

# Lebenszykluskosten neuer Heizsysteme für alte Einfamilienhäuser

**Vergleich der Lebenszykluskosten von Heizöl-, Erdgas-, Pellet- und Scheitholzheizungen für alte Einfamilienhäuser in drei (plus neun) Szenarien**



# Lebenszykluskosten neuer Heizsystemen für alte Einfamilienhäuser

## **Vergleich der Lebenszykluskosten von Heizöl-, Erdgas-, Pellet- und Scheitholzheizungen für Einfamilienhäuser in drei (+ neun) Szenarien**

**Autoren: Mag. Michael Cervený, DI Thomas Sturm**

Wien, Oktober 2012



# Inhaltsverzeichnis

1	Lebenszykluskostenvergleich auf Basis der Energiepreise von 2012.....	7
2	Anhang: Vorläufer-Studie vom Herbst 2011 .....	11
2.1	Zusammenfassung .....	11
2.2	Einleitung .....	14
2.3	Methodik und Vorgehen.....	16
2.3.1	Kapitalkosten.....	16
2.3.2	Verbrauchsgebundene Kosten.....	18
2.3.3	Betriebsgebundene und sonstige Kosten .....	19
2.4	Neun Szenarien .....	20
2.4.1	Drei Variationen des Heizenergiebedarfs .....	20
2.4.2	Drei Variationen der Brennstoffpreise .....	21
2.5	Ergebnisse .....	22
2.6	Literaturverzeichnis .....	25
2.7	Tabellen .....	26
2.8	Abbildungen .....	26



# 1 Lebenszykluskostenvergleich auf Basis der Energiepreise von 2012

Etwa ein Drittel der österreichischen Bevölkerung lebt in Ein- und Zweifamilienhäusern, die vor 1990 errichtet worden sind. In vielen dieser 1,3 Millionen Haushalte ist die Heizung mittlerweile veraltet; es steht ein Heizungstausch an. Außerdem ist in diesem Gebäudesegment auch der Großteil der über 700.000 Ölheizungen „zu Hause“. Viele ihrer BewohnerInnen fragen sich, ob sich der Austausch der alten Ölheizung lohnt und wenn ja, was die günstigste Heizung für sie ist?

Diese Studie will in erster Linie Heizöl-Heizern Orientierung geben, ob und welcher Heizungstausch für welche Einfamilienhäuser Kostenvorteile bringt. Dabei werden sämtliche Kosten, die im Lebenszyklus einer Heizung typischerweise anfallen, berücksichtigt und auf ein Jahr umgelegt (Annuitäten) um sie so vergleichbar zu machen.

Entscheidende Bedeutung kommt bei derartigen Lebenszykluskosten-Vergleichen den Annahmen über die Entwicklung der Heizöl-, Erdgas-, Pellet- und Scheitholzpreise in den nächsten 20 Jahren zu. In einer Vorläuferstudie (siehe Anhang bzw. Kapitel 2) wurden verschiedene Preisniveaus angenommen<sup>1</sup>. In der nun vorliegenden Studie wurde ein Gleichbleiben der aktuellen Energiepreise angenommen: Das bedeutet, dass die durchschnittlichen Heizöl-, Erdgas-, Pellet- und Scheitholzpreise aus der Periode April bis September 2012 auch als Durchschnittspreise für die nächsten 20 Jahre herangezogen wurden.

Der Kostenvergleich wurde für drei Gebäudekategorien mit unterschiedlich hohem Heizenergiebedarf vorgenommen:

- 20.000 kWh/a
- 30.000 kWh/a
- 40.000 kWh/a

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse des Vollkostenvergleichs für die drei Einfamilienhaus-Typen.

---

<sup>1</sup> Preisniveau „niedrig“ (Energiepreise wie 2009); „mittel“ (Energiepreise wie 2011) und „hoch“ (Energiepreise wie sie sich einstellen werden, wenn der Brent-Rohölpreis auf 100 Euro pro Barrel steigen sollte). Letzteres wurde bis zum Herbst 2012 schon fast erreicht: der Ölpreis liegt im September – dank niedrigerem Eurokurs – bei 90 €. Ein Jahr zuvor kostete Rohöl in Dollar gleich viel wie im Herbst 2012, aber in Euro war es mehr als zehn Prozent billiger.

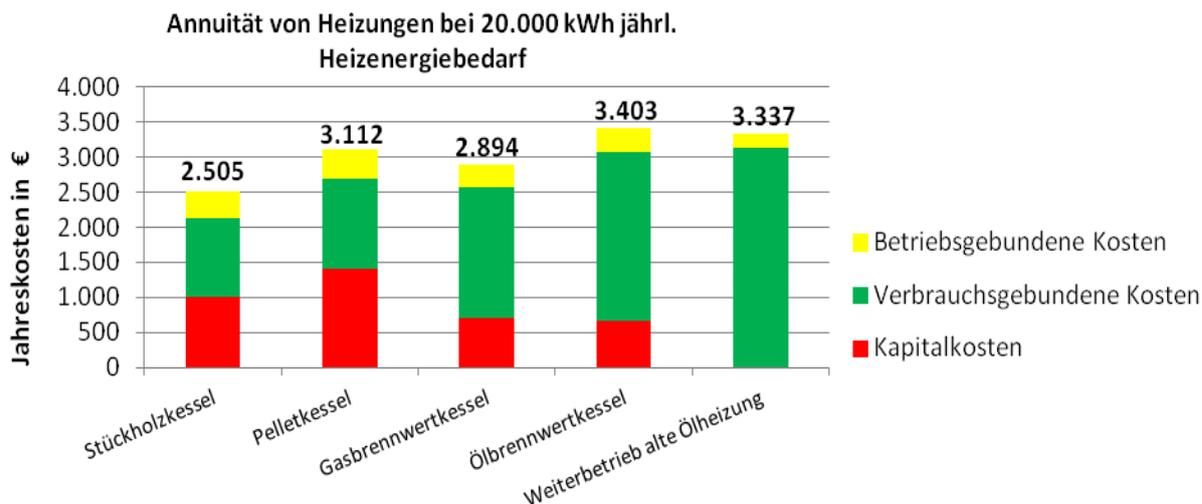


Abbildung 1: Annuität (Jahreskosten) verschiedener Heizungsarten für ein Einfamilienhaus mit einem Heizenergiebedarf von 20.000 kWh bei aktuellen Energiepreisen

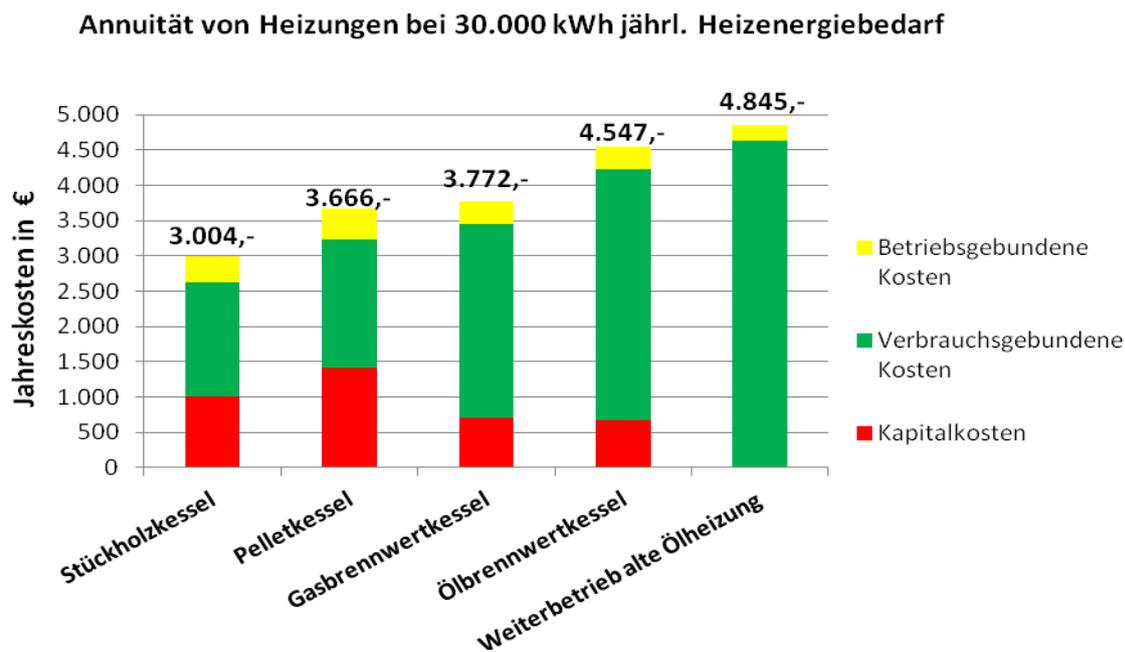


Abbildung 2: Annuität (Jahreskosten) verschiedener Heizungsarten für ein Einfamilienhaus mit einem Heizenergiebedarf von 30.000 kWh bei aktuellen Energiepreisen

