

Energieberatungsbericht Nichtwohngebäude nach DIN V 18599



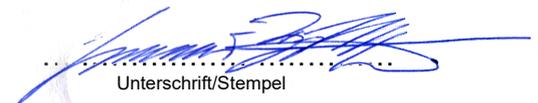
Gebäude: Kraichgauhalle
Schulstraße 30
69242 Mühlhausen

Förderkennzeichen ENW 12379

Auftraggeber: Gemeindeverwaltung Mühlhausen
Herr Uwe Schmitt
Erlenstrasse 13
69242 Mühlhausen

Erstellt von: Smarte Energie GmbH
Dipl.-Ing. Gunnar Böttger, M.Sc.
Käthe-Kollwitz-Straße 21a
76227 Karlsruhe
BAFA Beraternummer: 200912

Erstellt am: 19. April 2021



Unterschrift/Stempel

Smarte Energie GmbH
Kölner Str. 190
D-57290 Neunkirchen
Telefon: +49 (0) 2735-7737-0
Telefax: +49 (0) 2735-7737-20

info@smarteenergie.de
www.smarteenergie.de

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	4
2	Zusammenfassende Darstellung	7
2.1	Allgemein	7
2.2	Zustand des Gebäudes	7
2.3	Übersicht aller Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen	8
2.4	Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen.....	9
2.5	Schrittweise Sanierung.....	10
2.6	Sonstige Vorteile der energetischen Sanierung	10
2.7	Einsatz erneuerbarer Energien.....	11
3	Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung	12
3.1	Gebäude	12
3.2	Zonierung	15
3.3	Anlagentechnik.....	16
3.3.1	Heizungsanlage	16
3.3.2	Warmwasserversorgung	16
3.4	Darstellung der Energiebilanz des Ist-Zustandes	17
3.4.1	Energiebilanz Ist-Zustand.....	17
3.4.2	Bewertung des Gebäudes.....	19
3.5	Energieverbrauch	21
4	Energetisches Sanierungskonzept	22
4.1	Schwachstellenanalyse – SFP und Handlungsempfehlungen	23
4.2	Beschreibung der einzelnen Sanierungsvarianten	24
4.2.1	Variante 1: Beleuchtung	25
4.2.2	Variante 2: Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung	28
4.2.3	Variante 3: Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik .	31
4.2.4	Variante 4: Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach	34
4.2.5	Variante 5: Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände	37
4.2.6	Variante 6: Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände, Fenster und Türen.....	40
4.2.7	Variante 7: Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände, Fenster und Türen, TWW- Wärmepumpe	44
4.2.8	Variante 8: Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände, Fenster und Türen, BHKW	48
4.2.9	Variante 9: Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände, Fenster und Türen, Holzpellet-Kessel	52
4.3	Weitere energetische Schwachstellen und Energiesparmaßnahmen	56
4.4	Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen	57
5	Thermografische Untersuchungen	65
6	Fazit.....	68
7	Daten.....	69

8	Hinweise zu Förderprogrammen und Nutzung erneuerbarer Energie	70
8.1	Erneuerbare Energien und Fördersätze	70
8.2	Sind Anlagen auch im Neubau förderfähig?	70
8.3	Förderrichtlinien und Förderrechner	71
8.4	BAFA-Förderung und KfW-Förderung – Geht beides?	71
8.5	Förderprogrammtabelle	72
9	Allgemeine Empfehlungen zur Stromeinsparung	75
10	Gesetze und Normen	79
10.1	Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen	79
10.2	Nachrüstpflichten nach EnEV	80
10.3	Lüftungskonzept nach DIN 1946-6	80
10.4	Länderspezifische gesetzliche Regelungen	81
11	Anhang	82
	Anhang – Detailberechnungen	82
A.1	Thermische Bauteiltabellen	83
	IST-Zustand - Gebäudehülle	83
	IST-Zustand - Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle	86
	Variante 4 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle	89
	Variante 5 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle	92
	Variante 6 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle	96
	Variante 7 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle	100
	Variante 8 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle	104
	Variante 9 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle	108
A.2	Glossar	112
A.3	Brennstoffdaten	116
A.4	Fotos der Vor-Ort-Begehung	117

1 Vorbemerkungen

Dieser Beratungsbericht soll Ihnen auf Basis einer möglichst genauen Ist-Analyse Ihres Gebäudes mögliche Sanierungsmaßnahmen aufzeigen. Ziel der Maßnahmen ist die Sanierung des Gebäudes unter nachhaltigen Gesichtspunkten. Die vorgeschlagenen Sanierungsvarianten 1 bis 9 können als Einzelmaßnahme aufbauend oder als Gesamtsanierung durchgeführt werden. Daher werden Ihnen eine Reihe von einzelnen Maßnahmen und Maßnahmenpaketen vorgeschlagen, die aufeinander aufbauend durchgeführt werden können.

Diese Maßnahmen werden in Bezug auf die zu erzielende Energieeinsparung und die damit verbundenen Kosten und Förderungen beurteilt und verglichen. Damit bekommen Sie für Ihr Gebäude eine Entscheidungshilfe zu ökologisch und wirtschaftlich sinnvollen Energiesparmaßnahmen an die Hand.

Ziel einer Modernisierungsplanung muss es sein ein gewisses Maß an Wärmeschutz (Wärmedämmung) zu erreichen und den verbleibenden Energiebedarf zu einem hohen Anteil, besser noch vollständig mit einheimischen regenerativen Energien zu decken. Durch eine nachträgliche Wärmedämmung, die in einigen Fällen auch in Eigenleistung zu erbringen ist, und den Einsatz energieeffizienter Anlagensysteme wird der Bedarf an fossilen Energieträgern wie Heizöl und Erdgas auf ein Minimum reduziert.

Dieser Beratungsbericht soll beim Erkennen von Energieeinsparpotentialen helfen und Lösungen für den Einsatz von regenerativen Energien aufzeigen.

Treibhausgase

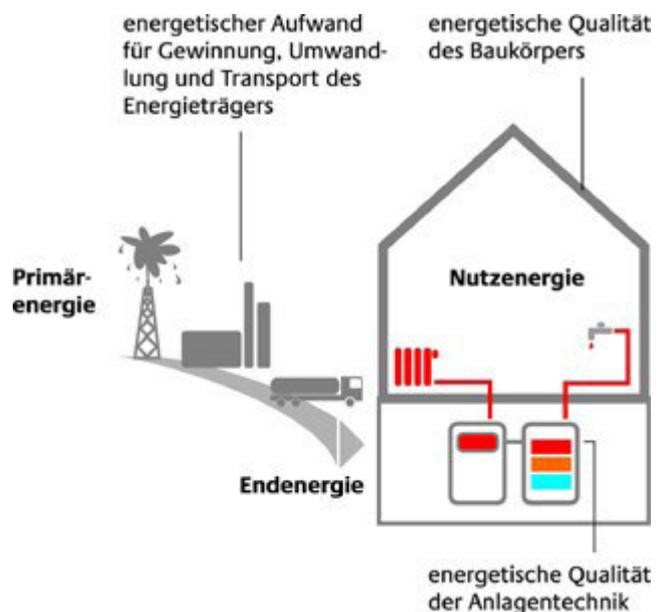
Bei jeder Nutzung von Energieträgern als Brennstoff wird CO₂ freigesetzt. Die dabei entstehende Menge an CO₂ hängt zum einen von der Art, zum anderen von der Menge des verbrannten Brennstoffs ab. So werden z. B. bei der Verwendung von Heizöl je verheiztem Liter Brennstoff etwa 3 kg CO₂ und bei der Erzeugung von Strom in Großkraftwerken für jede beim Endverbraucher entnommene kWh etwa 700 g CO₂ emittiert. Auch regenerative Brennstoffe emittieren bei der Verbrennung CO₂. Dieses entstammt jedoch einem natürlichen Kreislauf und trägt damit nicht zur Klimaerwärmung bei.

Energieeinsparverordnung EnEV

Im Jahr 2002 wurde die erste Energieeinsparverordnung EnEV in Kraft gesetzt und seither in mehreren Stufen weiterentwickelt. Ein wesentliches Ziel dieser „Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden“ ist es, den Energieverbrauch von Neu- und Altbauten künftig weiter zu reduzieren. Die derzeit gültige Fassung der EnEV von 2016 stellt Anforderungen an den Wärmeschutz, an heizungstechnische Anlagen und Warmwasseranlagen sowie den nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs von Gebäuden.

Im Primärenergiebedarf eines Gebäudes wird die komplette Energieprozesskette inklusive Gewinnung und Bereitstellung eines Brennstoffs berücksichtigt. Damit ist der Primärenergiebedarf eines Gebäudes auch ganz wesentlich vom eingesetzten Energieträger abhängig.

Während z. B. der nicht erneuerbare Anteil des Primärenergieinhalts von Holz oder Holzpellets weniger als 1/5 des Primärenergieinhalts von Heizöl oder Erdgas beträgt, liegt der Primärenergieinhalt von Strom deutlich über dem Primärenergiebedarf von Heizöl oder Erdgas.



Hinweis

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

Dieser Bericht soll dabei helfen, wirtschaftlich sinnvolle und umweltentlastende Maßnahmen zur Energieeinsparung durchzuführen.

Der erstellte Energiebericht, und die darin gemachten Angaben unterliegen dem Datenschutz, und werden nicht an Dritte weitergeben. Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der durchführenden Fachfirmen. Die Kostenangaben basieren auf Erfahrungen sowie marktüblichen Vergleichspreisen zum Zeitpunkt der Berichtserstellung. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden, um den geeignetsten Anbieter zu ermitteln. Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlungen und Bauphysik. 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.

Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des unsanierten Gebäudes. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten der Sanierungsplanung zugrunde zu legen.

Eine Gewähr für die tatsächliche Erreichung der abgeschätzten Energieeinsparung kann nicht übernommen werden, weil nicht erfasste Randbedingungen wie außergewöhnliches Nutzerverhalten, untypische Bauausführung usw. Einflüsse darstellen, die im Rahmen dieser Orientierungshilfe nicht berücksichtigt werden können. 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.

2 Zusammenfassende Darstellung

2.1 Allgemein

Für die Kraichgauhalle der Gemeindeverwaltung Mühlhausen wurde auf der Grundlage einer Ortsbegehung und den zur Verfügung gestellten Unterlagen eine Energieberatung durchgeführt. Die Ergebnisse sind in dem nachfolgenden Beratungsbericht auf Basis der Richtlinien des Bundes zur Förderung der Energieberatung für kommunale Nichtwohngebäude zusammengestellt.

Hierzu wurden aus den bau- und heizungstechnischen Daten die Energieströme des Gebäudes ermittelt. Die Energieströme setzen sich hierbei aus den Transmissionswärmeverlusten (Wärmedurchgang) der Gebäudehülle, insbesondere Fenster, Außenwände, Geschossdecken und Dachflächen, sowie den Lüftungswärmeverlusten und den Verlusten in der Heizungsanlage, sowie denen der Trinkwarmwasserbereitung zusammen.

Nach der Ermittlung des Ist-Zustandes wurden die Schwachstellen analysiert und Maßnahmen (z. B. Dämmung der obersten Geschossdecke bzw. des Daches) zur Sanierung erarbeitet.

Ziel ist der Sanierungsmaßnahmen ist es, in einem wirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Verhältnis die Energieverbräuche der Gebäude zu senken. Dies kann als Gesamtsanierung oder in zeitlicher Reihenfolge einzelner Maßnahmen und Maßnahmenpakete erfolgen.

Die Effektivität wird anhand der voraussichtlichen **Energieeinsparung** (End- und Primärenergie), **Wirtschaftlichkeit** (Investitionskosten, Fördermittel und Brennstoffkosteneinsparung) und **Schadstoffbelastung** (Kohlendioxid (CO₂), Stickstoffoxid (NO_x) und Schwefeldioxid (SO₂)) der Maßnahmen beurteilt.

2.2 Zustand des Gebäudes

Das betrachtete Gebäude befindet sich in einem energetisch mäßigen Gesamtzustand. Das Dach besteht in seinem Originalzustand (Baujahr 1976). Die Fassade sowie die Fenster und Türen wurden 2004 saniert. Der Rest des Gebäudes befindet sich weitestgehend im Originalzustand. Die Wärmebereitstellung (über Gas-Brennwert-Kessel und Gas-Niedertemperatur-Kessel in der benachbarten Schule) ist in einem energetisch ordentlichen Zustand.

2.3 Übersicht aller Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen

Im Folgenden werden einzelne Maßnahmen aufgelistet sowie den verschiedenen Maßnahmenkombinationen (= Varianten) zugeordnet. Diese Varianten bilden die inhaltlichen Vorgaben für die Variantenrechnung in Abschnitt 4.2.

Die Varianten 7, 8 und 9 repräsentieren eine Gesamtsanierung in einem Zug.

Nr.	Maßnahme	Beschreibung	Maßnahmenkombinationen									
			Variante 1 ¹⁾	Variante 2 ¹⁾	Variante 3 ¹⁾	Variante 4 ²⁾	Variante 5 ²⁾	Variante 6 ²⁾	Variante 7 ²⁾	Variante 8 ³⁾	Variante 9 ³⁾	
1	Austausch Beleuchtung (LED)	Umrüstung der bestehenden Beleuchtung auf LED-Technik	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Bewegungsmelder für Beleuchtung	Installation von Präsenzmeldern in den Bereichen: Verkehrsflächen, WC/Sanitär, niederfrequentierte Bereiche (Lager, Nebenflächen, etc.)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Hydraulischer Abgleich	Hydraulischer Abgleich von Heizungsverteilsystem und Pumpen		X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Programmierbare Thermostatventile	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen an Heizkörpern		X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Dämmung Heizungsrohre	Dämmung der Heizungsrohre nach EnEV (wo zugänglich)		X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Heizungs- & Warmwasser-pumpen	Einsatz von bedarfsausgelegten Pumpen mit Frequenzregelung		X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Raumlufttechnik (RLT)	Ausstattung mit Wärmerückgewinnung (WRG)		X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Photovoltaik	Installation einer PV-Anlage auf dem Dach			X	X	X	X	X	X	X	X
9	Dämmung Dach	Dämmung Dach nach EnEV-Standard, 20 cm, WLG 040				X	X	X	X	X	X	X
10	Dämmung Außenwände	Dämmung Außenwände nach EnEV-Standard, 14 cm, WLG 040					X	X	X	X	X	X
11	Austausch Fenster und Türen	Austausch der alten Fenster und Türen, Wärmeschutzverglasung, U-Wert _{neu} 0,9						X	X	X	X	X
12	Sanierung Heizung: Wärmepumpe	Austausch der alten Heizung gegen eine Wärmepumpe							X			
13	Sanierung Heizung: Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	Installation eines Blockheizkraftwerks (BHKW) zur Heizungsunterstützung / als Heizungsanlage									X	
14	Sanierung Heizung: Holzpellet-Kessel	Austausch der alten Heizung gegen eine Holzpellet-Heizung										X

1) erfüllt: *KfW-Effizienzgebäude KfW-EG Denkmal*

2) erfüllt: *EnEV 2016 mod. Altbau* und *KfW-Effizienzgebäude KfW-EG Denkmal*

3) erfüllt: *EnEV 2016 mod. Altbau* und *KfW-Effizienzgebäude KfW-EG 100*

Zusammenfassung der Wirtschaftlichkeitsberechnungen (Bedarfsrechnung nach DIN V 18599, Zeitraum 30 Jahre):

Variante	ohne Förderung		Förderung	mit Förderung		Brennstoff-Kosten ohne Maßnahmen	Brennstoff-Kosten mit Maßnahmen	Dynamische Amortisation über 30a
	Investitions-summe	davon energetisch bedingt		Investitions-summe	davon energetisch bedingt			
Variante 1	11.974 €	8.980 €	0 €	11.974 €	8.980 €	64.565 €	59.071 €	3 Jahre
Variante 2	39.506 €	36.512 €	-5.506 €	34.000 €	31.006 €	64.565 €	52.760 €	5 Jahre
Variante 3	82.571 €	65.885 €*	-5.506 €	77.065 €	60.379 €*	64.565 €	44.026 €	5 Jahre
Variante 4	210.190 €	167.980 €*	-31.030 €	179.160 €	136.950 €*	64.565 €	41.027 €	9 Jahre
Variante 5	301.749 €	237.996 €*	-49.342 €	252.407 €	188.654 €*	64.565 €	39.404 €	11 Jahre
Variante 6	507.235 €	374.987 €*	-90.439 €	416.796 €	284.548 €*	64.565 €	36.378 €	14 Jahre
Variante 7	517.235 €	384.987 €*	-93.939 €	423.296 €	291.048 €*	64.565 €	36.199 €	14 Jahre
Variante 8	535.735 €	403.487 €*	-93.939 €	441.796 €	309.548 €*	64.565 €	34.220 €	13 Jahre
Variante 9	660.735 €	518.487 €*	-146.439 €	514.296 €	372.048 €*	64.565 €	25.977 €	16 Jahre

*Die Einspeisevergütung der Photovoltaik-Anlage wird durch virtuelle Erhaltungskosten simuliert.

2.4 Kurzfristig umsetzbare Maßnahmen

Zu den kurzfristig umsetzbaren Maßnahmen zählen:

- Absenkung der Raumtemperaturen (pro 1°C ~ 4-6% Einsparung)
- Hydraulischer Abgleich des Heizungssystems (vgl. Maßnahme 3)
- Einsatz von Präsenzmeldern (Beleuchtung) in niederfrequentierten Bereichen sowie Gängen/Fluren (vgl. Maßnahme 2)
- Einsatz programmierbarer Thermostatventile (vgl. Maßnahme 4)
- Einsatz bedarfsausgelegter Heizungspumpen mit Frequenzregelung (vgl. Maßnahme 6)
- Dämmung wärmeführender Leitungen in unbeheizten Bereichen (vgl. Maßnahme 5)
- Dämmung der Heizungspumpen
- Schulung Nutzerverhalten
 - Kurzes Stoßlüften anstatt Kipplüftung
 - Korrekte Bedienung der Thermostate
 - Vermeidung von Standby-Verbräuchen (u.a. durch schaltbare Stromsteckdosenleisten)
- Überprüfung Betriebslaufzeiten der TGA (v.a. Lüftungs- und Heizungsanlage)
- Beseitigung von Wärmebrücken (wo möglich)

Zusätzlich zu diesen nicht- bzw. geringinvestiven Maßnahmen kann eine Photovoltaik-Anlage auf dem Flachdach installiert werden. Diese ist nach Möglichkeit mit der Dachsanierung abzustimmen. Die statischen Voraussetzungen (u.a. Dachlast) sind hier gesondert zu prüfen.

2.5 Schrittweise Sanierung

Bei einer schrittweisen Sanierung wird folgende Priorität empfohlen:

1. Umsetzung der kurzfristigen Maßnahmen (siehe Punkt 2.4)
2. Optimierung des Heizungssystems (hydraulischer Abgleich, bedarfsausgelegte Pumpen mit Frequenzregelung, Dämmung Rohrleitungen, programmierbare Thermostatventile, Betriebslaufzeiten & Steuerung, etc.)
3. Modernisierung Beleuchtung (LED-Technik, Bewegungsmelder, Tageslichtsteuerung)
4. Einsatz von Photovoltaik (Machbarkeit prüfen, mit Dachdämmung abstimmen)
5. Dämmung/Sanierung der Gebäudehülle (energetisch Punkt 6 vorzuziehen)
6. Austausch der Wärmeerzeuger (mittel-/langfristig: Nutzung erneuerbarer Energien) (ökonomisch Punkt 5 vorzuziehen)
7. (Restl. Sanierung in Reihenfolge der Maßnahmentabelle)

2.6 Sonstige Vorteile der energetischen Sanierung

- Energiekosteneinsparung um bis zu 70 %
- Langfristige Absicherung Ihres des wirtschaftlichen Gebäudebetriebs durch überschaubare Heizkosten
- Kostensicherheit durch geringere Abhängigkeit von Energiepreisschwankungen
- Steigerung des Komforts und höhere Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugerscheinungen, höhere Oberflächentemperaturen, bessere Temperaturverteilung im Raum, Vermeidung von Fußkälte und verbesserten sommerlichen Wärmeschutz (s.u.)
- Verbessertes Schallschutz durch neue Fenster und Wärmedämmung
- Langfristige Sicherung der Nutzung durch verbesserten baulichen Zustand
- Geringere Gefahr von Schimmelpilzbildung durch höhere Oberflächentemperaturen
- Wertsicherung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen
- Ästhetische Aufwertung des Gebäudes
- Imageaufwertung und Beitrag zur Verbesserung des sozialen Umfeldes
- Gutes ökologisches Gewissen durch umweltfreundliches Gebäude

Steigerung der Behaglichkeit und des Wertes der Immobilie

Die thermische Behaglichkeit eines Raumes hängt von seiner Temperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit (Luftzug) ab.

Dabei bedingt die unterschiedliche Raumnutzung individuelle Temperaturwünsche der Nutzer. Erfahrungsgemäß gelten als behaglich:

- Büro: 20 bis 22 °C
- Sportstätten: 17 bis 20 °C
- Sanitärräume: 22 bis 26 °C

Das Temperaturempfinden hängt nicht nur von der Raumtemperatur, sondern auch von der Temperatur der Wände, Decken und Fußböden ab.

Ein Raum wird im Allgemeinen als behaglich empfunden, wenn die Temperaturdifferenz zwischen

- Wandoberfläche und Raumluft weniger als 4 °C
- Fuß- bis Kopfhöhe weniger als 3 °C
- verschiedenen Wandoberflächen weniger als 5 °C

beträgt und wenn die Luftgeschwindigkeit und ihre Turbulenz klein ist (keine Zugerscheinungen).

Der verbesserte Wärmeschutz der Gebäudehülle, d.h. Wände, Fenster, Boden, Decke bzw. Dach führt zu einer Erhöhung der inneren Oberflächentemperaturen der Wände etc. Die energetische Sanierung steigert damit die thermische Behaglichkeit der Nutzer deutlich, so dass neben einer Reduzierung der laufenden Energiekosten durch den erhöhten Komfort zusätzlich eine deutliche Steigerung des Wohlbefindens entsteht.

Die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen führen neben der verbesserten Energiebilanz des Gebäudes zu einer Wertsteigerung der Immobilie.

2.7 Einsatz erneuerbarer Energien

Die Sanierungsvarianten 7, 8 und 9 beinhalten den Einsatz einer Wärmepumpe bzw. den Einsatz von Kraftwärmekopplung (KWK) mittels eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) bzw. den Einsatz eines Holzpellet-Kessels zur Wärmebereitstellung. Zusätzlich ist die Installation von Photovoltaik (PV) auf geeigneten Dachflächen zu empfehlen (ab Variante 3).

