600 | 2.600 | 1.300 | 3.200 | 2.100 | 3.200 | 2.300 | 3.700 | 2.800 | € |
| 8 Honorare | 1.100 | 4.400 | 2.300 | 5.500 | 3.500 | 5.500 | 4.000 | 6.300 | 4.900 | € |
| 9 Nebenkosten | 700 | 2.600 | 1.400 | 3.300 | 2.100 | 3.300 | 2.400 | 3.800 | 2.900 | € |
| Gesamtbaukosten | 23.500 | 94.700 | 49.500 | 119.100 | 76.600 | 118.200 | 86.300 | 136.700 | 104.800 | € |
| 30 Min. % Gesamtbaukosten | 16.500 | 66.300 | 34.700 | 83.400 | 53.600 | 82.700 | 60.400 | 95.700 | 73.400 | € |
| 30 Max. % Gesamtbaukosten | 30.600 | 123.100 | 64.400 | 154.800 | 99.600 | 153.700 | 112.200 | 177.700 | 136.200 | € |

Betrachtet man die Basisvariante und die Sensitivitäten 1 und 2 ergibt dies unterschiedlich Anfangsinvestitionen.

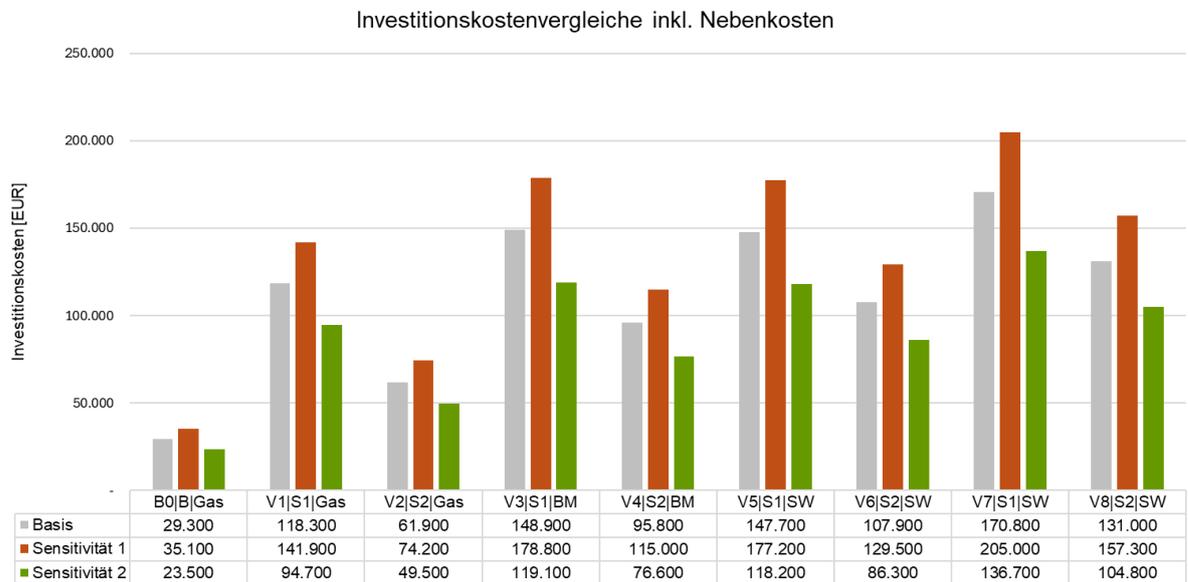


Abbildung 11: Investitionskostenvergleich Basisvariante, Sensitivität 1 und Sensitivität 2

4.5.1.3 Sensitivität 3

Berücksichtigung man eine Preissteigerung der Gaspreise von 1,5% real, also 3,5% nominal anstatt der erhobenen 2,63% real (bzw. 4,63% nominal), ergeben sich folgende Energie- und Betriebskosten über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren:

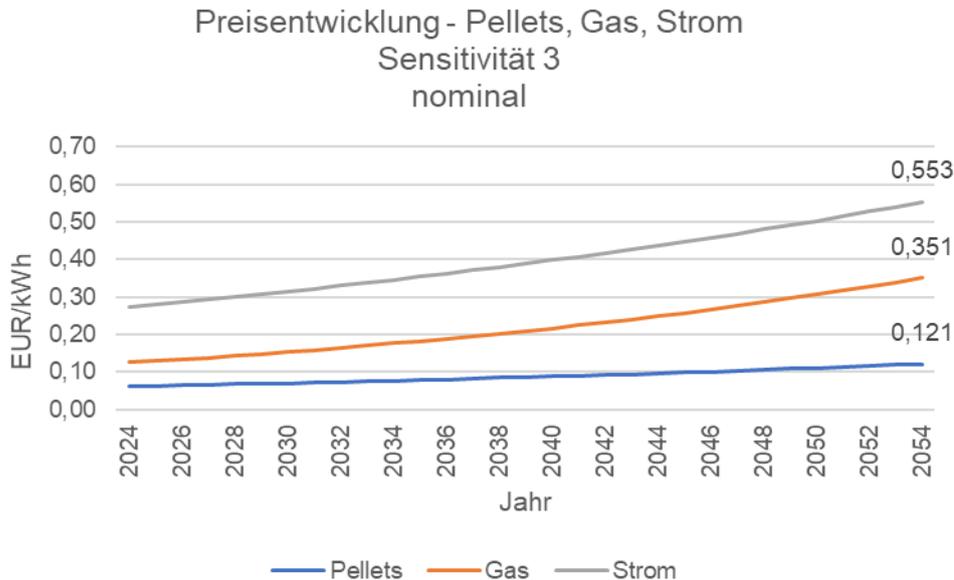


Abbildung 12: Energiekosten inkl. Steigerung über 30 Jahre mit Sensitivität 3

Tabelle 9: Annahme Energieträgerpreise inkl. linearen Preissteigerungen

| | Nettopreis 2024 [€/kWh] | Bruttopreis 2024 [€/kWh] | lineare Preissteigerung real | lineare Preissteigerung nominal |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Gas | 0,103 | 0,124 | 1,50% | 3,50% |
| Strom | 0,228 | 0,273 | 0,38% | 2,38% |
| Pellets | 0,051 | 0,061 | 0,30% | 2,30% |

4.5.1.4 Sensitivität 4

Berücksichtigung man eine Preissteigerung der Strom- und Pelletspreise von 1,0% real, also 3,0% nominal anstatt der erhobenen 0,3% bzw. 0,38% real (bzw. 2,3% und 2,38% nominal), ergeben sich folgende Energie- und Betriebskosten über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren:

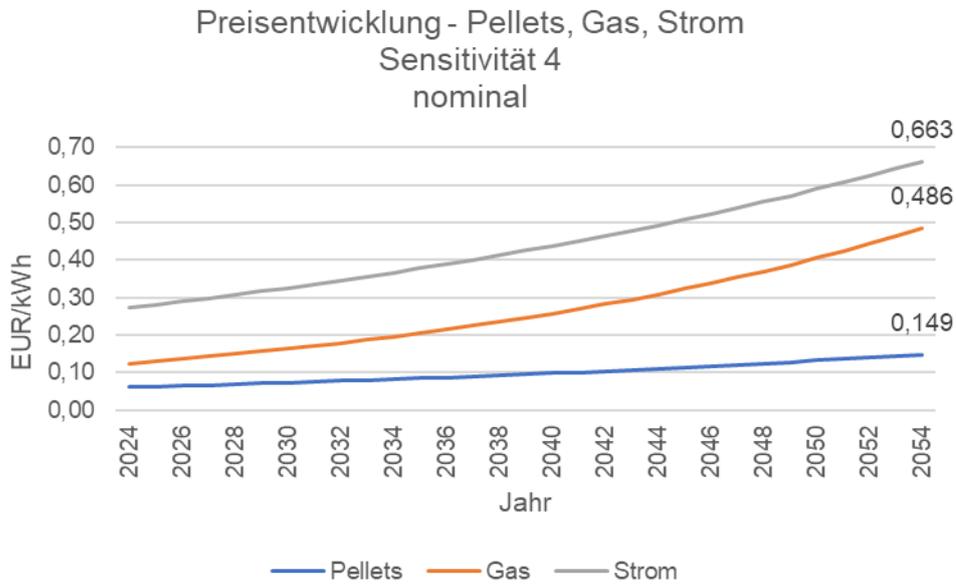


Abbildung 13: Energiekosten inkl. Steigerung über 30 Jahre mit Sensitivität 4

Tabelle 10: Annahme Energieträgerpreise inkl. linearen Preissteigerungen

| | Nettopreis 2024 [€/kWh] | Bruttopreis 2024 [€/kWh] | lineare Preissteigerung real | lineare Preissteigerung nominal |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Gas | 0,103 | 0,124 | 2,63 | 4,63% |
| Strom | 0,228 | 0,273 | 1,0% | 3,0% |
| Pellets | 0,051 | 0,061 | 1,0% | 3,0% |

Ein Vergleich der Energiekostenentwicklung mit den unterschiedlichen Annahmen der Sensitivitäten 3 und 4 ist in Abbildung 14 dargestellt.

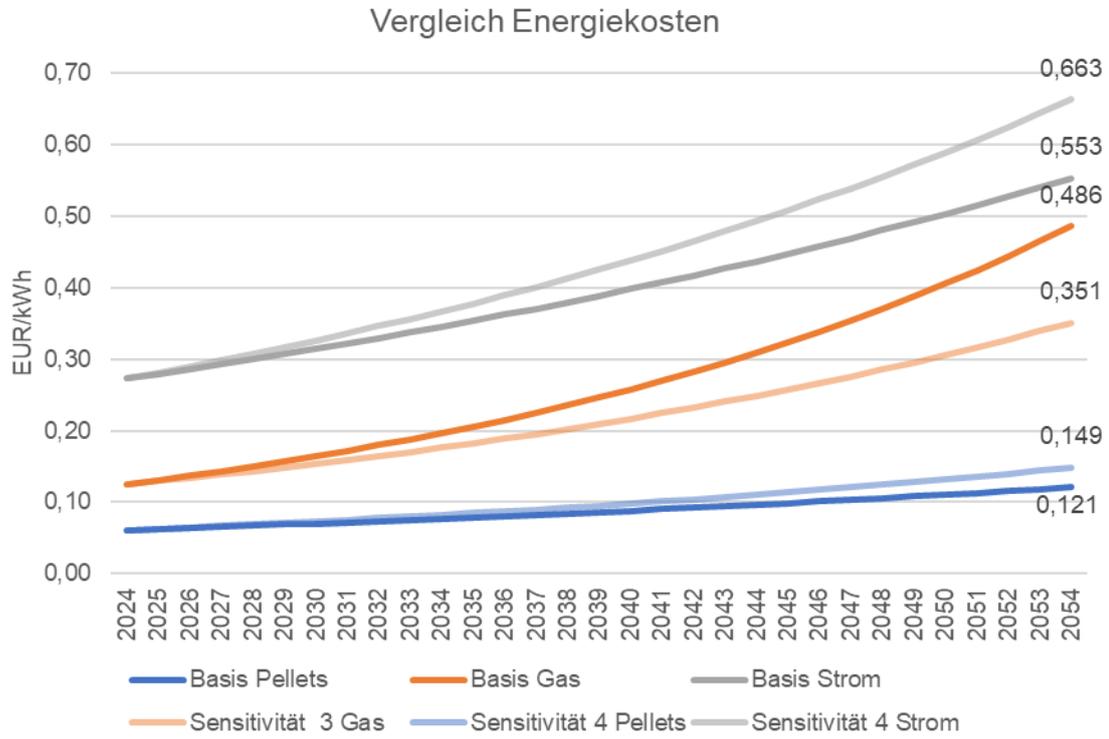


Abbildung 14: Vergleich der Energiekosten über Betrachtungszeitraum und unterschiedlichen Sensitivitäten

4.5.2 Variantenvergleiche

In Abbildung 15 sind die Lebenszykluskosten der Varianten zu sehen. Folgendes kann aus den Ergebnissen der Lebenszykluskostenberechnung abgeleitet werden:

- Auf Grund der Preissteigerung des Energieträgers Gas und des hohen Energiebedarfs gehen vor allem Variante 0 und 2, betrachtet über 30 Jahre, mit den höchsten Kosten einher.
- Hingegen ist Variante 1, also die Betrachtung einer umfassenden Sanierung und dem Tausch der Gas-Therme auf ein Brennwert-Gerät, über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren ohne Berücksichtigung von Restwerten mit den geringsten Kosten verbunden. Jedoch ist zu erwähnen, dass auch die Varianten 4 und 5 mit sehr ähnlichen Kosten verbunden sind. Eine eindeutige Aussage ist also nicht ganz eindeutig möglich.