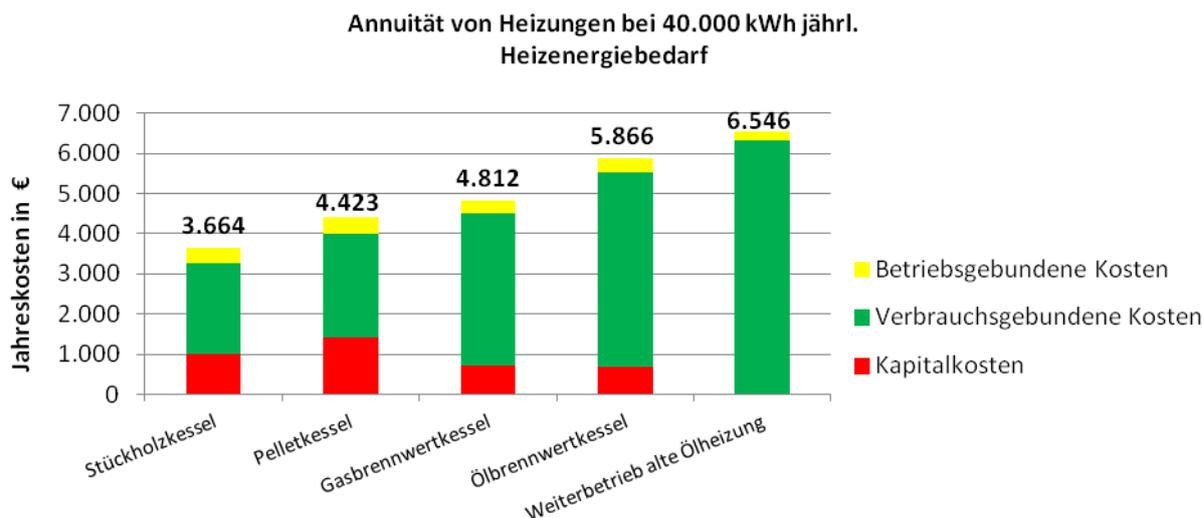


Abbildung 3: Annuitäten (Jahreskosten) verschiedener Heizungsarten für ein Einfamilienhaus mit einem Heizenergiebedarf von 40.000 kWh bei aktuellen Energiepreisen

Der Vollkostenvergleich zeigt, dass

- **die Scheitholzheizung** in allen betrachteten Fällen **die geringsten Kosten** aufweist. Über die Abschreibungszeit von 20 Jahren wirkt sich die Tatsache aus, dass Scheitholz der kostengünstigste Brennstoff ist. Die zweithöchsten Anschaffungskosten werden somit bei einer Betrachtung des Lebenszykluses mehr als ausgeglichen.
- **unter den vollautomatischen Komfortheizsystemen die Pelletheizung und die Gasheizung die geringsten Kosten** aufweisen. Bei überdurchschnittlichem Heizenergiebedarf liegt die Pelletheizung dank der geringeren spezifischen Brennstoffkosten (€ pro Kilowattstunde Brennstoff) knapp vor der Gasheizung, bei einem Heizenergiebedarf von weniger als etwa 25.000 bis 30.000 kWh ist es aufgrund der geringeren Anschaffungskosten von Gasheizungen umgekehrt.
- die beiden betrachteten „**Ölheizungssysteme**“ (Weiterbetrieb der existierenden Ölheizung und neuer Öl-Brennwertkessel) bei allen drei Variationen des Energieverbrauchs **am teuersten** sind. Bei einem Bedarf von 20.000 kWh Wärme ist der Weiterbetrieb der alten Ölheizung günstiger als das Heizen mit einem neuen Öl-Brennwertkessel. Erst ab einem Heizenergiebedarf von ca. 25.000 kWh bringt die höhere Brennstoffausnutzung eines modernen Öl-Brennwertkessels eine Kosteneinsparung gegenüber der alten Ölheizung.

Um das Heizen mit Öl wieder „wirtschaftlich“ zu machen, müsste der Ölpreis drastisch fallen: Aus Sicht von Haushalten mit einem Heizenergiebedarf von 30.000 kWh müsste der langfristige Ölpreis-Mittelwert um ca. 35 Prozent niedriger sein als er derzeit ist. Bei den aktuellen Preisrelationen zwischen den betrachteten Heizsystemen und Energieträgern wäre die Öl-Brennwertheizung für überdurchschnittliche Energieverbraucher nicht einmal dann „wirtschaftlich“ bzw. das „billigste“ Heizsystem, wenn ihre Anschaffung kostenlos wäre.



## 2 Anhang: Vorläufer-Studie vom Herbst 2011

### 2.1 Zusammenfassung

Aufgrund der im Jahresabstand deutlich gestiegenen Öl-, Gas- und Strompreise wird derzeit verstärkt über die Heizkosten diskutiert. Dabei steht zumeist ein Vergleich der aktuellen Brennstoffkosten im Vordergrund. Mit der vorliegenden Studie will die ÖGUT zu einer ganzheitlicheren Betrachtung des Themas „Heizkostenvergleich“ beitragen. Deshalb werden hier sämtliche Kosten, die im Lebenszyklus einer Heizung typischerweise anfallen betrachtet. Alle diese Kosten werden jeweils auf ein Jahr umgelegt und so vergleichend dargestellt. Betrachtet werden in dieser Studie nur Einfamilienhäuser im österreichischen Gebäudebestand, die zumindest 20 Jahre alt sind und in absehbarer Zeit den ersten oder x-ten Heizkesseltausch vornehmen müssen oder sollten. (Es werden also keine „Neubauten“ aus den letzten 20 Jahren mit entsprechend niedrigerem Heizenergiebedarf betrachtet).

Der Vergleich wurde für neun Szenarien vorgenommen. Diese ergeben sich aus:

- Drei Varianten des Heizenergiebedarfs, die die hier betrachteten 1,3 Millionen vor 1990 errichteten Ein- und Zweifamilienhäuser abdecken sollen:
  - 20.000 kWh/a
  - 30.000 kWh/a
  - 40.000 kWh/a)
- Drei Varianten des zukünftigen Preisniveaus für die Energieträger:
  - Niedriges Energiepreisniveau (als Mittelwert über nächsten 20 Jahre): Entspricht jenem im zweiten Halbjahr 2009
  - Mittleres Energiepreisniveau: Entspricht dem aktuellen Niveau vom Frühjahr bis Herbst 2011
  - Hohes Energiepreisniveau: Jene Endenergiepreise, die sich in Österreich bei einem Rohöl-Weltmarktpreis von 135 \$ bzw. 100 € pro Barrel (Preis November 2011: ca. 80 €) einstellen werden.

Die Ergebnisse des Vollkostenvergleichs zeigen, dass die betrachteten Ölheizungssysteme (Weiterbetrieb existierende Ölheizung und neuer Brennwertkessel) viel stärker auf Schwankungen der Energiepreise reagieren als die beiden biogenen Heizungssysteme (Pellets und Scheitholz) oder auch als die Erdgas-Brennwert-Heizung.

**Während Scheitholzheizungen in praktisch allen betrachteten Fällen die geringsten Kosten aufweisen, führen die beiden Ölheizungs-Varianten bei aktuellen oder gar steigenden Brennstoffpreisen zu den höchsten Kosten.** Pelletheizungen wären – aufgrund der hohen Investitionskosten – bei wieder deutlich niedrigeren Brennstoffpreisen nicht „wirtschaftlich“. **Bei aktuellen Energiepreisniveaus sind die Kosten von Pelletheizungen im Vergleich zu Ölheizungen – außer für Häuser mit unterdurchschnittlichem Heizenergiebedarf – geringer. Dieser Kostenvorteil wird bei weiter steigenden Energiepreisen immer größer und führt dann auch zu Kostenvorteil gegenüber Gasbrennwertheizungen.**

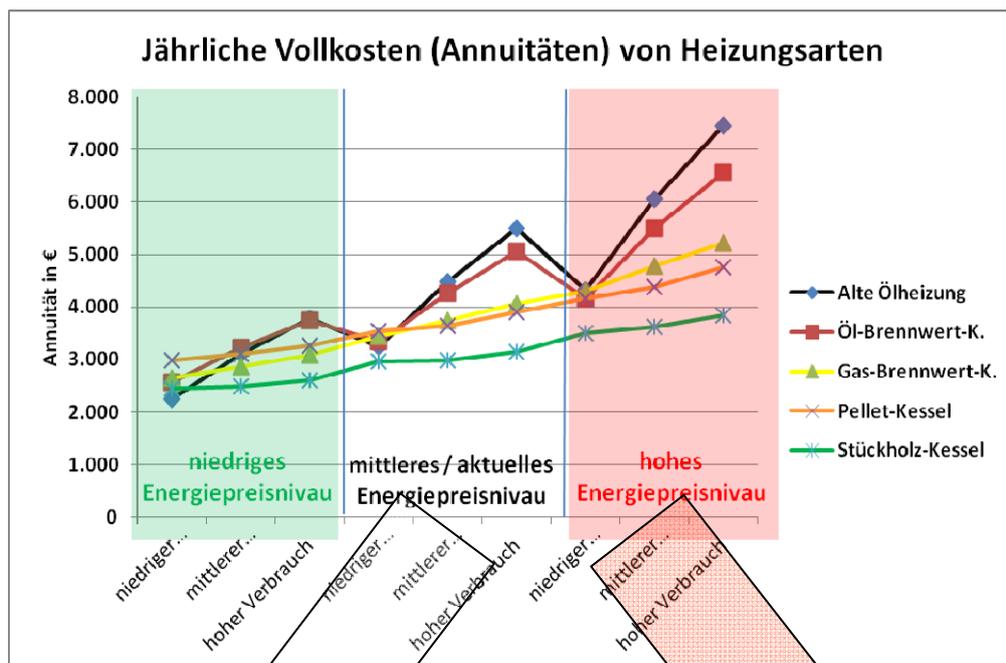


Abbildung 4: Jährl. Vollkosten (Annuitäten) von Heizsystemen für alte (!) Einfamilienhäuser mit unterschiedlichem Heizenergiebedarf (V) und bei unterschiedlichen Energiepreisniveau-Annahmen