3 Aufnahme des Ist-Zustandes von Gebäude und Heizung

3.1 Gebäude

Ort:	69242 Mühlhausen	
Bundesland:	Baden-Württemberg	
Gebäudetyp:	Halle	
Baujahr:	1976	
Lage:	halbfrei	
Nutzung:	Mehrzweckhalle	
Bauweise:	Massiv	
Vollgeschosse:	4	
Dachgeschosse:	0	
Kellergeschosse:	0	
Dachform:	Flachdach	
Gebäudeform:	Rechteck	
Beheiztes Gebäudevolumen:	$V_e = 9856,48$	m^3
Gebäudehüllfläche:	$A = 3146,46$	m^2
Kompaktheit:	$A/V = 0,32$	m^{-1}
Energiebezugsfläche:	$A_{NGF} = 1822,16$	m^2
Mittlere Raumhöhe:	$H = 3,00$	m
Luftvolumen:	$V_L = 7885,18$	m^3
Luftwechsel:	$n = -$	h^{-1}

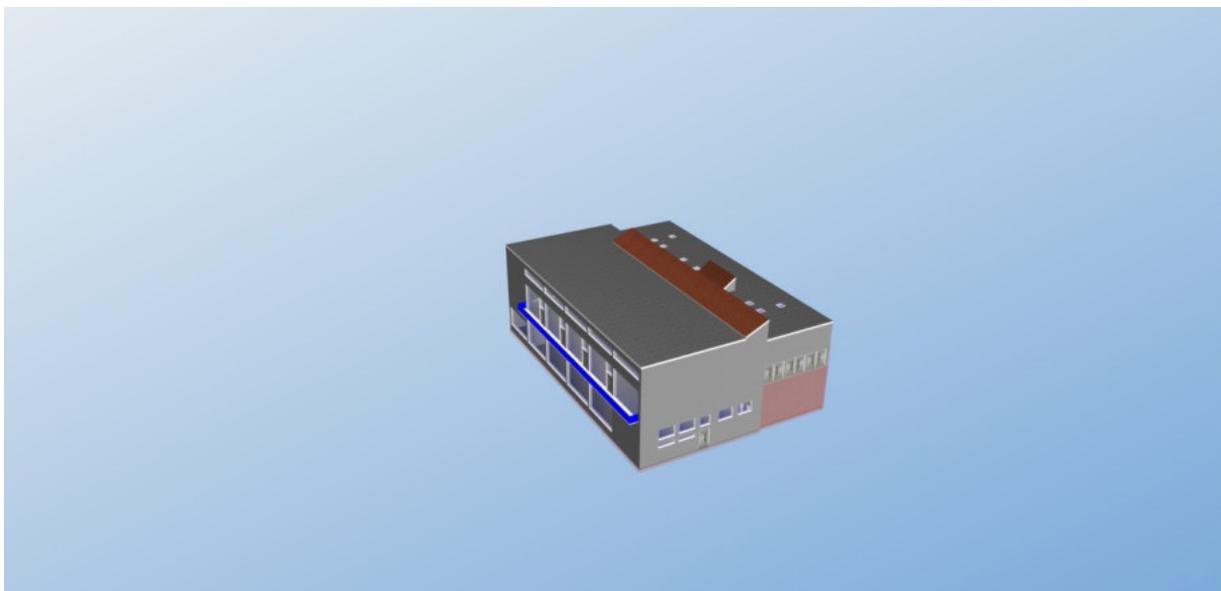
Bewertung der Gebäudehülle

Im unsanierten Zustand wird der energetische Zustand der Gebäudehülle als mäßig eingestuft. Besonders das Dach entspricht nicht mehr dem heutigen Standard, was einen hohen Wärmeverlust und somit zusätzliche Kosten bedeutet.

Fotographische Darstellung der Gebäudeaußenflächen:



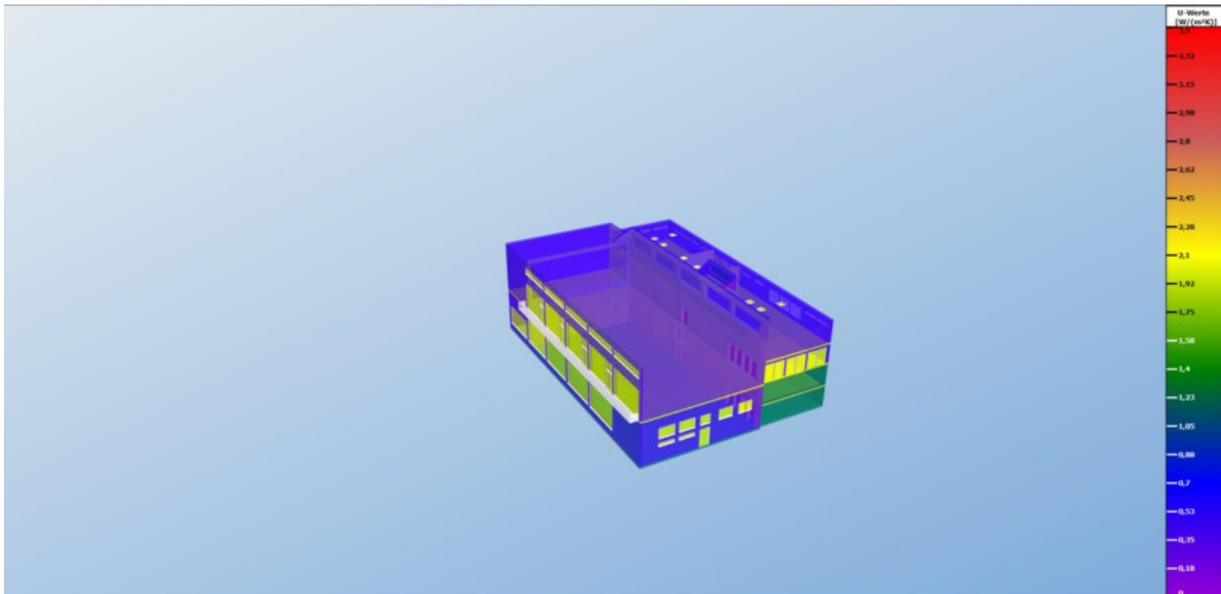
CAD-Modell:



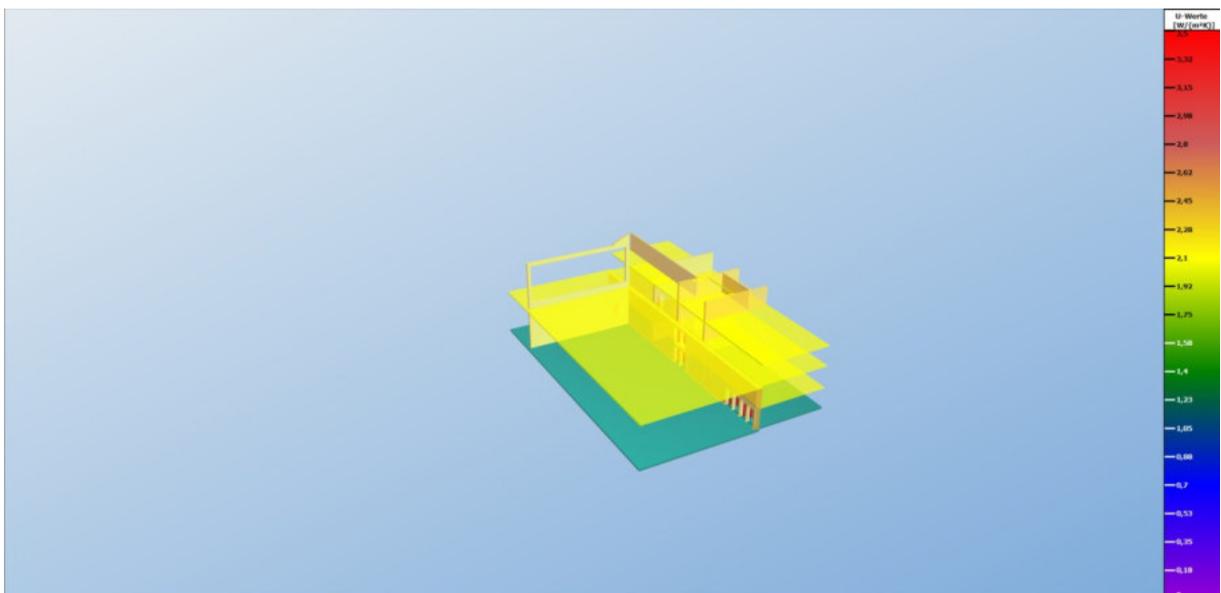
Ansicht Gebäudehülle

Simulation der Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte)

Anhand der U-Werte lässt sich erkennen, wie gut das Gebäude gedämmt ist. Ein niedriger Wert bedeutet eine bessere Dämmung an dieser Stelle.

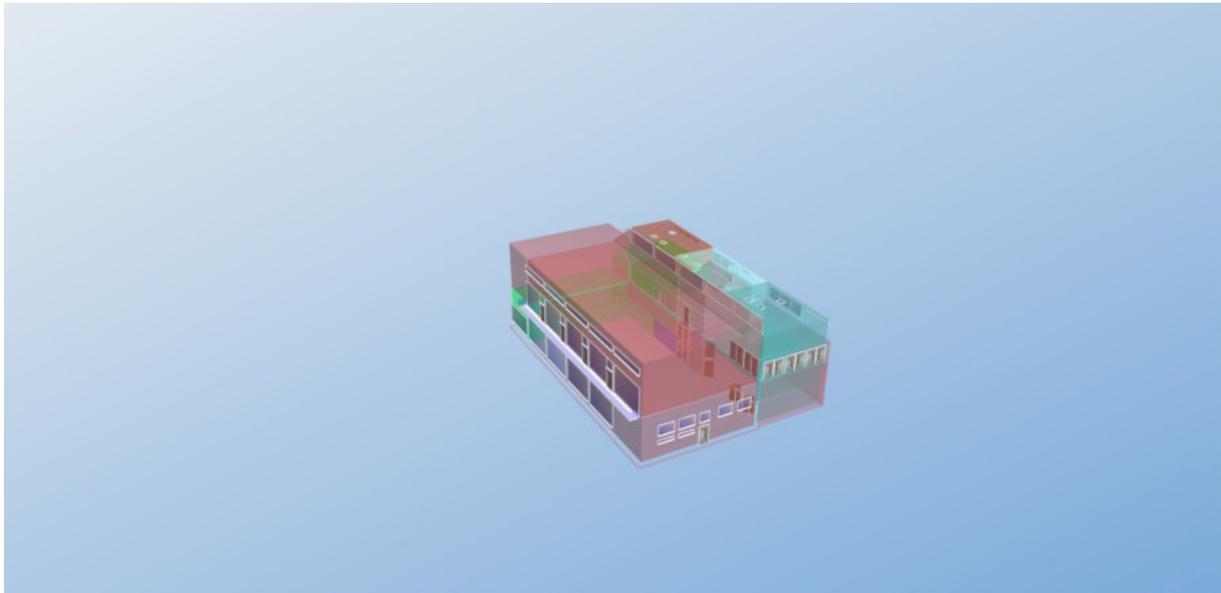


Ansicht Gebäudehülle



Ansicht Innenraum

3.2 Zonierung



Ansicht Zonen

Zonierungstabelle:

Nr.	Zone	Fläche [m ²]	Anteil [%]	Hüllfläche [m ²]	Konditionierung
1	Küche	95,54	5,24	83,83	Heizung + Beleuchtung
2	Sporthalle	883,38	48,48	1688,20	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung
3	Lager	(268,51)	-	-	Beleuchtung + keine Heizung und Kühlung *
4	Verkehrsfläche	227,92	12,51	146,98	Heizung + Beleuchtung
5	Foyer	378,08	20,75	427,81	Heizung + Beleuchtung
6	WC/Duschen/Sanitätsräume	110,36	6,06	160,28	Heizung + Lüftungsanlage + Beleuchtung + TWW
7	Umkleiden	126,88	6,96	171,88	Heizung + Beleuchtung
		Σ 1822,16	Σ	2678,98	

* Für die Berechnung der Nettogrundfläche nach EnEV werden nur beheizte/gekühlte Zonen berücksichtigt.

3.3 Anlagentechnik

3.3.1 Heizungsanlage

Heizung:

Bereich Heizwärme-Erzeugung 1
 Zentralheizung - Brennwert-Kessel von 2008 - Nennleistung 222,52 kW
 Energieträger: Erdgas E
 Der Kessel versorgt den TWW-Bereich 'Warmwasser-Erzeugung 1' mit.
 - NT-Gebläse-Kessel von 2008 - Nennleistung 222,52 kW
 Energieträger: Erdgas E

Bauteil	Zustand	Energetische Bewertung
Wärmeerzeuger:	<ul style="list-style-type: none"> • Kessel veraltet 	mäßig
Solarthermie-Unterstützung:	<ul style="list-style-type: none"> • nicht vorhanden 	
Pufferspeicher:	<ul style="list-style-type: none"> • nicht vorhanden 	
Heizungsrohre:	<ul style="list-style-type: none"> • unzureichend gedämmt 	mäßig-schlecht
Heizungspumpen:	<ul style="list-style-type: none"> • keine Frequenzregelung 	schlecht
Heizkörper:	<ul style="list-style-type: none"> • Standard-Thermostate 	mäßig-schlecht
Steuerung:	<ul style="list-style-type: none"> • mit zentraler Steuerung, • keine Einzelraumregelung 	mäßig
Wärmeverteilung:	<ul style="list-style-type: none"> • Zuluft • (Hallen Heizung) Hellstrahler • Radiatoren 	gut gut ordentlich
Raumluftechnik:	<ul style="list-style-type: none"> • Ohne Wärmerückgewinnung 	Mäßig-schlecht

3.3.2 Warmwasserversorgung

Die Warmwasserversorgung erfolgt ebenfalls über die bestehende Heizungsanlage. Zusätzlich befindet sich eine Solarthermieanlage auf dem Dach inkl. einem separaten Pufferspeicher

Warmwasser:

Bereich Warmwasser-Erzeugung 1
 Zentrales TWW - Solaranlage von 2008
 Energieträger: Sonnen-Energie
 - Brennwert-Kessel aus dem Heizkreis 'Vitocroasal 300'
 von 2008 - Nennleistung 222,52 kW
 Energieträger: Erdgas E

3.4 Darstellung der Energiebilanz des Ist-Zustandes

3.4.1 Energiebilanz Ist-Zustand

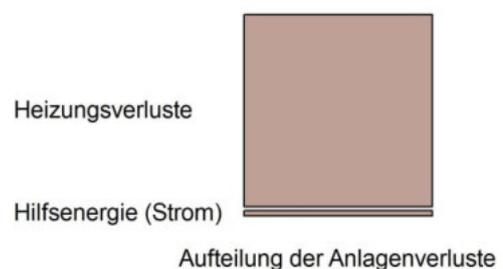
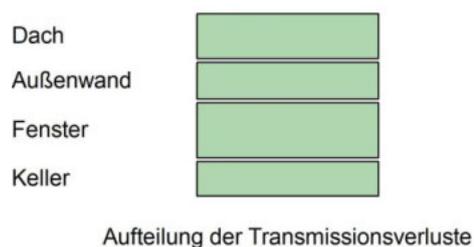
Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen?

Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle (Transmission), durch den Luftwechsel und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie. Die Aufteilung der Verluste, d.h. der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen – Dach – Außenwand – Fenster – Keller – und der Anlagenverluste auf die Bereiche – Heizung – Warmwasser – Hilfsenergie (Strom) – sowie der Lüftungsverluste können Sie der nachfolgenden Tabelle und den Diagrammen entnehmen.

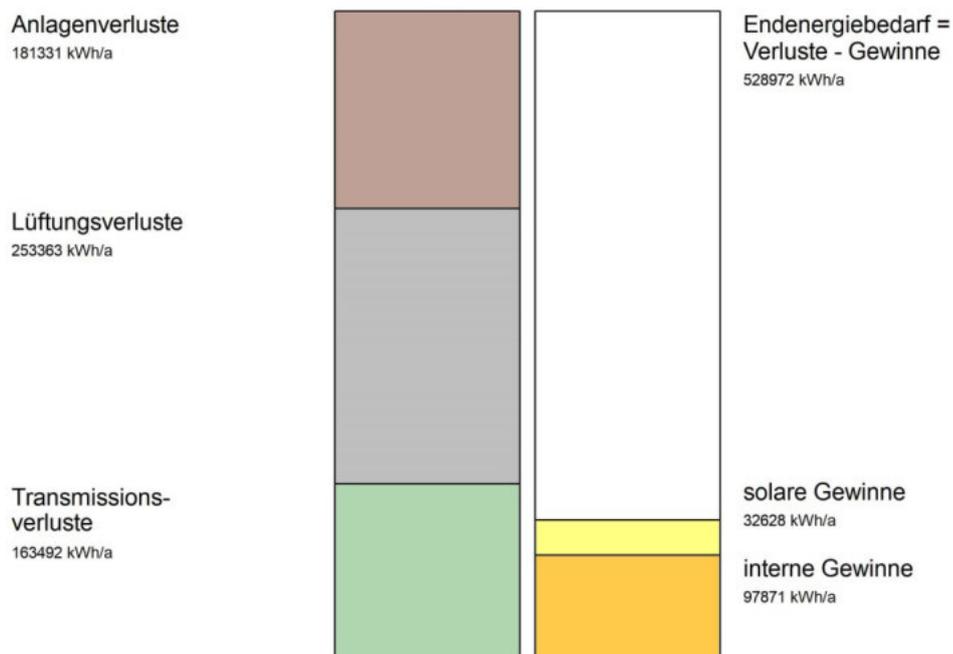
Die detaillierte Berechnung der einzelnen Transmissionswärme- und Anlagenverluste befindet sich im Anhang.

Verluste	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
Transmissionsverluste		
Dach	42866	26,2
Außenwand	35076	21,5
Fenster	52440	32,1
Keller	33110	20,3
Gesamt	163492	100
Lüftungsverluste		
Gesamt	253363	100
Anlagenverluste		
Heizung	181331	100,0
Warmwasser	0	0,0
Hilfsenergie	5025	2,8
Gesamt	181331	100



Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich Energie verloren geht bzw. wo die größten Einsparpotentiale in Ihrem Gebäude liegen. Bei der Energiebilanz werden die Wärmeverluste und Wärmegewinne der Gebäudehülle, sowie die Verluste der Anlagen zur Raumheizung, Trinkwarmwasserbereitung und Lüftungstechnik berücksichtigt. Der Haushaltsstrom wird in dieser Bilanz nicht betrachtet.

Energiebilanz des Gebäudes	jährlich [kWh/a]	anteilig [%]
Verluste		
Transmissionsverluste	163492	27,1
Lüftungsverluste	253363	42,0
Anlagenverluste (inkl. Warmwasser-Wärmebedarf)	186356	30,9
Gesamt	603211	100
Gewinne		
Solare Wärmegewinne	32628	25,0
Interne Wärmegewinne	97871	75,0
Gesamt	130498	100
Endenergiebedarf Q_E		
Endenergiebedarf $Q_{WE,E}$ (Wärmeerzeugung)	523947	
Endenergiebedarf $Q_{HE,E}$ (Hilfsenergie)	5025	
Gesamt	528972	
Primärenergiebedarf Q_P		
	559388	



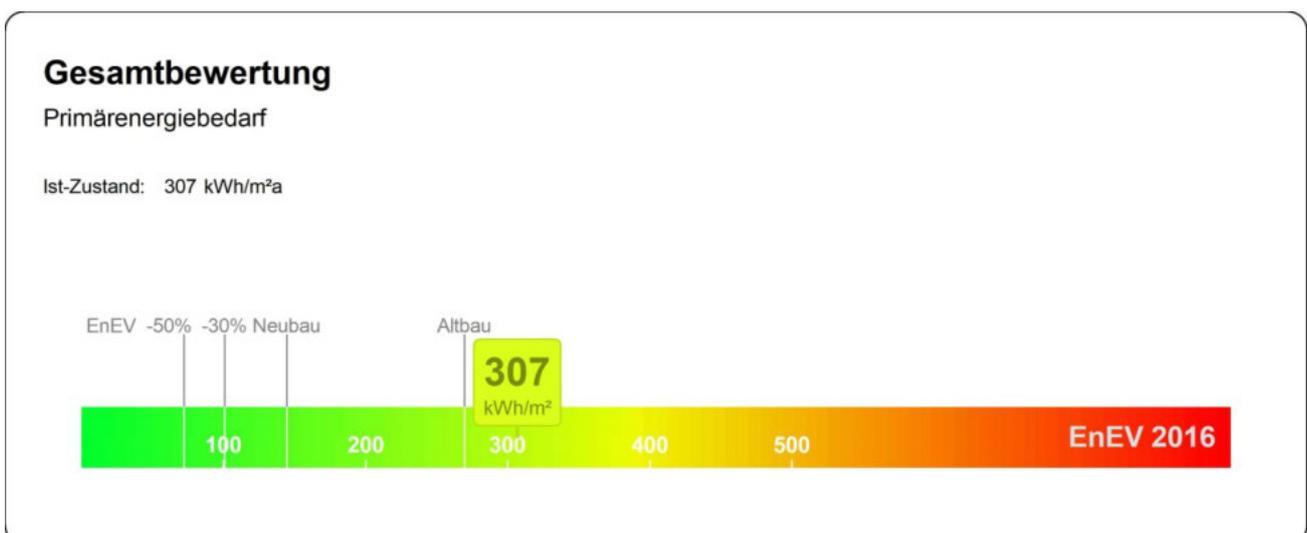
3.4.2 Bewertung des Gebäudes

Grundlage:

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des Jahres-Primärenergiebedarfs pro m² Nettogrundfläche sowie der Wärmedurchgangskoeffizienten (mittlere U-Werte). Der Höchstwert für den Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche für Nichtwohngebäude ergibt sich aus dem Jahres-Primärenergiebedarf eines Referenzgebäudes gleicher Geometrie, Nettogrundfläche, Ausrichtung und Nutzung, das hinsichtlich seiner Ausführung bestimmten Anforderungen entspricht, multipliziert mit dem Faktor 0,75. Die Anforderungen sind in der Energieeinsparverordnung - EnEV 2016 - Anlage 2 Tabelle 1 aufgelistet. Der Primärenergiebedarf umfasst Heizung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung. Die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche sind in der EnEV 2016 Anlage 2 Tabelle 2 aufgelistet. Der Höchstwert für den Jahres-Primärenergiebedarf bezogen auf die Nettogrundfläche sowie die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche für modernisierte Altbauten dürfen die Höchstwerte für das Referenzgebäude um maximal 40 % übersteigen.

Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 307 kWh/m²a.



Gebäude im Bestand:

EnEV-Anforderungen (EnEV 2016)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	306,99	269,61	144,43	122,77	101,10	72,22	+113%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,530	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+89%
- Transparente Außenbauteile	1,900	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	+27%

KfW-Anforderungen "Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Sanieren"

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV) ^{1) 2)}	KfW-EG 70 (EnEV)	KfW-EG 100 (EnEV)	KfW-EG Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	306,99	192,58	134,80	192,58	308,12
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,530	0,28	0,26	0,34	0,61
- Transparente Außenbauteile	1,900	1,5	1,4	1,8	-

Gültig ab 17.04.2018 für KfW Energieeffizienzprogramm 277, 218 und 219.

Mit Stand 17.04.2018 wird die Bezeichnung "KfW-Effizienzhaus" (KfW-EH) in "KfW-Effizienzgebäude" (KfW-EG) geändert.

Gebäude in potenzieller Vollsanierung (Variante 9):

EnEV-Anforderungen (EnEV 2016)

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	42,36	269,61	144,43	122,77	101,10	72,22	-71%
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]							
- Opake Außenbauteile	0,330	0,490	0,280	0,238	0,196	0,140	+18%
- Transparente Außenbauteile	0,900	2,660	1,500	1,275	1,050	0,750	-40%

KfW-Anforderungen "Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Sanieren"

	Ist-Wert	Referenzgebäude (EnEV) ^{1) 2)}	KfW-EG 70 (EnEV)	KfW-EG 100 (EnEV)	KfW-EG Denkmal (EnEV)
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	42,36	192,58	134,80	192,58	308,12
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]					
- Opake Außenbauteile	0,330	0,28	0,26	0,34	0,61
- Transparente Außenbauteile	0,900	1,5	1,4	1,8	-

Gültig ab 17.04.2018 für KfW Energieeffizienzprogramm 277, 218 und 219.

Mit Stand 17.04.2018 wird die Bezeichnung "KfW-Effizienzhaus" (KfW-EH) in "KfW-Effizienzgebäude" (KfW-EG) geändert.

¹⁾ Jahres-Primärenergiebedarf für das entsprechende Referenzgebäude nach EnEV Anlage 2 Tabelle 1.

²⁾ Höchstwert(e) der Wärmedurchgangskoeffizienten nach EnEV Anlage 2 Tabelle 2.

3.5 Energieverbrauch

Bei der Berechnung des Energiebedarfs eines Gebäudes wird von vorgegebenen Nutzerverhalten und einheitlichen Klimabedingungen (Norm-Standort) ausgegangen, um den Energiebedarf unterschiedlicher Gebäude miteinander vergleichen zu können.

Bei den Angaben zum Energieverbrauch fließt natürlich das individuelle Nutzerverhalten und der tatsächliche Standort des Gebäudes (Klima) ein. Das kann zu Abweichungen zwischen dem berechneten Energieverbrauch und dem tatsächlich gemessenen Energieverbrauch führen.

Jahr	Energiebedarf (nach DIN V 18599)	Energieverbrauch	Abweichung
2018	529000	162.480	-69,3%
2019	529000	128.899	-75,6%
Durchschnitt	529000	145.689	-72,5%

*Es konnte lediglich der Energieverbrauch von 2018 und 2019 zur Verfügung gestellt werden.

