

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassende Darstellung.....	4
1.1.1	Berechnungsgrundlagen.....	4
1.2	Zusammenfassung der Ergebnisse und Empfehlungen zur Ausführung aller Maßnahmen.....	5
1.3	Gegenüberstellung des Ist- und Soll-Zustandes der einzelnen aufgeführten Maßnahmen.....	7
1.4	Nachrüstpflichten nach EnEV	9
1.4.1	Anlagen.....	9
1.4.2	Oberste Geschossdecken	9
2	Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung.....	10
2.1	Gebäude	10
2.1.1	Gebäudehülle	11
2.1.2	Baulicher und wärmetechnischer Zustand	12
2.1.3	Bisher getätigte wärmetechnische Investitionen	13
2.1.4	Offensichtliche Wärmebrücken.....	13
2.1.5	Offensichtliche Lüftungswärmeverluste.....	13
2.1.6	Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle	14
2.2	Anlagentechnik.....	16
2.2.1	Heizungsanlage.....	16
2.2.2	Warmwasserversorgung.....	17
2.3	Tabellarische Ausweisung der Energiebilanz des Ist-Zustandes.....	18
2.3.1	Energiebilanz Ist-Zustand.....	18
2.3.2	Bewertung des Gebäudes	19
2.4	Beschreibung des Heiz- und Lüftungsverhaltens (Gewohnheit) der Bewohner	20
2.4.1	Nutzverhalten	20
2.4.2	Heizenergieverbrauch und -kosten über drei Heizperioden (zur Mittelwertbildung).....	20
3	Empfehlungen zur Energieeinsparung	21
3.1	Energetische Verbesserung der Gebäudehülle.....	21
3.1.1	Dämmung der Außenwände.....	21
3.2	Minderung der Wärmebrücken	21
3.3	Minderung von unkontrollierten Lüftungswärmeverlusten.....	22
3.3.1	Austausch der alten Fenster	22
3.3.2	Rolladenkasten dämmen und abdichten	22
3.4	Behaglichkeits- und Wertsteigerung des Gebäudes nach der Sanierung....	23
3.4.1	Kellerdeckendämmung.....	23

3.5	Höhe der Heizleistung der Heizungsanlage	23
3.5.1	Reduzierung der Verluste durch Verbrennungsluftversorgung mittels Außenluft.....	23
3.6	Minderung von Schwachstellen und Verbesserung der vorhandenen Heizungsanlage und des Warmwasserversorgungssystems	24
3.6.1	Verbesserung der vorhandenen Heizungsanlage und des Heizungssystems	24
3.6.2	Verbesserung der vorhandenen Warmwasserspeichers und des Warmwasserversorgungssystems.....	24
3.7	Austausch der Heizungsanlage und des Warmwasserversorgungssystems ...	24
3.7.1	Optimieren der bestehenden Heizungsanlage.....	24
3.8	Objektbezogene Vorschläge zur Nutzung erneuerbarer Energien	25
3.8.1	Bestehender Gasbrennwertkessel & Solar Warmwasser	25
3.8.2	Bestehender Gasbrennwertkessel & Solar Heizung	25
3.8.3	BHKW Bivalenzbetrieb	25
3.9	Beschreibung der einzelnen Sanierungsvarianten mit Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	26
Variante 1 : Sofortmaßnahmen		26
Variante 2 : + Fenster.....		29
Variante 3 : + Außenwanddämmung.....		32
Variante 4 : + Solar Heizung.....		35
Variante 5 : + BHKW.....		38
3.10	Kosten für die vorgeschlagenen Einzelmaßnahmen bzw. Maßnahmenpakete	41
4	Zusätzliche Mindestanforderungen.....	42
4.1	Empfehlungen zur Stromeinsparung	42
4.2	Thermografischen Untersuchungen	42
4.3	Luftdichtigkeitsprüfungen nach DIN 13829 (Blower-Door-Tests).....	42
4.4	Allgemeine Grundsätze der Modernisierung	42
5.	Fazit	45
A.1	Glossar	46
A.2	Brennstoffdaten.....	49
A.3	Hinweise zu Förderprogrammen	49
A.3.1	EOR- Energieoffensive Rheinland-Pfalz	50
A.3.2	KfW- Förderbank	50
A.3.2	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).....	50

2.2 Anlagentechnik

2.2.1 Heizungsanlage

Der Gasbrennwertkessel stammt aus dem Jahr 2009. Der modulierende Brenner weist eine Leistung von 8 bis 33 kW auf. Das Gebäude benötigt momentan eine Leistung von maximal 22 kW.