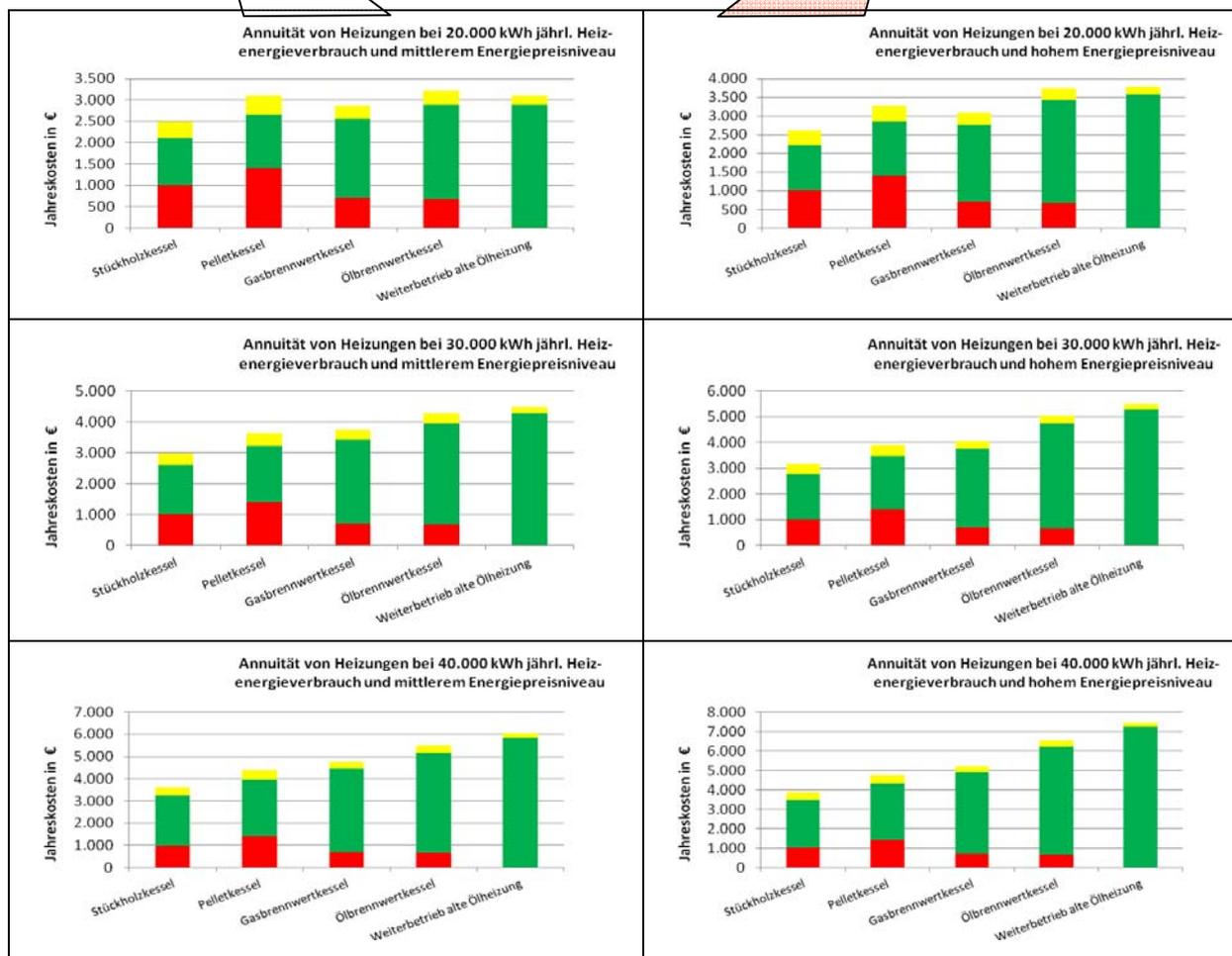


Abbildung 5: Annuitäten – Aufteilung auf betriebsgebundene Kosten (gelb), verbrauchsgebundene Kosten (grün), Kapitalkosten (rot) – verschiedener Heizungsarten für alte Einfamilienhäuser mit unterschiedl. Heizenergiebedarf bei aktuellen Energiepreisen (links) und hohen Energiepreisen (rechts)

Die Ergebnisse im Detail (siehe Abbildung 8 bis Abbildung 16):

- Die **Scheitholzheizung** (inkl. Pufferspeicher etc.) erweist sich **in acht der neun betrachteten Szenarien als kostengünstigstes Heizsystem**. Über die Abschreibungszeit von 20 Jahren wirkt sich die Tatsache aus, dass Scheitholz der kostengünstigste Brennstoff ist. Die zweithöchsten Anschaffungskosten werden somit bei einer Betrachtung des gesamten Lebenszykluses (fast) immer mehr als ausgeglichen.
- Beim **Weiterbetrieb einer alten, aber noch funktionierenden Ölheizung** fallen – im Unterschied zu allen anderen Vergleichsvarianten – keinerlei Investitionskosten an. Die meisten Menschen würden daher diese Variante wahrscheinlich intuitiv als die „günstigste“ empfinden, jedenfalls für die paar Jahre bis die Heizung endgültig ersetzt werden muss. Dennoch ist „Nichts-Tun“ aber aufgrund des geringeren Jahresnutzungsgrads und des daher höheren Heizölverbrauchs nur in einem einzigen Szenario am günstigsten: Wenn die Energiepreise wieder auf das niedrige Niveau des Jahres 2009 zurückgehen und auch dann nur für jene Haushalte, die einen unterdurchschnittlichen Heizwärmebedarf aufweisen. **Bei aktuellen oder steigenden Energiepreisen führt der Weiterbetrieb der alten Ölheizung zu den höchsten oder zweithöchsten Kosten aller betrachteten Heizsysteme.**
- Der Umstieg auf einen neuen **Öl-Brennwert-Kessel** bringt gegenüber dem Weiterbetrieb einer alten Ölheizung umso größere Kostenvorteile, umso mehr der Preis für Heizöl extraleicht steigt. Erst bei Ölpreisniveaus über dem heutigen kann das Brennwertsystem aufgrund seines um 20 Prozentpunkte höheren Jahresnutzungsgrads im laufenden Betrieb die Investitionskosten wieder „hereinspielen“. Bei Annahme von langfristigen Ölpreisen auf heutigem Niveau „rechnet“ sich ein Brennwertkessel bestenfalls für Haushalte mit überdurchschnittlichem Heizenergiebedarf (also solche mit einer schlechten Bausubstanz).  
**Im Lebenszyklus-Kostenvergleich aller Heizsysteme liegt die Öl-Brennwert-Heizung zumeist an letzter oder vorletzter Stelle.** Bei gleichbleibenden oder gar steigenden Energiepreisen bilden die beiden hier betrachteten Ölheizungssysteme stets die Schlusslichter. **Nur bei niedrigen Energiepreisen** könnte die moderne Ölheizung **wieder konkurrenzfähig** werden.
- Der Umstieg auf eine **Erdgas-Brennwert-Heizung** ist bei aktuellem oder steigendem Energiepreisniveau stets **kostengünstiger als das Heizen mit Öl**. Die Kosten des Heizens mit Erdgas sind zumeist jenen mit Pellets vergleichbar.
- Der Umstieg auf eine **Pelletheizung** bringt – abgesehen vom Sonderfall Scheitholzheizung – immer dann **die niedrigsten Gesamtkosten, wenn entweder die Energiepreise noch (ein wenig) weiter steigen oder bei gleichbleibenden Energiepreisen für Haushalte mit überdurchschnittlichem Heizwärmebedarf**. Sollten die Energiepreise wieder sinken, dann „rechnen“ sich Pelletheizungen im Vergleich zu fossilen Heizsystemen nur für deutlich überdurchschnittliche Wärmeverbraucher, für Niedrigenergiehäuser stellen sie unter der Annahme konstant niedriger Energiepreise u.U. sogar das teuerste Heizsystem dar.

## 2.2 Einleitung

Mehr als ein Viertel des gesamten Endenergiebedarfs in Österreich wird für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser benötigt. Wie in keinem anderen Verwendungszweck gibt es dabei eine breite und ausgewogene Palette von Energieträgern, mit denen die Wärme erzeugt wird. Heizöl, Erdgas, biogene Energieträger und Fernwärme liegen mit jeweils um die 20 Prozent Marktanteil nahezu gleichauf. Der Rest entfällt auf Strom und Kohle.