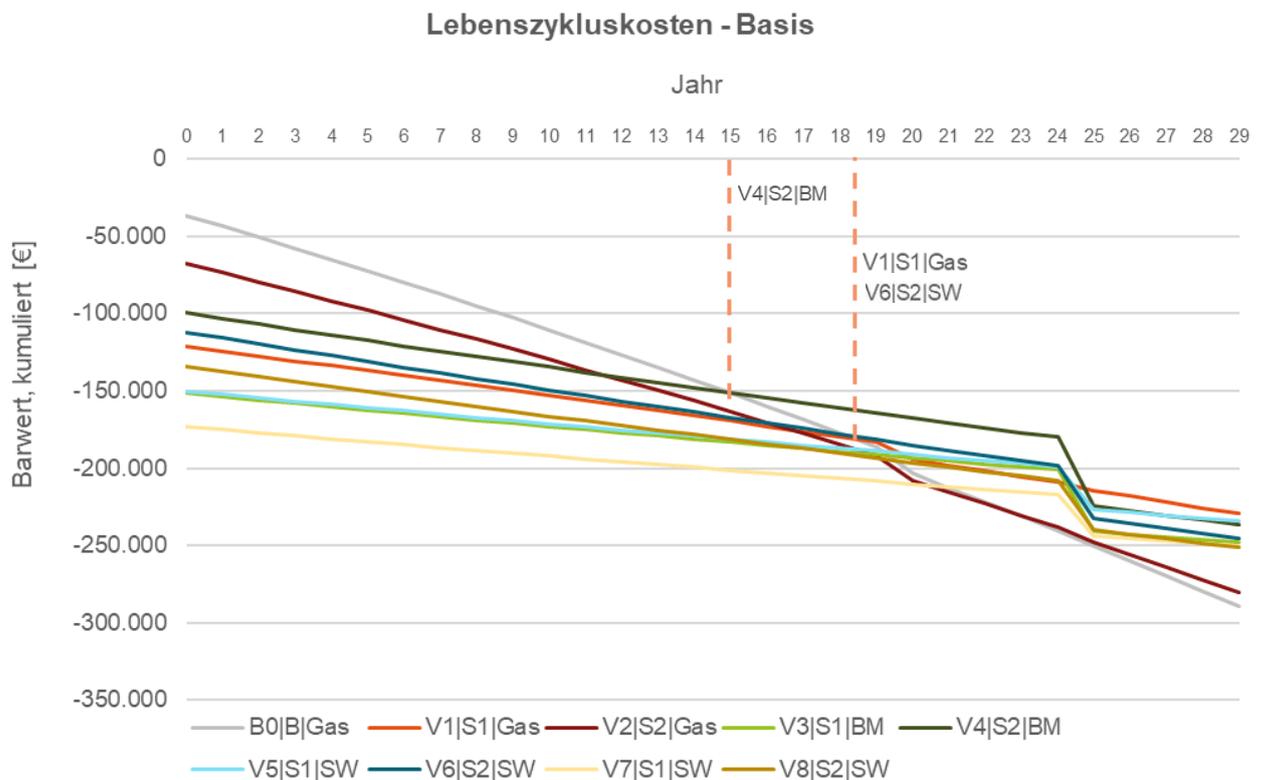


Abbildung 15: Barwert, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7)

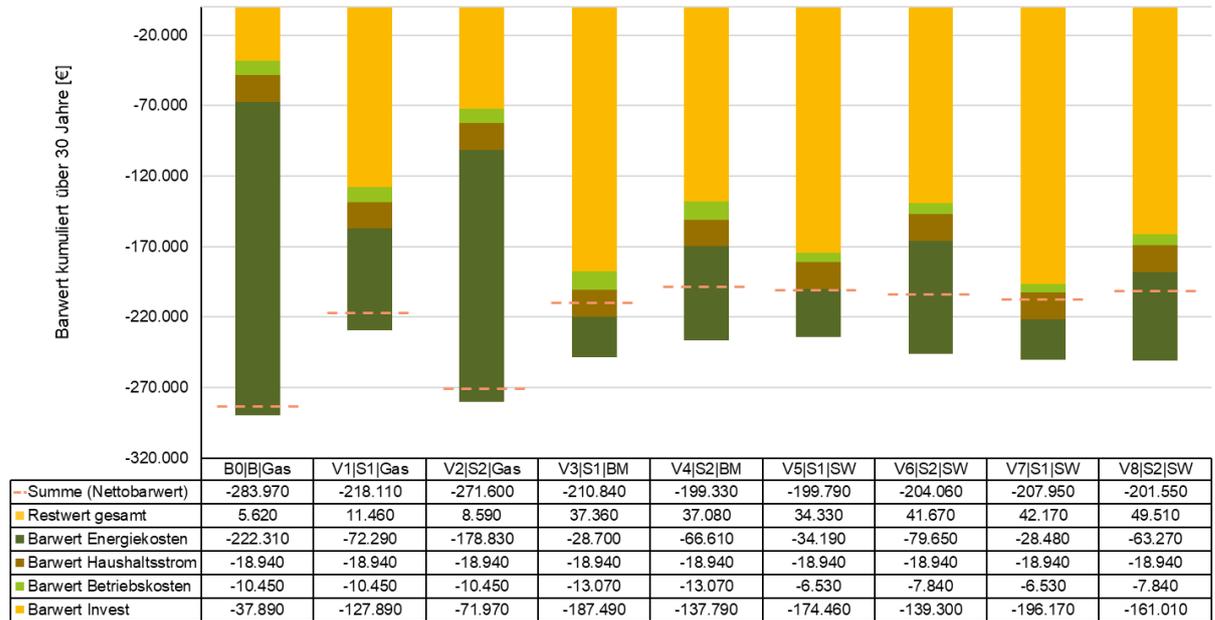


Abbildung 16: Darstellung der Barwerte der Basisvariante mit Berücksichtigung von Restwerten

Berücksichtigt man den Restwert der jeweiligen Varianten auf Grund der Nutzungsdauer der unterschiedlichen Bauteile und Maßnahmen, können auf den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren folgende Ergebnisse erzielt werden:

Tabelle 11: Barwert nach 30 Jahren inkl. Restwerte

| | B0 B Gas | V1 S1 Gas | V2 S2 Gas | V3 S1 BM | V4 S2 BM | V5 S1 SW | V6 S2 SW | V7 S1 SW | V8 S2 SW |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Barwert Investitionskosten | -37.900 | -127.900 | -72.000 | -187.500 | -137.800 | -174.500 | -139.300 | -196.200 | -161.000 |
| Barwert Betriebskosten | -10.500 | -10.500 | -10.500 | -13.100 | -13.100 | -6.500 | -7.800 | -6.500 | -7.800 |
| Barwert Energiekosten | -222.300 | -72.300 | -178.800 | -28.700 | -66.600 | -34.200 | -79.600 | -28.500 | -63.300 |
| Barwert Haushaltsstrom | -18.900 | -18.900 | -18.900 | -18.900 | -18.900 | -18.900 | -18.900 | -18.900 | -18.900 |
| Summe | -289.600 | -229.600 | -280.200 | -248.200 | -236.400 | -234.100 | -245.600 | -250.100 | -251.000 |
| Restwert Haustechnik | 4.600 | 5.500 | 5.900 | 31.400 | 34.400 | 28.400 | 38.900 | 36.200 | 46.800 |
| Restwert Gebäudehülle | 1.000 | 6.000 | 2.700 | 6.000 | 2.700 | 5.900 | 2.800 | 6.000 | 2.700 |
| Summe (Netto-Barwert) | -284.000 | -218.100 | -271.600 | -210.800 | -199.300 | -199.800 | -203.900 | -207.900 | -201.500 |

Werden also die Restwerte, die sich aus den Investitionen in die Gebäudehülle und vor allem die Haustechnik ergeben, in der Betrachtung berücksichtigt, ergibt sich eine andere Reihung hinsichtlich einer ökonomischen Beurteilung. Jede Variante weist auf Grund der Maßnahmen und deren Nutzungsdauer unterschiedliche Restwerte auf. Die Varianten mit erneuerbaren Heizsystem und vor allem jene mit Erdsonden und Fußbodenheizungen verzeichnen am Ende von 30 Jahren noch einen sehr hohen Restwert. Wird die Wirtschaftlichkeit der Varianten also gesamthaft betrachtet, stellen sich **Variante 4** (Teilsanierung, Biomassekessel), **Variante 5** (umfangreiche Sanierung, SW-WP) und **Variante 8** (Teilsanierung, SW-WP, FBH) als wirtschaftlich am günstigsten dar. Die Varianten 0 und 2 sind eindeutig mit den meisten Kosten verbunden. Auch Variante 1, die sich ohne Restwertbetrachtung am ökonomisch vorteilhaftesten herausgestellt hat, kann in dieser Betrachtung nicht mehr mithalten.

4.5.2.1 Sensitivität 1

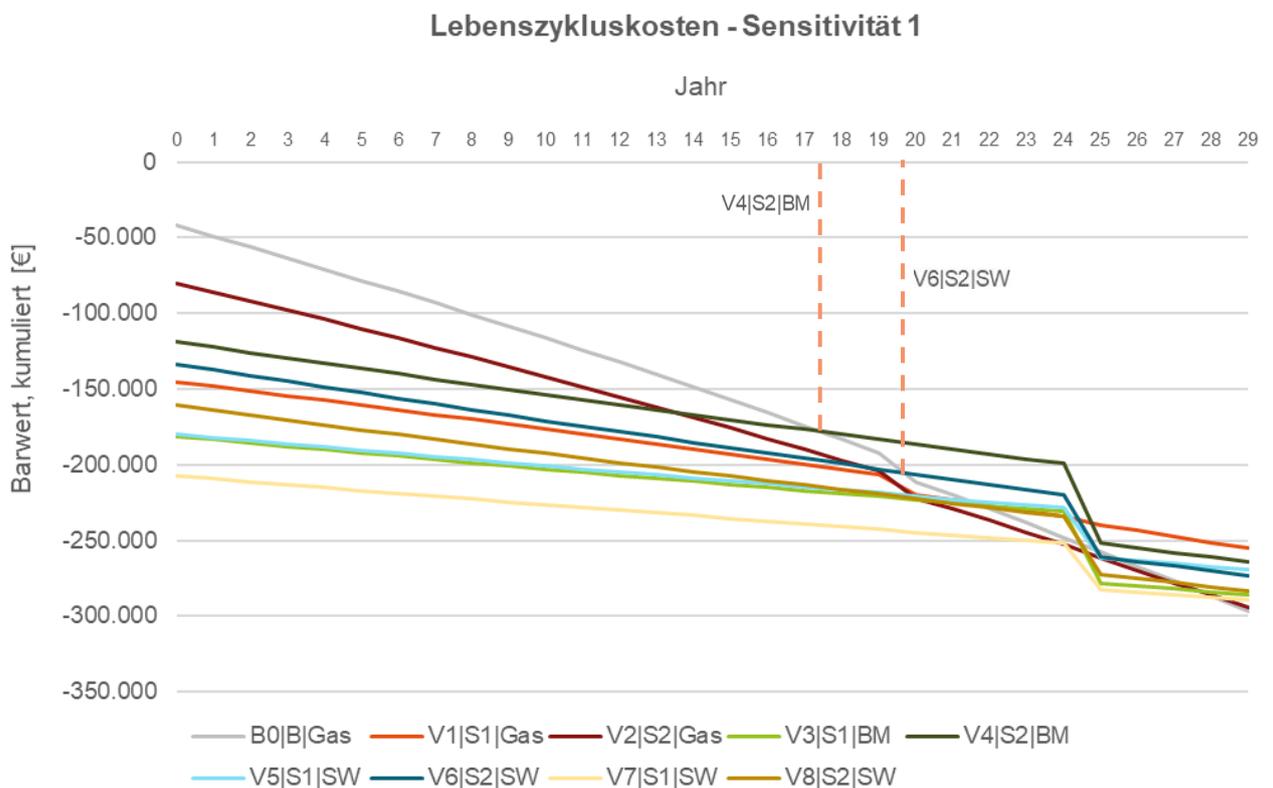


Abbildung 17: Barwert der Sensitivität 1, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7)

- Werden prozentuell höhere Investitionskosten angenommen, werden jene Varianten, die auch in der Basisvariante höhere Investitionskosten haben, tendenziell noch teurer gegenüber Varianten mit nur geringer Eingriffstiefe.