Die geräteinterne Umwälzpumpe ist 2 stufig (70 und 90 Watt). Die Umwälzpumpe, nach der hydraulischen Weiche, ist 3 stufig (50 bis 70 Watt) und auf die 2 Stufe mit 60 Watt eingestellt.

Die witterungsgeführte Regelung scheint gut eingestellt zu sein.

Ein hydraulischer Abgleich wurde nicht durchgeführt. Die Heizleitungen sind nur im Heizraum und nur teilweise entsprechend der EnEV gedämmt. Der überwiegende Teil der Heizleitungen ist nicht mit der alten und ursprünglichen Gipswolldämmung ummantelt. Die Thermostatventile der Heizkörper sind recht alt.

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung Brennwert-Kessel - 33 kW, Erdgas E
Verteilung	Auslegungstemperaturen 70/55°C Dämmung der Leitungen: halbe EnEV Altbau-typischer Betrieb (kein hydraul. Abgleich, flachere Heizkurve) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil, ohne Temp.vorregelung

Die Gasheizung ist neu und entspricht dem heutigen Stand der Technik. Somit sehe ich momentan keinen Grund für einen Austausch. Eine rein regenerative Energieerzeugung über einen Holzpelletkessel oder eine Wärmepumpe würde einen nicht sinnvollen Kesseltausch nach sich ziehen.

Ein hydraulischen Abgleich sollte unbedingt durchgeführt. Dabei müssten dann sowieso die alten Heizkörperventile ersetzt werden. Zusammen mit einer ausreichend dicken und lückenlos verlegten Rohrleitungsdämmung wären dann auch die Anforderungen der EnEV erfüllt.

Ich empfehle die Einstellungen der heizungsregelung zu prüfen, darunter sollte auch die geräteinterne Heizungspumpe auf der kleinsten Stufe betrieben werden.

Die zweite Heizkreispumpe sollte gegen eine Hocheffizienzpumpe der Energieeffizienzklasse A ausgetauscht werden.

Anlagentechnische Investitionen

Der Kessel wurde 2009 installiert.

2.4 Beschreibung des Heiz- und Lüftungsverhaltens (Gewohnheit) der Bewohner

Das Gebäude wird mittels Fensterlüftung belüftet.

Die Bewohner beheizen einige Räume zum Teil niedriger oder gar nicht.

2.4.1 Nutzverhalten

Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes ist sehr stark vom Nutzerverhalten der Bewohner abhängig. So haben die Nutzungsdauer, das Lüftungsverhalten die Raumtemperaturen und Anzahl bzw. Größe der beheizten Räume einen wesentlichen Einfluss.

Für die Berechnung dieses Berichts wurde der berechnete Wert mit den tatsächlichen Verbrauchswerten abgeglichen und dafür folgendes Nutzungsverhalten zu Grunde gelegt:

mittlere Innentemperatur: 18,0 °C,
Luftwechselrate: 0,70 h⁻¹,
interne Wärmegewinne: 10865 kWh pro Jahr,
Warmwasser-Wärmebedarf: 4754 kWh pro Jahr.

Der Anteil unbeheizter Bereiche wurde mit 35 % abgeschätzt.

Der Berechnung dieses Berichts wurden das EnEV-Standard-Nutzerverhalten und die Standard-Klimabedingungen für Deutschland zugrunde gelegt. Daher können aus den Ergebnissen keine Rückschlüsse auf die absolute Höhe des Brennstoffverbrauchs gezogen werden. (Brennstoffdaten siehe Anhang).

2.4.2 Heizenergieverbrauch und -kosten über drei Heizperioden (zur Mittelwertbildung)

Verbrauchsangaben

Der Berechnung dieses Berichts wurden das EnEV-Standard-Nutzerverhalten und die Standard-Klimabedingungen für Deutschland zugrundegelegt. Daher können aus den Ergebnissen keine Rückschlüsse auf die absolute Höhe des Brennstoffverbrauchs gezogen werden.