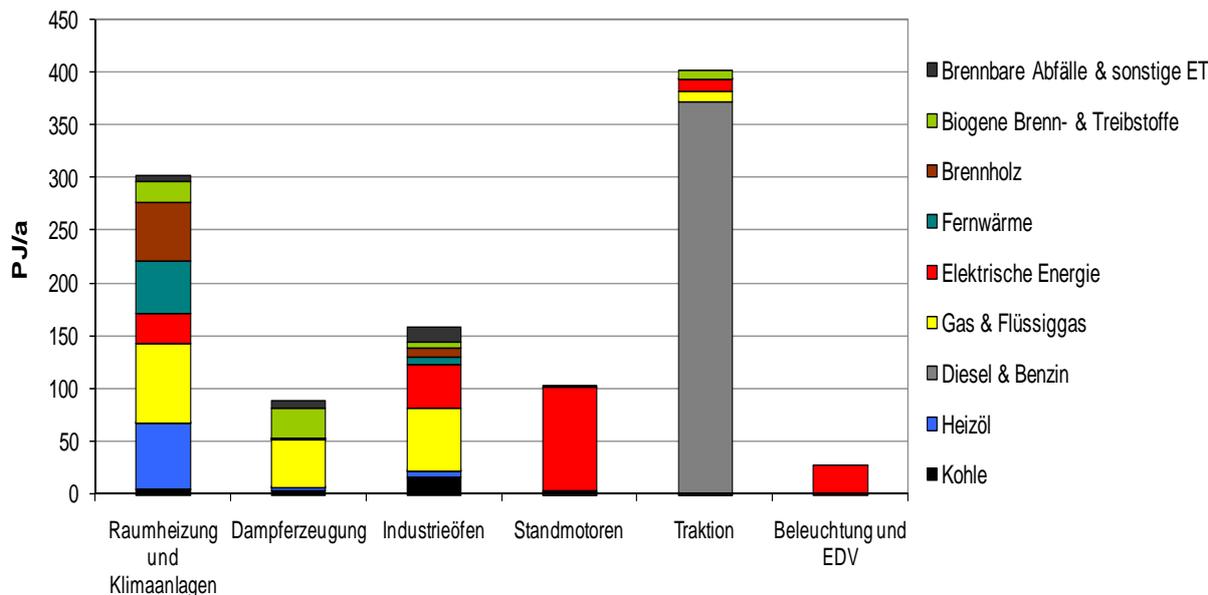


Abbildung 6: Endenergieverbrauch in Österreich nach Energieträgern und Nutzungskategorien 2008. Quelle: Statistik Austria (2010), Darstellung: Energy Economics Group, TU Wien, 2011

Die Heizungsstruktur im Einfamilienhausbereich im Jahr 2001 zeigt die folgende Abbildung. Bei den damals insgesamt 1,8 Mio. Ein- und Zweifamilienhäusern in Österreich dominierten Ölheizungen mit einem Anteil von 33 % vor Biomasseheizungen mit 30 %. Erdgasheizungen wiesen einen Anteil von 23 % auf. Elektro- und Kohleheizungen kamen in Summe auf einen Anteil von 10 %. Zum damaligen Zeitpunkt brachten es Solarthermie, Wärmepumpen und Fernwärme auf insgesamt nur 4 % Marktanteil.

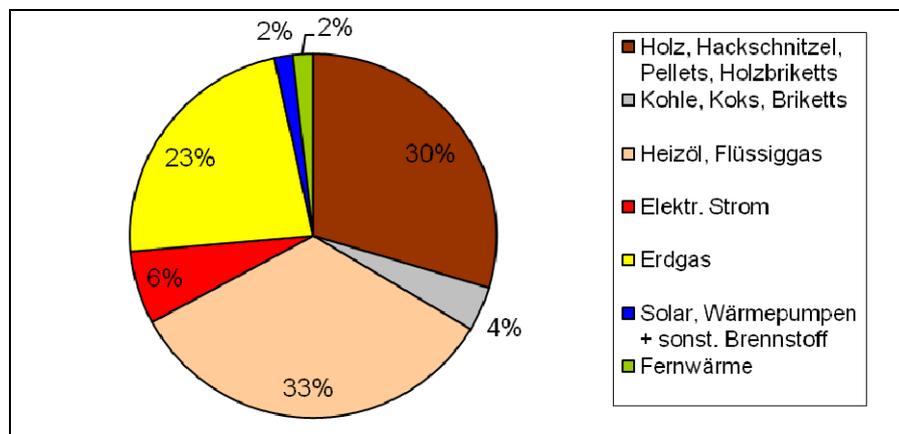


Abbildung 7: Verwendete Energieträger für die Beheizung von allen Ein- und Zweifamilienhäusern in Österreich 2001 (eigene Darstellung, Daten aus Statistik Austria, 2007)

Laut Benke (2007) ist ein Anteil von etwa 30 % der Heizsysteme in privaten Haushalten älter als 20 Jahre. Sie weisen einen deutlich niedrigeren Jahresnutzungsgrad als Neuanlagen auf. Ihr Austausch würde somit die Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen und die laufenden Heizkosten senken.

Allerdings ist zu beobachten, dass die jährlichen Kesseltauschraten nicht in dem zu erwartenden Ausmaß liegen. Bei durchschnittlich 20-jähriger Nutzungsdauer müssten jährlich fünf Prozent des Kesselbestands, bei 25-jähriger Nutzungsdauer vier Prozent ausgetauscht werden. In Österreich gibt es nach Statistik Austria (2011) ca. 1,35 Mio. Ein- und Zweifamilienhäuser aus Bauperioden vor 1991. Es kann angenommen werden, dass davon ca. 90 %, also 1,22 Mio. mit einer Kesselheizung (Erdgas, Holz, Kohle oder Heizöl) beheizt werden. Demnach müssten bei 20 jähriger Nutzungsdauer 61.000 Kessel und bei 25 jähriger Nutzungsdauer 48.800 Kessel pro Jahr getauscht werden. Tatsächlich dürften die Zahlen in den letzten Jahren deutlich darunter liegen.

Mögliche Erklärungen liegen nach Ansicht von Marktakteuren (Kesselhersteller, Installateure etc.) sowohl in einer Verunsicherung der KonsumentInnen bezüglich der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung und in einer Verunsicherung ob und zu welchem anderen Heizsystem man wechseln soll. Viele Menschen stellen sich folgende Fragen: Wie wird sich der Ölpreis entwickeln? Wird der Pelletspreis nachziehen? Wird es in wenigen Jahren vielleicht neue – noch bequemere – Heizsysteme, Lagerräume, Kaminsanierungslösungen etc. geben, die abzuwarten es lohnt?

Die allgemeine Überforderung mit solchen Entscheidungen und die Tatsache, dass ein Kesseltausch kostspielig ist und viele Haushalte auch finanziell überfordert sowie die generelle Nicht-Priorität des Themas Heizung für die allermeisten Menschen führt dazu, dass Heizungen in der Praxis meist erst dann gewechselt werden, wenn sie das Ende ihrer technischen Funktionsfähigkeit erreicht oder überschritten haben.

Das Ziel dieser Studie ist, die Vollkosten<sup>2</sup> von Erdgas-, Öl-, Pellets- und Stückholzheizungen in vor 1991 errichteten Einfamilienhäusern über die gesamte Lebenszeit in unterschiedlichen Szenarien zu vergleichen. Hier wird angenommen, dass die Häuser bisher mit Öl beheizt wurden. **Es werden somit sämtliche Kosten betrachtet, die bei Wechsel bzw. Weiterbetrieb der vorhandenen Ölheizung anfallen.** Die Berechnung der Kosten erfolgt nach der VDI-Richtlinie 2067 (VDI, 2000). Es wurde darauf geachtet, dass die gewählten Annahmen, die Realität<sup>3</sup> möglichst gut wiedergeben.

Die **Szenarien** berücksichtigen einerseits **unterschiedliche Heizenergiebedarfsniveaus** der Gebäude sowie andererseits **unterschiedliche Brennstoffpreise**. Es werden die Heizungstypen Öl-Brennwertheizung, Gas-Brennwertheizung, Pelletheizung sowie Scheitholzheizung verglichen. Fünftens wird – als Alternative zu einer Neuanschaffung einer Heizung – der Weiterbetrieb einer alten aber noch funktionsfähigen Ölheizung betrachtet.

---

<sup>2</sup> Alle Kosten in dieser Studie sind Bruttokosten, enthalten also Umsatzsteuer

<sup>3</sup> Besonderer Dank gilt Herrn Jürgen A. Lang (Geschäftsführender Gesellschafter der Lang Holzwärme GmbH in Pöttelsdorf) und Frau Mag. (FH) Christa Greinöcker (Geschäftsstelle für Energiewirtschaft im Amt der NÖ-Landesregierung & Energieberatung Niederösterreich). Beide haben uns mit zahlreichen praxisnahen Kostenauskünften unterstützt.

Andere Heizsysteme werden nicht betrachtet, weil sie entweder nur additiven Charakter (Solarwärme) haben oder aber – wie im Fall der Wärmepumpe – in der betrachteten Gebäude-Zielgruppe nicht eingesetzt werden können oder sollten. Wärmepumpen sollten in Verbindung mit einem Niedertemperatur-Abgabesystem (Fußbodenheizung, Wandheizung etc.) eingesetzt werden, was in Einfamilienhäusern aus der Errichtungsperiode vor 1990 selten der Fall sein wird.