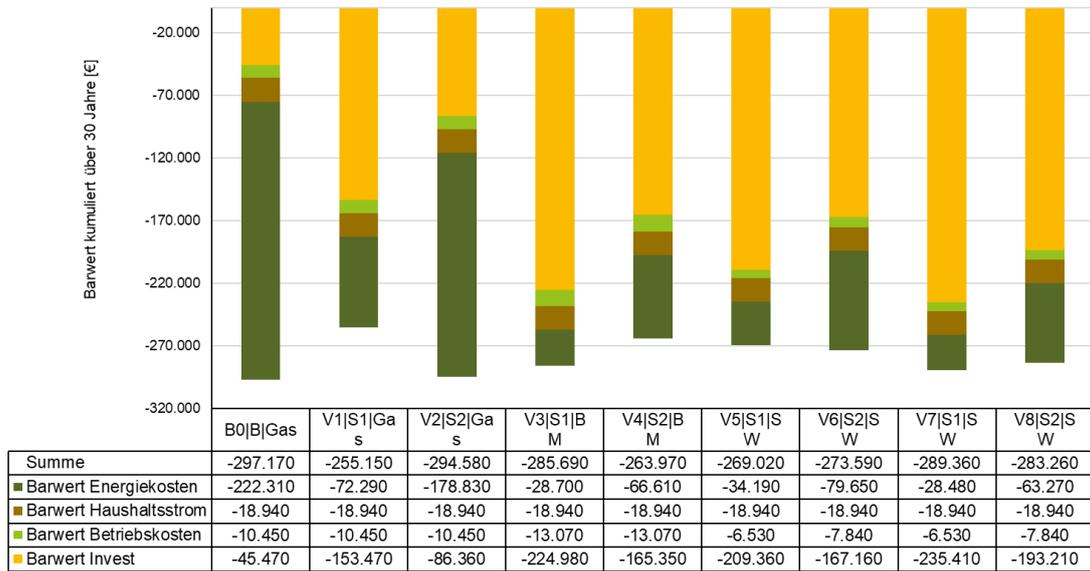


Abbildung 18: Darstellung der Barwerte der Sensitivität 1

4.5.2.2 Sensitivität 2

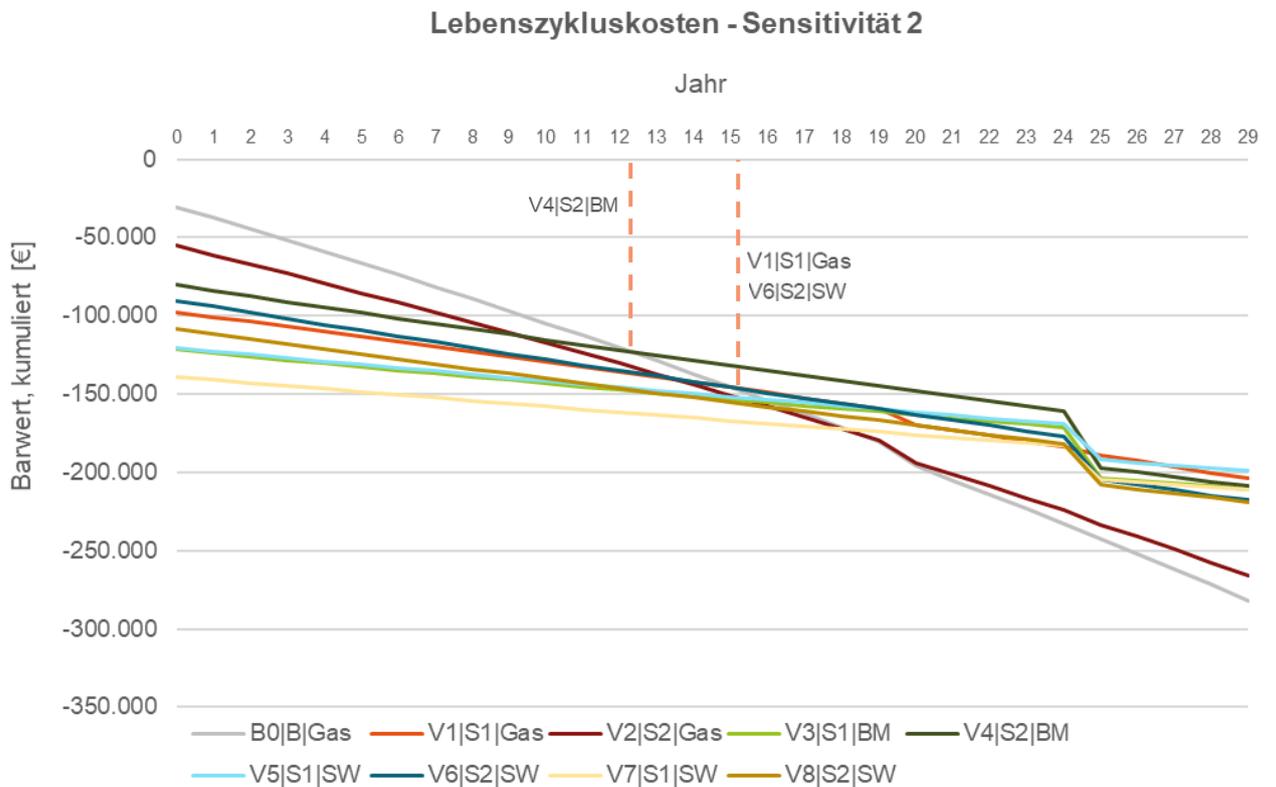


Abbildung 19: Barwert der Sensitivität 2, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7)

- Ist von geringeren Investitionskosten auszugehen, profitieren dagegen jene Varianten, die in der Basisvariante mit höheren Investitionskosten angenommen worden sind.

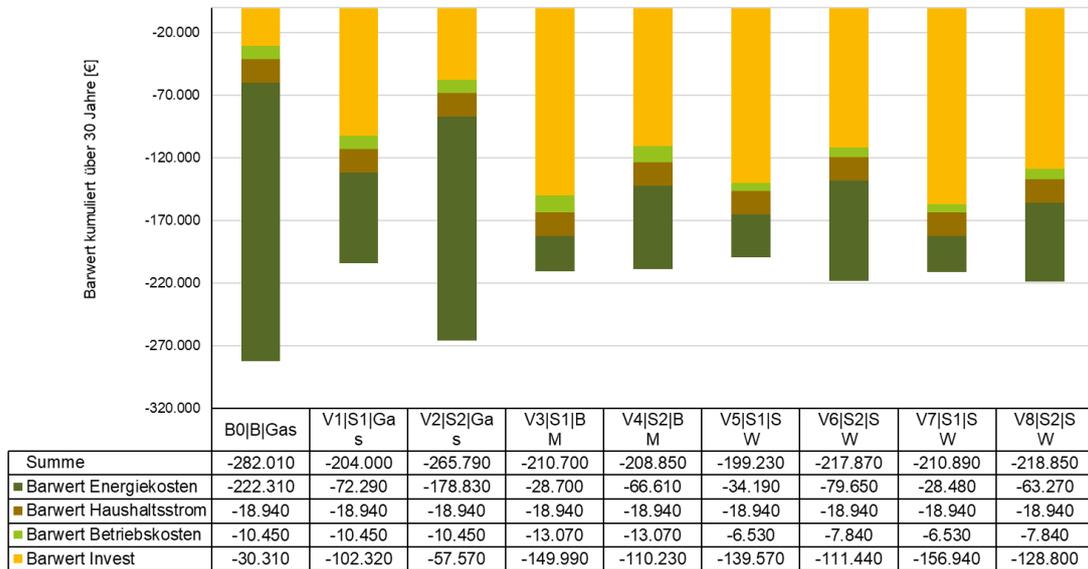


Abbildung 20: Darstellung der Barwerte der Sensitivität 2

4.5.2.3 Sensitivität 3

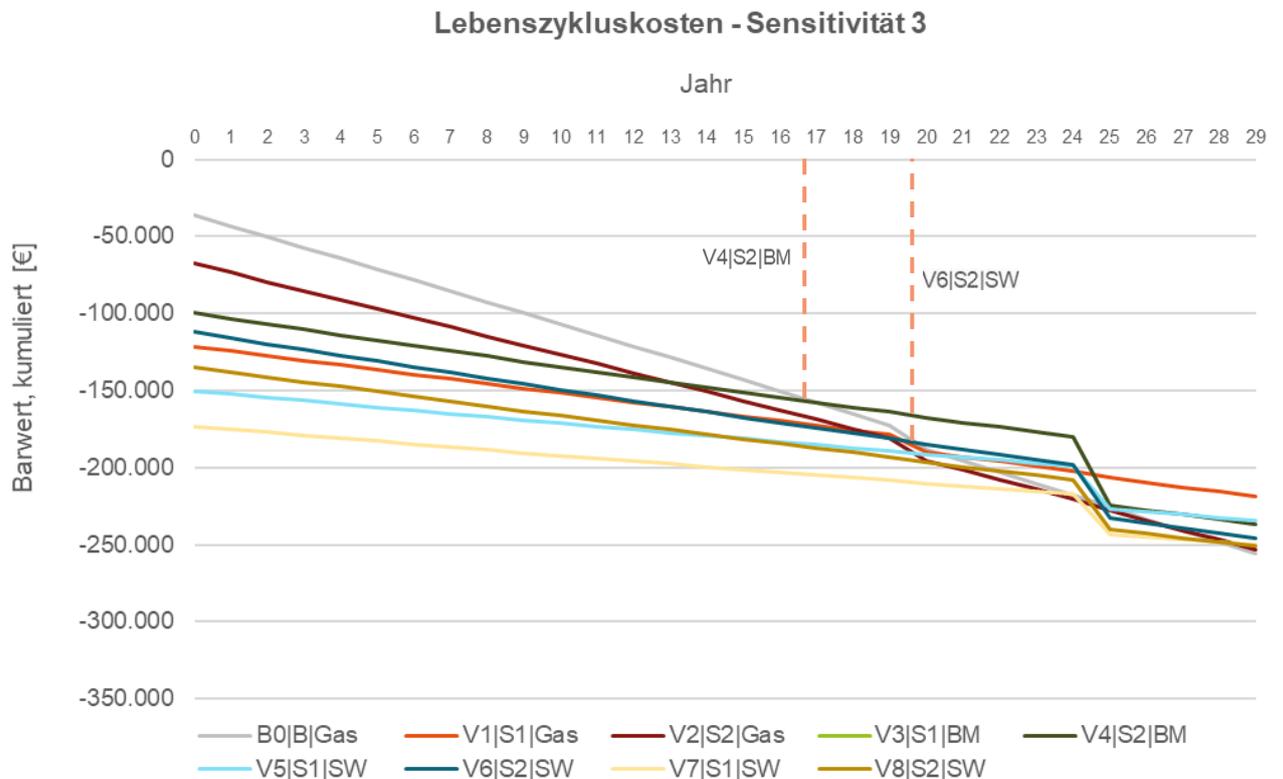


Abbildung 21: Barwert der Sensitivität 3, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7)

- Werden geringere Gas-Preissteigerungen angenommen, werden auch jene Varianten, die keine oder nur geringe thermische Sanierungsmaßnahmen berücksichtigen und keinen Tausch der Heizung vorsehen, im Vergleich zu anderen Varianten konkurrenzfähig. Die Gesamtkosten über eine Betrachtungsdauer von 30 Jahren unterschreiten jedoch auch unter dieser Annahme nicht maßgeblich jene der anderen Varianten.