Der spezifische Energieverbrauchskennwert liegt bei: **80** kWh/m²/a

Der gemessene durchschnittliche Endenergieverbrauch der letzten 3 Heizperioden liegt damit bei 27,5 % des berechneten Energiebedarfs.

Dies gilt es insbesondere bei der Planung von Sanierungen zu berücksichtigen. Die Wirtschaftlichkeitsdaten der Variantenrechnung in Kapitel 4.2 basieren auf der nach DIN V 18599 Norm vorgegebenen Bedarfsreferenzwerten.

Der im Verhältnis zum Energiebedarf niedrigere Energieverbrauch erklärt sich durch das spezielle Nutzungsprofil. Die Räume werden seltener genutzt als nach DIN V 18599 zur Berechnungsgrundlage vorgegeben.

Eine energiesparende Regelung der Heizung (Wohlfühlraumtemperatur unterhalb der Norm-Angaben) und eine effiziente Belüftung der Räume (kurzes Stoßlüften) sind hier zusätzlich naheliegend.

Temporäre Teilleerstände bzw. Nichtnutzung von Räumen sind weitere mögliche Gründe.

Nach einer Sanierung steigt oft der Komfortanspruch der Nutzer, d.h. es werden höhere Raumtemperaturen eingestellt, zuvor niedrig beheizte Räume werden beheizt. Aus diesen Gründen können auch die Einsparungen bezogen auf den gemessenen Energieverbrauch nicht garantiert werden.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen fundieren auf dem Energiebedarf und müssen im konkreten Fall den individuellen Energieverbräuchen und –preisen angepasst werden.

4 Energetisches Sanierungskonzept

Aus der Analyse der einzelnen Bauteile und der Heizungs- und Trinkwarmwasseranlage wurden die im Folgenden dargestellten Energiesparmaßnahmen abgeleitet und unter energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet. Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Energiesparmaßnahme werden allein die energetisch bedingten Investitionskosten herangezogen. Darin sind weder übliche Bauunterhaltskosten wie Maler- oder Spengler Arbeiten noch allgemeine Kosten einer Sanierung für z.B. Gerüste, Baustelleneinrichtung, Planungshonorare noch diejenigen Kosten ohnehin fälliger Sanierungen enthalten, die nicht zur energetischen Verbesserung beitragen wie Abbruch und Entsorgung oder eine Kaminsanierung. Die vollständige Kostenermittlung ist eine Planungsleistung im Rahmen der Sanierung.

Als heutige Energiekosten wurden angesetzt:

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung**
Erdgas E	6,26	65,2	182	
Holzpellets	4,20	20,6		2,5%
Strom	27,00	27,0	50	

Alle Kosten verstehen sich brutto.

** aufgrund der notwendigen Brennstofflagerung liegt zwischen dem Einkauf und dem Verbrauch ein Zeitraum, in dem die Zinsverluste durch die Vorfinanzierung mit dem obigen Zinssatz berücksichtigt werden.

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme sollte allerdings nicht allein den Ausschlag zur Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme geben. Die untersuchten Energiesparmaßnahmen sind mit vielfachem **Zusatznutzen** verbunden. Genannt seien insbesondere der steigende Wohnkomfort, die Wertsicherung des Gebäudes, geringere Abhängigkeit von zukünftigen Energiepreisteigerungen sowie Aspekte der Ästhetik und des sozialen Umfeldes. Bei allen Entscheidungen zur Sanierung des Gebäudes sollten immer auch die größere **Behaglichkeit** z. B. durch höhere Wand- und Fußbodentemperaturen oder geringere Zugeffekte durch die neuen Fenster, Türen, Rollladenkästen und Dämmmaßnahmen im Dachbereich berücksichtigt werden. Da die zukünftigen Energiekostensteigerungen kaum einschätzbar sind, führen Investitionen in Energiesparmaßnahmen auch zu deutlich höherer **Kostensicherheit**. Die Folgekosten (Energiekosten) von heute nicht getätigten Investitionen in Energieeinsparung sind nicht kalkulierbar.

4.1 Schwachstellenanalyse – SFP und Handlungsempfehlungen

Als Analyse der Energie - und Gebäudedaten sind folgende Schwachstellen zu nennen:

1. Dachfläche

Aufgrund des Alters stellt die Dachfläche des Gebäudes einen erheblichen Faktor des gesamten Wärme- bzw. Energieverlusts dar. Der U-Wert der Dachfläche ist mehr als doppelt so hoch wie der Wert der EnEV-Vorgaben für den Sanierungsfall. Siehe dazu die entsprechende U-Werttabelle der Dachfläche im Anhang. ist um ein Vielfaches höher als

2. Fassade

Die Fassade des Gebäudes hat laut Übersicht der U-Werttabelle einen ca. doppelt so hohen Wert wie die EnEV-Anforderungen für den Sanierungsfall vorgeben. Die Fassade stellt in diesem Zustand somit einen nicht unerheblichen Faktor des gesamten Wärme- bzw. Energieverlusts dar. Siehe dazu die entsprechende U-Werttabelle der Außenwände (AW) im Anhang.

3. Fenster und Türen

Fenster und Türen entsprechen dem Zustand aus dem Jahr der Sanierung 2004 und sind somit energetisch veraltet. Hier gilt eine ähnliche Modernisierungsempfehlung wie bei der Fassade.

4. Heizungsanlage

Die Wärmeversorgung mittels Nahwärme aus einer Heizungsanlage (Erdgas, nur einer von zwei Kesseln mit Brennwert-Technik) ist nur teilweise auf dem aktuellen Stand der Technik. Die Verbesserungspotentiale liegen auch in der Systemoptimierung der Heizkreise. Hier ist ein hydraulischer Abgleich sowie der Einsatz programmierbarer Thermostatventile zu empfehlen. Zusätzlich sollten alle Pumpen mit einer Frequenzregelung ausgestattet und bedarfsorientiert ausgelegt sein. Die Heizungsstränge sind nicht bzw. unzureichend gedämmt.

5. Beleuchtung

Die Beleuchtung basiert in den Umkleiden auf Leuchtstoffröhren (T8) mit KVG, ansonsten mit EVG. In den Fluren sind Energiesparlampen verbaut. Diese verbrauchen ca. doppelt so viel Strom wie moderne LED-Leuchten. Diese sollten daher modernisiert werden. Die Erneuerung kann auch schrittweise durchgeführt werden (defekte Lampen werden gegen LED-Ersatzleuchten ausgetauscht*). Zusätzlich kann die Beleuchtung mit Bewegungsmeldern ergänzt werden. Dies ist häufig in Bereichen wie Fluren und WC/Sanitär-Räumen sinnvoll.

*Beim Einbau von sogenannten LED-Tubes ist die Einhaltung der CE-Zulassung zu beachten

4.2 Beschreibung der einzelnen Sanierungsvarianten

Im Folgenden sind die einzelnen Sanierungsvarianten im Detail beschrieben. Dies umfasst u.a.:

- Maßnahmendetails
- Neue energetische Bewertung nach EnEV inkl. Vergleich zum unsanierten Zustand
- Daten zur Wirtschaftlichkeitsberechnung (basierend auf den Energiebedarfswerten, keine Verbrauchswerte)

4.2.1 Variante 1: **Beleuchtung**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 1 -

keine Maßnahme

Anlagentechnik - Variante 1 -

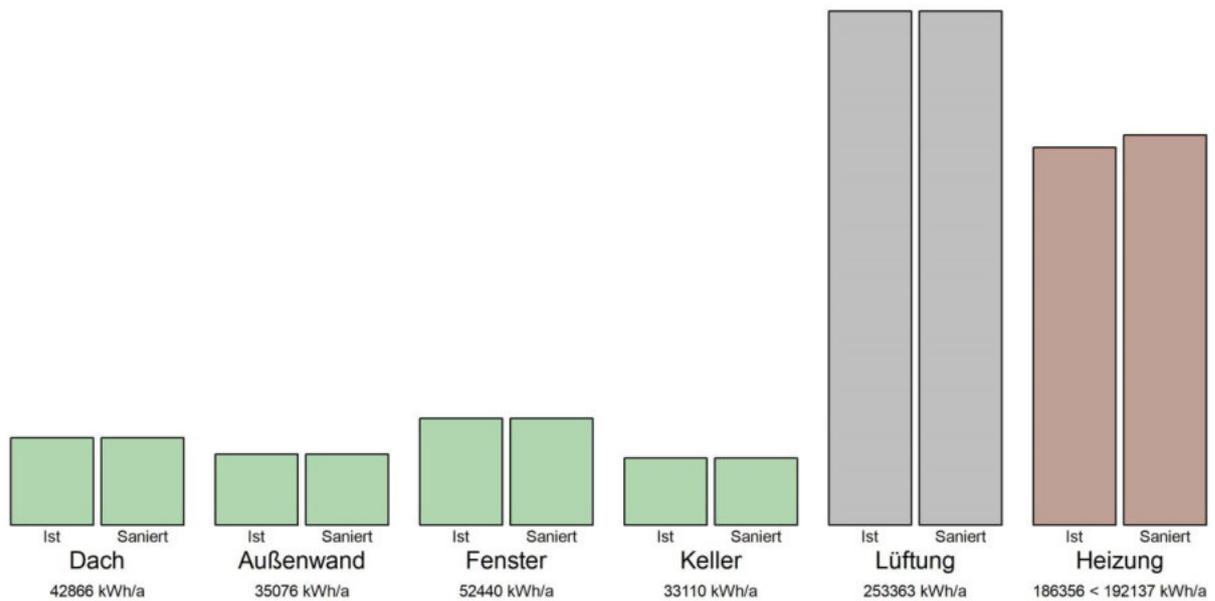
Beleuchtung:

Leuchtmittel	LED-Leuchten
Bewegungsmelder	Präsenzmelder in den Bereichen:
	- Verkehrsflächen
	- WC/Sanitär
	- Nebenflächen

Energieeinsparung - Variante 1 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **erhöht** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **0 %**.

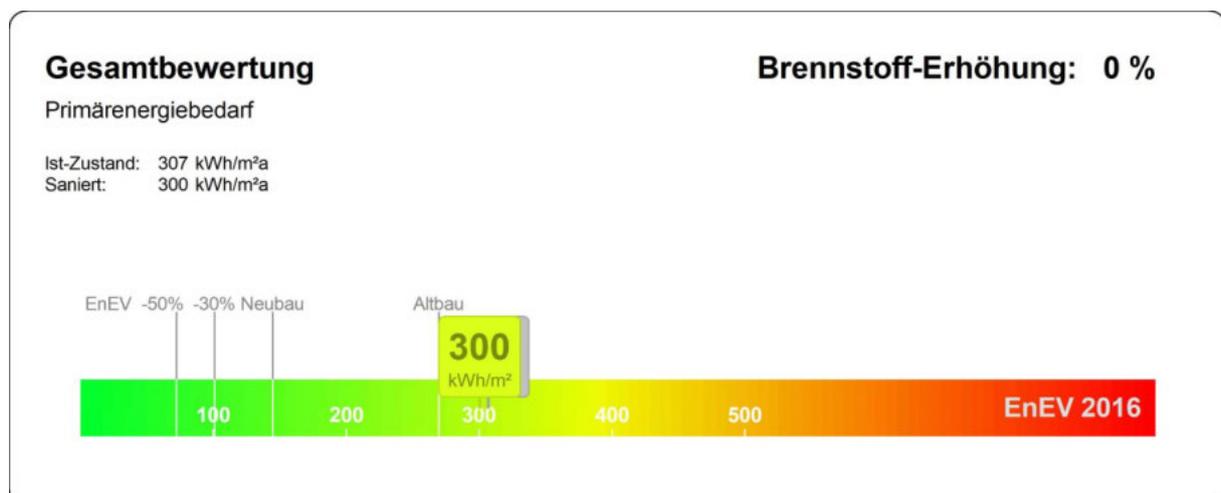
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr erhöht sich auf 529561 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Erhöhung von 589 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 5307 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **300 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 1 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)	11.974 EUR
Förderung	0 EUR
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	: 11.974 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	: 2.994 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	: 8.980 EUR
--	--------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	703 EUR/Jahr	21.090 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 59.072 EUR/Jahr	+ 1.772.160 EUR
	<u>59.775 EUR/Jahr</u>	<u>1.793.250 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	4.790 EUR/Jahr	143.700 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 3 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	35.951 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	41,21 %

4.2.2 Variante 2: **Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 2 -

keine Maßnahme

Anlagentechnik - Variante 2 -

Beleuchtung:

Leuchtmittel	LED-Leuchten
Bewegungsmelder	Präsenzmelder in den Bereichen: <ul style="list-style-type: none">- Verkehrsflächen- WC/Sanitär- Nebenflächen

Raumluftechnik:

Lüftungsanlage	Ausstattung mit Wärmerückgewinnung
----------------	------------------------------------

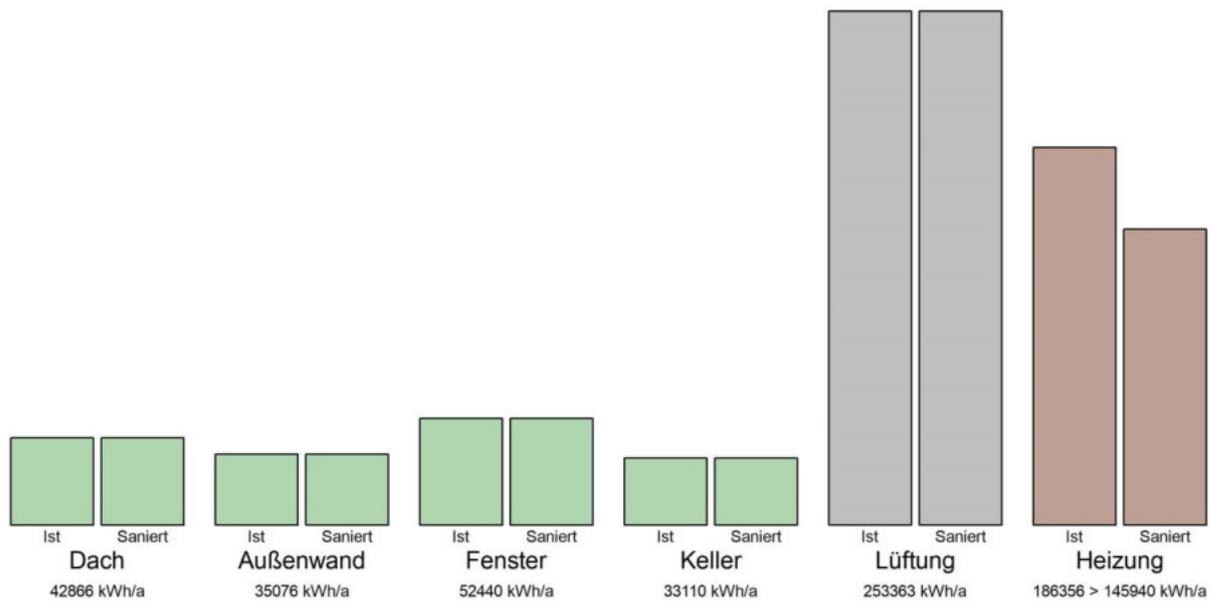
Heizungs- und Warmwasserverteilsystem:

Rohre/Stränge	Dämmung nach EnEV
Systemdruck	Hydraulischer Abgleich
Pumpen	Bedarfsausgelegt, mit Frequenzregelung
Heizungsregelung	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen zur individuellen Einzelraum-Temperaturregelung und -steuerung

Energieeinsparung - Variante 2 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **11 %**.

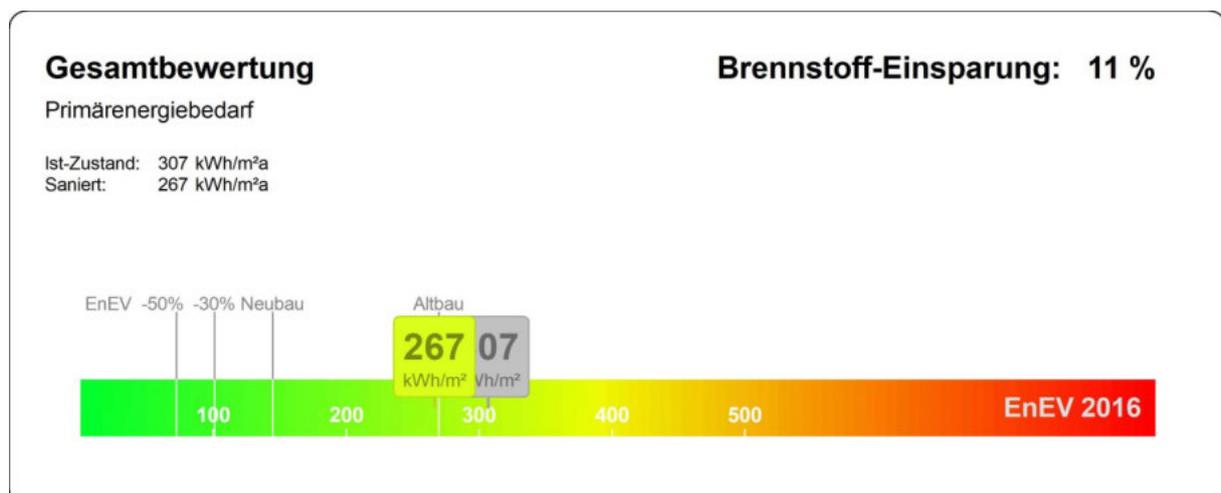
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr reduziert sich auf 469218 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 59754 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 19060 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **267 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 2 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)		39.506 EUR
Förderung		5.506 EUR
		5.507
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	:	34.000 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	:	2.994 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	:	31.006 EUR
--	---	-------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	2.429 EUR/Jahr	72.870 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 52.760 EUR/Jahr	+ 1.582.800 EUR
	<u>55.189 EUR/Jahr</u>	<u>1.655.670 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	9.376 EUR/Jahr	281.280 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 5 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	32.110 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	26,03 %

4.2.3 Variante 3: **Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 3 -

keine Maßnahme

Anlagentechnik - Variante 3 -

Beleuchtung:

Leuchtmittel	LED-Leuchten
Bewegungsmelder	Präsenzmelder in den Bereichen: <ul style="list-style-type: none">- Verkehrsflächen- WC/Sanitär- Nebenflächen

Eigenstrom:

Stromerzeugung	Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung und Eigenstromnutzung (Überschüsse werden in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet) Leistung 39,15 kW _{Peak} , jährlicher Ertrag 33.204 kWh/a, davon nach DIN V 18599 anrechenbar auf Gebäudebedarf 19.796 kWh/a Referenzstandort (DIN V 18599): Potsdam, Erträge in Süddeutschland in der Regel besser
----------------	--

Raumlufttechnik:

Lüftungsanlage	Ausstattung mit Wärmerückgewinnung
----------------	------------------------------------

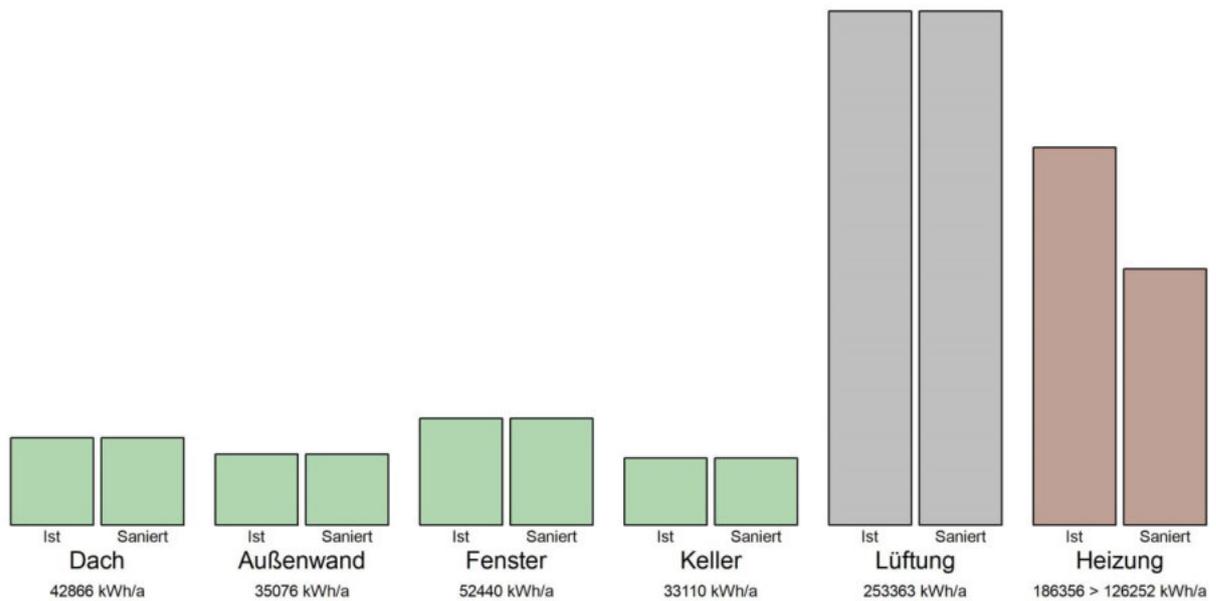
Heizungs- und Warmwasserverteilsystem:

Rohre/Stränge	Dämmung nach EnEV
Systemdruck	Hydraulischer Abgleich
Pumpen	Bedarfsausgelegt, mit Frequenzregelung
Heizungsregelung	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen zur individuellen Einzelraum-Temperaturregelung und -steuerung

Energieeinsparung - Variante 3 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **15 %**.