## 2.3 Methodik und Vorgehen

Die verschiedenen Heizungsarten werden miteinander anhand ihrer jährlich anfallenden Kosten („Annuitäten“) für unterschiedliche Szenarien verglichen. Die Szenarien sind einerseits durch Variationen des Heizenergiebedarfs der Objekte, andererseits der Preise der benötigten Brennstoffe charakterisiert. Die einzelnen Kostenkomponenten wurden mittels Internetrecherche und durch Zusammenarbeit mit einem Installateur durchgeführt. Im Falle größerer Bandbreiten für einzelne Kostenkomponenten wurde jeweils danach getrachtet möglichst „Mittelwerte“ zu wählen um sich dadurch zum einen der Realität möglichst anzunähern und zum anderen das Ergebnis nicht in eine Richtung zu verfälschen.

Die Berechnung der Vollkosten erfolgt nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 2067. In dieser Richtlinie werden die Lebenszykluskosten nach der Annuitätenmethode auf jährlich gleich bleibende Kosten umgerechnet. Die gesamten Heizungskosten werden in Euro pro Jahr angegeben und umfassen folgende Kostenkategorien:

- Kapitalkosten
- Verbrauchsgebundene Kosten
- Betriebsgebundene & sonstige Kosten

### 2.3.1 Kapitalkosten

Die Kapitalkosten ergeben sich aus den Anschaffungs- bzw. Investitionskosten, welche über die Nutzungsdauer als Annuitäten rückgezahlt werden. Es werden hierbei die Investitionskosten für den Kessel, die Installations- und Montagekosten, sowie die Kosten für notwendige Gebäudearbeiten (z. B. Kaminsanierung) berücksichtigt. Die jährlichen Kapitalkosten werden aus den Investitionskosten mit Hilfe eines Annuitätenfaktors errechnet. Notwendige Parameter für die Berechnung des Annuitätenfaktors sind der Mischzinssatz und die Nutzungsdauer. Der Mischzinssatz wird mit 5 % angenommen. Die Nutzungsdauer von Kessel und Installationen beträgt 20 Jahre bzw. 50 Jahre bei notwendigen Investitionen am Gebäude (z.B. Kaminsanierung).

Die Investitionskosten der einzelnen Heizsysteme sind in der folgenden Tabelle im Überblick dargestellt und werden in den anschließenden Kapiteln im Detail erläutert.

Position	Scheitholz	Pellets	Heizöl-Brennwert	Weiterbetrieb der Ölheizung	Erdgas-Brennwert
<b>Investitionskosten</b>					
Kessel	11.200	16.200	7.000	0	4.200
Installation	1.900	1.900	1.900	0	1.900
Gebäude	2.000	2.000	2.000	0	3.920
<b>Gesamtinvestition</b>	<b>15.100</b>	<b>20.100</b>	<b>11.900</b>	<b>0</b>	<b>10.020</b>
Förderung	2000	2000	2000		
<b>Investitionskosten abzgl. Förderungen</b>	<b>13.100</b>	<b>18.100</b>	<b>9.900</b>		<b>10.020</b>

Tabelle 1: Investitionskosten der Heizsysteme, ohne Warmwasserbereitung (eigene Darstellung)

### 2.3.1.1 Investitionskosten der Scheitholzheizung

Die Anschaffungskosten für einen Scheitholzessel mit einem Pufferspeicher betragen 10.600 Euro. Es wird angenommen, dass mit dem Kessel zusätzlich die Umwälzpumpen ausgewechselt werden. Die Installationskosten sowie die Erneuerung der Umwälzpumpen machen in Summe 1.900 Euro aus. Die Entsorgungskosten für den alten Öltank betragen 600 Euro. (Lang, 2011)

Bei einer Modernisierung des Heizsystems ist generell davon auszugehen, dass eine Kaminsanierung notwendig ist. Wird eine Ölheizung durch eine Biomasseheizung ersetzt, ist meistens der Kamindurchmesser zu klein. Außerdem wird ein feuchteunempfindlicher Kamin benötigt. Die Kaminsanierung kann durch Ausschleifen oder durch Einziehen eines Doppelwand-Edelstahlrohrs durchgeführt werden. Die Kosten dafür betragen im Höchstfall 2.000 Euro. (Lang, 2011)

### 2.3.1.2 Investitionskosten der Pelletheizung

Anhand von Preislisten wurden mehrere Pelletkessel verglichen. Ein Pelletkessel inklusive Förderschnecke und mit einem Gewebetank (Big Bag) kostet um die 15.600 Euro. Für die Entsorgung des alten Öltanks kommen weitere 600 Euro hinzu.

Die Kosten für die Kaminsanierung werden wie oben mit 2.000 Euro angenommen. Zusätzlich kommen noch Installationskosten für die Montage und Auswechslung der Umwälzpumpen von insgesamt 1.900 Euro hinzu. (Lang, 2011)

### 2.3.1.3 Investitionskosten des Öl-Brennwertkessels

Die Anschaffungskosten eines Öl-Brennwertkessels werden mit 7.000 Euro angenommen. Der alte Öltank kann weiterhin genutzt werden, sodass hier keine zusätzlichen Kosten entstehen. (Lang, 2011)

Die Kosten für die Installation und die Umwälzpumpe betragen wiederum 1.900 Euro.

Bei einer Brennwertheizung weisen die Abgase geringere Temperaturen auf, sodass der Kamin feuchteunempfindlich und säurebeständig sein muss. Aus diesem Grund ist meist eine Kaminsanierung notwendig. Die Kosten dafür betragen wie oben 2.000 Euro. (Lang, 2011)

#### **2.3.1.4 Investitionskosten der Gasheizung**

Es wird angenommen, dass ein Gas-Brennwertkessel verwendet wird. Die Anschaffungskosten dafür betragen im Schnitt 3.600 Euro. Außerdem entstehen für die Entsorgung des alten Öltanks Kosten in Höhe von 600 Euro. (Lang, 2011)

Zusätzlich fallen beim erstmaligen Anschluss eines Haushalts ans Gasnetz Anschlusskosten an. Die Höhe der Gasanschlusskosten hängt vom jeweiligen Anbieter ab, werden aber hier mit 1.920 Euro angenommen. (Lang, 2011)

Die Kosten für die Installation und Kaminsanierung werden mit 1.900 bzw. 2.000 Euro angenommen. Die Kaminsanierung ist nötig, da der Kamin aufgrund der niedrigen Abgastemperaturen bei Brennwertkesseln feuchteunempfindlich sein muss.

#### **2.3.1.5 Förderungen**

In Österreich werden Pellets- und Scheitholzheizungen von fast allen Bundesländern (und zuweilen vom Klima- und Energiefonds des Bundes) gefördert. Einen Überblick gibt z.B. folgende Website: <http://www.energyagency.at/fakten-service/foerderungen.html>

Den Kauf einer modernen Ölheizung unterstützt die einschlägige Wirtschaft mit 2.000 (Kessel jünger als 1981) bzw. 3.000 Euro (Kessel älter als 1981). (Heizen mit Öl GesmbH, n.a.)

Im Rahmen dieser Studie wurde für die beiden Biomasseheizungen und für die Öl-Brennwertheizung jeweils eine „Förderung“ in Höhe 2.000 Euro angenommen.

Die Investitionskosten abzüglich Förderungen bilden die Basis für die Berechnungen der jährlichen Kapitalkosten.

### **2.3.2 Verbrauchsgebundene Kosten**

Unter verbrauchsgebundenen Kosten sind die Brennstoffkosten und die Stromkosten für den Kesselbetrieb und die Umwälzpumpen zu verstehen.

Der Strombedarf für den Kesselbetrieb wird in Prozent der bereitgestellten Wärmemenge angegeben. Er beträgt bei Pelletheizungen 1,5 %, bei den sonstigen Heizungstypen 1 %. (Lang, 2011)

Die jährlichen Brennstoffkosten sind von den spezifischen Preisen der jeweiligen Brennstoffe (€/kg bei Pellets und Scheitholz, €/Liter bei Heizöl extraleicht bzw. €/kWh bei Erdgas), vom Wärmebedarf des Gebäudes sowie vom Jahresnutzungsgrad des Heizsystems abhängig.

Die Annahmen zu den Brennstoffpreisen und zum Heizenergiebedarfs des Gebäudes werden in den Kapiteln 2.4.1 bzw. 2.4.2 beschrieben. Der Jahresnutzungsgrad der Heizungen sagt aus, welcher Anteil der im Brennstoff enthaltenen Energie tatsächlich in Raumwärme umgewandelt werden kann. Neben den Umwandlungsverlusten im Kessel, die vom Kesselwirkungsgrad abhängen, werden noch weitere Verluste berücksichtigt:

- Wärmeabstrahlung bei schlecht gedämmten Kesseln und bei ungedämmten Rohrleitungen
- Auskühlung bei Taktbetrieb
- Abgasverluste bei Luftüberschuss
- Verluste durch unvollständige Verbrennung

Für Pelletkessel bzw. für Scheitholzessel wird ein Jahresnutzungsgrad von 80 % angenommen. Bei neuen Erdgas- und Ölheizungen wird angenommen, dass es sich um Brennwertkessel handelt. Der Jahresnutzungsgrad von Erdgasheizungen beträgt dadurch 90 %, der von Ölheizungen 85 %. Alte, schlecht gewartete Ölheizungen haben einen Jahresnutzungsgrad von 65 %. Aus diesem Grund wird beim Weiterbetrieb einer alten Ölheizung dieser Jahresnutzungsgrad angenommen. (Lang, 2011)

### 2.3.3 Betriebsgebundene und sonstige Kosten

Betriebsgebundene Kosten umfassen Instandhaltungskosten für Kessel, Installationen und Kamin. Zusätzlich werden Kosten für Rauchfangkehrer sowie Wartungskosten berücksichtigt.