Bei der Berechnung der Ergebnisse dieses Berichts wurden Verbrauchsdaten berücksichtigt.

	berechneter Verbrauch	tatsächlicher Verbrauch
Erdgas E	7.772 m ³	6.000 m ³

Erfasster Verbrauch - Heizenergie

Verbrauch im Jahr	Heizöl (Liter)	Erdgas (m ³)	Erdgas (kWh)	Sonstige Brennstoffe	Kosten (€)
2009/ 10			64.720		
2010/ 11			58.782		
Mittelwert:			61.751		

Die Verbrauchsangaben stammen von der Eigentümerin und wurden auf Plausibilität geprüft.

Durch die teilweise recht großen Wohneinheiten werden einige Räume niedriger oder gar nicht beheizt. In der Berechnung bin ich davon ausgegangen, dass sich im Laufe der Zeit der Energieverbrauch durch Mieterwechsel ändern wird. Auch ein Gasverbrauch von über 80.000 kWh wäre dann möglich.

Durch nutzungs- und klimabedingte Einflüsse können die gemessenen Werte zusätzlich von den unter EnEV-Standard-Randbedingungen berechneten Werten abweichen.

3 Empfehlungen zur Energieeinsparung

3.1 Energetische Verbesserung der Gebäudehülle

3.1.1 Dämmung der Außenwände

Beschreibung: Außenwanddämmung 14 cm WLG 032

Geschätzte Kosten: 49.408 €

Zu erwartende Einsparung: 22 %

Amortisation: 21 Jahre

Fördermöglichkeit: KfW- Förderbank

3.2 Minderung der Wärmebrücken

Um die Wärmebrücken des Flachdachanschlusses, den Geschossdecken, Hausecken, den Fensterstürzen und dem Dachanschluss abzumildern, könnte nur eine Außenwanddämmung Abhilfe schaffen.

Bei dem Balkon empfehle ich einen Abriss und gegeben falls einen Aufbau mittels Vorstellbalkon.

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	17.822 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Kosten (Erhaltungsaufwand)	:	0 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	17.822 EUR
--	----------	-------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 8 Jahre

Betrachtung der Maßnahmen mit einer jährlichen Teuerungsrate von 8 Prozent

heutige Brennstoffkosten

aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	5.653 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	3.769 EUR/Jahr
Ersparnis	1.884 EUR/Jahr

Brennstoffkosten in 3 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.122 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	4.748 EUR/Jahr
Ersparnis	2.373 EUR/Jahr

Brennstoffkosten in 6 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.971 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	5.981 EUR/Jahr
Ersparnis	2.990 EUR/Jahr

Brennstoffkosten in 9 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	11.301 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	7.535 EUR/Jahr
Ersparnis	3.766 EUR/Jahr

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,00 %
Teuerungsrate für Brennstoff	8,00 %
Interner Zinsfuß	18,76 %

Variante 4 : + Solar Heizung

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 4 -

siehe Variante 3

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 4 -

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 84% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 33 kW, Erdgas E Wärmeerzeuger 2 - 16% Deckungsanteil Solare Heizungsunterstützung - Sonnen-Energie
Speicherung	Solarpufferspeicher - 1000 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung, 2 Wärmeerzeuger Wärmeerzeuger 1 - 65% Deckungsanteil Solaranlage - Sonnen-Energie Wärmeerzeuger 2 - 35% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 26 kW, Erdgas E
Speicherung	Speicher - 300 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionskosten	:	116.715 EUR
Differenz zum Restwert der alten Fenster (Erhaltungsaufwand)	:	- 23.657 EUR

Gesamtkosten für die Energiesparmaßnahmen	:	93.058 EUR
--	---	-------------------

Die Amortisationsdauer beträgt 15 Jahre

Betrachtung der Maßnahmen mit einer jährlichen Teuerungsrate von 8 Prozent

heutige Brennstoffkosten

aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	5.653 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.461 EUR/Jahr
Ersparnis	4.193 EUR/Jahr

Brennstoffkosten in 3 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	7.122 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	1.840 EUR/Jahr
Ersparnis	5.282 EUR/Jahr

Brennstoffkosten in 6 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	8.971 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.318 EUR/Jahr
Ersparnis	6.653 EUR/Jahr