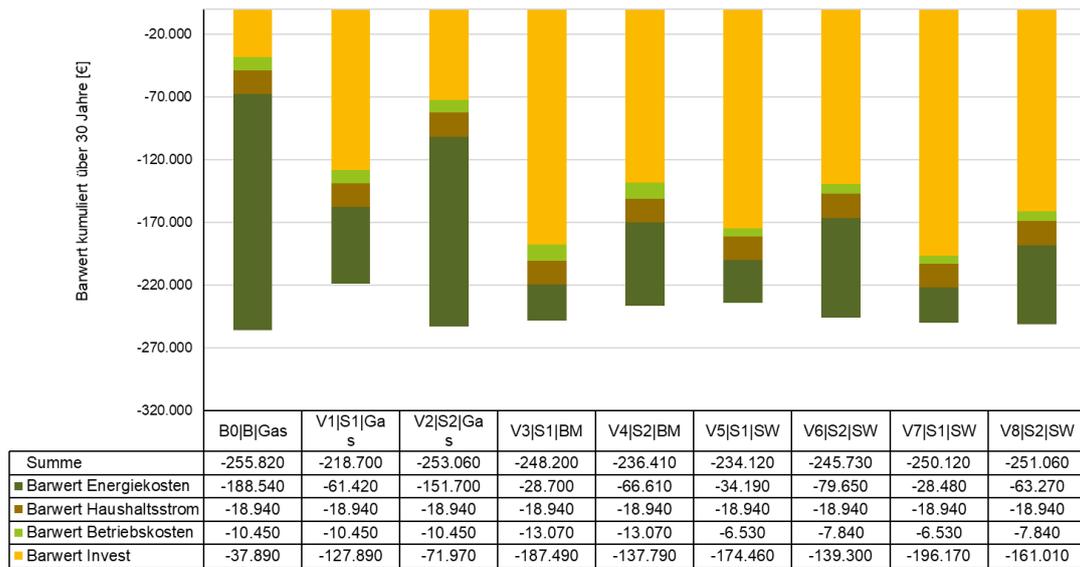


Abbildung 22: Darstellung der Barwerte der Sensitivität 3

4.5.2.4 Sensitivität 4

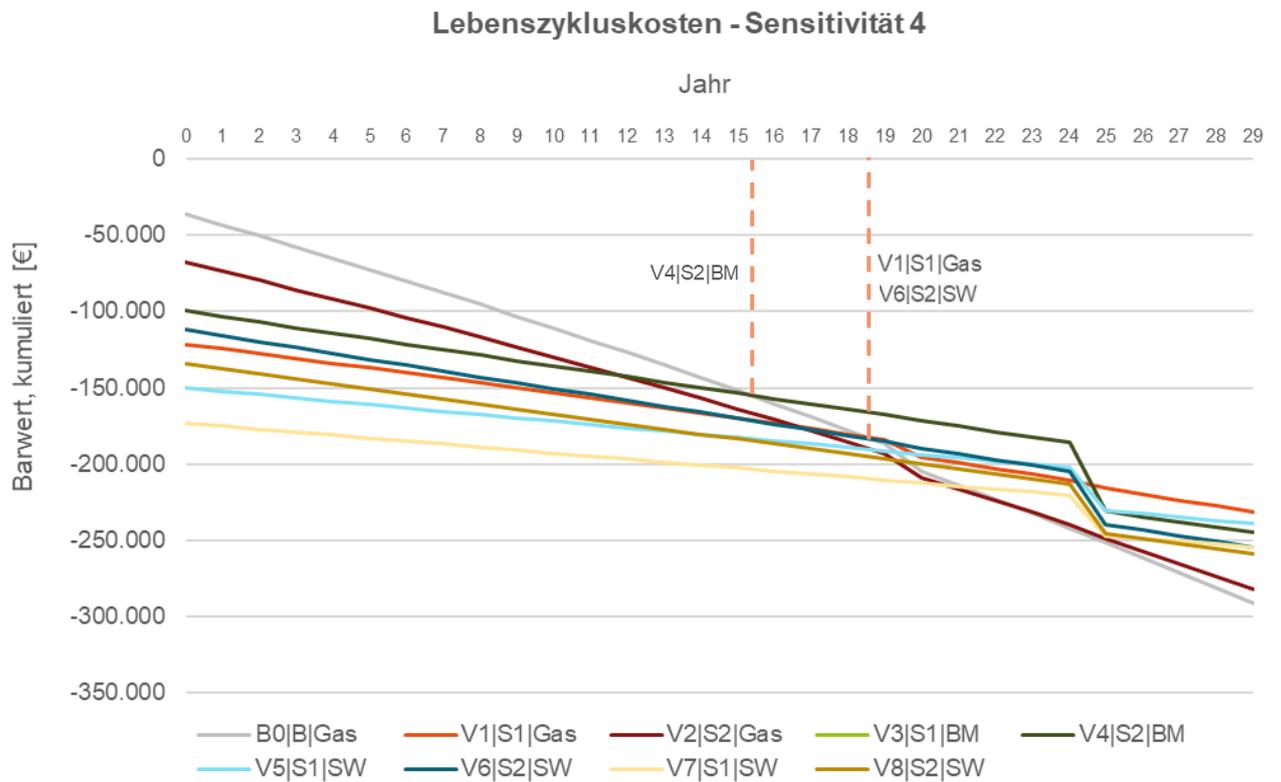


Abbildung 23: Barwert der Sensitivität 4, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7)

- Werden hingegen höhere Preissteigerungen bei den Energieträgern Strom und Pellets angenommen, rücken auch hier die Gesamtkosten der Varianten näher aneinander. Große Auswirkungen hat diese Anpassung der linearen Preissteigerung von mehr als 1%P jedoch nicht.

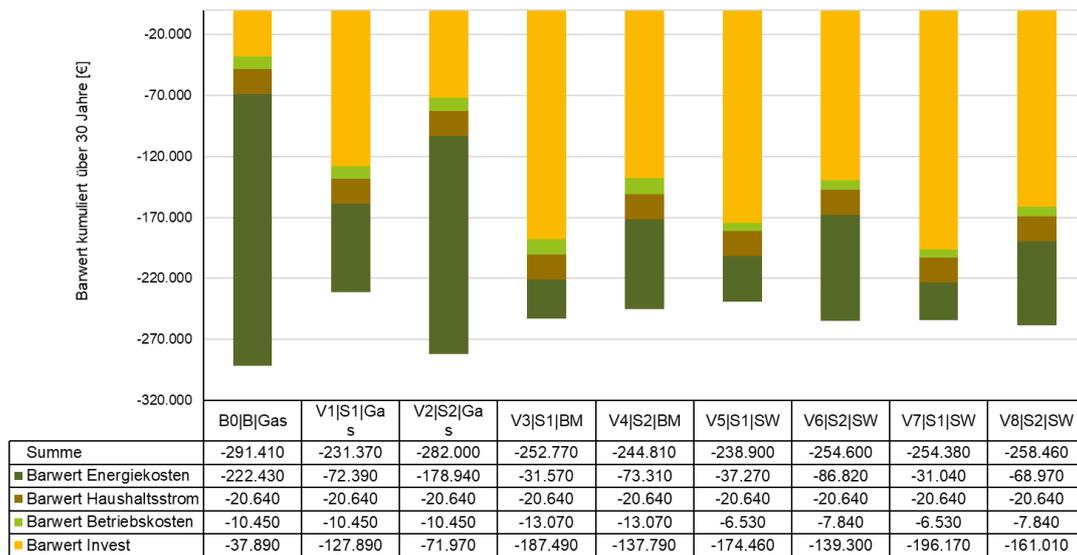


Abbildung 24: Darstellung der Barwerte der Sensitivität 4

4.6 Förderungen

Um die Investitionskosten bewerten zu können, werden in weiterer Folge auch Förderungen betrachtet, die für thermische und haustechnische Maßnahmen lukriert werden können.

4.6.1 Landesförderungen (Einmalzuschüsse)

Mit Ausnahme von Niederösterreich gibt es in allen Bundesländern die Möglichkeit, Einmalzuschüsse zu Sanierungsvorhaben (thermische Sanierungsmaßnahmen und/oder Heizkesseltausch) erhalten zu können. Dies sind meist als Alternative zu einem Landesdarlehen oder ähnlichen Finanzierungsformen zu sehen. Vorgaben ergeben sich dabei vorrangig aus Anforderungen an U-Werte der zu sanierenden Bauteile sowie an Energiekennzahlen oder anderen energierelevanten Indikatoren. Sowohl die Anforderungen als auch die Förderhöhe variieren je Bundesland.

Hinweis: Eine Bewertung der möglichen Förderungen passiert auf Annahmen, die sie aus dem Projekt ergeben. *Es handelt sich hierbei um Richtwerte, die auf der zum Zeitpunkt der Erstellung verfügbaren Datenlage beruhen. Diese Werte können aufgrund von individuellen Projektgegebenheiten sowie zukünftigen Entwicklungen abweichen. Eine verbindliche Kalkulation ist nur im Rahmen eines konkreten Projekts möglich.*

In den oben angeführten Betrachtungen der Lebenszykluskosten, wurden jeweils Investitionskosten und laufende Kosten (Betriebs- und Energiekosten) berücksichtigt. In weiterer Betrachtung sind Einmalzuschüsse der Bundesländer zu den Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Zu erwähnen ist jedoch, dass zum Zeitpunkt der Bearbeitung des Projektes die Förderung des Bundes zur Sanierungsoffensive („Raus aus Öl und Gas“ und „Sanierungsbonus“) nicht mehr verfügbar war. Ein mögliches Nachziehen der Förderungen der Bundesländer war noch nicht möglich.

In Kapitel 9 sind die jeweiligen Barwerte der Varianten mit den Einmalzuschüssen der Bundesländer dargestellt.

In Tabelle 12 werden die Investitionskosten der Basisvariante mit den Einmalzuschüssen der Bundesländer gegenübergestellt. Die Farben geben wieder, wie hoch die zu zahlenden Beiträge je Variante sind und vergleichen dabei die Bundesländer untereinander. Grün bedeutet geringere restliche Kosten, rot sind die für diese Variante höchsten Kosten.

Daraus zeigt sich, dass Tirol für alle Varianten die höchsten Förderungen gewährt. In den anderen Bundesländern kann teilweise erkannt werden, dass unterschiedliche Fokusse gelegt werden. Beispielsweise sind die teilsanierten Varianten in der Steiermark gar nicht förderbar, die vollsanierten dafür relativ hoch. In Wien zeigt sich, dass Förderungen bei Sanierungen, wo die Gasthermen beibehalten werden, deutlich geringer sind als in anderen Bundesländern. Auf Grund von maximalen Förderhöhen ergeben sich beispielsweise in Vorarlberg höhere anteilige Förderungen für die teilsanierten Varianten.

Am Beispiel Tirol kann erkannt werden, dass eine Förderung von rund 30% der gesamten Investitionskosten eine Amortisierungsdauer solcher Sanierungskonzepte auf rund 10 bis 12 Jahre ermöglicht (ohne Berücksichtigung von Restwerten). Es ist also davon auszugehen, dass rund 35% Förderungen benötigt werden, um auch umfangreiche Sanierungen innerhalb von 10 Jahren amortisieren zu können.

Tabelle 12: Darstellung der Landesförderungen

| | B0 Gas | V1 S1 Gas | V2 S2 Gas | V3 S1 BM | V4 S2 BM | V5 S1 SW | V6 S2 SW | V7 S1 SW | V8 S2 SW |
|-------------------------------|--------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | V0 | V1.1 | V1.2 | V2.1 | V2.2 | V3.1 | V3.2 | V4.1 | V4.2 |
| Investitionskosten gesamt [€] | 29.327 | 118.463 | 61.904 | 149.186 | 95.940 | 147.920 | 108.019 | 171.128 | 131.228 |
| WIEN | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut Wien [€] | 0 | 12.000 | 0 | 20.000 | 8.000 | 24.000 | 12.000 | 24.000 | 12.000 |
| Förderungen relativ Wien | 0% | 10% | 0% | 13% | 8% | 16% | 11% | 14% | 9% |
| Zahlungen notwendig Wien [€] | 29.327 | 106.463 | 61.904 | 129.186 | 87.940 | 123.920 | 96.019 | 147.128 | 119.228 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 17 | 23 | 17 | 14 | 16 | 16 | 19 | 19 |
| OÖ | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut OÖ [€] | 0 | 7.875 | 2.250 | 10.775 | 5.150 | 9.495 | 5.517 | 9.495 | 5.517 |
| Förderungen relativ OÖ | 0% | 7% | 4% | 7% | 5% | 6% | 5% | 6% | 4% |
| Zahlungen notwendig OÖ [€] | 29.327 | 110.588 | 59.654 | 138.411 | 90.790 | 138.425 | 102.502 | 161.633 | 125.711 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 17 | 22 | 19 | 14 | 19 | 18 | 20 | 20 |
| STMK | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut STMK [€] | 0 | 27.000 | 0 | 28.500 | 0 | 28.500 | 0 | 30.000 | 0 |
| Förderungen relativ STMK | 0% | 23% | 0% | 19% | 0% | 19% | 0% | 18% | 0% |
| Zahlungen notwendig STMK [€] | 29.327 | 91.463 | 61.904 | 120.686 | 95.940 | 119.420 | 108.019 | 141.128 | 131.228 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 14 | 23 | 16 | 15 | 16 | 19 | 18 | 20 |
| S | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut S [€] | 0 | 18.835 | 7.880 | 23.835 | 12.880 | 23.835 | 12.880 | 23.835 | 12.880 |
| Förderungen relativ S | 0% | 16% | 13% | 16% | 13% | 16% | 12% | 14% | 10% |
| Zahlungen notwendig S [€] | 29.327 | 99.628 | 54.024 | 125.351 | 83.060 | 124.085 | 95.139 | 147.293 | 118.348 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 15 | 18 | 17 | 13 | 16 | 16 | 19 | 19 |
| K | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut K [€] | 0 | 17.300 | 5.800 | 25.200 | 14.800 | 25.200 | 14.800 | 25.200 | 14.800 |
| Förderungen relativ K | 0% | 15% | 9% | 17% | 15% | 17% | 14% | 15% | 11% |
| Zahlungen notwendig K [€] | 29.327 | 101.163 | 56.104 | 123.986 | 81.140 | 122.720 | 93.219 | 145.928 | 116.428 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 16 | 20 | 17 | 12 | 16 | 16 | 19 | 18 |
| T | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut T [€] | 0 | 35.286 | 12.171 | 44.800 | 26.985 | 44.800 | 30.005 | 44.800 | 35.807 |
| Förderungen relativ T | 0% | 30% | 20% | 30% | 28% | 30% | 28% | 26% | 27% |
| Zahlungen notwendig T [€] | 29.327 | 83.178 | 49.733 | 104.386 | 68.955 | 103.120 | 78.015 | 126.328 | 95.421 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 12 | 15 | 13 | 10 | 13 | 12 | 16 | 14 |
| VLBG | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut VLBG [€] | 0 | 15.000 | 3.492 | 19.000 | 19.000 | 19.000 | 19.000 | 19.000 | 19.000 |
| Förderungen relativ VLBG | 0% | 13% | 6% | 13% | 20% | 13% | 18% | 11% | 14% |
| Zahlungen notwendig VLBG [€] | 29.327 | 103.463 | 58.412 | 130.186 | 76.940 | 128.920 | 89.019 | 152.128 | 112.228 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 16 | 21 | 17 | 12 | 17 | 15 | 20 | 17 |
| BGLD | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut BGLD [€] | 0 | 0 | 0 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 | 3.500 |
| Förderungen relativ BGLD | 0% | 0% | 0% | 2% | 4% | 2% | 3% | 2% | 3% |
| Zahlungen notwendig BGLD [€] | 29.327 | 118.463 | 61.904 | 145.686 | 92.440 | 144.420 | 104.519 | 167.628 | 127.728 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 19 | 23 | 20 | 15 | 19 | 18 | 21 | 20 |
| NÖ | | | | | | | | | |
| Förderungen absolut NÖ [€] | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Förderungen relativ NÖ | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Zahlungen notwendig NÖ [€] | 29.327 | 118.463 | 61.904 | 149.186 | 95.940 | 147.920 | 108.019 | 171.128 | 131.228 |
| Amortisierungsdauer in Jahren | - | 19 | 23 | 20 | 15 | 20 | 19 | 21 | 20 |
| laufende Kosten [€/a] | 6.948 | 3.001 | 5.804 | 2.240 | 3.632 | 2.180 | 3.882 | 1.973 | 3.287 |

4.6.2 Bundesförderungen für thermische und haustechnische Sanierungen

Der Bund hat Sanierungen im Bereich Einfamilienhäuser vor allem mit den beiden Förderschienen „Raus aus Öl und Gas“ und „Sanierungsbonus“ gefördert. Bei beiden Förderschienen konnten Fördermittel bis 22.12.2024 reserviert werden. Derzeit gibt es keine Möglichkeiten, Förderungen für Sanierungen und den Heizkesseltausch vom Bund in Anspruch zu nehmen.