Die jährlichen Instandhaltungskosten werden als Prozentanteile der Investitionskosten angegeben. Bei Kessel und Kamin betragen die jährlichen Instandhaltungskosten ein Prozent der Investitionskosten, da diese Komponenten verhältnismäßig robust sind. Die Instandhaltungskosten für die Installationen sind höher, da nach Erfahrungen aus der Praxis das Heizsystem nicht immer regelmäßig gewartet wird. Aus diesem Grund kommt es unter anderem bei den Umwälzpumpen öfter zu Betriebsstörungen. (Lang, 2011)

Als Grundlage für die Rauchfangkehrerkosten dient die Rauchfangkehrerfibelf 2011 des Landes Niederösterreich. Demnach muss bei Gas- und Ölbrennwertkessel ein Mal pro Jahr, bei älteren Ölheizungen sowie Pelletheizungen drei Mal pro Jahr und bei Scheitholzheizungen fünf Mal pro Jahr gekehrt werden. Die Grundgebühr beispielsweise in Niederösterreich beläuft sich jährlich auf 26,14 Euro, für jede Keherung wird zusätzlich eine Arbeitsgebühr von 3,70 Euro verrechnet. Zusätzliche Kosten für etwaige Überprüfungen bzw. Befunde werden auf 50 Euro pro Jahr geschätzt. (Kammer für Arbeiter und Angestellte Niederösterreich, bzw. Landesinnung der Rauchfangkehrer Niederösterreich, 2011)

	Scheitholz	Pellets	Heizöl	Weiterbetrieb der Ölheizung	Erdgas
Rauchfangkehrer	94,64	87,24	79,84	87,24	79,84

Tabelle 2: Kosten für Rauchfangkehrer bei unterschiedlichen Heizungsarten (eigene Darstellung)

Die Kosten für Wartung und Service werden von einem Installateur für alle Kesseltypen mit 120 Euro pro Jahr angegeben (Lang, 2011).

## 2.4 Neun Szenarien

Im Rahmen der Studie werden die Gesamtkosten der unterschiedlichen Heizungsarten für verschiedene Szenarien verglichen. Die Szenarien unterscheiden sich durch die Variation des Heizwärmebedarfs und der Brennstoffpreise. Die Verbrauchsvarianten werden mit den Ziffern 2, 3 und 4 benannt und stehen für den Bedarf von 20.000 kWh, 30.000 kWh und 40.000 kWh. Die drei Preisvarianten werden mit n für Niederpreis, m für Mittelpreis und h für Hochpreis abgekürzt. Durch Kombination dieser einzelnen Varianten ergeben sich neun Szenarien, die in der folgenden Tabelle angeführt und benannt sind.

		3 Szenarien zum Niveau der Brennstoffpreise		
		Hochpreis (135 \$/bbl)	Mittelpreis (dzt. Preise – 110 \$/bbl)	Niederpreis (70 \$/bbl – 2. Hj. 2009)
3 Varianten des jährlichen Heizwärmebedarfs des Einfamilienhauses	20.000 kWh	2h	2m	2n
	30.000 kWh	3h	3m	3n
	40.000 kWh	4h	4m	4n

Tabelle 3: Übersicht über die Bezeichnungen und die Annahmen der neun Szenarien

### 2.4.1 Drei Variationen des Heizenergiebedarfs

Nach dem Mikrozensus der Statistik Austria aus dem Jahr 2010 (Statistik Austria, 2011) sind rund drei Viertel der Ein- und Zweifamilienhäuser in Österreich vor 1990 errichtet worden. Nach Informationen mit Brennstoffhändlern ist davon auszugehen, dass der mittlere Heizwärmebedarf der Ein- und Zweifamilienhäuser in Österreich zwischen 20.000 und 30.000 kWh beträgt. Das entspricht – unter Berücksichtigung realistischer Jahresnutzungsgrade – rund 3.000 Liter Öl, 30.000 kWh oder 3.000 m<sup>3</sup> Erdgas oder 6 Tonnen Pellets pro Jahr. Auch Haselsteiner et al (2005) haben in einer „Haus der Zukunft“-Studie festgestellt, dass bei ausgewählten Siedlungshäusern „die Energiekennzahl des Bestands im Vergleich zum heutigen Neubaustandard (85 kWh/m<sup>2</sup>a) drei- bis viermal so groß ist“.

Um die Tatsache abbilden zu können, dass sich der hier betrachtete Gebäudebestand stark differenziert, wurden drei Szenarien für den Energiebedarf angenommen:

- 20.000 kWh/a
- 30.000 kWh/a
- 40.000 kWh/a

## 2.4.2 Drei Variationen der Brennstoffpreise

Bei den Brennstoffpreisen werden eine Niederpreis-, eine Mittelpreis- sowie eine Hochpreisvariante betrachtet.

Die „**Mittelpreisvariante**“ entspricht etwa dem aktuellen Preisniveau. Zugrunde gelegt wurden die mittleren Brennstoffpreise von April bis November 2011. Der Heizölpreis betrug in diesem Zeitraum 0,929 Euro pro Liter und der Erdgaspreis 8,16 Cent pro kWh<sup>4</sup>. Der Preis für Scheitholz lag im September bzw. Oktober 2011 bei 4,27 Cent/kWh (Österreichischer Biomasseverband, 2011). Mit einem vom Lebensministerium (BMLFUW, 2009) empfohlenen Umrechnungsfaktor von 1.975 kWh/rm ergibt sich ein Preis von 84,33 Euro pro Raummeter für Scheitholz. Der mittlere Preis für Pellets von April bis November 2011 liegt bei 0,227 Euro pro Kilogramm (Pro Pellets Austria, 2011).

Die „**Niederpreisvariante**“ entspricht den (infolge des Preisverfalls nach der „Finanzkrise“) niedrigen Energiepreisen im zweiten Halbjahr 2009<sup>5</sup> (Pro Pellets Austria, 2011): Der Heizölpreis betrug 0,65 Euro pro Liter. Für Erdgas wurde der mittlere Erdgaspreis der zweiten Jahreshälfte 2009 gewählt. In dieser Zeit befand sich der Erdgaspreis auf einem Tiefpunkt mit 7,12 Ct/kWh. Bei Pellets lag der mittlere Preis im zweiten Halbjahr 2009 bei 0,206 Euro pro kg und damit um 10 % tiefer als heute. Bei Scheitholz wird angenommen, dass der Niederpreis bei 79,21 Euro pro Raummeter und damit um 5 % unter dem heutigen, in der Mittelpreisvariante angegebenen, Preis, liegt.

Für die „**Hochpreisvariante**“ wird ein Anstieg des Energiepreinsniveaus, ausgelöst durch eine rund zwanzig prozentige Verteuerung der „Leitwährung“ Erdöl, angenommen. Der Rohölpreis beträgt in diesem Szenario 135 \$/bbl (zum Vergleich: Anfang Dez. 2011 beträgt er 110 \$/bbl) bzw. 100 Euro (Anfang Dez. 2011: 82 €) pro Barrel. Gemäß ÖGUT (2011) ist für diesen Fall mit einem Heizölpreis von 1,15 Euro pro Liter zu rechnen. Der Erdgaspreis wird in einem „100-Euro-Ölpreisumfeld“ gemäß ÖGUT (2011) um zwei Cent höher sein als in einem „50-Euro-Ölpreisumfeld“. Da der Preis für Erdgas bei einem Ölpreis gemäß der Niederpreisvariante mit 7,12 Ct/kWh angenommen wurde, beträgt er somit in der Hochpreisvariante 9,12 Ct/kWh. Bei Pellets gab es im Winter 2006/07 den bisherigen Preishöchststand mit 26 Ct/kg (Pro Pellets Austria, 2011), da im Jahr zuvor die Nachfrage nach Pelletkesseln stark gestiegen war und die Mobilisierung von Kapazitäten für die Pelletproduktion nicht mithalten konnte. Für die Hochpreisvariante wird dieser All-time-High Preis herangezogen. Für Scheitholz wird eine 10-prozentige Erhöhung angenommen. Dadurch ergibt sich ein „Hochpreis“ von 92,81 Euro pro Raummeter.

<sup>4</sup> Da es seitens der E-Control (<http://www.e-control.at/de/konsumenten/gas/der-gaspreis/gaspreis-monitor/gaspreis-monitor-archiv>) und der Gasversorger üblich ist, den Gaspreis in Cent/kWh bezogen auf den Brennwert anzugeben, musste der angegebene Preis auf den Heizwert umgerechnet werden um die Vergleichbarkeit mit den anderen Energieträgern zu gewährleisten. Als Faktoren für diese Umrechnung wurden für den Brennwert 10,57 kWh/m<sup>3</sup> und für den Heizwert 9,6 kWh/m<sup>3</sup> gewählt. Alle in dieser Studie angegebenen Gaspreise sind auf Basis dieser genannten Energieinhalte für Brennwert und Heizwert berechnet.