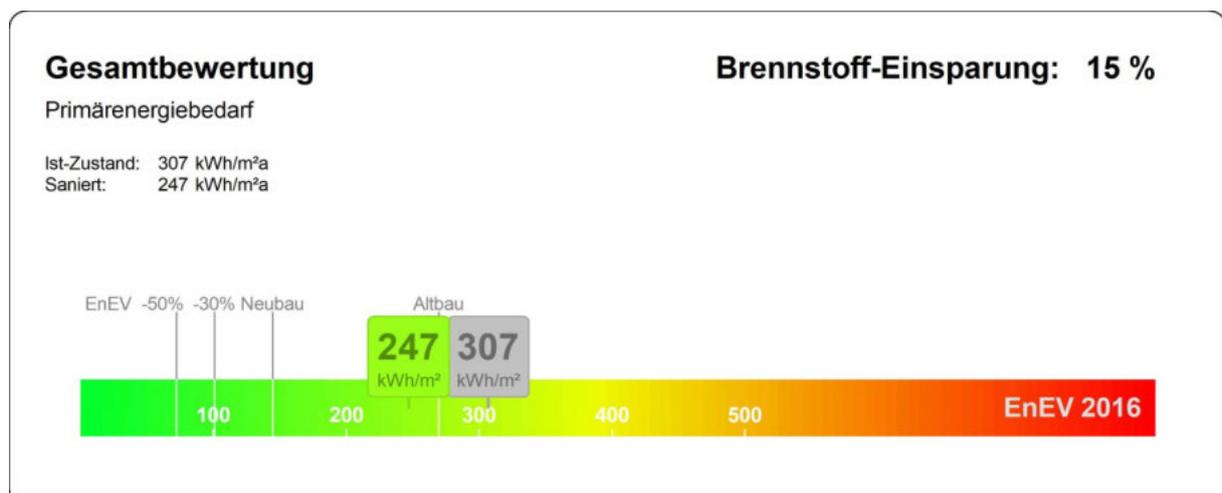
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr reduziert sich auf 449530 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 79442 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 30085 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **247 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 3 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)	82.571 EUR
Förderung	5.506 EUR
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	: 77.065 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	: 16.686 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	: 60.379 EUR
--	---------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	4.730 EUR/Jahr	141.900 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 44.026 EUR/Jahr	+ 1.320.780 EUR
	<u>48.756 EUR/Jahr</u>	<u>1.462.680 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	15.809 EUR/Jahr	474.270 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 5 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	26.794 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	23,23 %

4.2.4 Variante 4: **Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 4 -

Dach / oberste Decke: Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040

Anlagentechnik - Variante 4 -

Beleuchtung:

Leuchtmittel	LED-Leuchten
Bewegungsmelder	Präsenzmelder in den Bereichen: <ul style="list-style-type: none">- Verkehrsflächen- WC/Sanitär- Nebenflächen

Eigenstrom:

Stromerzeugung	Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung und Eigenstromnutzung (Überschüsse werden in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet) Leistung 39,15 kW _{Peak} , jährlicher Ertrag 33.204 kWh/a, davon nach DIN V 18599 anrechenbar auf Gebäudebedarf 19.796 kWh/a Referenzstandort (DIN V 18599): Potsdam, Erträge in Süddeutschland in der Regel besser
----------------	--

Raumlufttechnik:

Lüftungsanlage	Ausstattung mit Wärmerückgewinnung
----------------	------------------------------------

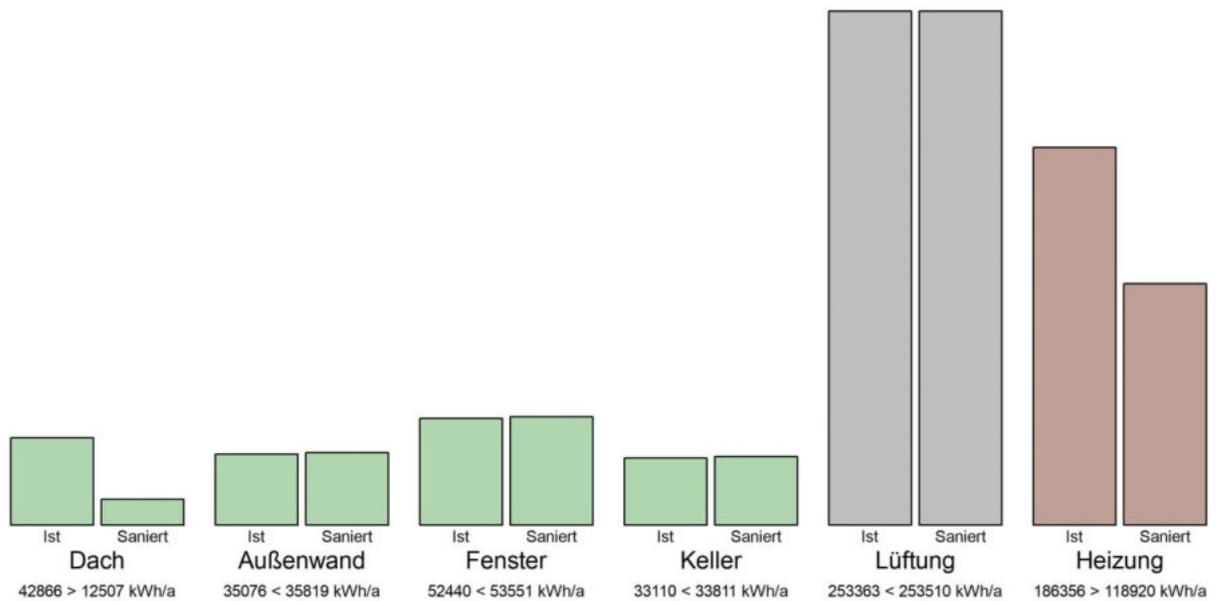
Heizungs- und Warmwasserverteilsystem:

Rohre/Stränge	Dämmung nach EnEV
Systemdruck	Hydraulischer Abgleich
Pumpen	Bedarfsausgelegt, mit Frequenzregelung
Heizungsregelung	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen zur individuellen Einzelraum-Temperaturregelung und -steuerung

Energieeinsparung - Variante 4 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **21 %**.

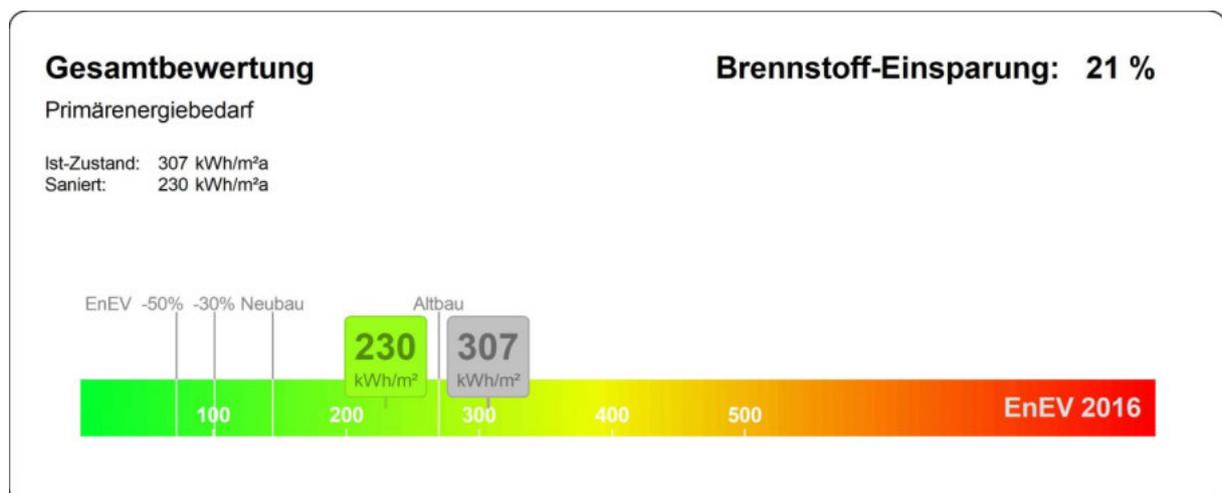
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr reduziert sich auf 417484 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 111488 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 37043 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **230 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 4 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)	210.190 EUR
Förderung	31.030 EUR
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	: 179.160 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	: 42.210 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	: 136.950 EUR
--	----------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	6.404 EUR/Jahr	192.120 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 41.027 EUR/Jahr	+ 1.230.810 EUR
	<u>47.431 EUR/Jahr</u>	<u>1.422.930 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	17.134 EUR/Jahr	514.020 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 9 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	24.969 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	12,60 %

4.2.5 Variante 5: **Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 5 -

Außenwände: Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040

Dach / oberste Decke: Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040

Anlagentechnik - Variante 5 -

Beleuchtung:

Leuchtmittel	LED-Leuchten
Bewegungsmelder	Präsenzmelder in den Bereichen: <ul style="list-style-type: none">- Verkehrsflächen- WC/Sanitär- Nebenflächen

Eigenstrom:

Stromerzeugung	Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung und Eigenstromnutzung (Überschüsse werden in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet) Leistung 39,15 kW _{Peak} , jährlicher Ertrag 33.204 kWh/a, davon nach DIN V 18599 anrechenbar auf Gebäudebedarf 19.796 kWh/a Referenzstandort (DIN V 18599): Potsdam, Erträge in Süddeutschland in der Regel besser
----------------	--

Raumluftechnik:

Lüftungsanlage	Ausstattung mit Wärmerückgewinnung
----------------	------------------------------------

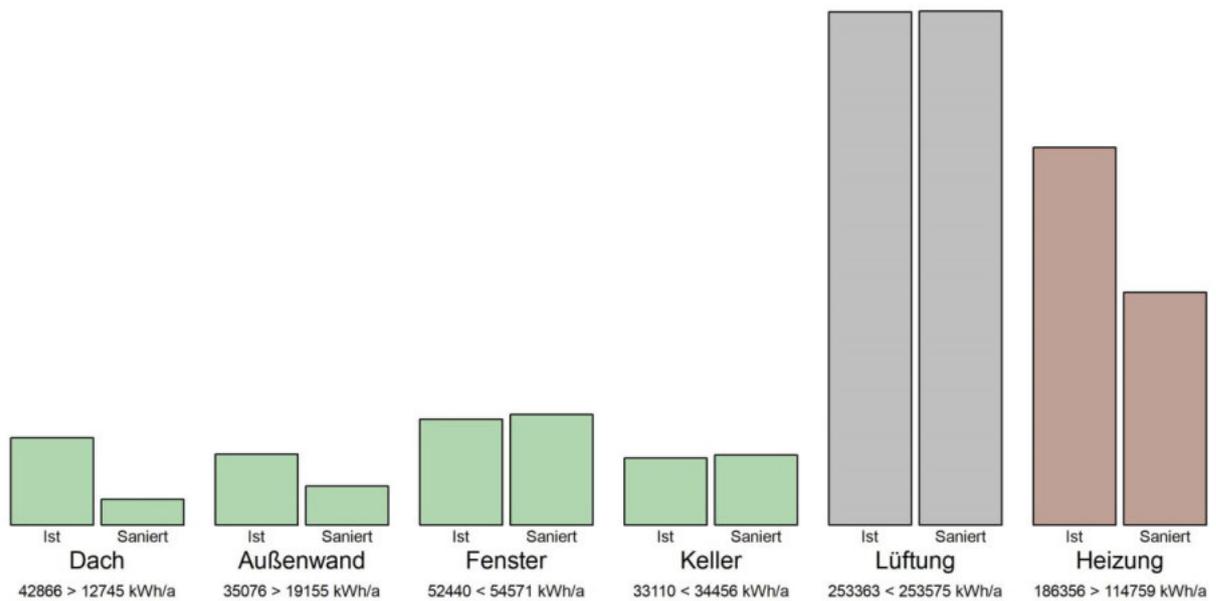
Heizungs- und Warmwasserverteilsystem:

Rohre/Stränge	Dämmung nach EnEV
Systemdruck	Hydraulischer Abgleich
Pumpen	Bedarfsausgelegt, mit Frequenzregelung
Heizungsregelung	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen zur individuellen Einzelraum-Temperaturregelung und -steuerung

Energieeinsparung - Variante 5 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **24 %**.

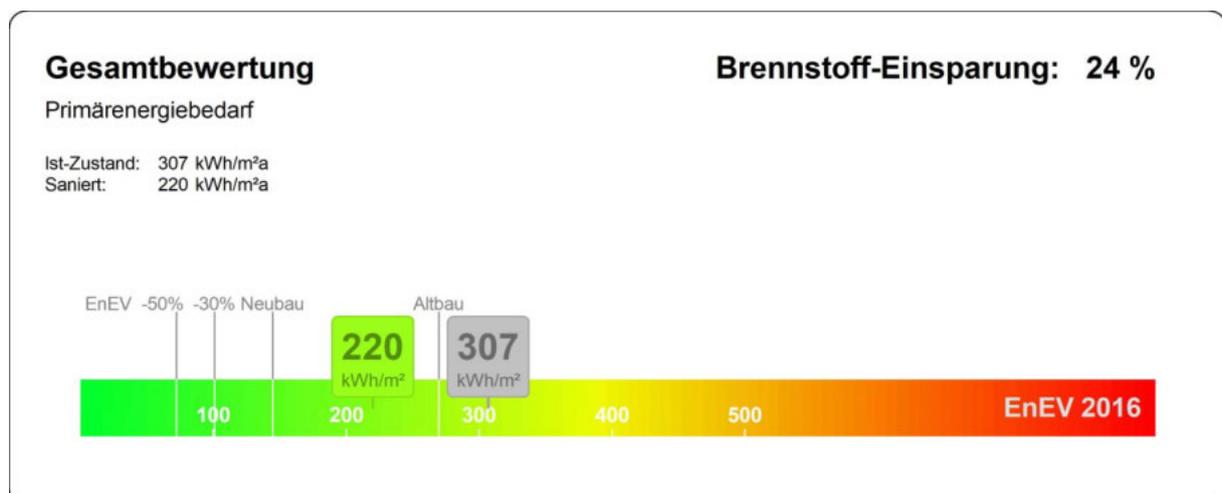
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr reduziert sich auf 400136 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 128836 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 40811 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **220 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 5 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)	301.749 EUR
Förderung	49.342 EUR
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	: 252.407 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	: 63.753 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	: 188.654 EUR
--	----------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	7.488 EUR/Jahr	224.640 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 39.404 EUR/Jahr	+ 1.182.120 EUR
	<u>46.892 EUR/Jahr</u>	<u>1.406.760 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	17.673 EUR/Jahr	530.190 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 11 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	23.981 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	10,13 %

4.2.6 Variante 6: **Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände, Fenster und Türen**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 6 -

Außenwände: Austausch Türen, U-Wert 0,9
Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040

Dach / oberste Decke: Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040

Fenster: Austausch Fenster, U-Wert 0,9

Anlagentechnik - Variante 6 -

Beleuchtung:

Leuchtmittel LED-Leuchten
Bewegungsmelder Präsenzmelder in den Bereichen:
- Verkehrsflächen
- WC/Sanitär
- Nebenflächen

Eigenstrom:

Stromerzeugung Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung und Eigenstromnutzung (Überschüsse werden in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet)
Leistung 39,15 kW_{Peak}, jährlicher Ertrag 33.204 kWh/a, davon nach DIN V 18599 anrechenbar auf Gebäudebedarf 19.796 kWh/a
Referenzstandort (DIN V 18599): Potsdam, Erträge in Süddeutschland in der Regel besser

Raumlufttechnik:

Lüftungsanlage Ausstattung mit Wärmerückgewinnung

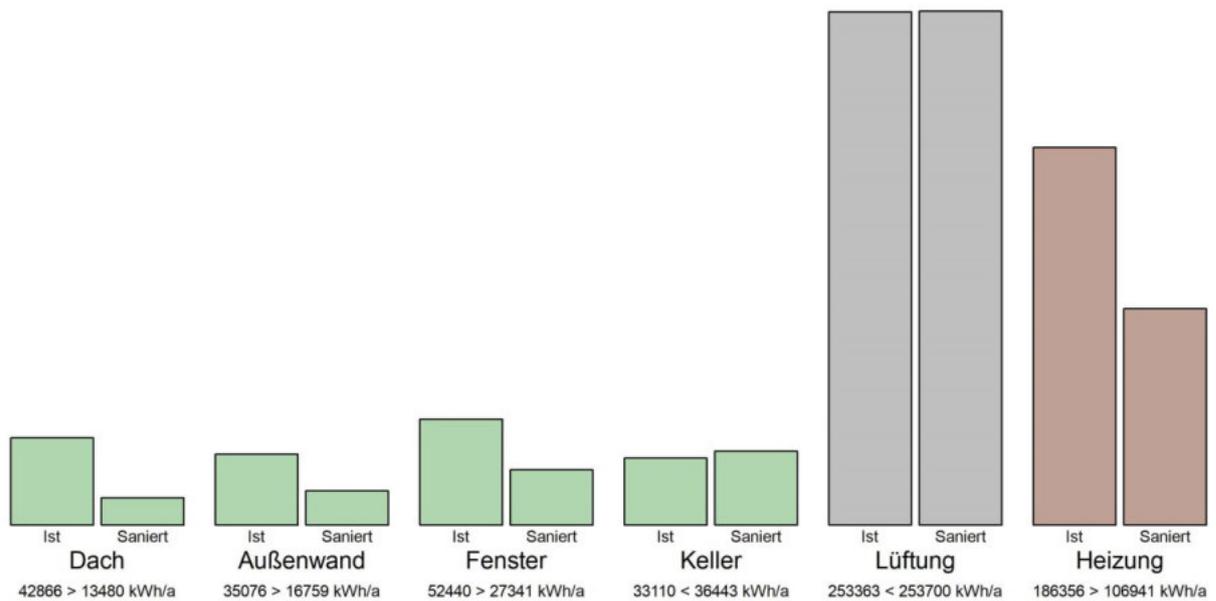
Heizungs- und Warmwasserverteilsystem:

Rohre/Stränge	Dämmung nach EnEV
Systemdruck	Hydraulischer Abgleich
Pumpen	Bedarfsausgelegt, mit Frequenzregelung
Heizungsregelung	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen zur individuellen Einzelraum-Temperaturregelung und -steuerung

Energieeinsparung - Variante 6 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **30 %**.

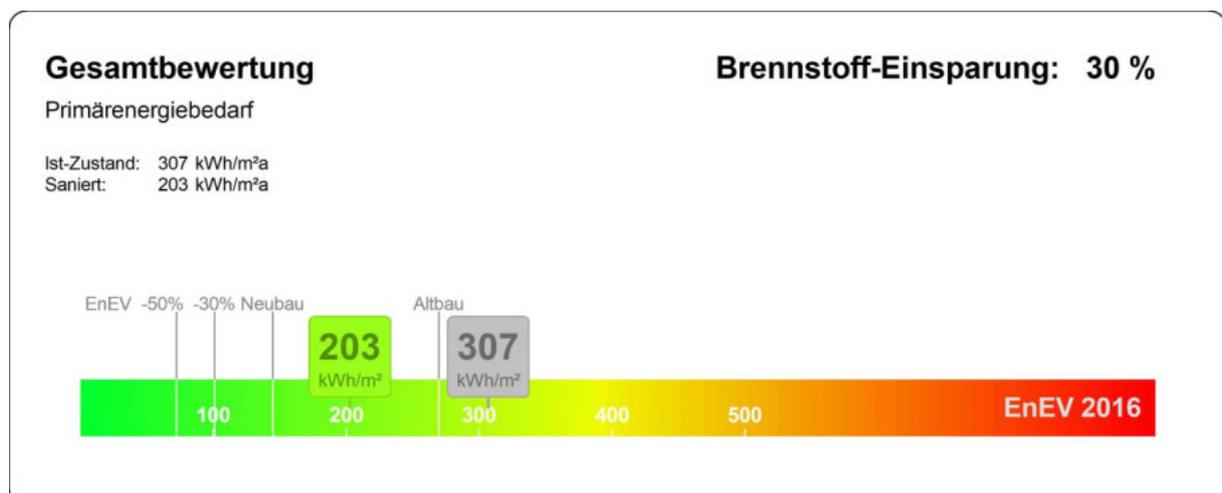
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr reduziert sich auf 367810 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 161162 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 47831 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **203 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 6 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)	507.235 EUR
Förderung	90.439 EUR
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	: 416.796 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	: 132.248 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	: 284.548 EUR
--	----------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	9.198 EUR/Jahr	275.940 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 36.377 EUR/Jahr	+ 1.091.310 EUR
	<u>45.575 EUR/Jahr</u>	<u>1.367.250 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	18.990 EUR/Jahr	569.700 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 14 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	22.139 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	7,89 %

4.2.7 Variante 7: **Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände, Fenster und Türen, TWW-Wärmepumpe**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 7 -

Außenwände: Austausch Türen, U-Wert 0,9
Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040

Dach / oberste Decke: Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040

Fenster: Austausch Fenster, U-Wert 0,9

Anlagentechnik - Variante 7 -

Beleuchtung:

Leuchtmittel LED-Leuchten
Bewegungsmelder Präsenzmelder in den Bereichen:
- Verkehrsflächen
- WC/Sanitär
- Nebenflächen

Eigenstrom:

Stromerzeugung Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung und Eigenstromnutzung (Überschüsse werden in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet)
Leistung 39,15 kW_{Peak}, jährlicher Ertrag 33.204 kWh/a, davon nach DIN V 18599 anrechenbar auf Gebäudebedarf 19.796 kWh/a
Referenzstandort (DIN V 18599): Potsdam, Erträge in Süddeutschland in der Regel besser

Raumlufttechnik:

Lüftungsanlage Ausstattung mit Wärmerückgewinnung

Heizungs- und Warmwasserverteilsystem:

Rohre/Stränge	Dämmung nach EnEV
Systemdruck	Hydraulischer Abgleich
Pumpen	Bedarfsausgelegt, mit Frequenzregelung
Heizungsregelung	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen zur individuellen Einzelraum-Temperaturregelung und -steuerung

Heizung:

:

Bereich	Heizwärme-Erzeugung 1
Zentralheizung	- Brennwert-Kessel von 2008 - Nennleistung 162,96 kW Energieträger: Erdgas E Der Kessel versorgt den TWW-Bereich 'Warmwasser-Erzeugung 1' mit. - NT-Gebläse-Kessel von 2008 - Nennleistung 162,96 kW Energieträger: Erdgas E

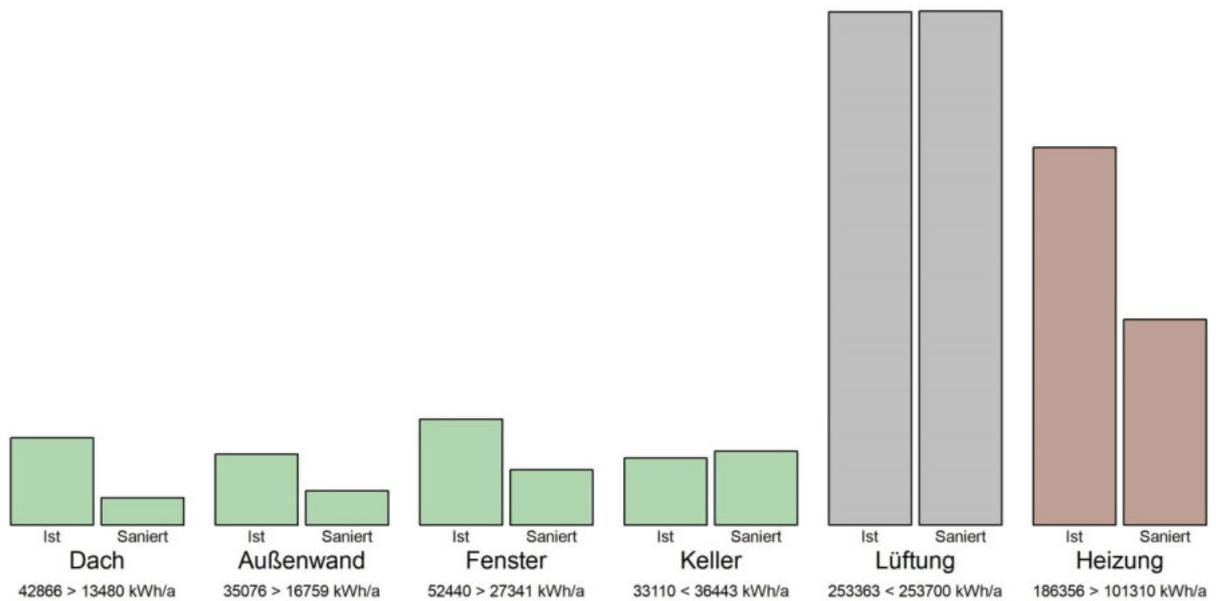
Warmwasser:

Bereich	Warmwasser-Erzeugung 1
Zentrales TWW	- Solaranlage von 2008 Energieträger: Sonnen-Energie - Brennwert-Kessel aus dem Heizkreis 'Vitocroasal 300' von 2008 - Nennleistung 162,96 kW Energieträger: Erdgas E - Luft-Wasser-Wärmepumpe von 2021 mit einer Betriebsart 'elektrisch angetrieben' Energieträger: Strom-Mix

Energieeinsparung - Variante 7 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **32 %**.