4.7 Erkenntnisse

Folgende Erkenntnisse können aus den Erhebungen gezogen werden:

- Es ist erkennbar, dass in allen Sensitivitäten die Basisvariante (keine thermischen Sanierungsmaßnahmen, Gaskessel) über den Betrachtungszeitraum am schlechtesten abschneidet.
- Allgemein ist außerdem anzumerken, dass jene Varianten, in denen weiterhin mit Gas geheizt wird (B0, V1 und V2) keinen finanziellen Vorteil über 30 Jahre bringen.
 - Hinzu kommt eine weiterhin bestehende Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und damit einhergehenden möglichen Preisschwankungen.
 - Berücksichtigt man am Ende des Betrachtungszeitraums die Restwerte der Investitionskosten, ist dies eine weitere Reduktion der Kosten bei den Varianten mit Biomassekesseln oder Wärmepumpen.
- Obwohl umfassende Sanierungsmaßnahmen (V1, V3, V5 und V7) mit deutlich höheren Investitionskosten verbunden sind, ist eine Amortisierung in einem gleichen oder teilweise kürzeren Zeitraum möglich, als jene Varianten, die nur teilsaniert werden.
 - Umfassende Sanierungen sind mit einem deutlich geringeren Energiebedarf verbunden und weisen daher auch eine geringere Anfälligkeit auf schwankende Energiepreise auf.
 - Durch umfassende Sanierungen sind auch die Kosten in eine Wärmebereitstellung geringer, weil diese kleiner dimensioniert ausfallen kann. Dies wirkt sich auch auf Reinvestitionen gleichermaßen reduzierend aus.
- Betrachtet man die Sensitivitäten 3 und 4, welche höhere Preissteigerungen von Strom und Pellets annehmen, sind die Varianten mit einer Wärmepumpe bzw. mit einem Biomassekessel dennoch Varianten, die über den Betrachtungszeitraum nicht den Anschluss verlieren. Dies kann einerseits auf die niedrigen spezifischen Kosten von Pellets und auf den geringen Strombedarf der Wärmepumpen (auf Grund der hohen Effizienz) zurückgeführt werden. Vor allem die umfassend sanierten Varianten weisen eine geringe Anfälligkeit auf diese Preissteigerungen auf.

- Mit Betrachtung der unterschiedlichen Landesförderungen in Tabelle 12 können unterschiedliche Herangehensweisen und Förderschwerpunkte erkannt werden. Auch die Höhen der Förderungen (Einmalzuschüsse) sind sehr unterschiedlichen und führen daher in den Bundesländern zu deutlichen Unterschieden in der Amortisierungsdauer.
 - Es ist anzumerken, dass angenommen wird, dass bei den Höhen der Landesförderungen die Möglichkeit der Inanspruchnahme der Bundesförderungen bereits berücksichtigt wurde. Da seit Ende 2024 keine Einreichung mehr für eine Bundesförderung („Raus aus Öl und Gas“ und „Sanierungsbonus“) möglich ist, sind diese Synergien derzeit nicht mehr gegeben.
 - Besonders hohe Förderungen können in Tirol (für alle Varianten) generiert werden. In Niederösterreich werden gar keine Einmalzuschüsse ausgezahlt. Auch im Burgenland kann nur der Zuschuss zum Heizkesseltausch berücksichtigt werden, nachdem es keine Einmalzuschüsse zu Sanierungsmaßnahmen gibt. In der Steiermark dagegen können die umfangreichen Sanierungen hoch, die Teilsanierungen aufgrund der Anforderungsniveaus an Energiekennzahlen jedoch gar nicht gefördert werden. In den restlichen Bundesländern werden Einmalzuschüsse in teilweise unterschiedlichen Höhen ausgezahlt.
 - Allgemein ergeben sich Amortisierungszeiträume von 10 bis 23 Jahren im Vergleich zur Basisvariante. In den meisten Bundesländern kann zumindest eine Variante in 14 oder weniger Jahren amortisiert werden (Ausnahme sind Burgenland und Niederösterreich).
 - Werden alle Barwerte inkl. möglichen Restwerten mit Inanspruchnahme von Landesförderungen betrachtet, zeigt sich, dass vor allem Variante 5 (umfassend saniert, Wärmepumpe) mit den geringsten Gesamtkosten verbunden ist. Jene Varianten, wo weiterhin ein Gaskessel verbaut bleibt, steigen dabei am teuersten aus. Bei den teilsanierten Varianten verbleiben zwar höhere Restwerte auf Grund der höheren Dimensionierung der Anlagen, dies führt dennoch nicht so geringeren Gesamtkosten als bei den vollsanierten Varianten

5 LITERATURVERZEICHNIS

Kemmler, A. et al., 2021. *Energiewirtschaftliche Projektionen und Folgeabschätzungen 2030/2050*, s.l.: s.n.

Knissel, J. et al., 2006. *Entwicklung eines vereinfachten Verfahrens zur Ermittlung gebäudespezifischer Primärenergiekennwerte, geeignet als Bewertungsmerkmal im Mietspiegel*, Darmstadt: Institut Wohnen und Umwelt.

Paardekooper, S. et al., 2018. *A final report presenting the heating and cooling scenarios, including a description about how these results can be used by lead-users*, s.l.: s.n.

6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Darstellung des Beispielgebäudes als SketchUp-Modell inkl. Darstellung der beheizten Volumina | 6 |
| Abbildung 2: Ergebnisse des Bestandsenergieausweises (Quelle: e7) | 7 |
| Abbildung 3: Ergebnisse thermische Sanierung (Quelle: e7) | 10 |
| Abbildung 4: Zusammenhang zwischen dem Heizenergieverbrauchs- und Bedarfskennwert für Ein- und Zweifamilienhäuser (Knissel, et al., 2006)..... | 11 |
| Abbildung 5: Schematische Darstellung der haustechnischen Variante mit einem Gaskessel | 12 |
| Abbildung 6: Schematische Darstellung der haustechnischen Variante mit einem Biomassekessel..... | 13 |
| Abbildung 7: Schematische Darstellung der haustechnischen Variante mit einer Wärmepumpe | 14 |
| Abbildung 8: Schematische Darstellung der haustechnischen Variante mit einer Wärmepumpe und Fußbodenheizung | 15 |
| Abbildung 9: Angenommene Brutto-Energiepreise mit Prognose bis 2054 | 18 |
| Abbildung 10: Energie- und Betriebskosten der Varianten (Quelle: e7)..... | 18 |
| Abbildung 11: Investitionskostenvergleich Basisvariante, Sensitivität 1 und Sensitivität 2.... | 21 |
| Abbildung 12: Energiekosten inkl. Steigerung über 30 Jahre mit Sensitivität 3 | 22 |
| Abbildung 13: Energiekosten inkl. Steigerung über 30 Jahre mit Sensitivität 4 | 23 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 14: Vergleich der Energiekosten über Betrachtungszeitraum und unterschiedlichen Sensitivitäten | 24 |
| Abbildung 15: Barwert, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7) | 25 |
| Abbildung 16: Darstellung der Barwerte der Basisvariante (ausgenommen Haushaltsstrom) mit Berücksichtigung von Restwerten | 26 |
| Abbildung 17: Barwert der Sensitivität 1, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7) | 27 |
| Abbildung 18: Darstellung der Barwerte der Sensitivität 1 | 28 |
| Abbildung 19: Barwert der Sensitivität 2, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7) | 28 |
| Abbildung 20: Darstellung der Barwerte der Sensitivität 2 | 29 |
| Abbildung 21: Barwert der Sensitivität 3, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7) | 29 |
| Abbildung 22: Darstellung der Barwerte der Sensitivität 3 | 30 |
| Abbildung 23: Barwert der Sensitivität 4, kumuliert über 30 Jahre (Quelle: e7) | 31 |
| Abbildung 24: Darstellung der Barwerte der Sensitivität 4 | 32 |
| Abbildung 25: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Wien | 40 |
| Abbildung 26: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Wien | 40 |
| Abbildung 27: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung OÖ | 41 |
| Abbildung 28: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen OÖ | 41 |
| Abbildung 29: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Burgenland | 42 |
| Abbildung 30: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Burgenland | 42 |
| Abbildung 31: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Salzburg | 43 |
| Abbildung 32: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Salzburg | 43 |
| Abbildung 33: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Steiermark | 44 |
| Abbildung 34: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Steiermark | 44 |
| Abbildung 35: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Kärnten | 45 |
| Abbildung 36: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Kärnten | 45 |
| Abbildung 37: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Tirol | 46 |
| Abbildung 38: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Tirol | 46 |
| Abbildung 39: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Vorarlberg | 47 |
| Abbildung 40: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Vorarlberg | 47 |

7 TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Aufbauten des Bestandsgebäudes | 6 |
| Tabelle 2: Übersicht und Beschreibung thermische Sanierungsvariante „Umfassende Sanierung“ | 8 |
| Tabelle 3: Übersicht und Beschreibung thermische Sanierungsvariante „Teilsanierung“ | 9 |
| Tabelle 4: Auflistung der Gesamtkosten des Projektes in € inkl. sonstigen Kosten | 16 |
| Tabelle 5: Auflistung der Investitionskosten in den Kostengruppen 3 bis 5 | 17 |
| Tabelle 6: Energiepreise 2024 und Preisprognosen..... | 17 |
| Tabelle 7: Auflistung der Gesamtkosten des Projektes in € inkl. sonstigen Kosten der Sensitivität 1 | 20 |
| Tabelle 8: Auflistung der Gesamtkosten des Projektes in € inkl. sonstigen Kosten der Sensitivität 2 | 21 |
| Tabelle 9: Annahme Energieträgerpreise inkl. linearen Preissteigerungen..... | 22 |
| Tabelle 10: Annahme Energieträgerpreise inkl. linearen Preissteigerungen..... | 23 |
| Tabelle 11: Barwert nach 30 Jahren inkl. Restwerte | 26 |
| Tabelle 12: Darstellung der Landesförderungen | 34 |