<sup>5</sup> 2009 schwankte der Rohölpreis vom Frühjahr bis zum Herbst rund um 70 Dollar pro Barrel (\$/bbl) bzw. rund um 50 Euro pro Barrel.

## 2.5 Ergebnisse

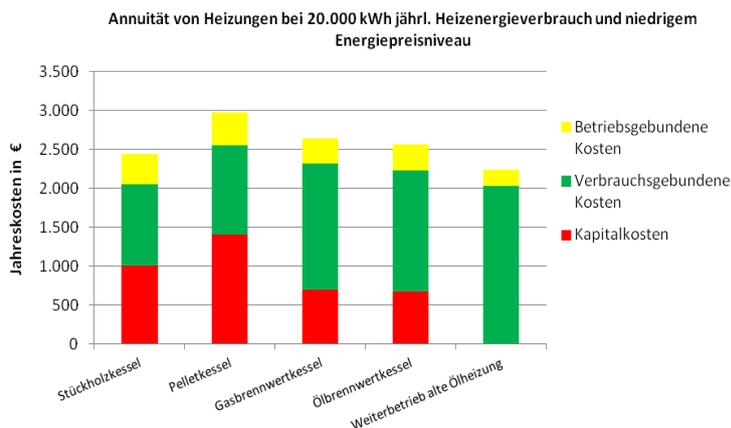


Abbildung 8: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 20.000 kWh und niedrigem Energiepreisniveau (eigene Darstellung)

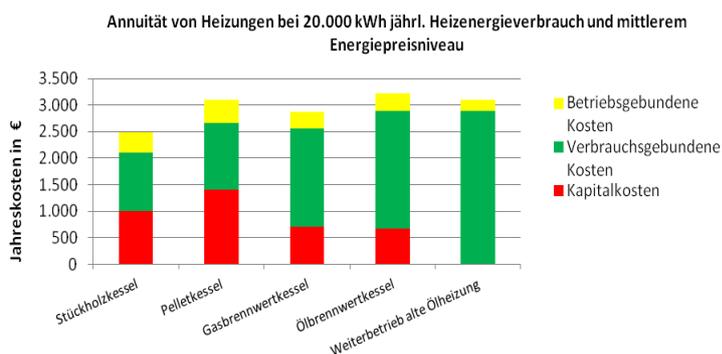


Abbildung 9: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 20.000 kWh und mittlerem Energiepreisniveau (eigene Darstellung)

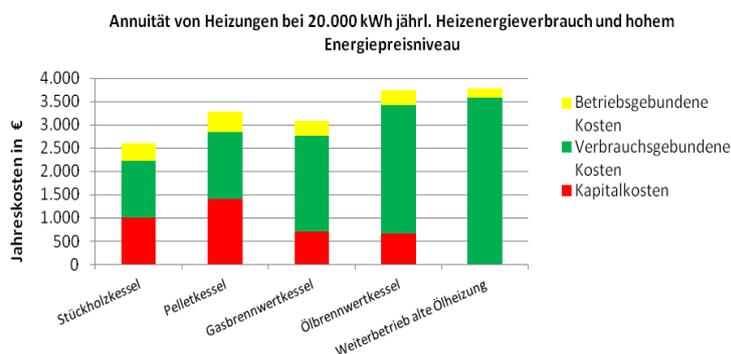


Abbildung 10: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 20.000 kWh und hohem Energiepreisniveau (eigene Darstellung)

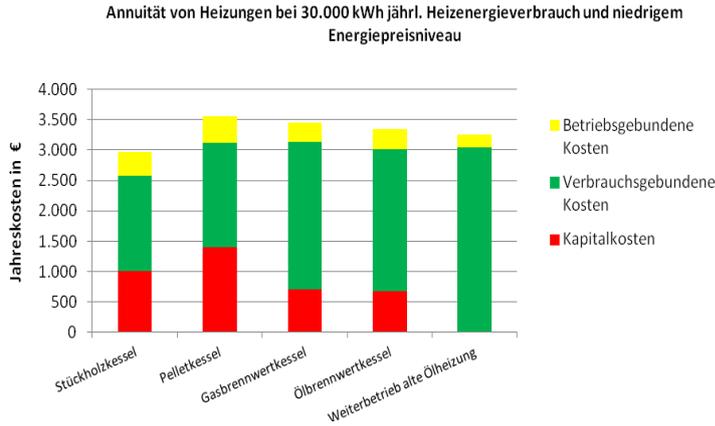


Abbildung 11: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 30.000 kWh und niedrigem Energiepreinsniveau (eigene Darstellung)

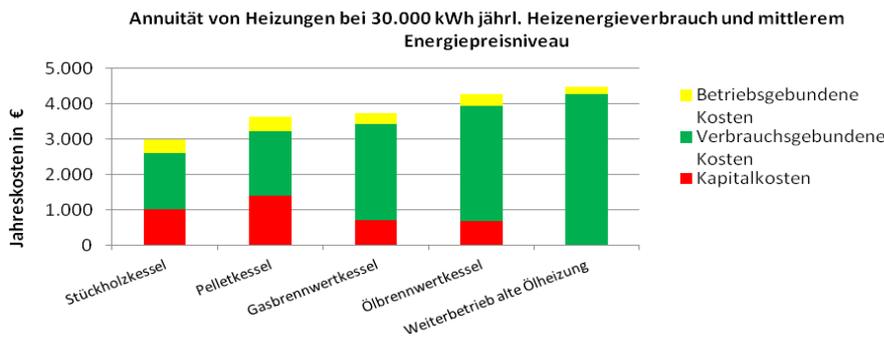


Abbildung 12: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 30.000 kWh und mittlerem Energiepreinsniveau (eigene Darstellung)

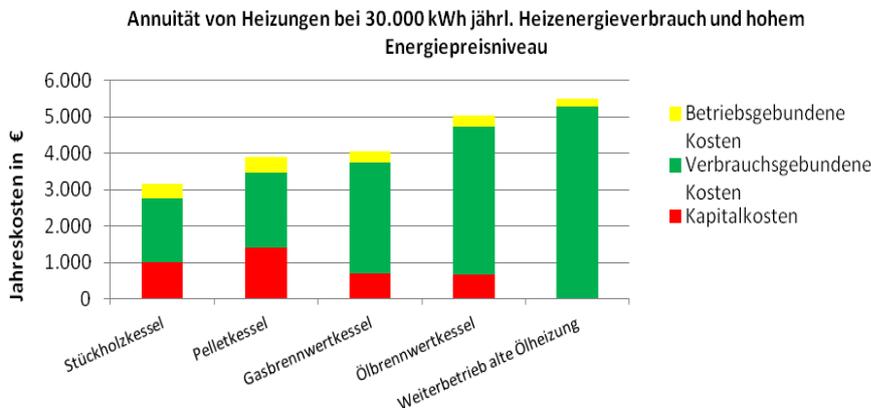


Abbildung 13: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 30.000 kWh und hohem Energiepreinsniveau (eigene Darstellung)

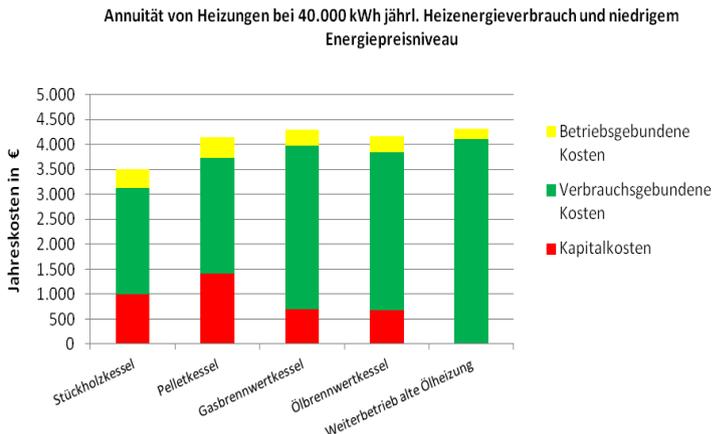


Abbildung 14: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 40.000 kWh und niedrigem Energiepreinsniveau (eigene Darstellung)

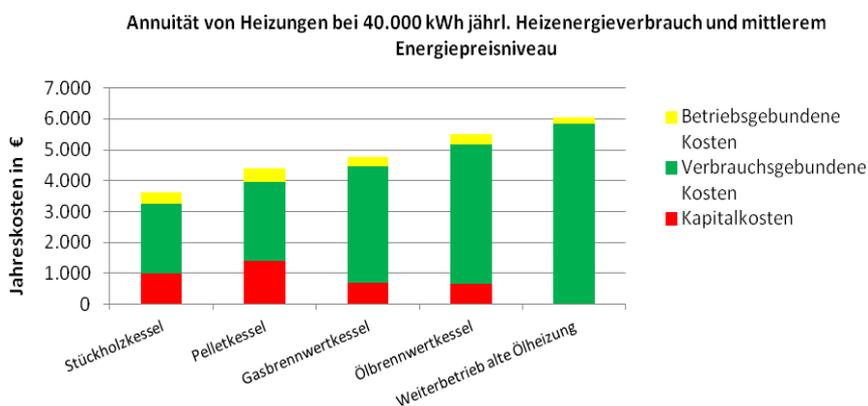


Abbildung 15: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 40.000 kWh und mittlerem Energiepreinsniveau (eigene Darstellung)