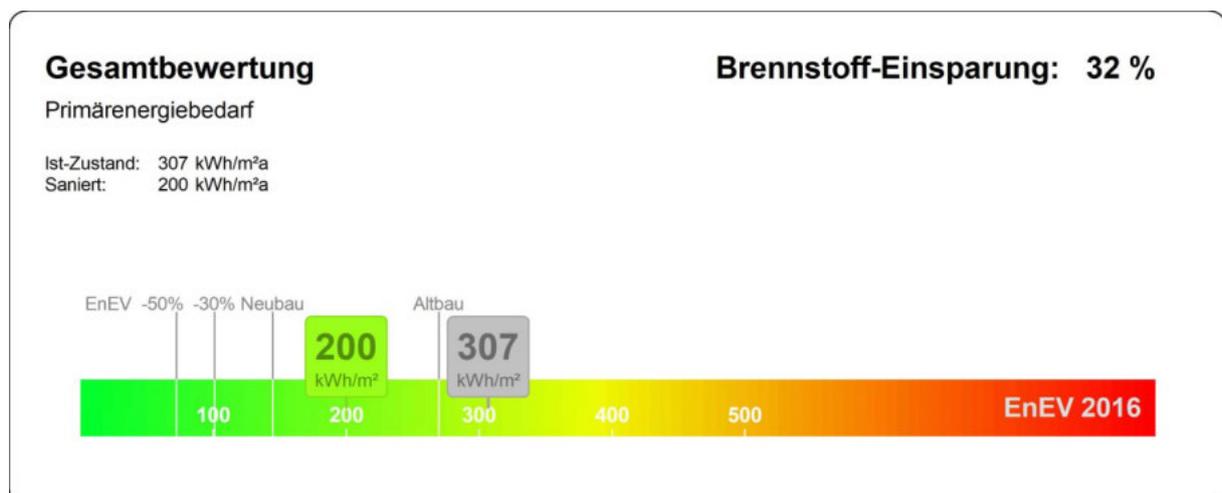
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr reduziert sich auf 362204 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 166768 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 48790 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **200 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 7 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)	517.235 EUR
Förderung	93.939 EUR
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	: 423.296 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	: 132.248 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	: 291.048 EUR
--	----------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	9.707 EUR/Jahr	291.210 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 36.199 EUR/Jahr	+ 1.085.970 EUR
	<u>45.906 EUR/Jahr</u>	<u>1.377.180 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	18.659 EUR/Jahr	559.770 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 14 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	22.031 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	7,67 %

4.2.8 Variante 8: **Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände, Fenster und Türen, BHKW**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 8 -

Außenwände: Austausch Türen, U-Wert 0,9
Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040

Dach / oberste Decke: Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040

Fenster: Austausch Fenster, U-Wert 0,9

Anlagentechnik - Variante 8 -

Beleuchtung:

Leuchtmittel LED-Leuchten
Bewegungsmelder Präsenzmelder in den Bereichen:
- Verkehrsflächen
- WC/Sanitär
- Nebenflächen

Eigenstrom:

Stromerzeugung Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung und Eigenstromnutzung (Überschüsse werden in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet)
Leistung 39,15 kW_{Peak}, jährlicher Ertrag 33.204 kWh/a, davon nach DIN V 18599 anrechenbar auf Gebäudebedarf 19.796 kWh/a
Referenzstandort (DIN V 18599): Potsdam, Erträge in Süddeutschland in der Regel besser

Raumlufttechnik:

Lüftungsanlage Ausstattung mit Wärmerückgewinnung

Heizungs- und Warmwasserverteilsystem:

Rohre/Stränge	Dämmung nach EnEV
Systemdruck	Hydraulischer Abgleich
Pumpen	Bedarfsausgelegt, mit Frequenzregelung
Heizungsregelung	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen zur individuellen Einzelraum-Temperaturregelung und -steuerung

Heizung:

Bereich	Heizwärme-Erzeugung 1
Zentralheizung	- Brennwert-Kessel von 2008 - Nennleistung 162,96 kW Energieträger: Erdgas E Der Kessel versorgt den TWW-Bereich 'Warmwasser-Erzeugung 1' mit. - BHKW / Dezentrale KWK Energieträger: Erdgas E

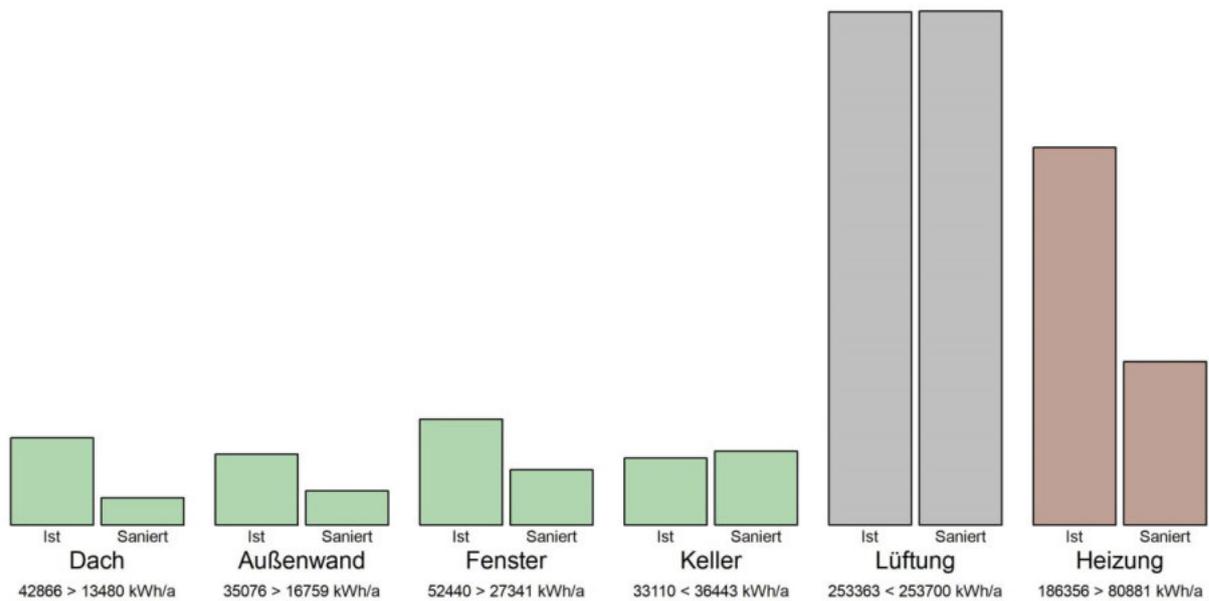
Warmwasser:

Bereich	Warmwasser-Erzeugung 1
Zentrales TWW	- Solaranlage von 2008 Energieträger: Sonnen-Energie - Brennwert-Kessel aus dem Heizkreis 'Vitocrossal 300' von 2008 - Nennleistung 162,96 kW Energieträger: Erdgas E

Energieeinsparung - Variante 8 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **35 %**.

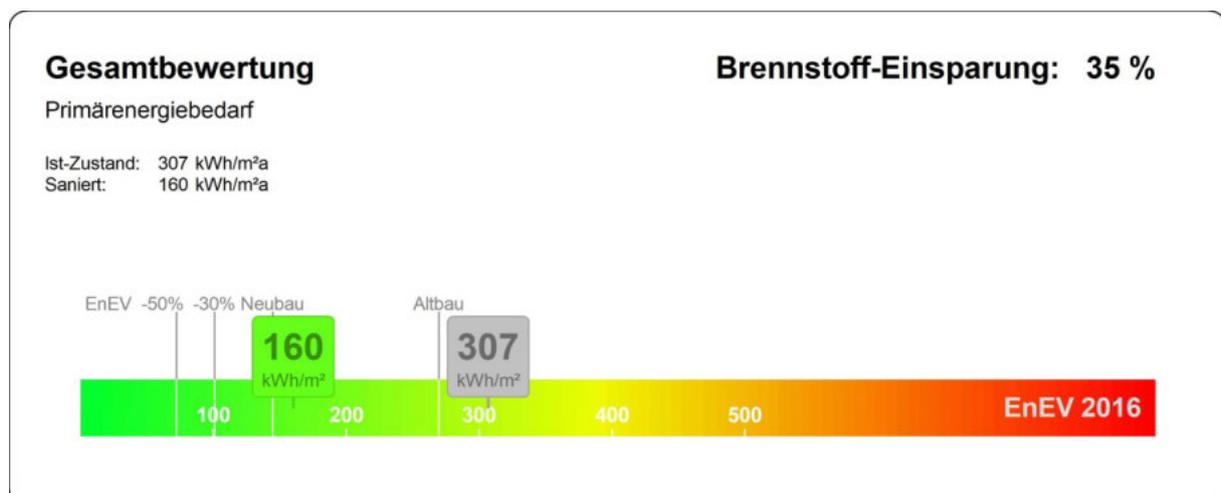
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr reduziert sich auf 342051 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 186921 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 53469 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **160 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 8 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)	535.735 EUR
Förderung	93.939 EUR
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	: 441.796 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	: 132.248 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	: 309.548 EUR
--	----------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	11.156 EUR/Jahr	334.680 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 30.076 EUR/Jahr	+ 902.280 EUR
	<u>41.232 EUR/Jahr</u>	<u>1.236.960 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	23.333 EUR/Jahr	699.990 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 13 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	20.826 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	8,73 %

4.2.9 Variante 9: **Beleuchtung, Systemoptimierung Heizung, Photovoltaik, Dach, Außenwände, Fenster und Türen, Holzpellet-Kessel**

In dieser Variante werden die folgenden Modernisierungsmaßnahmen betrachtet.

Modernisierung der Gebäudehülle - Variante 9 -

Außenwände: Austausch Türen, U-Wert 0,9
Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040

Dach / oberste Decke: Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040

Fenster: Austausch Fenster, U-Wert 0,9

Anlagentechnik - Variante 9 -

Beleuchtung:

Leuchtmittel LED-Leuchten
Bewegungsmelder Präsenzmelder in den Bereichen:
- Verkehrsflächen
- WC/Sanitär
- Nebenflächen

Eigenstrom:

Stromerzeugung Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung und Eigenstromnutzung (Überschüsse werden in das öffentliche Netz eingespeist und vergütet)
Leistung 39,15 kW_{Peak}, jährlicher Ertrag 33.204 kWh/a, davon nach DIN V 18599 anrechenbar auf Gebäudebedarf 19.796 kWh/a
Referenzstandort (DIN V 18599): Potsdam, Erträge in Süddeutschland in der Regel besser

Raumlufttechnik:

Lüftungsanlage Ausstattung mit Wärmerückgewinnung

Heizungs- und Warmwasserverteilsystem:

Rohre/Stränge	Dämmung nach EnEV
Systemdruck	Hydraulischer Abgleich
Pumpen	Bedarfsausgelegt, mit Frequenzregelung
Heizungsregelung	Einsatz von programmierbaren Thermostatventilen zur individuellen Einzelraum-Temperaturregelung und -steuerung

Heizung:

Bereich	Heizwärme-Erzeugung 1
Zentralheizung	- Biomasse-Heizkessel von 2021 - Nennleistung 119,51 kW Energieträger: Holzpellets

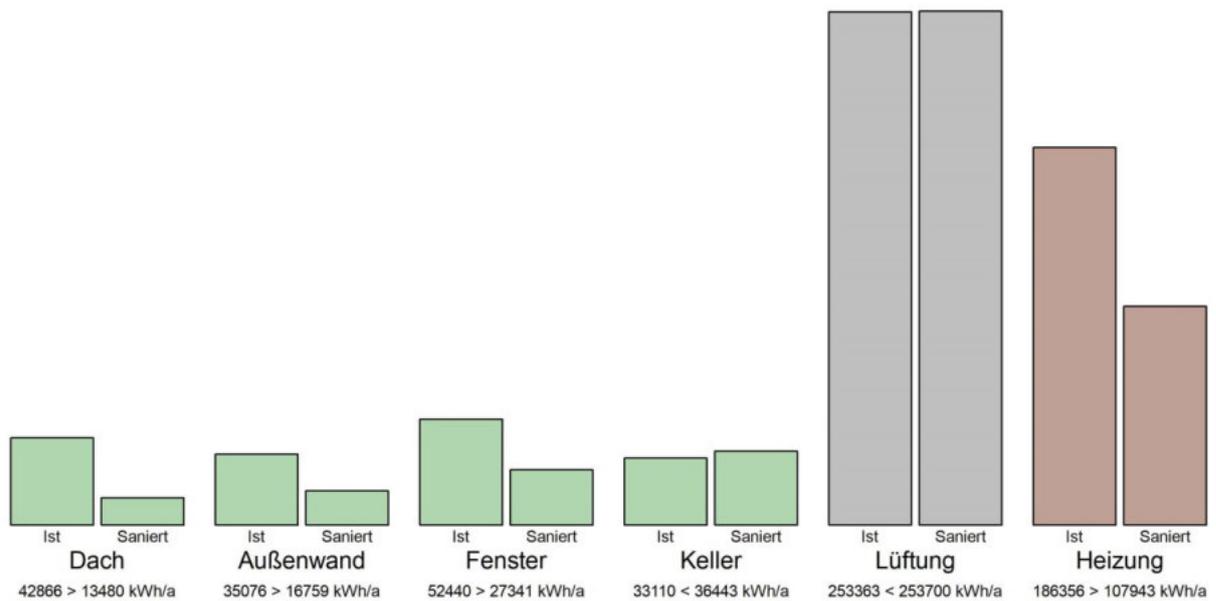
Warmwasser:

Bereich	Warmwasser-Erzeugung 1
Zentrales TWW	- Solaranlage von 2008 - Biomasse-Heizkessel von 2021 - Nennleistung 119,51 kW Energieträger: Holzpellets

Energieeinsparung - Variante 9 -

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **30 %**.

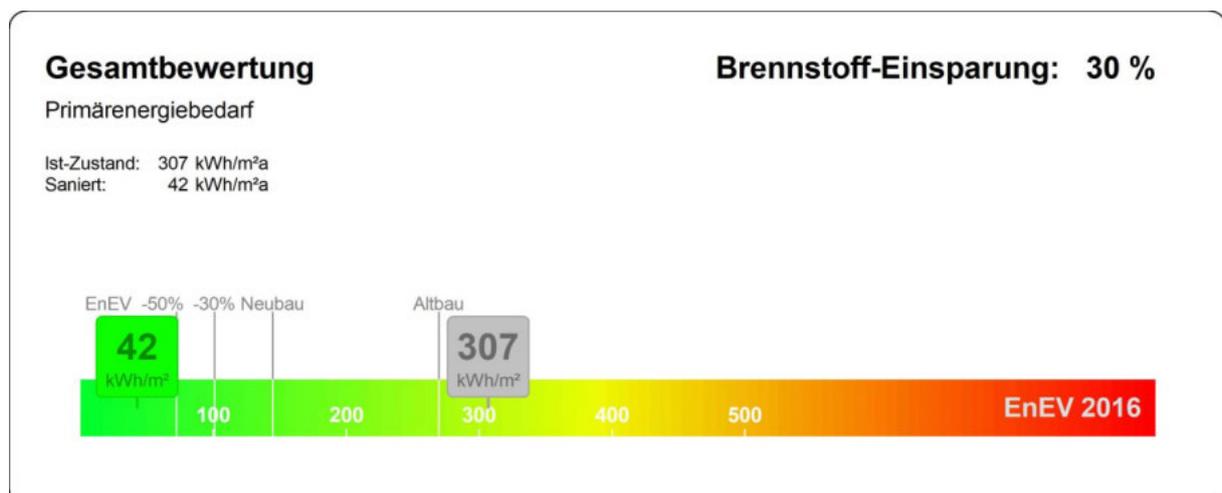
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 528972 kWh/Jahr reduziert sich auf 369108 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 159864 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 119524 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **42 kWh/m²** pro Jahr.



Wirtschaftlichkeit der Energiesparmaßnahmen - Variante 9 -

Die vorgeschlagenen Maßnahmen haben ein Gesamtvolumen von:

Gesamtinvestitionen (ohne Förderung)	660.735 EUR
Förderung	146.439 EUR
Gesamtinvestitionen (mit Förderung)	: 514.296 EUR
Darin enthaltene ohnehin anfallende Ausgaben (Erhaltungsaufwand)	: 142.248 EUR

Gesamtausgaben für die Energiesparmaßnahmen	: 372.048 EUR
--	----------------------

Daraus ergeben sich die folgenden über die Nutzungsdauer von 30,0 Jahren gemittelten jährlichen Ausgaben bzw. die folgenden im Nutzungszeitraum anfallenden Gesamtausgaben:

	mittl. jährl. Kosten	Gesamtkosten
Kapitalkosten	16.052 EUR/Jahr	481.560 EUR
Brennstoffkosten (ggf. inkl. sonstiger Kosten)	+ 25.978 EUR/Jahr	+ 779.340 EUR
	<u>42.030 EUR/Jahr</u>	<u>1.260.900 EUR</u>
Brennstoffkosten ohne Energiesparmaßnahmen	64.565 EUR/Jahr	1.936.950 EUR
Einsparung	22.535 EUR/Jahr	676.050 EUR

Die Amortisationsdauer beträgt 16 Jahre.

Der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden die folgenden Parameter zugrunde gelegt:

Betrachtungszeitraum	30,0 Jahre
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im Ist-Zustand	39.294 EUR/Jahr
aktuelle jährliche Brennstoffkosten im sanierten Zustand	15.810 EUR/Jahr
Kalkulationszinssatz	0,50 %
Teuerungsrate Anlage bzw. Sanierungsmaßnahmen	1,60 %
Teuerungsrate für Brennstoff	3,10 %
Interner Zinsfuß	7,36 %

4.3 Weitere energetische Schwachstellen und Energiesparmaßnahmen

Wärmebrücken an Eingangsvordach und Balkonen:

Eingangsvordach und Balkone können – soweit statisch möglich – abgetrennt und ersetzt werden. Ansonsten müssen sie von oben und unten wärmegeklämmt werden, um Schimmelbildung an der raumseitigen Decke vorzubeugen. Gerade diese Problemzonen eines Hauses sollten von einer fachkundigen Person geplant und in der Ausführung überwacht werden.

Luftdichtheit:

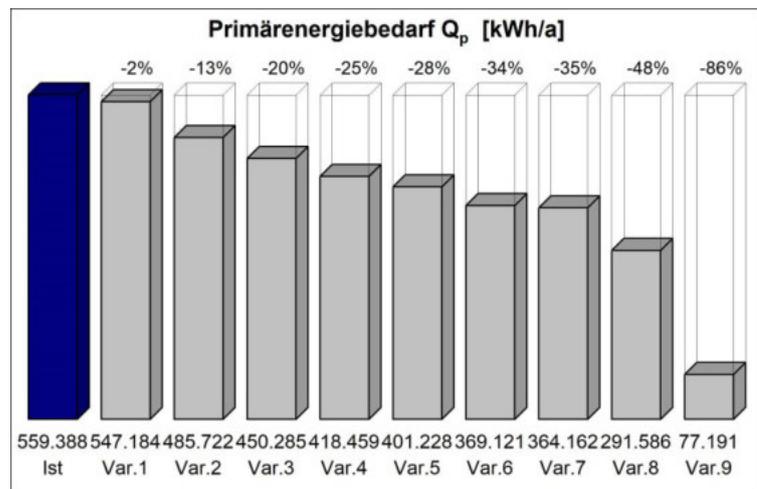
Im Zuge der Sanierungsmaßnahmen ist grundsätzlich in Planung und Ausführung auf Luftdichtheit aller Bauteile und Anschlüsse zu achten. Zur Sicherstellung des Mindestluftwechsels empfehlen wir, zumindest eine gebäudezentrale Abluftanlage einzubauen.

4.4 Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen

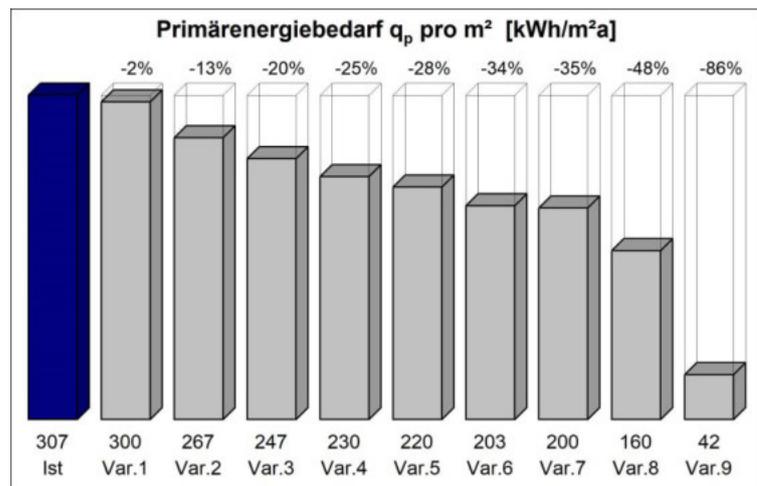
Die folgenden Grafiken zeigen die verschiedenen Varianten sowohl im ökologischen als auch ökonomischen Vergleich.