8 ANHANG: KOSTENDARSTELLUNG DER INVESTITIONSKOSTEN

Siehe beiliegendes Dokument

9 ANHANG: ERGEBNISDARSTELLUNG DER BASIS-VARIANTE IN UNTERSCHIEDLICHEN BUNDESLÄNDER INKL. LANDESFÖRDERUNG

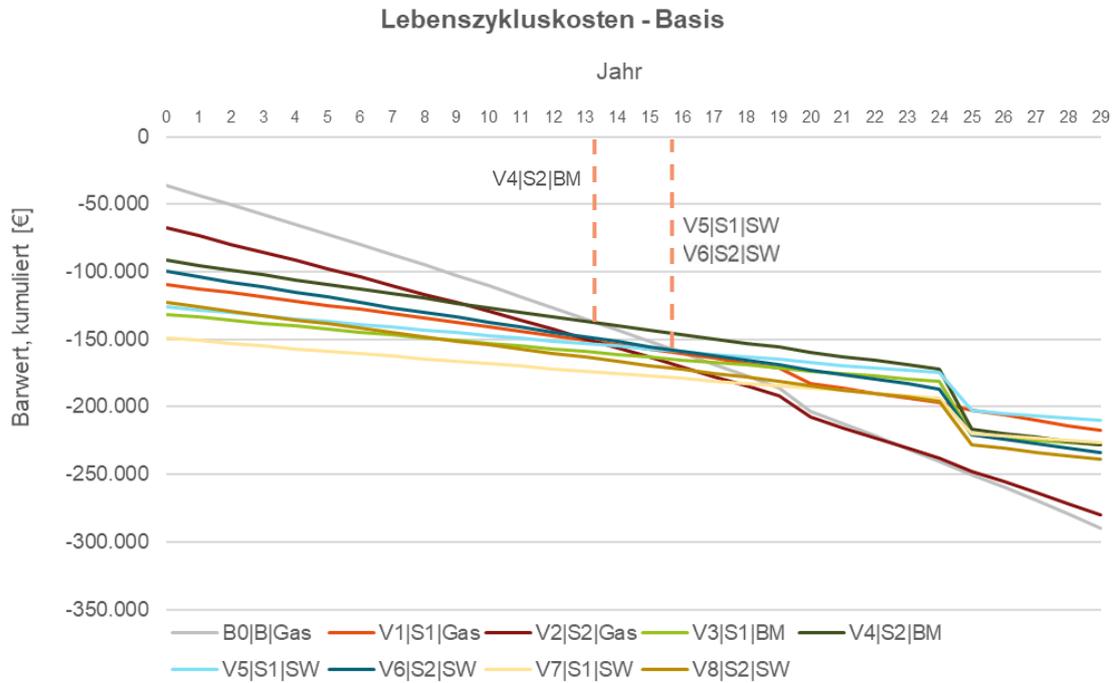


Abbildung 25: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Wien

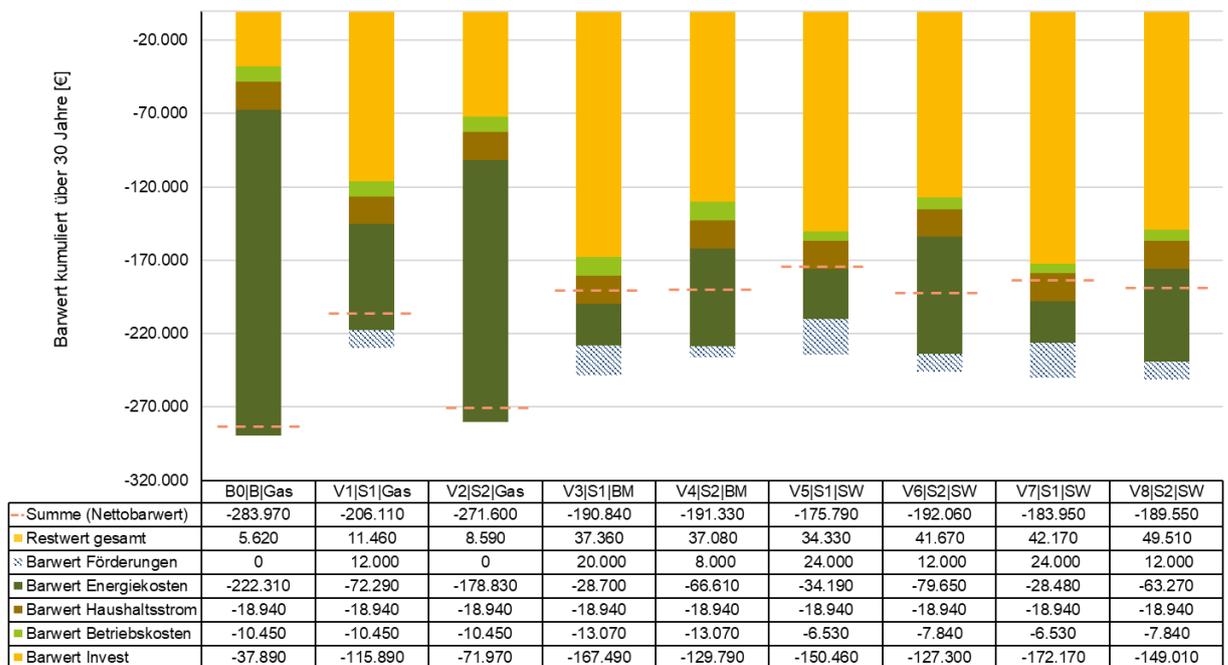


Abbildung 26: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Wien

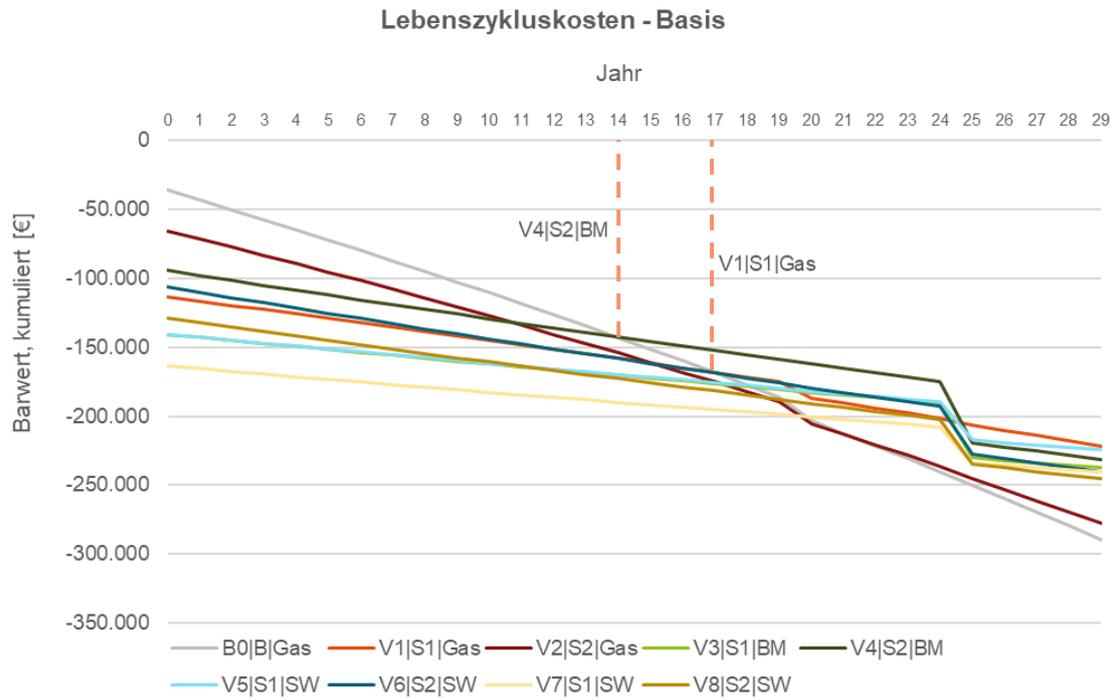


Abbildung 27: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung OÖ

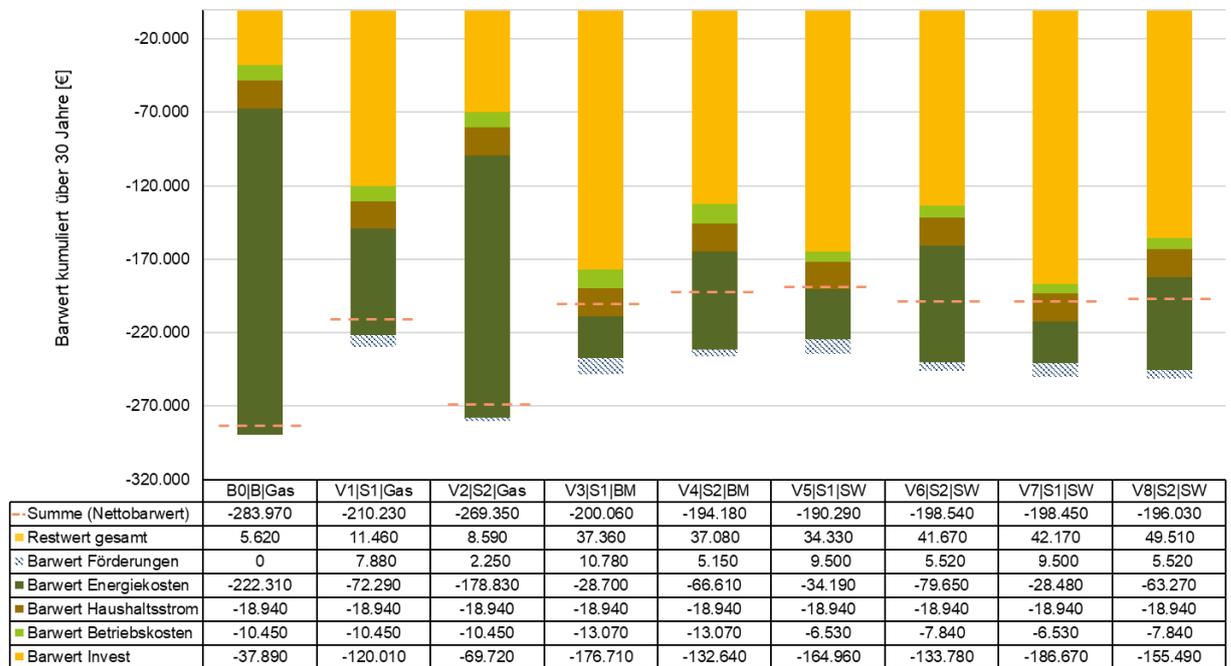


Abbildung 28: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen OÖ

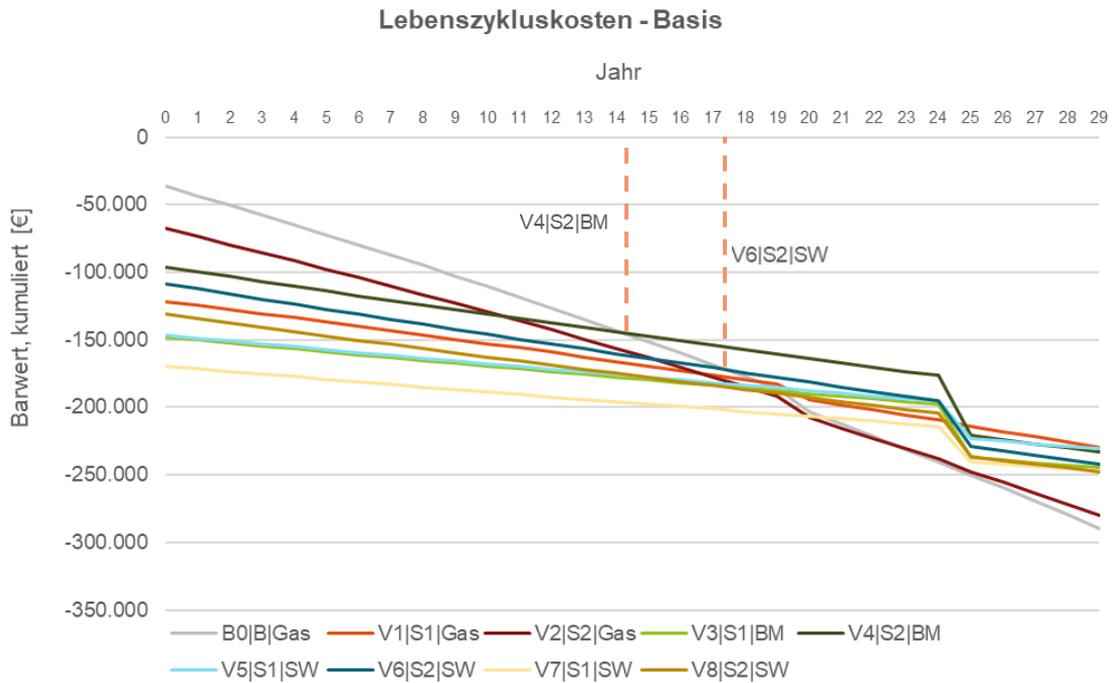