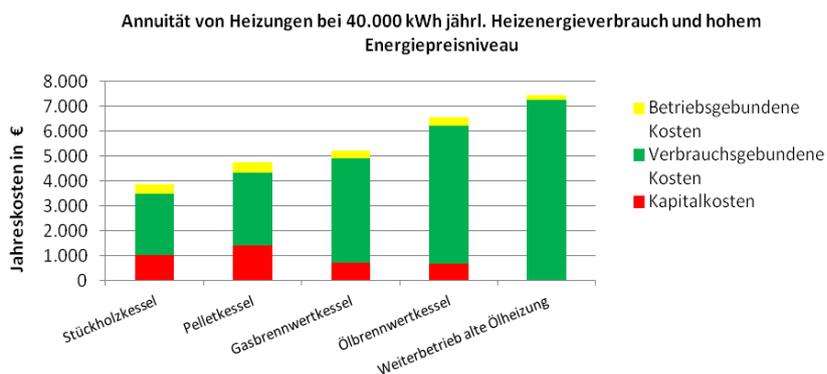


Abbildung 16: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 40.000 kWh und hohem Energiepreinsniveau (eigene Darstellung)

## 2.6 Literaturverzeichnis

Benke, 2007: BOILEFF. Projektvorstellung. Präsentation At:

[http://www.energyagency.at/fileadmin/aea/pdf/energiotechnologien/boileff\\_projekt.pdf](http://www.energyagency.at/fileadmin/aea/pdf/energiotechnologien/boileff_projekt.pdf)

(07.11.2011)

BMLFUW, 2009 (Hrsg.): Empfohlene Umrechnungsfaktoren für Energieholzsortimente bei Holz- bzw. Energiebilanzberechnungen. At:

[www.klimaaktiv.at/filemanager/download/42357](http://www.klimaaktiv.at/filemanager/download/42357) (02.12.2011)

Energiesparhaus.at, n.a.: Informationen von der Homepage. At:

<http://www.energiesparhaus.at/fachbegriffe/nutzungsgrad.htm> (07.11.2011)

Energy Economics Group, TU Wien, 2011: Gesamtwirtschaftliche Analyse des österreichischen Bioenergie-Sektors. At:

[http://www.eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at\\_pages/publications/pdf/KRA\\_REP\\_2011\\_1.pdf](http://www.eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/publications/pdf/KRA_REP_2011_1.pdf)

(07.11.2011)

Haselsteiner, Havel, Guschlbauer-Hronek, 2005: Neue Standards für alte Häuser. Nachhaltige Sanierungskonzepte für Einfamilienhaussiedlungen der Zwischen- und Nachkriegszeit. In Berichte aus Energie- und Umweltforschung 7/2005 At:

[http://143.130.16.34/hdz\\_pdf/endbericht\\_alte\\_haeuser\\_id2793.pdf](http://143.130.16.34/hdz_pdf/endbericht_alte_haeuser_id2793.pdf) (24.10.2011)

Heizen mit Öl GesmbH, n.a.: Informationen von der Homepage. At:

<https://ssl.heizenmitoel.at/> (07.11.2011)

IWO, 2005: Factsheet zum Energieträger Öl. At: [http://www.iwo-](http://www.iwo-austria.at/fileadmin/user_upload/Presse/P-aussendungen/PA_Senzario4.pdf)

[austria.at/fileadmin/user\\_upload/Presse/P-aussendungen/PA\\_Senzario4.pdf](http://www.iwo-austria.at/fileadmin/user_upload/Presse/P-aussendungen/PA_Senzario4.pdf) (24.10.2011)

Kammer für Arbeiter und Angestellte Niederösterreich bzw. Landesinnung der Rauchfangkehrer Niederösterreich, 2011: Rauchfangkehrfibel. Stand Jänner 2011. At:

[http://www.rauchfangkehrer.com/downloads/rauchfangkehrerfibel\\_2011\\_noe.pdf](http://www.rauchfangkehrer.com/downloads/rauchfangkehrerfibel_2011_noe.pdf)

(31.10.2011)

Lang, 2011: Andreas Lang, Geschäftsführer der Lang Holzwärme GmbH. Mündliche Auskunft, November 2011.

ÖGUT, 2011: Zukunftsszenarien für Einfamilienhaus-Siedlungen. Bericht zum Projekt ZERSiedelt. At: <http://www.oegut.at/de/themen/energie/zersiedelt.php> (4.12.2011)

Österreichischer Biomasseverband, 2011: Energieträgervergleich- Informationen von der Homepage. At: <http://www.biomasseverband.at/pressematerialien/pressematerialien-2011/energietraeger-vergleich-oktober-2011/> (02.12.2011)

Pro Pellets Austria, 2011: „Aktuelle Preise“ von unterschiedlichen Brennstoffen. Internes Excel-sheet, siehe auch: <http://www.propellets.at/cms/cms.php?pageName=144> (4.12.2011)

Statistik Austria, 2007: Gebäude- und Wohnungszählung 2001. Wohnungen 2001 nach Wohnsitzangabe, Art des Gebäudes und Wohnungsbeheizung (Energieträger). At: [http://www.statistik.at/web\\_de/static/wohnungen\\_2001\\_nach\\_wohnsitzangabe\\_art\\_des\\_gebaudes\\_und\\_wohnungsbeheizung\\_023029.pdf](http://www.statistik.at/web_de/static/wohnungen_2001_nach_wohnsitzangabe_art_des_gebaudes_und_wohnungsbeheizung_023029.pdf) (09.11.2011)

Statistik Austria, 2011: Mikrozensus. Hauptwohnsitzwohnungen 2010 nach Bauperiode, Gebäudegröße und Zahl der Wohnräume. At: [http://www.statistik.at/web\\_de/static/hauptwohnsitzwohnungen\\_2010\\_nach\\_bauperiode\\_gebauegroesse\\_und\\_zahl\\_der\\_w\\_023001.pdf](http://www.statistik.at/web_de/static/hauptwohnsitzwohnungen_2010_nach_bauperiode_gebauegroesse_und_zahl_der_w_023001.pdf) (6.11.2011)

VDI, 2000: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Grundlagen und Kostenberechnung. Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf

## 2.7 Tabellen

Tabelle 1: Investitionskosten der Heizsysteme, ohne Warmwasserbereitung (eigene Darstellung) ....	17
Tabelle 2: Kosten für Rauchfangkehrer bei unterschiedlichen Heizungsarten (eigene Darstellung)....	19
Tabelle 3: Übersicht über die Bezeichnungen und die Annahmen der neun Szenarien .....	20

## 2.8 Abbildungen

Abbildung 1: Annuität (Jahreskosten) verschiedener Heizungsarten für ein Einfamilienhaus mit einem Heizenergiebedarf von 20.000 kWh bei aktuellen Energiepreisen .....	8
Abbildung 2: Annuität (Jahreskosten) verschiedener Heizungsarten für ein Einfamilienhaus mit einem Heizenergiebedarf von 30.000 kWh bei aktuellen Energiepreisen .....	8
Abbildung 3: Annuitäten (Jahreskosten) verschiedener Heizungsarten für ein Einfamilienhaus mit einem Heizenergiebedarf von 40.000 kWh bei aktuellen Energiepreisen .....	9
Abbildung 4: Jährl. Vollkosten (Annuitäten) von Heizsystemen für alte (!) Einfamilienhäuser mit unterschiedlichem Heizenergiebedarf (V) und bei unterschiedlichen Energiepreisniveaun-Annahmen .....	12
Abbildung 5: Annuitäten – Aufteilung auf betriebsgebundene Kosten (gelb), verbrauchsgebundene Kosten (grün), Kapitalkosten (rot) – verschiedener Heizungsarten für alte Einfamilienhäuser mit unterschiedl. Heizenergiebedarf bei aktuellen Energiepreisen (links) und hohen Energiepreisen (rechts) .....	12
Abbildung 6: Endenergieverbrauch in Österreich nach Energieträgern und Nutzungskategorien 2008. Quelle: Statistik Austria (2010), Darstellung: Energy Economics Group, TU Wien, 2011 .....	14
Abbildung 7: Verwendete Energieträger für die Beheizung von allen Ein- und Zweifamilienhäusern in Österreich 2001 (eigene Darstellung, Daten aus Statistik Austria, 2007) .....	14
Abbildung 8: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 20.000 kWh und niedrigem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) .....	22
Abbildung 9: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 20.000 kWh und mittlerem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) .....	22

Abbildung 10: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 20.000 kWh und hohem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) ..... 22

Abbildung 11: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 30.000 kWh und niedrigem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) ..... 23

Abbildung 12: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 30.000 kWh und mittlerem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) ..... 23

Abbildung 13: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 30.000 kWh und hohem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) ..... 23

Abbildung 14: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 40.000 kWh und niedrigem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) ..... 24

Abbildung 15: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 40.000 kWh und mittlerem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) ..... 24

Abbildung 16: Annuität von Heizungen bei einem jährlichen Heizenergiebedarf von 40.000 kWh und hohem Energiepreisniveau (eigene Darstellung) ..... 24