Primärenergiebedarf

- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

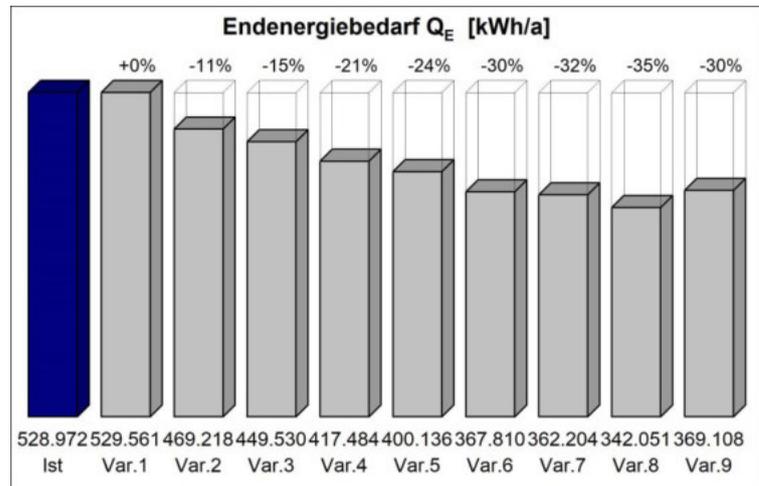


- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

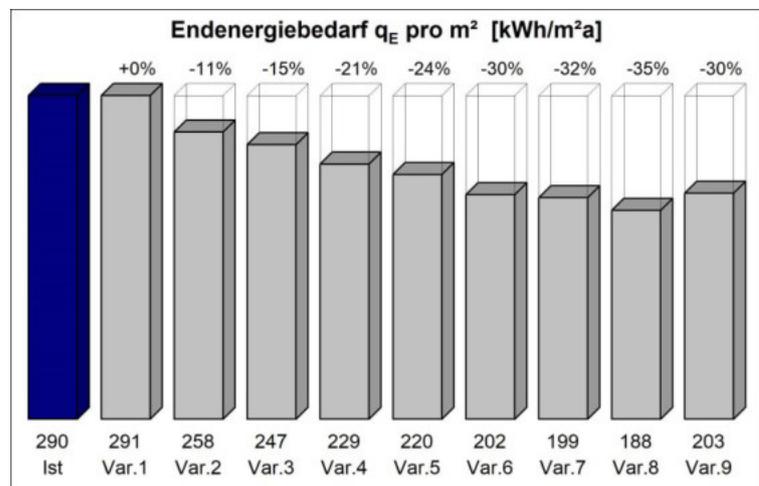


Endenergiebedarf

- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

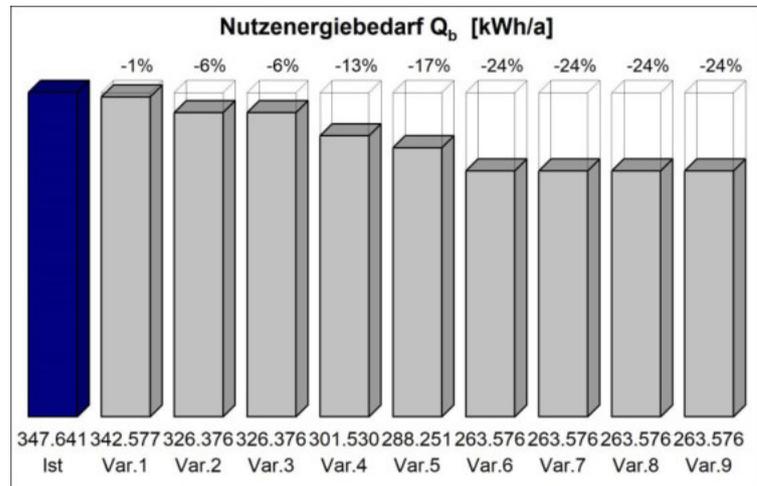


- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

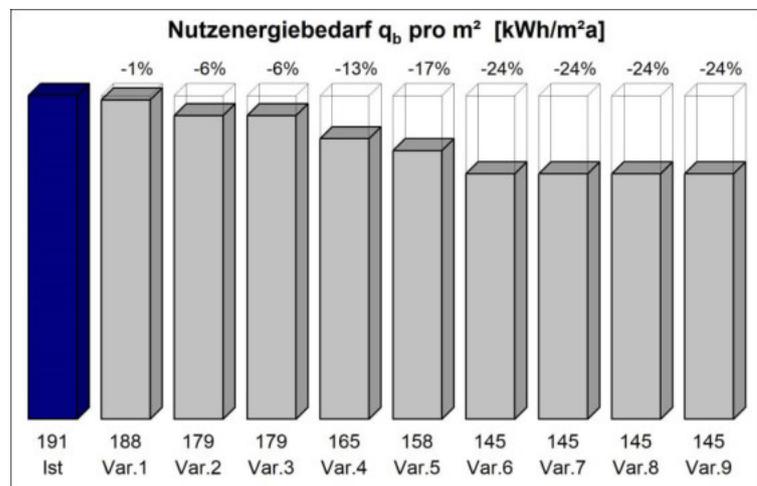


Nutzenergiebedarf

- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

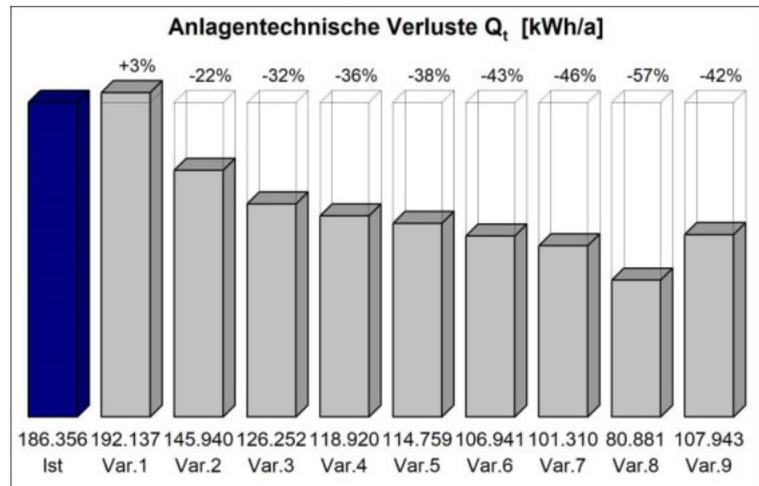


- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

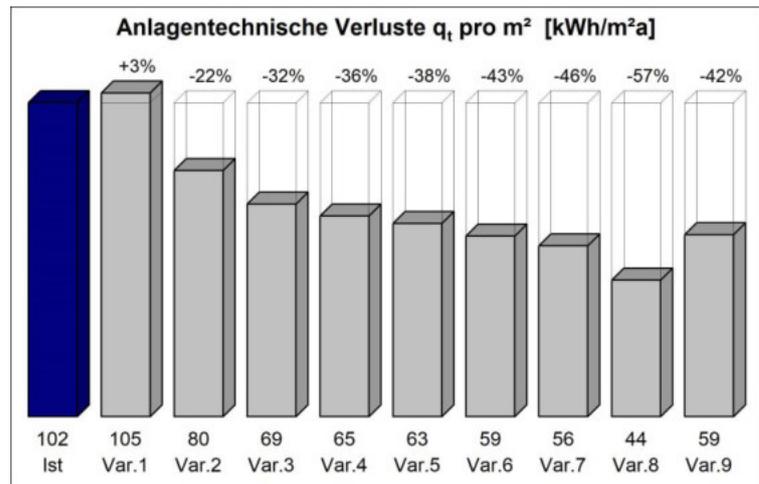


Anlagentechnische Verluste

- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

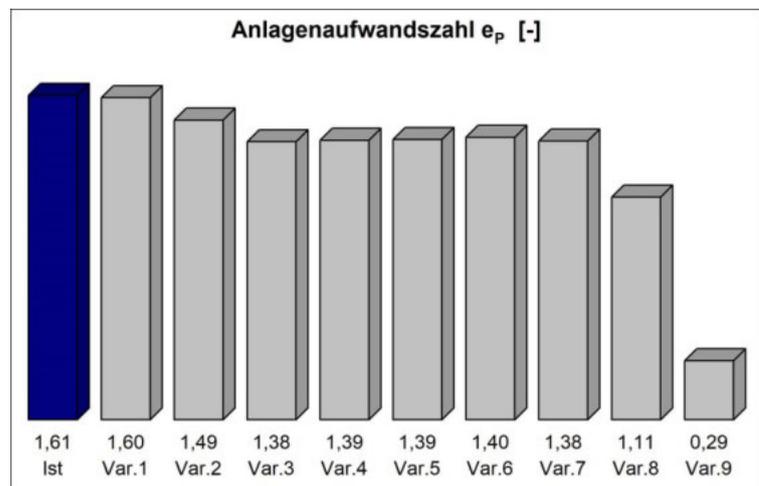


- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel



Anlagenaufwandszahl

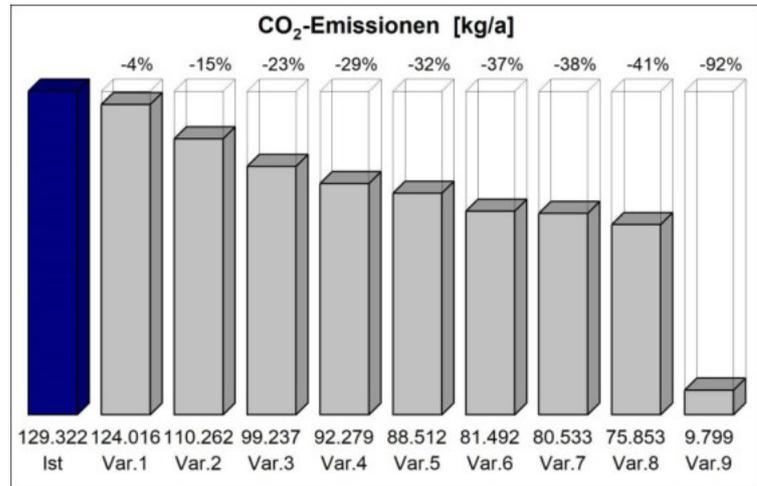
- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel



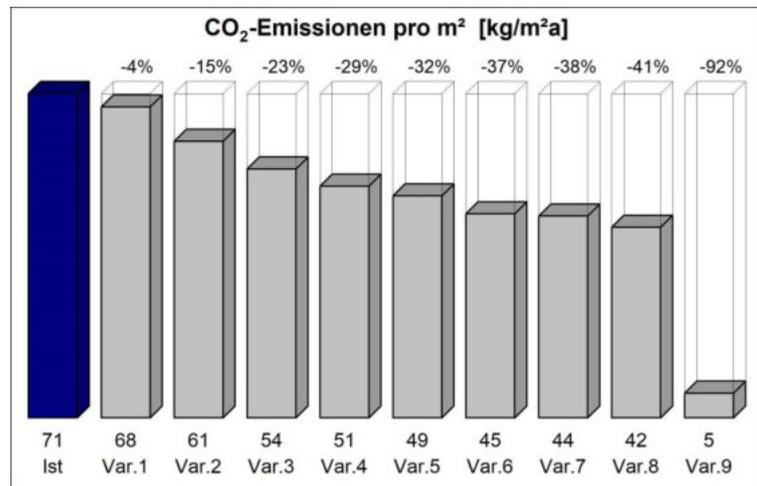
Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

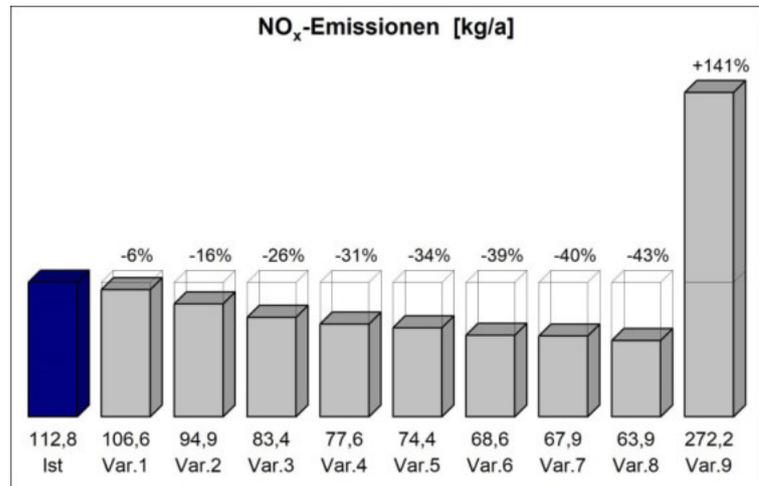


- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel



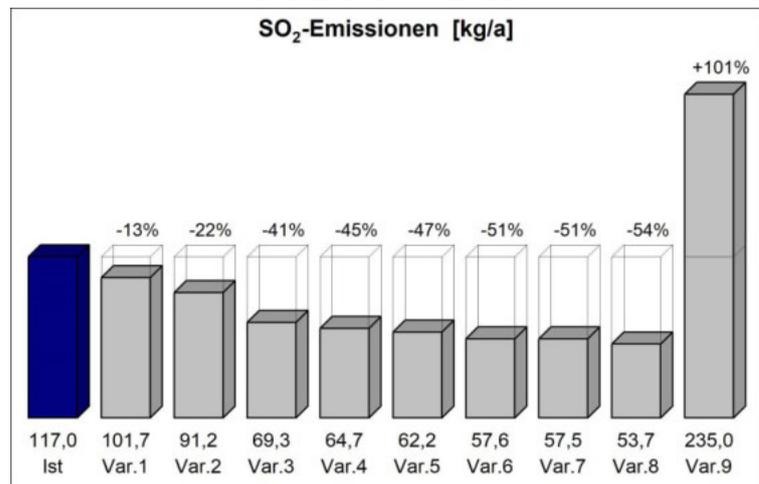
NO_x-Emissionen

- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel



SO₂-Emissionen

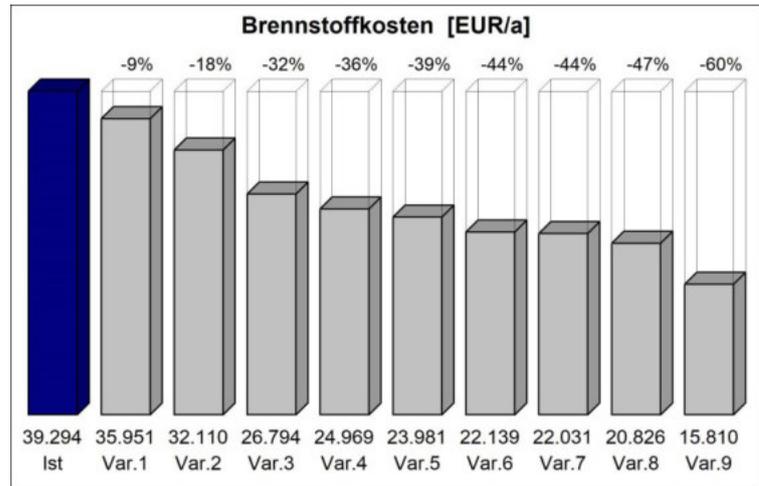
- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel



Kosten / Wirtschaftlichkeit

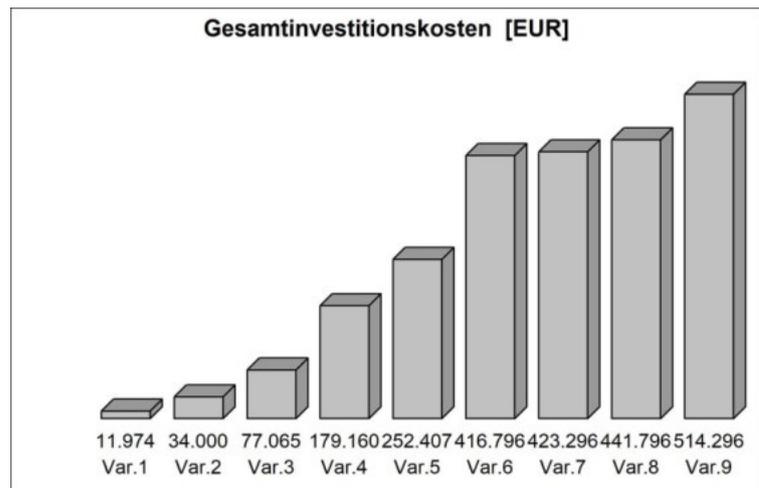
Brennstoffkosten

- Ist-Zustand
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel



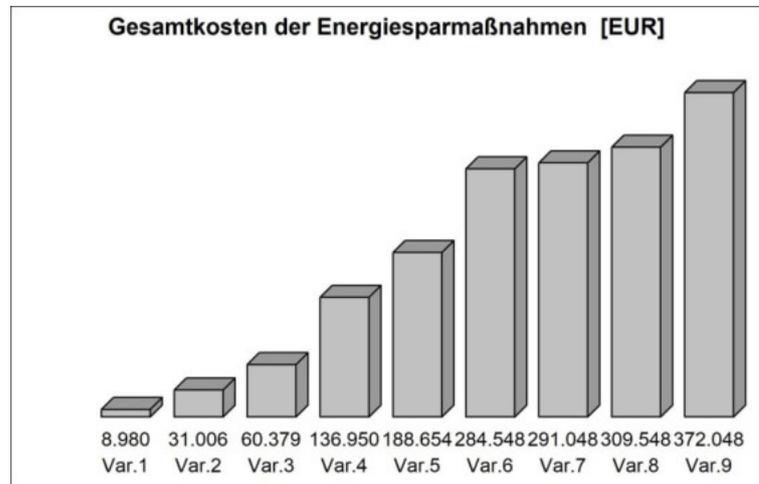
Gesamtinvestitionskosten

- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel



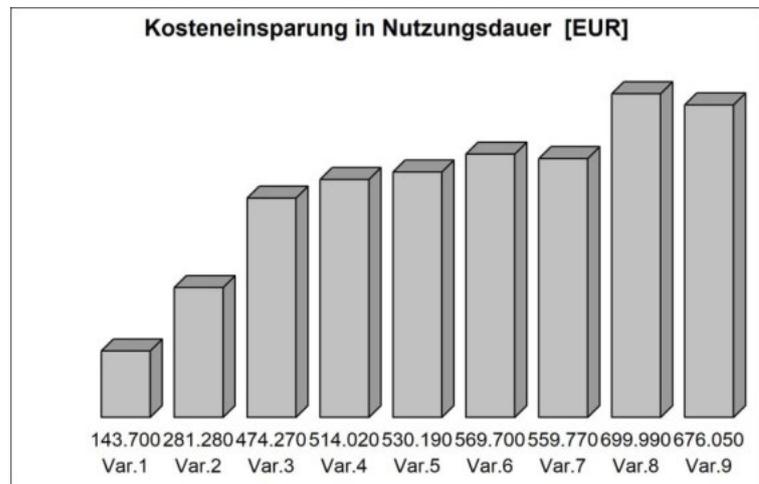
Gesamtkosten der Energiesparmaßnahmen

- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

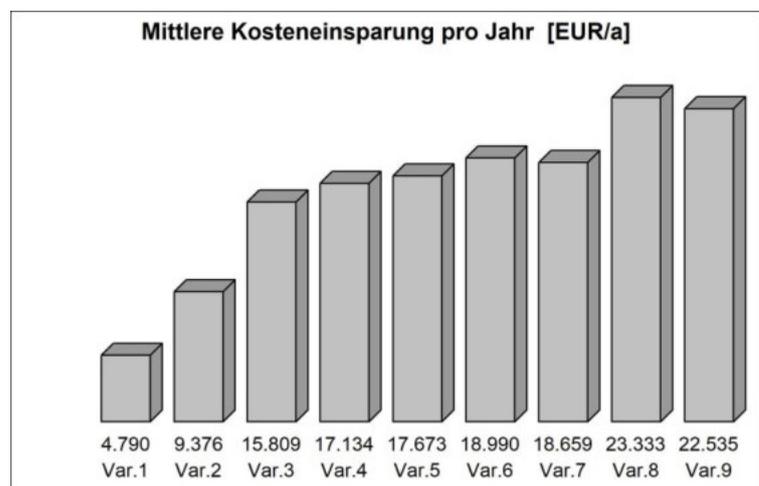


Kosteneinsparung durch die Energiesparmaßnahmen

- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel



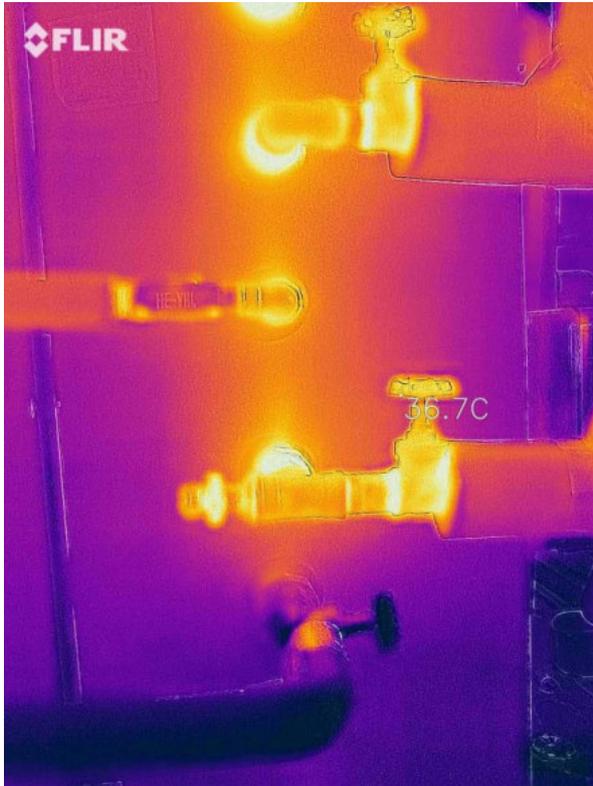
- Var.1 - Sanierung Beleuchtung
- Var.2 - zzgl. Optimierung Heizungssystem
- Var.3 - zzgl. PV-Anlage
- Var.4 - zzgl. Dämmung Dach
- Var.5 - zzgl. Dämmung Fassade
- Var.6 - zzgl. Austausch Fenster /Türen
- Var.7 - Var.6+ Wärmepumpe
- Var.8 - Var.6+ BHKW
- Var.9 - Var.6+ Holzpellet-Kessel

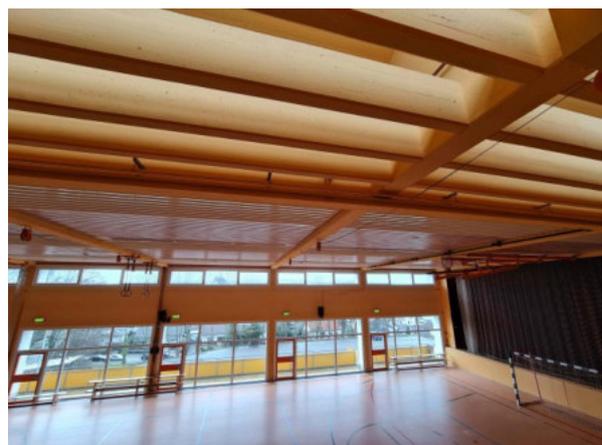
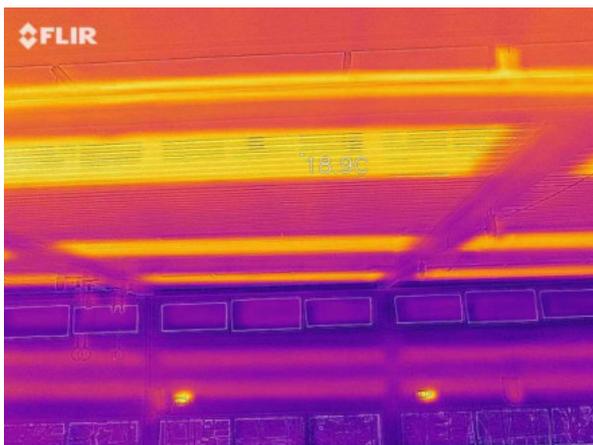


5 Thermografische Untersuchungen

Die Thermografie ist eine Aufnahmetechnik, mit deren Hilfe die Temperatur von Oberflächen sichtbar gemacht werden kann. Bei der thermografischen Gebäudeanalyse werden die unterschiedlichen Temperaturzonen der Außenhülle eines Hauses mit Hilfe einer Infrarotkamera farblich dargestellt. So lassen sich Dämmzustand und Wärmebrücken und damit die Wärmeverluste, d.h. Schwachstellen in der Gebäudehülle leicht aufspüren und grafisch darstellen. Dabei wird sichtbar, wo es wärmer (hellere Farbe – höhere Temperatur) und kälter (dunklere Farbe – niedriger Temperatur) ist.







6 Fazit

Eine sinnvolle Umsetzung der Sanierungsvorschläge kann in folgender Reihenfolge durchgeführt werden:

1. Umsetzung der kurzfristig umsetzbaren Maßnahmen:

- **Hydraulischer Abgleich des Heizungssystems**
- **Einsatz von Präsenzmelder (Beleuchtung) in niederfrequentierten Bereichen sowie Gängen/Fluren und WC/Sanitär**
- **Einsatz programmierbarer Thermostatventile**
- **Dämmung wärmeführender Leitungen in unbeheizten Bereichen**
- **Dämmung der Heizungspumpen**
- **Schulung Nutzerverhalten:**
 - o **Kurzes Stoßlüften anstatt Kipplüftung**
 - o **Korrekte Bedienung der Heizungsthermostate**
 - o **Vermeidung von Standby-Verbräuchen (u.a. Nutzung schaltbarer Stromsteckdosenleisten)**
- **Absenkung der Raumtemperaturen (pro 1°C ~ 4-6% Einsparung)**
- **Allgemeine Vermeidung von Standby-Verbräuchen**
- **Überprüfung Betriebslaufzeiten der TGA (v.a. Lüftungs- und Heizungsanlage)**
- **Einsatz bedarfsausgelegter Heizungspumpen mit Frequenzregelung**
- **Beseitigung von Wärmebrücken (allgemein)**

2. Umrüstung der Beleuchtung auf LED-Technik

3. Ergänzung bzw. Austausch der Heizung durch die Nutzung regenerativer Energiequellen mittels Wärmepumpe oder Holzpellet-Heizung. Der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) über ein Blockheizkraftwerk (BHKW) bietet eine Möglichkeit.

4. Dämmung der Gebäudehülle nach EnEV 2016 (siehe Maßnahmentabelle)

5. Allgemeine Maßnahmen zum Stromsparen beachten.

Zusätzlich sollte über die Installation einer Photovoltaik-Anlage nachgedacht werden.

Steigende Energiekosten treffen jeden Verbraucher. 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.

7 Daten

Vom Beratungsempfänger wurden alle angefragten Daten zur Verfügung gestellt, der Bezugszeitraum sind die Geschäftsjahre 2018-2019.

Karlsruhe, 19. April 2021

Ort, Datum



Berater
(Unterschrift)

8 Hinweise zu Förderprogrammen und Nutzung erneuerbarer Energie

8.1 Erneuerbare Energien und Fördersätze

Ab dem **15. August 2012** sind die Zuschüsse für Solarthermieanlagen, Biomasseanlagen und Wärmepumpen in 1- und 2-Familienhäusern, in Mehrfamilienhäusern sowie in gewerblichen und öffentlichen Gebäuden deutlich erhöht worden.

Ausgewählte Maßnahmen, die über das BAFA gefördert werden	
I. Solarkollektoranlagen (thermisch)	Förderbetrag
bis 40 m ² Bruttokollektorfläche	500 Euro bis 2.000 Euro
zwischen 20 bis 100 m ² Bruttokollektorfläche im Gebäudebestand	2.000 Euro bis 10.000 Euro
II. Biomasseanlagen	Förderbetrag
Pelletöfen mit Wassertasche	2.000 Euro bis 8.000 Euro
Pelletkessel	3.000 Euro bis 8.000 Euro
Pelletkessel mit Pufferspeicher (mind. 30 l / kW)	3.500 Euro bis 8.000 Euro
Hackschnitzelkessel mit Pufferspeicher	3.500 Euro
Scheitholzvergaserkessel mit Pufferspeicher	2.000 Euro
III. Wärmepumpen	Förderbetrag
Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen	4.500 Euro (bis 45 kW) Basisförderung
Luft/Wasser-Wärmepumpen	1.500 Euro (bis 37 kW) Basisförderung

Zudem können Sie verschiedene **Bonusförderbeträge** (Kesseltauschbonus, Effizienzbonus, regenerativer Kombinationsbonus, Wärmenetzbonus etc.) erhalten, wenn Ihre Heizungsanlage zusätzliche Anforderungen erfüllt. Informationen hierzu finden Sie unter der Rubrik Bonusförderung.

8.2 Sind Anlagen auch im Neubau förderfähig?

Anlagen in neu errichteten Gebäuden (Neubauten) sind nur im Rahmen der sogenannten Innovationsförderung förderfähig (z. B. in Mehrfamilienhäusern oder größeren Nichtwohngebäuden). Ansonsten sind Anlagen nur im Gebäudebestand förderbar.