Brennstoffkosten in 9 Jahren

jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	11.301 EUR/Jahr
jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	2.920 EUR/Jahr
Ersparnis	8.381 EUR/Jahr

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
Kalkulationszinssatz	2,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	3,00 %
Teuerungsrate für Brennstoff	8,00 %
Interner Zinsfuß	10,23 %

Variante 5 : + BHKW

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 5 -

siehe Variante 3

Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 5 -

Heizung:

Erzeugung	Zentrale Wärmeerzeugung, 2 Wärme-Erzeuger, bivalent-parallel Wärmeerzeuger 1 - 97% Deckungsanteil Kraft-Wärme-Kopplung, fossil Wärmeerzeuger 2 - 3% Deckungsanteil Brennwert-Kessel - 33 kW, Erdgas E
Speicherung	Pufferspeicher - 600 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Auslegungstemperaturen 55/45°C Dämmung der Leitungen: nach EnEV optimierter Betrieb (optimale Heizkurve, hydraul. Abgleich) Umwälzpumpe leistungsgeregelt
Übergabe	freie Heizfläche, Anordnung im Außenwandbereich Thermostatventil mit Auslegungsproportionalbereich 2 K

Warmwasser:

Erzeugung	Zentrale Warmwasserbereitung Kraft-Wärme-Kopplung, fossil
Speicherung	Indirekt beheizter Speicher - 300 Liter, Dämmung nach EnEV
Verteilung	Verteilung mit Zirkulation Dämmung der Leitungen: nach EnEV

Fenster:

Bauphysikalisch optimal ist eine zeitgleiche Fenstererneuerung im Zuge der Sanierungsarbeit. Die Position des Fensters wird soweit als möglich nach außen in die Dämmebene verlagert. Die Fensterlaibung wird, soweit technisch möglich, im Zuge der Außendämmung gedämmt. Luftdichte Anschlussdetails verhindern unerwünschte Kondensation im Inneren durch einströmende Kaltluft. Neue Fenster dürfen einen U-Wert von 1,3 W/m²K mit Rahmen nicht überschreiten.

Dieser Bericht soll den Beratungsempfänger dabei unterstützen, Möglichkeiten für Energiesparmaßnahmen zu erkennen. Ihre Umsetzung erspart wertvolle Rohstoffe, hilft der Umwelt durch die Vermeidung von Schadstoffemissionen und dem Beratungsempfänger, Brennstoffkosten zu reduzieren. Der Komfort und der Wert des Gebäudes können sich erhöhen. Energiesparmaßnahmen sind somit eine gute und sichere Anlage für Ihre Zukunft.

- Der erstellte Energiebericht, und die darin gemachten Angaben unterliegen dem Datenschutz, und werden nicht an Dritte weitergeben
- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleibt in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden.
- Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung. Für die Durchführung der empfohlenen Maßnahmen wenden Sie sich bitte an die jeweiligen Fachleute, um eine bauphysikalisch und technisch einwandfreie Konstruktion zu erhalten.
- Der Beratungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Unterzeichner vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber und nur für den angegebenen Zweck bestimmt.
- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.
- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus dieser Stellungnahme nicht. Sofern im Falle entgeltlicher Beratungen Ersatzansprüche behauptet werden, beschränkt sich der Ersatz bei jeder Form der Fahrlässigkeit auf das gezahlte Honorar.
- Der Beratungsbericht wurde dem Auftraggeber in einem Exemplar überreicht.

Steigende Energiekosten treffen jeden Haushalt. Daher ist es sinnvoll, jetzt durch gezielte Energiesparmaßnahmen am und im Haus unnötige Mehrkosten zu vermeiden. Außerdem leisten Sie damit einen wichtigen Beitrag, unsere Umwelt zu entlasten.

Interne Wärmegewinne Q_i

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

Anlagenverluste

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung Q_g (Abgasverlust), ggf. Speicherung Q_s (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung Q_d (Leistungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe Q_c (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

Wärmebrücken

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z.B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z.B. Balkonplatten, Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

Gebäudevolumen V_e

Das beheizte Gebäudevolumen ist das an Hand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A

Die Wärmeübertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminnen nach außen dringt.

Kompaktheit A/V

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

Gebäudenutzfläche A_N

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche.