Abbildung 29: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Burgenland

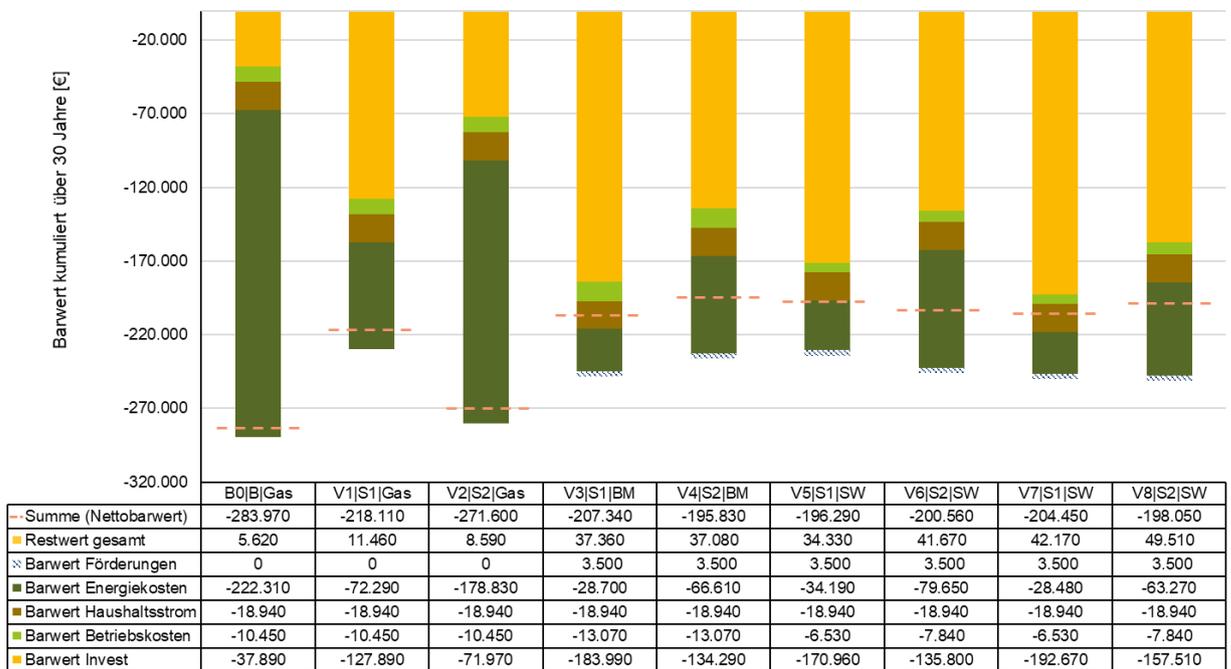


Abbildung 30: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Burgenland

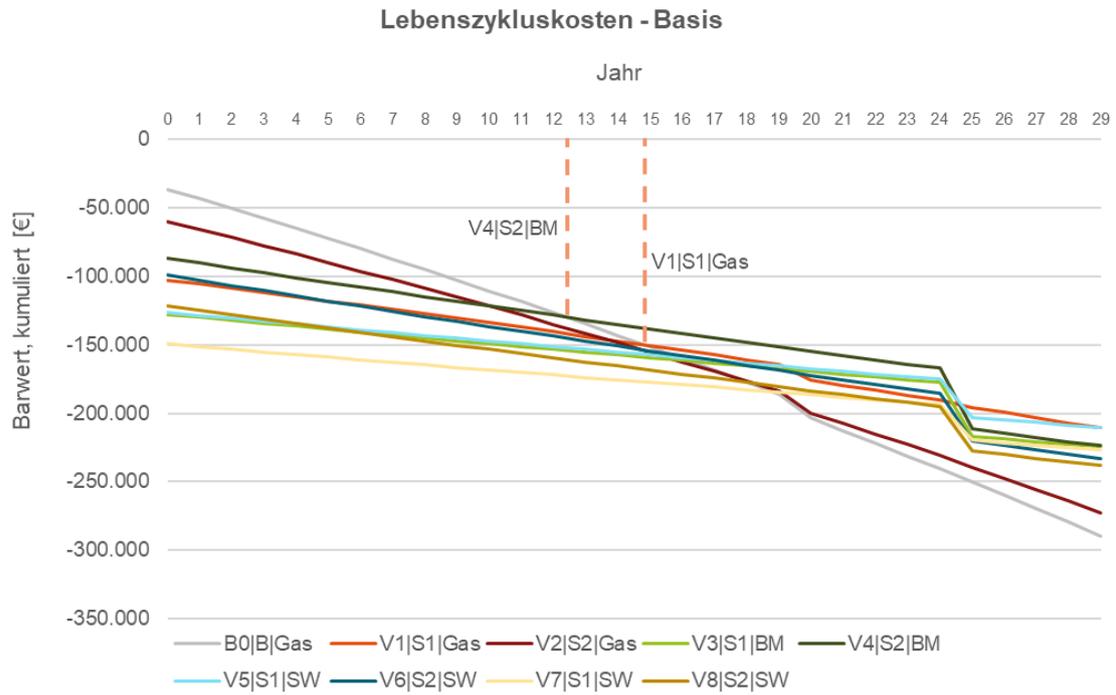


Abbildung 31: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Salzburg

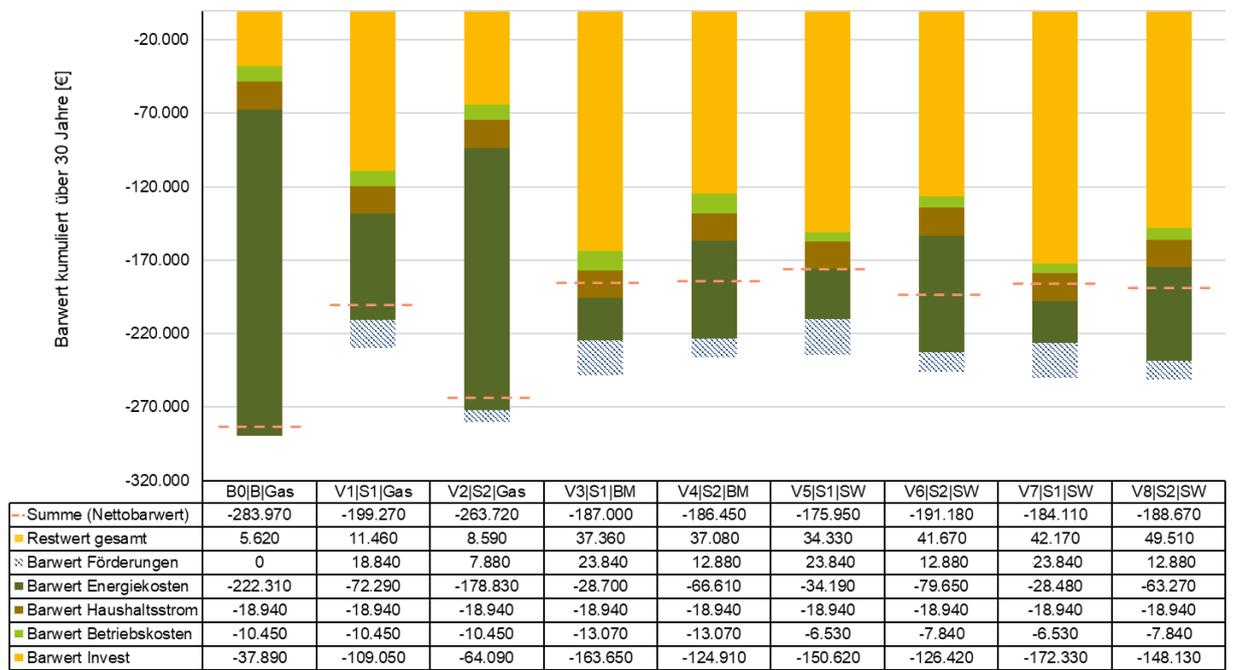


Abbildung 32: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Salzburg

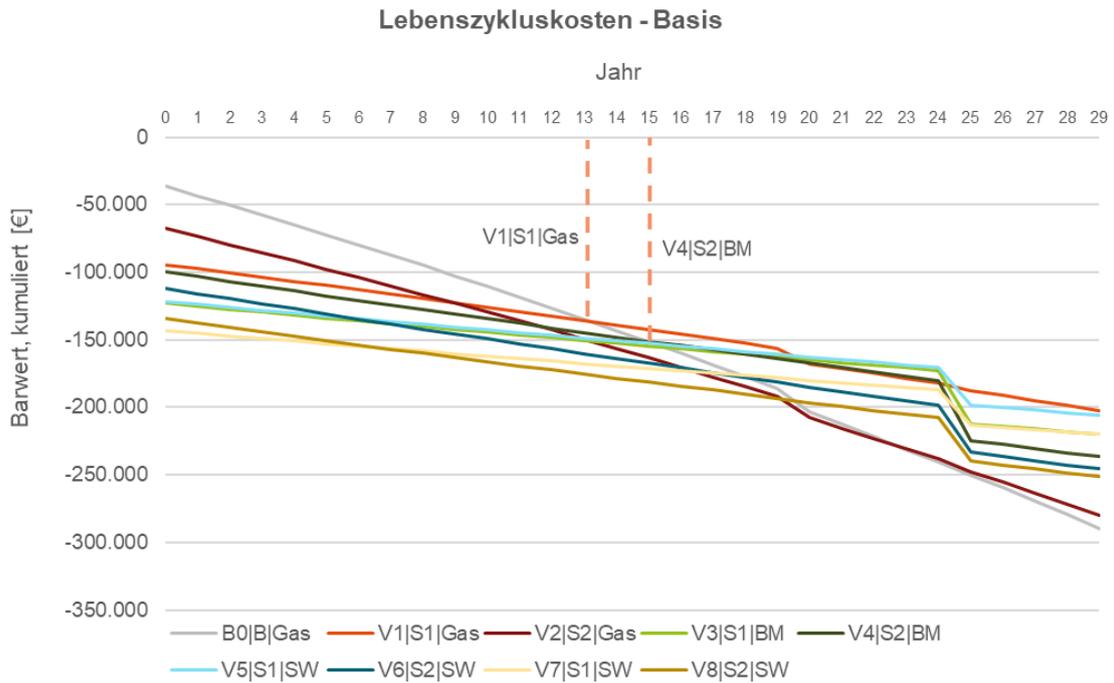


Abbildung 33: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Steiermark

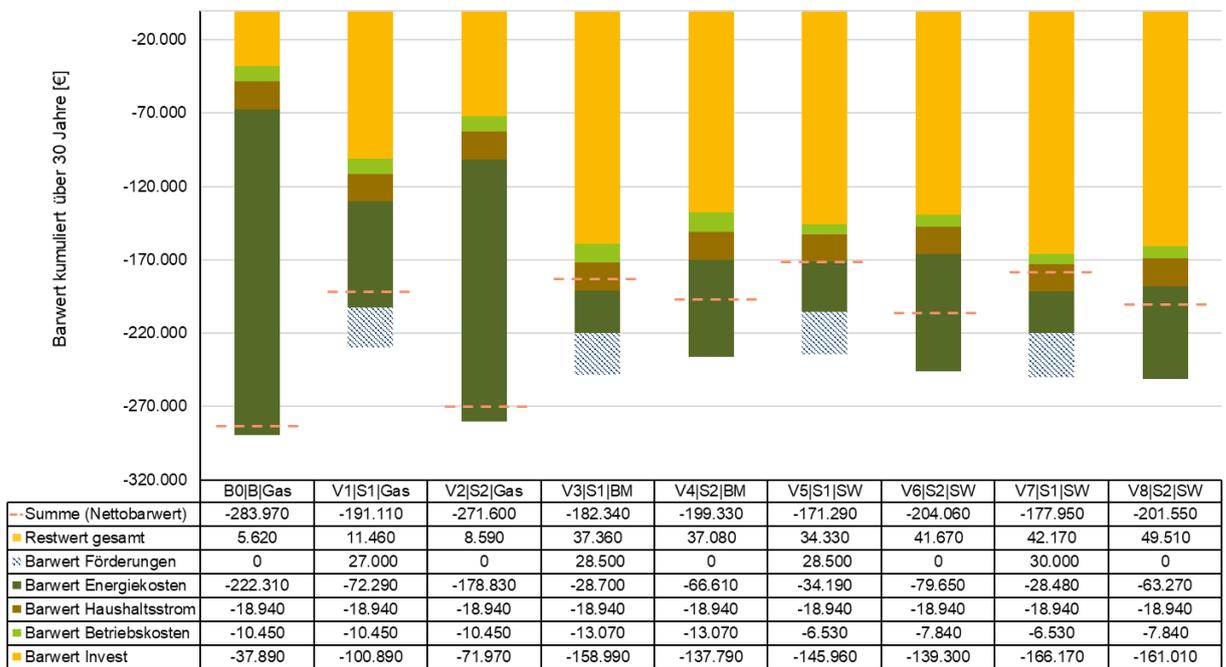


Abbildung 34: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Steiermark