8.3 Förderrichtlinien und Förderrechner

Die Förderung erfolgt nach den Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt vom 15. August 2012. Diese Förderrichtlinien, eine Übersicht zu den einzelnen Fördersegmenten sowie die Antragsformulare finden Sie unter der Rubrik Downloads auf der Seite:

www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/index.html

Ebenfalls auf dieser Seite unter der Rubrik „Weiterführende Dokumente“ finden Sie den Förderrechner der Deutschen Energie Agentur (dena). Mit diesem Rechner können Sie sich die Höhe der möglichen Förderung konkret ausrechnen und anzeigen lassen.

Die Fördermittel der KfW finden Sie unter:

<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Öffentliche-Einrichtungen/Gebäude-sanieren/>

8.4 BAFA-Förderung und KfW-Förderung – Geht beides?

In bestimmten Kombinationen sind BAFA-Förderungen und KfW-Förderung möglich und ist vor Antragsstellung zu prüfen.

Wir unterstützen Sie gerne dabei und bei Ihrer Antragsstellung.

Nähere Informationen unter:

KfW Bankengruppe
Palmengartenstraße 5-9
60325 Frankfurt am Main
Internet: www.kfw.de/
Tel.: 01801 335577*

* (39 Cent/Minute aus dem Festnetz der Deutschen Telekom, Mobilfunk maximal 42 Cent/Minute)

Nähere Informationen unter:

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)
Referat 511
Frankfurter Straße 29–35
65760 Eschborn
Telefon: +49 6196 908-575
Telefax: +49 6196 908-800
Internet: www.bafa.de/

8.5 Förderprogrammtabelle

Förderprogramme Kommunen				
<u>Förder- geber</u>	<u>Förder- programm</u>	<u>Förderhöhe</u>	<u>Was wird gefördert</u>	<u>Maß- nahme / Variante</u>
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)				
KfW	IKK Energieeffizient Bauen und Sanieren 217	max 25 Mio. € kann ggfs angehoben werden	KfW-Effizienzgebäude 55/70	
KfW	IKK Energieeffizient Bauen und Sanieren 218	max 25 Mio. € kann ggfs angehoben werden	KfW-Effizienzgebäude 70/100/Denkmal	Var. 1-9
KfW	IKK Energieeffizient Bauen und Sanieren 218	max 25 Mio. € kann ggfs angehoben werden	Energetische Sanierung Gebäudehülle (v.a. Dämmung) RLT Nah-/Fernwärme Erneuerung/ Optimierung Wärme-/Kälteverteilung und -speicherung Erneuerung oder Optimierung der Wärme-/Kälteerzeugung durch Strahlungsheizungen, Warmluft-Erzeuger und wärmegeführten Kraft-Wärme- oder Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen Austausch und/oder Optimierung der Beleuchtung Einbau oder Optimierung der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie der Gebäudeautomation	Var. 1-9
KfW	IKK Investitionskredi t Kommunen 208	150 Mio. €	Kindergärten , Schulen und Sporteinrichtungen Anpassung der technischen Infrastruktur wie der Wasser- und Abwasserwirtschaft Breitbandnetze Verkehrsinfrastruktur und Abfallwirtschaft Stadt- und Dorfentwicklung Krankenhäuser und Behinderteneinrichtungen Flüchtlingsunterkünfte Baulanderschließung	Var. 1-9
KfW	Energieeffizient Bauen und Sanieren - Zuschuss Brennstoffzelle 433	bis zu 28.200€	Brennstoffzellensysteme mit elektr. Leist. Von $P_{el} = 0,25$ bis 5 kW	
KfW	KfW-Programm Erneuerbare Energien "Standard" 271/272		Errichtung, Erweiterung und Erwerb von Anlagen, die die technischen Anforderungen des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - 2017) erfüllen. Zzgl. erforderlichen Planungs-, Projektierungs- und Installationsmaßnahmen: Photovoltaik-Anlagen (Aufdach/Fassade, Freifläche) ...	Var. 3-9

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

BAFA	Bundesförderung für effiziente Gebäude - Heizungsoptimierung	30 % der Nettoinvestitionskosten, max. 25.000 Euro pro Standort	Ersatz von Heizungs-, Umwälz- und WW-Zirk.pumpen durch hocheffiziente. Geräte einschließlich der Kosten der Installation und mit der Maßnahme verb. Materialkosten. Heizungsoptimierung durch hydraulischen Abgleich. Voreinstellbare Thermostatventile, Einzelraumtemp.-Reg. usw.	Var. 2-9
BAFA	Kälte- und Klimaanlageanlagen	Nach Formel siehe BAFA	Stationäre Anlagen: Flüssigkeitskühlsätze mit den Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3; mit Kältemittel: Ammoniak (R-717), Gemisch aus Ammoniak und Dimethylether (R-723) Andere Kälteerzeuger wie Adiabate Verdunstungskühlanlagen, Tiefkühlstufen mit R-744... Komponenten und Systeme wie Luftkühler, adiabate Rückkühler (Hybridkühler), Rückkühler für flüssigkeitsgekühlte Anlagen, eigenständige Wärmepumpe mit nicht-halogeniertem Kältemittel zur Abwärmenutzung der Kälteanlage(n), Kühlmöbel für Supermarkt-Kälteanlagen, Kühlsolekreisläufe, Systeme für Freikühlbetrieb Speicher für Wärme und Kälte Ausführungsplanung zur sachgerechten Auslegung einer Anlage sowie der funktionsgerechten Integration Kältetechnik in die Anlagentechnik Kombination einer geförderten Kälte- oder Klimaanlage mit Anlagen zur Erzeugung von regenerativen Energien (Elektroenergie und Wärme) - Kombinationsbonus.	
BAFA	Kleinstwasserkraftanlage	$\leq 1 \text{ kWel}$: 4.000,- Euro $> 1 \text{ kWel}$: 2.000,- Euro je kWel max. 30% der förderfähigen Investitionskosten	Gefördert werden Ausgaben für die Anschaffung und die Installation der Kleinstwasserkraftanlagen mit einer maximalen elektrischen Leistung von 30 kW.	
BAFA	Wärmerückgewinnung	Siehe BAFA	Anlagen zur Wärmerückgewinnung. Investitionen in dezentrale Geräte bzw. Anlagen zur Wärmerückgewinnung: Duschrinnen mit Wärmeübertrager Duschtassen mit Wärmeübertrager Duschrohre mit Wärmeübertrager Anlagen zur Wärmerückgewinnung aus dem gesamten, im Gebäude anfallenden Grauwasser	
BAFA	Heizen mit Erneuerbaren Energie	Bis zu 30 % der förderfähigen Kosten.	Die Errichtung oder Erweiterung von Solarthermieanlagen zur thermischen Nutzung, wenn sie überwiegend der Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung, der Kälteerzeugung oder der Zuführung der Wärme/Kälte in ein Wärme- oder Kältenetz dienen.	
BAFA	Heizen mit Erneuerbaren Energie	Bis zu 35% der förderfähigen Kosten.	Kessel für Biomassepellets/-hackschnitzeln Pelletöfen mit Wassertasche Kombinationskesseln mit Biomassepellets bzw. Hackschnitzeln und Scheitholz Auch die Nachrüstung von Sekundärbauteilen zur Partikelabscheidung oder zur Brennwertnutzung wird gefördert. ab 5 kW Nennwärmeleistung zur thermischen Nutzung, sowie besonders emissionsarme Scheitholzvergaserkessel	Var. 9
BAFA	Heizen mit Erneuerbaren Energie	Bis zu 35% der förderfähigen Kosten.	Wärmepumpenanlagen einschließlich der Nachrüstung bivalenter Systeme, wenn sie überwiegend der Warmwasserbereitung und/oder Raumheizung von Gebäuden oder der Zuführung der Wärme in ein Wärmenetz dienen.	Var. 7

BAFA	Heizen mit Erneuerbaren Energie	Bis zu 35 % der förderfähigen Kosten.	EE-Hybridheizungen kombinieren ausschließlich Technologie-Komponenten zur thermischen Nutzung erneuerbarer Energien (Solar, Biomasse oder Wärmepumpe) über eine gemeinsame Steuerungs- und Regelungstechnik miteinander.	
BAFA	Heizen mit Erneuerbaren Energie	Bis zu 30 % der förderfähigen Kosten. Dies gilt für die gesamte förderfähige Anlage, inklusive aller erneuerbaren Wärmeerzeuger.	Gas-Hybridheizungen kombinieren einer Gasheizung mit einem oder mehreren Technologie-Komponenten zur thermischen Nutzung erneuerbarer Energien (Solar, Biomasse oder Wärmepumpe) über eine gemeinsame Steuer- und Regelungstechnik.	
BAFA	Heizen mit Erneuerbaren Energie	in Verbindung mit neuer Heizung	Austausch Ölheizung	

Projekträger Jülich

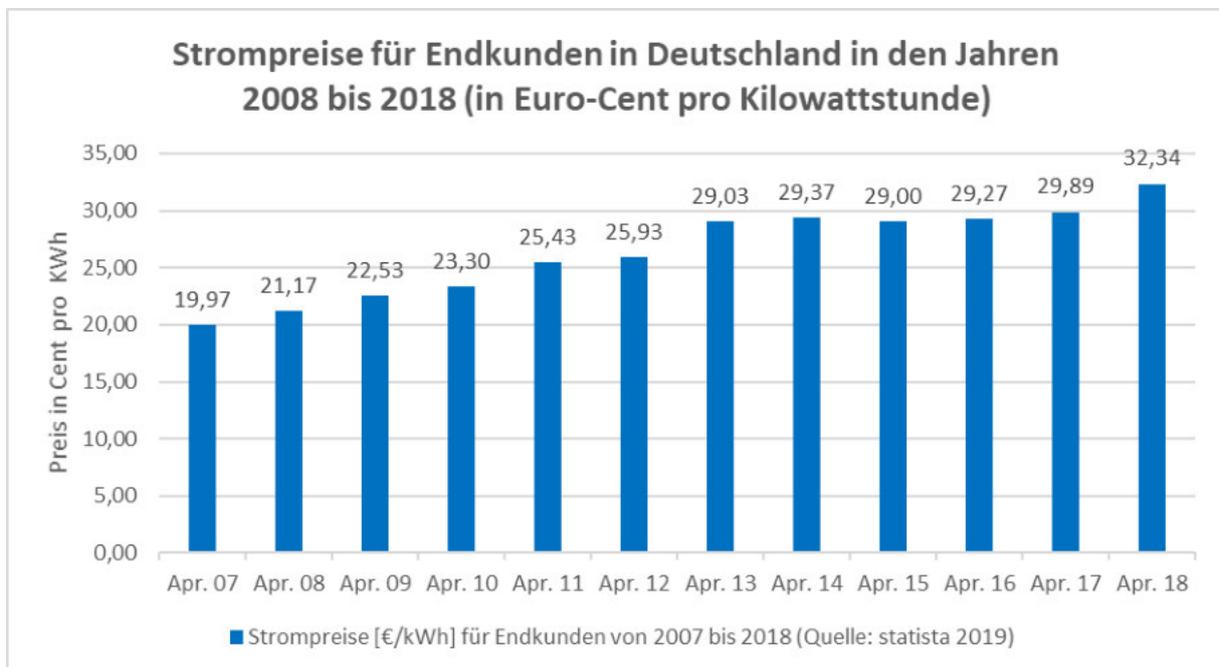
Beleuchtung und RLT				
PtJ	Außen- und Straßenbeleuchtung mit Technik zur adaptiven Nutzung	25%-30% mind. 5000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Lichtsignalanlagen	20%-25% 5000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Beleuchtung Innen und Halle	25%-30% 5000€	Siehe Bezeichnung	Var. 1-9
PtJ	Raumlüfttechnische Anlagen	25%-30% 5000€	Siehe Bezeichnung	Var. 2-9
Kläranlagen				
PtJ	Klärschlammverwertung im Verbund	30%-40% 10.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Erneuerung der Belüftung in Abwasseranlagen	30%-40% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Erneuerung von Pumpen und Motoren in Abwasseranlagen	30%-40% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Neubau Vorklärung und Umstellung auf Faulung	30%-40% 10.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Verfahrenstechnik in Abwasseranlagen	30%-40% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
Trinkwasserversorgung				
PtJ	Energieeffiziente Aggregate in der Trinkwasserversorgung	30%-40% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Systemische Optimierung in der Trinkwasserversorgung	20%-30% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
Weitere investive Maßnahmen				
PtJ	Sanierung, Rückbau ineffizienter WW-Bereitungs-systeme und Ersatz durch dezentrale	40%-50% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Rechenzentren	40%-50% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Hocheffizienzpumpen für das Beckenwasser in Schwimmbädern	40%-50% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Einbau von MSR in Verbindung mit GLT	40%-50% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Verschattungsvorrichtungen mit Tageslichtnutzung	40%-50% 5.000€	Siehe Bezeichnung	
PtJ	Weißgerätetausch in Schul- und Lehrküchen, Fach- und Technikräumen sowie in Kindertagesstätten durch Geräte der höchsten Effizienzklasse	40%-50% 5.000€	Siehe Bezeichnung	

9 Allgemeine Empfehlungen zur Stromeinsparung

Elektrischer Strom ist die hochwertigste Energieform im Gebäude und lässt sich für die vielfältigsten Aufgaben nutzen. Er dient zum Antrieb von Maschinen und Geräten im Haushalt, zum Kochen und Backen, zur Beleuchtung, zum Betrieb von Fernsehgeräten, PCs und Telekommunikationsanlagen, zur Erwärmung von Luft und Wasser und als Hilfsenergie für die Heizung. Strom muss aufwändig erzeugt werden. Zur Herstellung von einer Kilowattstunde Strom an der Haushaltsstreckdose (Endenergie) werden beim Strommix für Deutschland 2,6 Kilowattstunden nicht regenerative Primärenergie aufgewandt. Es ist deshalb besonders wichtig, mit elektrischem Strom sparsam umzugehen.

Gemessen wird der Stromverbrauch in Kilowattstunden (kWh). Ein elektrisches Gerät mit einer Leistungsaufnahme von 1000 Watt verbraucht innerhalb einer Stunde 1 Kilowattstunde. Ein Gerät mit nur 50 Watt Leistungsaufnahme, welches aber 24 Stunden eingeschaltet bleibt, verbraucht in dieser Zeit $0,05 \text{ W} * 24 \text{ h} = 1,2$ Kilowattstunden. Wichtig ist also nicht nur die Leistungsaufnahme, sondern auch die Betriebsdauer.

Strompreisentwicklung in den letzten Jahren



Nutzerverhalten

Neben ineffizienten Geräten spielt das Nutzerverhalten eine große Rolle beim Stromverbrauch. Das klassische Beispiel ist der Mehrverbrauch durch Stand-by-Betrieb von Geräten. Abschalten anstatt Stand-by führt zu entsprechenden Einsparungen. Spülmaschine und Waschmaschine erst laufen lassen, wenn sie gut gefüllt sind. Licht nur dort brennen lassen, wo man sich aufhält. Kaffeemaschine,

Fernseher, PC etc. abschalten, wenn sie nicht benutzt werden. So lässt sich ohne große Komforteinbußen Energie und Geld sparen.

Wasch- und Spülmaschinen am Warmwasseranschluss

Der Anschluss von Wasch- und Spülmaschine an die zentrale Warmwasserversorgung führt zu Mehrverbrauch bei der zentralen Warmwassererzeugung, spart jedoch Primärenergie. Auch die Wärmegestehungskosten sind im Allgemeinen günstiger. Insbesondere dann, wenn solar erwärmtes Wasser genutzt wird. Auf dem Markt gibt es Waschmaschinen mit Kalt- und Warmwasseranschluss. Bei anderen Geräten können Vorschaltgeräte eingesetzt werden. Spülmaschinen können auch direkt an die Warmwasserversorgung angeschlossen werden. Hierbei die Angaben der Gerätehersteller beachten.

Strom sparen beim Wäschewaschen und -trocknen

Waschmaschinen sollten immer möglichst voll beladen betrieben werden. Ein Waschgang bei 40 °C, was als Temperatur für normal verschmutzte Wäsche völlig ausreichend ist, bringt etwa 50% Energieeinsparung gegenüber dem 60 °C-Waschprogramm mit sich. Für das Trocknen der Wäsche ist die Wäscheleine dem Wäschetrockner vorzuziehen, wenn ein geeigneter, gut belüfteter Raum (z. B. Trockenboden oder Keller) verfügbar ist oder, noch besser, die Wäsche im Freien trocknen kann.

Energieeffiziente Geräte anschaffen

Schon beim Kauf von neuen Elektrogeräten sollte man auf deren Energieverbrauch achten. Denn im Gegensatz zu den einmaligen Kosten eines neuen Geräts, belasten hohe Stromkosten die Haushaltskasse auf Dauer. Viele Haushaltsgeräte sind mit einem Etikett versehen, das deren Energiebedarf in verschiedenen Energieverbrauchsklassen angibt. Einzelne, besonders effiziente Gerätegruppen sind mit dem Blauen Engel, EU-Umweltzeichen, Energy Star oder TCO-Prüfzeichen gekennzeichnet.

Grundlastverbraucher aufspüren

Eine zunehmende Zahl von Elektrogeräten verbraucht Strom auch in Zeitspannen, in denen sie ihre eigentliche Funktion gar nicht erfüllen. So entstehen Leerlaufverluste, die sich allein in Deutschland zu einer Summe von 4 Mrd. Euro addieren lassen. Dabei handelt es sich um Geräte, die scheinbar ausgeschaltet sind, jedoch immer noch Strom ziehen, sich im Stand-by-Betrieb befinden oder so lange Strom verbrauchen wie sie sich in der Steckdose befinden. Allein ein auf Stand-by gestellter DVD-Player kann eine Leistungsaufnahme von 15 Watt haben, was über das Jahr betrachtet Stromkosten von 21,90 Euro verursacht. Das gleiche gilt für Computer und Monitore, selbst wenn diese ausgeschaltet, aber noch mit dem Stromnetz verbunden

sind. Stromräuber können durch Energiekostenmonitore aufgespürt werden und sollten für die Zeit, in der sie nicht im Gebrauch sind, vom Stromnetz getrennt werden. Dies kann durch abschaltbare Steckerleisten oder durch einfaches Steckerziehen erfolgen.

Energie aus der Konserve

Batterien machen unabhängig von der Steckdose. Allerdings werden für deren Herstellung große Mengen an Energie und Rohstoffen benötigt sowie oftmals für Menschen und Natur giftige Schwermetalle, wie beispielsweise Quecksilber und Cadmium. Umweltfreundlicher und auf lange Sicht erheblich billiger sind aufladbare Alkali-/Mangan-Batterien und Akkus. Dennoch sollte man versuchen, so weit wie möglich auf batteriebetriebene Geräte zu verzichten. Einige Geräte, wie Taschenrechner oder Uhren, sind inzwischen mit Solarzellen ausgestattet, was die Nutzung von Batterien überflüssig macht.

Energieeffizientes Kühlen

Kühl- und Gefriergeräte verbrauchen etwa ein Fünftel des Stromes in Ihrem Haushalt. Um Energie zu sparen, sollten diese möglichst in ungeheizten Räumen und nicht neben anderen Wärmequellen, wie Heizkörpern, oder in direkter Sonneneinstrahlung aufgestellt werden. Lassen Sie erhitzte Lebensmittel erst abkühlen, bevor Sie diese in den Kühlschrank stellen oder einfrieren. Eine gute Übersicht in den Kühl- und Gefriergeräten beugt zudem langem Suchen vor und verhindert, dass die Tür lange geöffnet bleibt und dadurch warme und feuchte Luft in das Gerät gelangt.

Energieeffiziente Computer

Weniger leistungsstarke Computer und damit auch preisgünstigere Geräte reichen für viele Anwendungen völlig aus. Zum Vergleich: Ein Workstation-PC für aufwändige Anwendungen und Programme (z.B. CAD) kann bis zu 767 Kilowattstunden pro Jahr benötigen und damit rund 151 Euro Stromkosten verursachen, ein sparsamer Office-PC kommt auf nur 88 Kilowattstunden und rund 17 Euro.

Eine Alternative zum PC sind Laptops. Sie eignen sich nicht nur für unterwegs, sondern durchaus auch für den Büroeinsatz. Gegenüber einem Desktop-PC mit Bildschirm verbraucht ein Laptop durchschnittlich rund 70 Prozent weniger Strom bei vergleichbarer Ausstattung und Leistung und ist darüber hinaus noch wesentlich platzsparender, leichter und räumlich flexibler. Laptops enthalten gegenüber einem PC auch viel weniger Kunststoff, Glas und teure Edelmetalle. So werden wertvolle Rohstoffe eingespart.

So wechselt der PC bei Inaktivität automatisch in einen Schlaf- oder Energiesparmodus. Statt 80 Watt im Betriebszustand braucht er im Stand-by dann nur 1 - 4 Watt. Unter dem Menüpunkt „Energieoptionen“ in der Systemsteuerung

(Windows) können Sie die Energiespareinstellung individuell anpassen. Sie können frei wählen, wann Monitor und Rechner in den Stand-by-Modus schalten. So sparen Sie bis zu 60 Euro pro Jahr.

Bei modernen Monitoren sind Bildschirmschoner unnötig. Sie verbrauchen mehr Strom, als wenn der Monitor in den Ruhezustand versetzt (oder „bei Inaktivität einfach abgeblendet“) wird. Weiterhin lässt sich Strom durch Regelung der Helligkeit des Monitors sparen. Statt 30 Watt bei voller Helligkeit, lässt sich dieser Wert an Plätzen ohne direkte Sonneneinstrahlung auf 20 Watt reduzieren.

Erneuerung der Heizungspumpe

Die Heizungspumpe ist das Herz der Heizung. Oft werden technisch veraltete (z. B. ungergelte) oder falsch eingestellte Pumpen eingesetzt. Moderne Umwälz- und Zirkulationspumpen hingegen sind nur dann aktiv, wenn sie wirklich gebraucht werden. Das spart nicht nur Energie und Stromkosten, sondern mindert gleichzeitig den Ausstoß des klimaschädlichen Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂).

Erneuerung der Zirkulationspumpe

Auch die Zirkulationspumpe für die Warmwasserversorgung trägt durch lange Laufzeiten zum Stromverbrauch bei. Durch eine intelligente Regelung (Präsenzmelder) kann die Laufzeit auf die unbedingt nötige Zeit begrenzt werden.

Einsatz energiesparender Leuchtmittel

Leuchtmittel auf Basis der LED-Technik verbrauchen rund 50-60 Prozent weniger Strom als T8-Leuchtstoffröhren. Eine Leuchtstoffröhre mit einer Leistung von 58 Watt (Röhre) plus 3-13 Watt (Vorschaltgerät) kann durch eine entsprechende LED-Leuchte mit 30 Watt ersetzt werden. Zudem liegt die durchschnittliche Lebensdauer von hochwertigen LED-Leuchten bei 20.000 bis 100.000 Stunden, das sind ca. 10 Mal so viele Stunden wie bei vergleichbaren konventionellen Glühlampen. Der Wechsel lohnt sich demnach nicht nur aus Umwelt-Gesichtspunkten, sondern auch in finanzieller Hinsicht.

Durch Präsenzmelder (Bewegungsmelder) wird die Anwesenheit von Personen festgestellt. So wird gesteuert, dass Licht nur bei Bedarf eingeschaltet wird. Das führt zur Stromeinsparung und wird zusätzlich als komfortabel empfunden.

10 Gesetze und Normen

Für das Gebäude sind die folgenden gesetzlichen Anforderungen und Normen zu beachten.