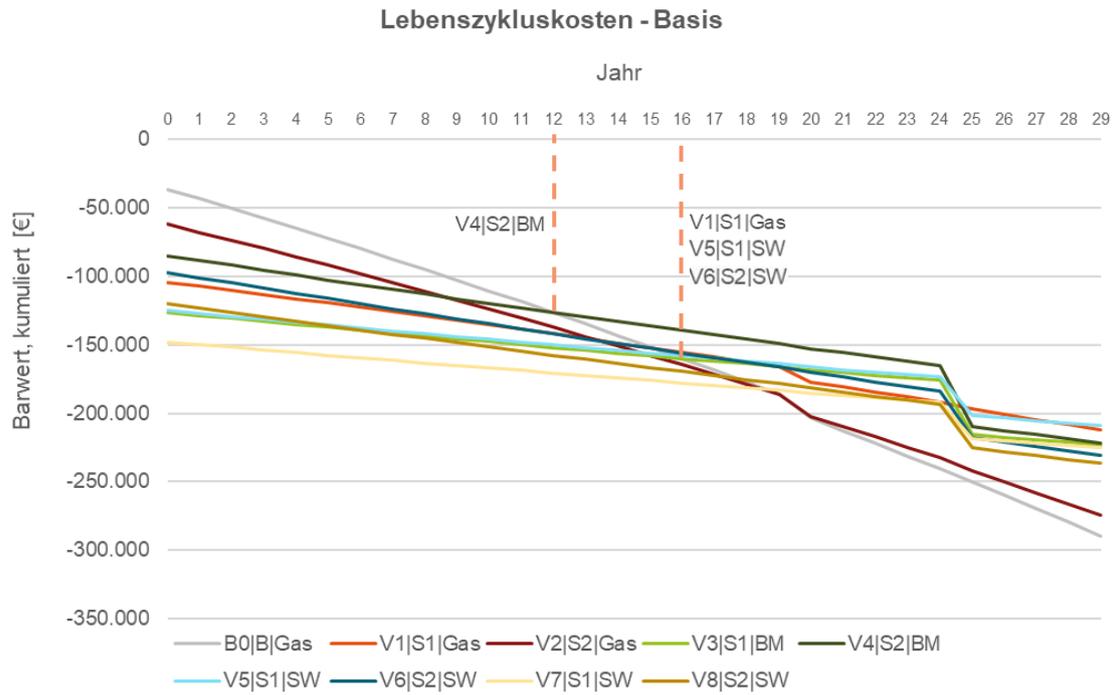


Abbildung 35: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Kärnten

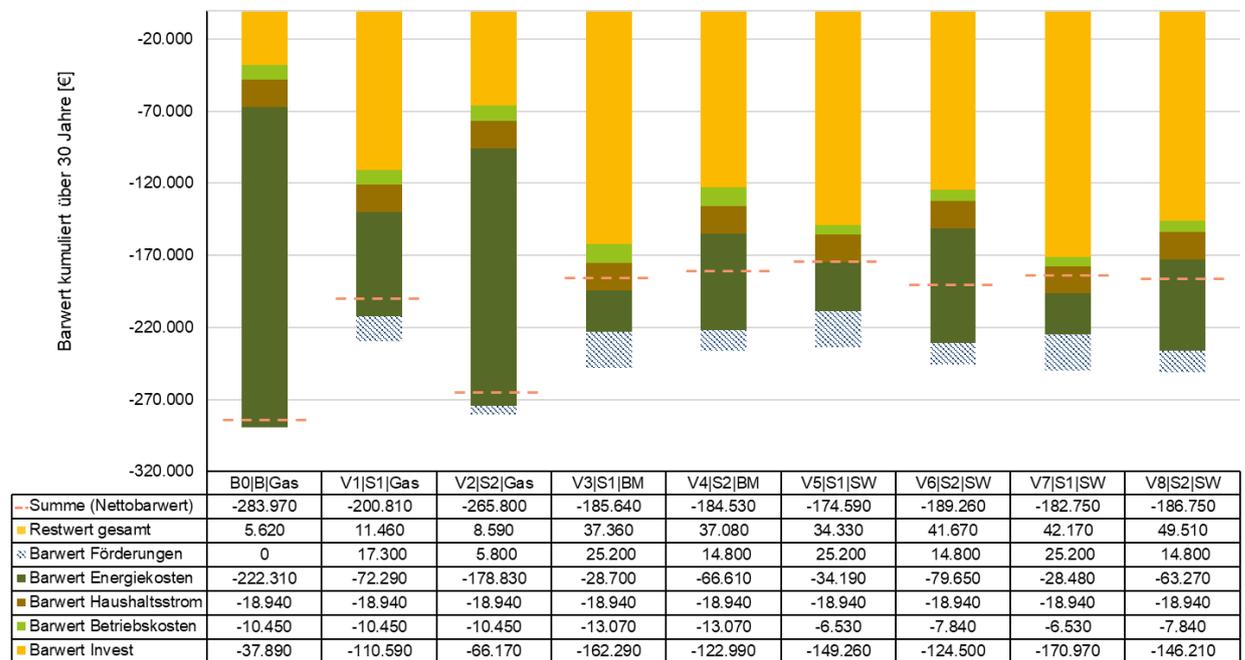


Abbildung 36: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Kärnten

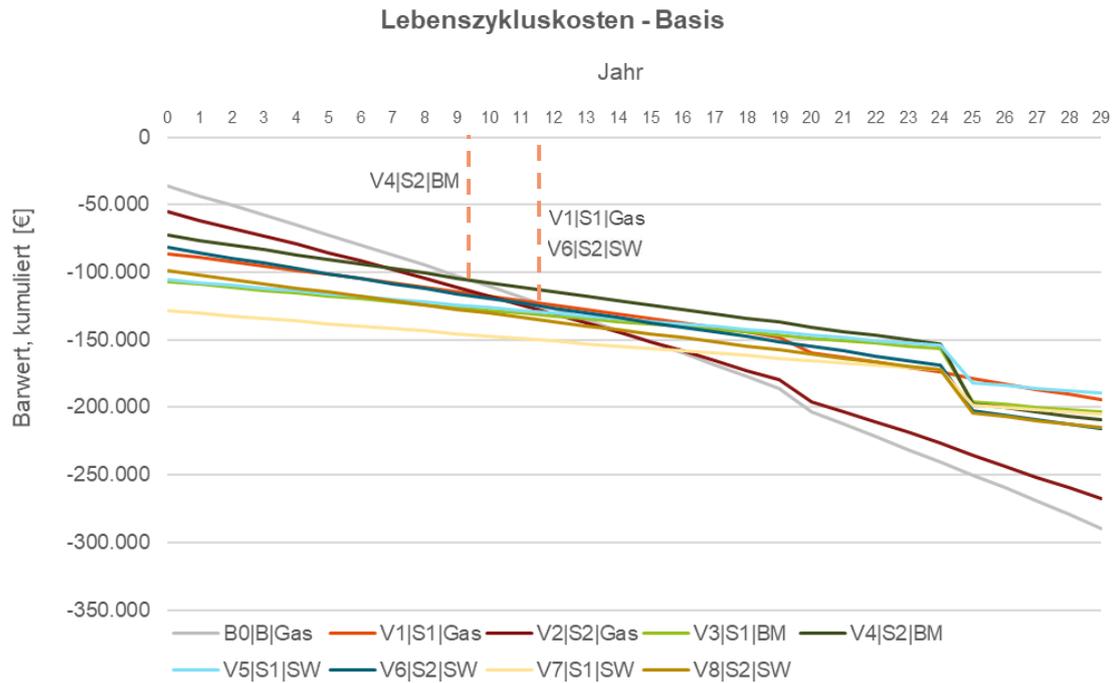


Abbildung 37: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Tirol

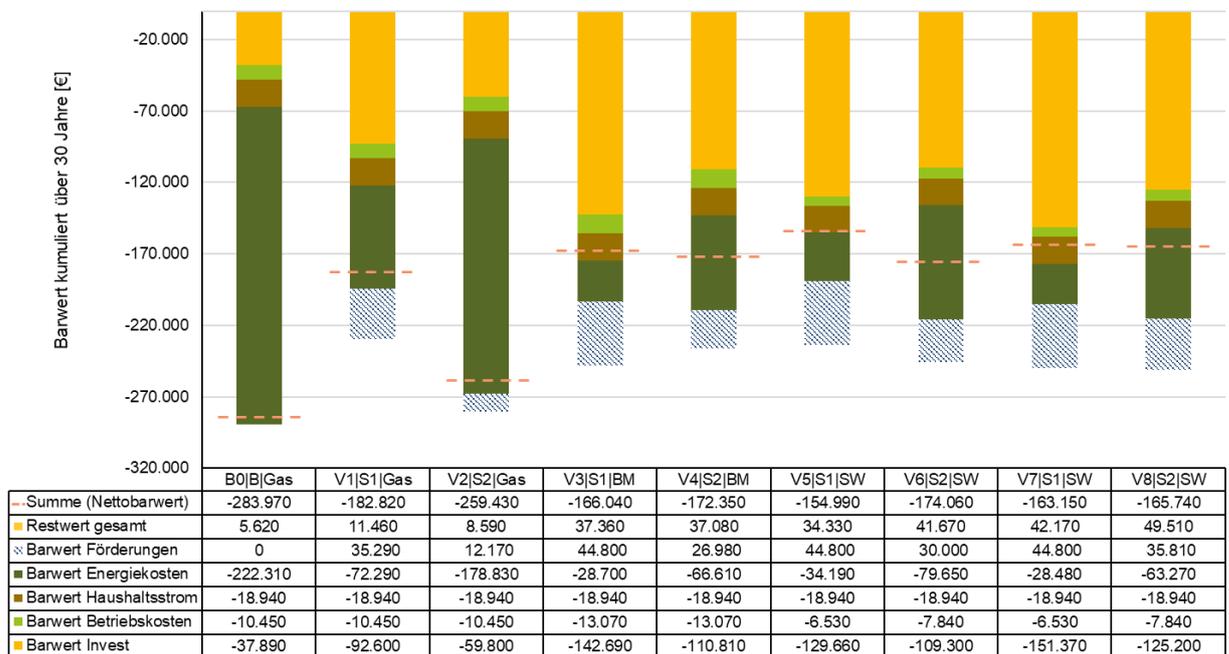


Abbildung 38: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Tirol

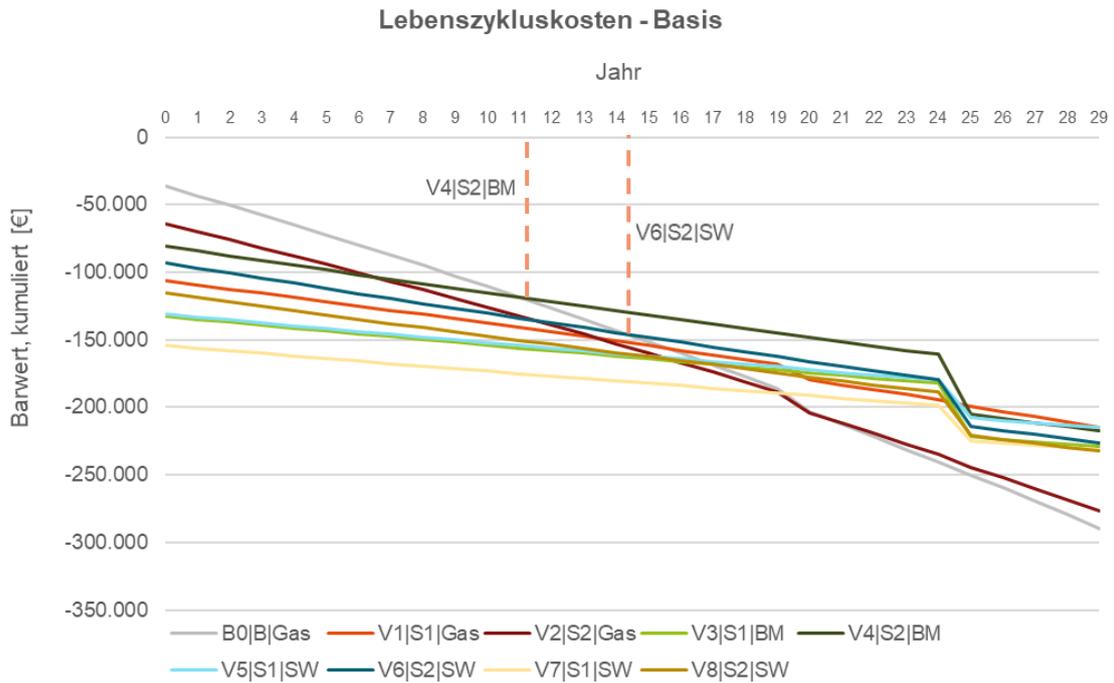


Abbildung 39: Lebenszykluskosten inkl. Landesförderung Vorarlberg

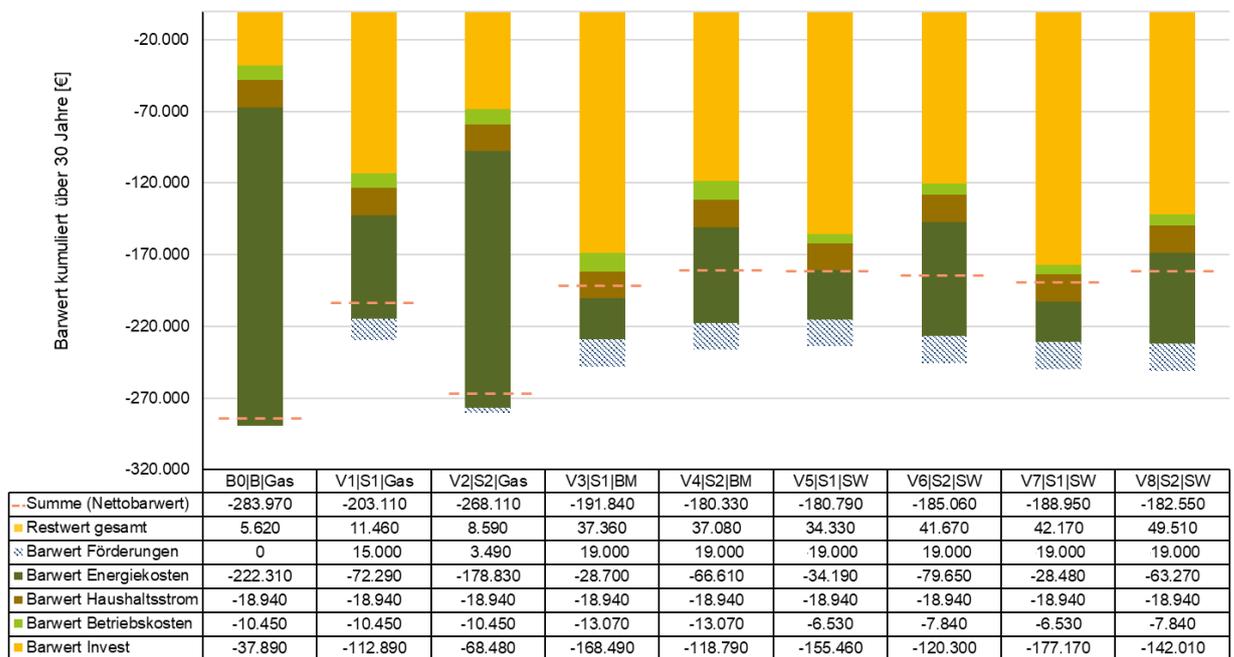


Abbildung 40: Barwert nach 30 Jahren inkl. Landesförderungen Vorarlberg