10.1 Übersicht der verwendeten Normen und Verordnungen

Datum	Bezeichnung
2013-11	Energieeinsparverordnung EnEV (Stand EnEV 2016)
2005-02	DIN 277 Teil 1 - Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
2003-06	DIN EN 832 - Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
2013-02	DIN 4108 Teil 2 - Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
2001-07	DIN 4108 Teil 3 - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
2004-07	DIN V 4108 Teil 4 - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
2006-03	DIN V 4108 Bbl 2 - Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
2008-04	DIN EN ISO 6946 - Bauteile Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient Berechnungsverfahren
2006-12	DIN EN ISO 10077-1 - Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1: Vereinfachtes Verfahren
2000-07	DIN EN 12524 - Baustoffe und -produkte Eigenschaften Tabellierte Bemessungswerte
1998-12	DIN EN ISO 13370 - Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
2011-12	DIN V 18599 Teil 1 - Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
2013-05	DIN V 18599 Teil 1 - Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger Berichtigung 1 zur DIN V 18599-1: 2011-12
2011-12	DIN V 18599 Teil 2 - Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
2011-12	DIN V 18599 Teil 3 - Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
2011-12	DIN V 18599 Teil 4 - Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
2011-12	DIN V 18599 Teil 5 - Endenergiebedarf von Heizsystemen
2013-05	DIN V 18599 Teil 5 - Endenergiebedarf von Heizsystemen Berichtigung 1 zur DIN V 18599-5: 2011-12
2011-12	DIN V 18599 Teil 6 - Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
2011-12	DIN V 18599 Teil 7 - Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau

2011-12	DIN V 18599 Teil 8 - Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
2013-05	DIN V 18599 Teil 8 - Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen Berichtigung 1 zur DIN V 18599-8: 2011-12
2011-12	DIN V 18599 Teil 9 - End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
2013-05	DIN V 18599 Teil 9 - End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen Berichtigung 1 zur DIN V 18599-9: 2011-12
2011-12	DIN V 18599 Teil 10 - Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

10.2 Nachrüstpflichten nach EnEV

Gemäß EnEV 2014 § 10 Satz 1 - 5 sind folgende Nachrüstpflichten zu beachten.

Anlagen

Eigentümer von Gebäuden dürfen Heizkessel, die mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen betrieben werden und vor dem 1. Oktober 1978 eingebaut oder aufgestellt worden sind, nicht mehr betreiben. Erfolgte der Einbau vor dem 1. Januar 1985, dürfen diese Heizkessel ab 2015 nicht mehr betrieben werden. Nach dem 1. Januar 1985 eingebaute Kessel dürfen nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betrieben werden. (Ausnahmen NT-Kessel, Brennwert-Kessel, besonders kleine Nennleistung - kleiner 4 kW oder große Anlagen - Nennleistung größer 400 kW). Ungedämmte, zugängliche Wärmeverteiler- und Warmwasserleitungen, die sich in unbeheizten Räumen befinden, sind zu dämmen.

Oberste Geschossdecken

Eigentümer von Wohn- und Nichtwohngebäuden müssen dafür sorgen, dass zugängliche Decken beheizter Räume zum unbeheizten Dachraum (Oberste Geschossdecken) so gedämmt sind, dass der Wärmedurchgangskoeffizient der obersten Geschossdecke einen U-Wert von $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ nicht überschreitet.

Die Pflicht gilt als erfüllt, wenn anstelle der Geschossdecke das darüber liegende, bisher ungedämmte Dach entsprechend gedämmt wird.

Die Anforderung an die Dämmung muss nach dem 31. Dezember 2015 erfüllt sein.

10.3 Lüftungskonzept nach DIN 1946-6

Die Modernisierung eines Gebäudes ist i.d.R. mit einer besseren Wärmedämmung und dem Einbau neuer Fenster verbunden. Das führt zu einer höheren Luftdichtheit des Gebäudes und so kann der Mindestluftwechsel nicht mehr durch Infiltration durch die Gebäudehülle gewährleistet werden. Ein häufiges manuelles Lüften wäre notwendig, um die nötige Frischluftzufuhr sicherzustellen.

Auf Grundlage der DIN 1946-6 muss bei Neubau und Sanierung deshalb ein Lüftungskonzept erstellt werden.

10.4 Länderspezifische gesetzliche Regelungen

Für Baden-Württemberg gelten zusätzlich zu den gesetzlichen Vorgaben des Bundes die Bestimmungen des „Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) für Baden-Württemberg“. Dieses ist insbesondere bei der Heizungssanierung zu beachten. Wird die Heizungsanlage ausgetauscht, so muss die künftige Wärmezeugung anteilig durch erneuerbare Energien oder entsprechende Ersatzmaßnahmen unterstützt bzw. ausgeführt werden. Die genauen Vorgaben sind in den aktuell gültigen Fassungen der entsprechenden Gesetzestexte nachzulesen.

Falls dies in Zukunft bei Ihnen anstehen sollte, können Sie uns gerne diesbezüglich kontaktieren.

11 Anhang

Anhang – Detailberechnungen

A.1 Thermische Bauteiltabellen

- IST-Zustand – Gebäudehülle
- IST-Zustand – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

- Variante 4 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle
- Variante 5 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle
- Variante 6 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle
- Variante 7 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle
- Variante 8 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle
- Variante 9 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

A.2 Glossar

A.3 Brennstoffdaten

A.4 Fotos der Vor-Ort-Begehung

A.1 Thermische Bauteiltabellen

IST-Zustand - Gebäudehülle

Thermische Hülle

Typ	Bauteil	Orientierung	Neigung	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K
DA	Dach 001-1		0	99,93	0,50
DA	Dach 001-3		0	15,16	0,50
DA	Dach 001-4		0	14,69	0,50
DA	Dach 001-5		0	34,44	0,50
DA	Dach 001-6		0	48,21	0,50
DA	Dach 001-7		0	68,88	0,50
DA	Dach 002-1	N	25	91,48	0,50
DA	Dach 003-1		0	88,99	0,50
DA	Dach 003-2		0	357,55	0,50
DA	Dach 004-1	N	35	17,11	0,50
DA	Dach 005-1		0	9,24	0,50
TA	AT 001	W	90	2,99	1,90
TA	AT 002	N	90	2,96	1,90
TA	AT 003	N	90	2,99	1,90
TA	AT 004	N	90	2,93	1,90
TA	AT 005	N	90	2,91	1,90
TA	AT 010	W	90	2,78	1,90
TA	AT 011	W	90	2,75	1,90
TA	AT 013	W	90	2,75	1,90
TA	AT 014	W	90	2,80	1,90
TA	AT 015	W	90	2,78	1,90
TA	AT 016	W	90	2,75	1,90
TA	AT 017	O	90	2,38	1,90
TA	AT 018	O	90	2,38	1,90
WA	AW 001	N	90	19,47	0,45
WA	AW 001-2	N	90	85,66	0,45
WA	AW 002	O	90	83,34	0,45
WA	AW 003	O	90	0,68	1,20
WA	AW 005	W	90	0,68	1,20
WA	AW 006	W	90	67,10	0,45
WA	AW 007	N	90	38,70	0,45
WA	AW 007-2	N	90	71,83	0,45
WA	AW 008	O	90	97,82	0,45
WA	AW 009	W	90	100,22	0,45
WA	AW 010	W	90	7,65	0,45
WA	AW 011	S	90	2,19	1,20
WA	AW 011-2	S	90	1,07	1,20
WA	AW 011-3	S	90	1,06	1,20
WA	AW 011-4	S	90	2,11	1,20
WA	AW 012	O	90	17,09	0,45
WA	AW 013	W	90	2,06	1,20
WA	AW 015	O	90	1,25	1,20
WA	AW 015-2	O	90	1,30	1,20
WA	AW 016	W	90	26,58	0,45
WA	AW 017	S	90	20,49	0,45
WA	AW 017-2	S	90	14,83	0,45
WA	AW 017-3	S	90	7,43	0,45

WA	AW 017-4	S	90	28,42	0,45
WA	AW 018	O	90	15,80	0,45
WA	AW 018-2	O	90	7,78	0,45
WA	AW 021-10	S	90	36,23	0,45
WA	AW 021-12	S	90	7,98	0,45
WA	IW 001-6	S	90	1,90	0,45
WA	IW 003-2	W	90	2,41	2,50
WA	IW 021-3	O	90	1,57	0,45
WE	AW 003-2	O	90	24,50	1,20
WE	AW 004	S	90	30,60	1,20
WE	AW 004-2	S	90	15,48	1,20
WE	AW 004-3	S	90	15,52	1,20
WE	AW 004-4	S	90	30,31	1,20
WE	AW 005-2	W	90	24,50	1,20
WE	AW 011-5	S	90	27,35	1,20
WE	AW 011-6	S	90	13,81	1,20
WE	AW 011-7	S	90	13,91	1,20
WE	AW 011-8	S	90	26,99	1,20
WE	AW 013-2	W	90	24,26	1,20
WE	AW 014	S	90	32,87	1,20
WE	AW 014-2	S	90	16,63	1,20
WE	AW 014-3	S	90	16,67	1,20
WE	AW 014-4	S	90	32,55	1,20
WE	AW 015-3	O	90	7,63	1,20
WE	AW 015-4	O	90	16,87	1,20
FA	DF 001	N	0	0,64	1,90
FA	DF 002	N	0	0,64	1,90
FA	DF 003	N	0	0,64	1,90
FA	DF 004	N	0	0,64	1,90
FA	DF 005	N	0	0,64	1,90
FA	DF 006	N	0	0,64	1,90
FA	DF 007	N	0	0,64	1,90
FA	DF 008	N	0	0,64	1,90
FA	F 001	N	90	18,77	1,90
FA	F 002	N	90	18,81	1,90
FA	F 003	N	90	18,90	1,90
FA	F 004	N	90	18,86	1,90
FA	F 005	N	90	13,62	1,90
FA	F 006	W	90	0,90	1,90
FA	F 007	W	90	0,90	1,90
FA	F 008	W	90	2,60	1,90
FA	F 009	W	90	2,60	1,90
FA	F 010	W	90	1,56	1,90
FA	F 011	W	90	2,34	1,90
FA	F 012	W	90	2,34	1,90
FA	F 013	N	90	14,35	1,90
FA	F 014	N	90	14,35	1,90
FA	F 015	N	90	14,35	1,90
FA	F 016	N	90	14,35	1,90
FA	F 017	N	90	1,54	1,90
FA	F 018	N	90	1,56	1,90
FA	F 019	N	90	1,53	1,90
FA	F 020	N	90	1,52	1,90
FA	F 021	N	90	4,58	1,90
FA	F 022	N	90	4,47	1,90
FA	F 023	N	90	18,39	1,90
FA	F 024	N	90	4,59	1,90

FA	F 025	N	90	4,57	1,90
FA	F 026	N	90	4,56	1,90
FA	F 028	S	90	3,30	1,90
FA	F 029	S	90	3,30	1,90
FA	F 030	S	90	3,30	1,90
FA	F 031	S	90	0,80	1,90
FA	F 032	S	90	0,80	1,90
FA	F 033	S	90	3,30	1,90
FA	F 034	S	90	3,30	1,90
FA	F 035	S	90	2,95	1,90
FA	F 036	S	90	9,00	1,90
FA	F 037	S	90	9,00	1,90
FA	F 038	S	90	9,00	1,90
FA	F 039	S	90	9,00	1,90
FA	F 040	S	90	9,00	1,90
FA	F 041	S	90	0,80	1,90
FA	F 042	S	90	0,80	1,90
FA	F 043	S	90	0,80	1,90
FA	F 044	O	90	0,80	1,90
FA	F 045	O	90	0,80	1,90
FA	F 046	O	90	0,80	1,90
FA	F 047	O	90	1,00	1,90
FA	F 048	O	90	1,00	1,90
FA	F 049	O	90	1,00	1,90
FA	F 050	S	90	0,80	1,90
FA	F 051	S	90	0,80	1,90
FA	F 052	S	90	0,80	1,90
BE	Boden EG 002-1		0	104,68	1,20
BE	Boden EG 002-2		0	105,69	1,20
BE	Boden EG 002-3		0	38,47	1,20
BE	Boden EG 002-6		0	15,13	1,20
BE	Boden EG 002-7		0	53,48	1,20
BE	Boden EG-1		0	427,86	1,20
BE	Boden EG-2		0	87,94	1,20

IST-Zustand - Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die EnEV bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt. Die angekreuzten Bauteile liegen deutlich über diesen Mindestanforderungen und bieten daher ein Potenzial für energetische Verbesserungen.

	Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U _{max} KfW** in W/m ² K
X	DA	Dach 001-1	99,93	0,50	0,20	0,14
X	DA	Dach 001-3	15,16	0,50	0,20	0,14
X	DA	Dach 001-4	14,69	0,50	0,20	0,14
X	DA	Dach 001-5	34,44	0,50	0,20	0,14
X	DA	Dach 001-6	48,21	0,50	0,20	0,14
X	DA	Dach 001-7	68,88	0,50	0,20	0,14
X	DA	Dach 002-1	91,48	0,50	0,24	0,14
X	DA	Dach 003-1	88,99	0,50	0,20	0,14
X	DA	Dach 003-2	357,55	0,50	0,20	0,14
X	DA	Dach 004-1	17,11	0,50	0,24	0,14
X	DA	Dach 005-1	9,24	0,50	0,20	0,14
	TA	AT 001	2,99	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 002	2,96	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 003	2,99	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 004	2,93	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 005	2,91	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 010	2,78	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 011	2,75	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 013	2,75	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 014	2,80	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 015	2,78	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 016	2,75	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 017	2,38	1,90	1,8	1,3
	TA	AT 018	2,38	1,90	1,8	1,3
X	WA	AW 001	19,47	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 001-2	85,66	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 002	83,34	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 003	0,68	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 005	0,68	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 006	67,10	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 007	38,70	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 007-2	71,83	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 008	97,82	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 009	100,22	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 010	7,65	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 011	2,19	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 011-2	1,07	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 011-3	1,06	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 011-4	2,11	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 012	17,09	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 013	2,06	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 015	1,25	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 015-2	1,30	1,20	0,24	0,20
X	WA	AW 016	26,58	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 017	20,49	0,45	0,24	0,20

X	WA	AW 017-2	14,83	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 017-3	7,43	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 017-4	28,42	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 018	15,80	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 018-2	7,78	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 021-10	36,23	0,45	0,24	0,20
X	WA	AW 021-12	7,98	0,45	0,24	0,20
X	WA	IW 001-6	1,90	0,45	0,24	0,20
X	WA	IW 003-2	2,41	2,50	0,24	0,20
X	WA	IW 021-3	1,57	0,45	0,24	0,20
X	WE	AW 003-2	24,50	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 004	30,60	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 004-2	15,48	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 004-3	15,52	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 004-4	30,31	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 005-2	24,50	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 011-5	27,35	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 011-6	13,81	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 011-7	13,91	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 011-8	26,99	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 013-2	24,26	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 014	32,87	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 014-2	16,63	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 014-3	16,67	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 014-4	32,55	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 015-3	7,63	1,20	0,30	0,25
X	WE	AW 015-4	16,87	1,20	0,30	0,25
X	FA	DF 001	0,64	1,90	1,4	0,95
X	FA	DF 002	0,64	1,90	1,4	0,95
X	FA	DF 003	0,64	1,90	1,4	0,95
X	FA	DF 004	0,64	1,90	1,4	0,95
X	FA	DF 005	0,64	1,90	1,4	0,95
X	FA	DF 006	0,64	1,90	1,4	0,95
X	FA	DF 007	0,64	1,90	1,4	0,95
X	FA	DF 008	0,64	1,90	1,4	0,95
X	FA	F 001	18,77	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 002	18,81	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 003	18,90	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 004	18,86	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 005	13,62	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 006	0,90	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 007	0,90	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 008	2,60	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 009	2,60	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 010	1,56	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 011	2,34	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 012	2,34	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 013	14,35	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 014	14,35	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 015	14,35	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 016	14,35	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 017	1,54	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 018	1,56	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 019	1,53	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 020	1,52	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 021	4,58	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 022	4,47	1,90	1,3	0,95

X	FA	F 023	18,39	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 024	4,59	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 025	4,57	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 026	4,56	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 028	3,30	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 029	3,30	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 030	3,30	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 031	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 032	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 033	3,30	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 034	3,30	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 035	2,95	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 036	9,00	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 037	9,00	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 038	9,00	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 039	9,00	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 040	9,00	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 041	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 042	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 043	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 044	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 045	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 046	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 047	1,00	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 048	1,00	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 049	1,00	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 050	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 051	0,80	1,90	1,3	0,95
X	FA	F 052	0,80	1,90	1,3	0,95
X	BE	Boden EG 002-1	104,68	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG 002-2	105,69	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG 002-3	38,47	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG 002-6	15,13	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG 002-7	53,48	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-1	427,86	1,20	0,30	0,25
X	BE	Boden EG-2	87,94	1,20	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 04/2016 können jederzeit aktualisiert werden.

Für die ausführliche Gebäudeberechnung nach DIN V 18599 inkl. der U-Wert-Berechnungen siehe Zusatzbericht „DIN18599 Berechnung - Mühlhausen Kraichgauhalle“.

Variante 4 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U _{max} KfW** in W/m ² K
DA	Dach 001-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	99,93	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-3 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	15,16	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-4 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	14,69	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-5 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	34,44	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-6 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	48,21	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-7 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	68,88	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	91,48	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 003-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	88,99	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-2 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	357,55	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 004-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	17,11	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 005-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	9,24	0,14	0,20	0,14
TA	AT 001	2,99	1,90	1,8	1,3
TA	AT 002	2,96	1,90	1,8	1,3
TA	AT 003	2,99	1,90	1,8	1,3
TA	AT 004	2,93	1,90	1,8	1,3
TA	AT 005	2,91	1,90	1,8	1,3
TA	AT 010	2,78	1,90	1,8	1,3
TA	AT 011	2,75	1,90	1,8	1,3
TA	AT 013	2,75	1,90	1,8	1,3
TA	AT 014	2,80	1,90	1,8	1,3
TA	AT 015	2,78	1,90	1,8	1,3
TA	AT 016	2,75	1,90	1,8	1,3
TA	AT 017	2,38	1,90	1,8	1,3
TA	AT 018	2,38	1,90	1,8	1,3
WA	AW 001	19,47	0,45	0,24	0,20
WA	AW 001-2	85,66	0,45	0,24	0,20
WA	AW 002	83,34	0,45	0,24	0,20
WA	AW 003	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 005	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 006	67,10	0,45	0,24	0,20
WA	AW 007	38,70	0,45	0,24	0,20
WA	AW 007-2	71,83	0,45	0,24	0,20
WA	AW 008	97,82	0,45	0,24	0,20
WA	AW 009	100,22	0,45	0,24	0,20
WA	AW 010	7,65	0,45	0,24	0,20
WA	AW 011	2,19	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-2	1,07	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-3	1,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-4	2,11	1,20	0,24	0,20
WA	AW 012	17,09	0,45	0,24	0,20

WA	AW 013	2,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015	1,25	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015-2	1,30	1,20	0,24	0,20
WA	AW 016	26,58	0,45	0,24	0,20
WA	AW 017	20,49	0,45	0,24	0,20
WA	AW 017-2	14,83	0,45	0,24	0,20
WA	AW 017-3	7,43	0,45	0,24	0,20
WA	AW 017-4	28,42	0,45	0,24	0,20
WA	AW 018	15,80	0,45	0,24	0,20
WA	AW 018-2	7,78	0,45	0,24	0,20
WA	AW 021-10	36,23	0,45	0,24	0,20
WA	AW 021-12	7,98	0,45	0,24	0,20
WA	IW 001-6	1,90	0,45	0,24	0,20
WA	IW 003-2	2,41	2,50	0,24	0,20
WA	IW 021-3	1,57	0,45	0,24	0,20
WE	AW 003-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004	30,60	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-2	15,48	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-3	15,52	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-4	30,31	1,20	0,30	0,25
WE	AW 005-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-5	27,35	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-6	13,81	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-7	13,91	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-8	26,99	1,20	0,30	0,25
WE	AW 013-2	24,26	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014	32,87	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-2	16,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-3	16,67	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-4	32,55	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-3	7,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-4	16,87	1,20	0,30	0,25
FA	DF 001	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 002	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 003	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 004	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 005	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 006	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 007	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 008	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	F 001	18,77	1,90	1,3	0,95
FA	F 002	18,81	1,90	1,3	0,95
FA	F 003	18,90	1,90	1,3	0,95
FA	F 004	18,86	1,90	1,3	0,95
FA	F 005	13,62	1,90	1,3	0,95
FA	F 006	0,90	1,90	1,3	0,95
FA	F 007	0,90	1,90	1,3	0,95
FA	F 008	2,60	1,90	1,3	0,95
FA	F 009	2,60	1,90	1,3	0,95
FA	F 010	1,56	1,90	1,3	0,95
FA	F 011	2,34	1,90	1,3	0,95
FA	F 012	2,34	1,90	1,3	0,95
FA	F 013	14,35	1,90	1,3	0,95
FA	F 014	14,35	1,90	1,3	0,95
FA	F 015	14,35	1,90	1,3	0,95
FA	F 016	14,35	1,90	1,3	0,95
FA	F 017	1,54	1,90	1,3	0,95

FA	F 018	1,56	1,90	1,3	0,95
FA	F 019	1,53	1,90	1,3	0,95
FA	F 020	1,52	1,90	1,3	0,95
FA	F 021	4,58	1,90	1,3	0,95
FA	F 022	4,47	1,90	1,3	0,95
FA	F 023	18,39	1,90	1,3	0,95
FA	F 024	4,59	1,90	1,3	0,95
FA	F 025	4,57	1,90	1,3	0,95
FA	F 026	4,56	1,90	1,3	0,95
FA	F 028	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 029	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 030	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 031	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 032	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 033	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 034	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 035	2,95	1,90	1,3	0,95
FA	F 036	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 037	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 038	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 039	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 040	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 041	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 042	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 043	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 044	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 045	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 046	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 047	1,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 048	1,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 049	1,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 050	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 051	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 052	0,80	1,90	1,3	0,95
BE	Boden EG 002-1	104,68	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-2	105,69	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-3	38,47	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-6	15,13	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-7	53,48	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-1	427,86	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-2	87,94	1,20	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 04/2016 können jederzeit aktualisiert werden.

Variante 5 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U _{max} KfW** in W/m ² K
DA	Dach 001-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	99,93	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-3 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	15,16	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-4 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	14,69	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-5 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	34,44	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-6 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	48,21	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-7 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	68,88	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	91,48	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 003-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	88,99	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-2 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	357,55	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 004-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	17,11	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 005-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	9,24	0,14	0,20	0,14
TA	AT 001	2,99	1,90	1,8	1,3
TA	AT 002	2,96	1,90	1,8	1,3
TA	AT 003	2,99	1,90	1,8	1,3
TA	AT 004	2,93	1,90	1,8	1,3
TA	AT 005	2,91	1,90	1,8	1,3
TA	AT 010	2,78	1,90	1,8	1,3
TA	AT 011	2,75	1,90	1,8	1,3
TA	AT 013	2,75	1,90	1,8	1,3
TA	AT 014	2,80	1,90	1,8	1,3
TA	AT 015	2,78	1,90	1,8	1,3
TA	AT 016	2,75	1,90	1,8	1,3
TA	AT 017	2,38	1,90	1,8	1,3
TA	AT 018	2,38	1,90	1,8	1,3
WA	AW 001 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	19,47	0,17	0,24	0,20
WA	AW 001-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	85,66	0,17	0,24	0,20
WA	AW 002 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	83,34	0,17	0,24	0,20
WA	AW 003	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 005	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 006 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	67,10	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	38,70	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	71,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 008 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	97,82	0,17	0,24	0,20
WA	AW 009 - Dämmung Außenwände, 14 cm	100,22	0,17	0,24	0,20

	WLG, 040				
WA	AW 010 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,65	0,17	0,24	0,20
WA	AW 011	2,19	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-2	1,07	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-3	1,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-4	2,11	1,20	0,24	0,20
WA	AW 012 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	17,09	0,17	0,24	0,20
WA	AW 013	2,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015	1,25	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015-2	1,30	1,20	0,24	0,20
WA	AW 016 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	26,58	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	20,49	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	14,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,43	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-4 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	28,42	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	15,80	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,78	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-10 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	36,23	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-12 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,98	0,17	0,24	0,20
WA	IW 001-6 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,90	0,17	0,24	0,20
WA	IW 003-2	2,41	2,50	0,24	0,20
WA	IW 021-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,57	0,17	0,24	0,20
WE	AW 003-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004	30,60	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-2	15,48	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-3	15,52	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-4	30,31	1,20	0,30	0,25
WE	AW 005-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-5	27,35	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-6	13,81	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-7	13,91	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-8	26,99	1,20	0,30	0,25
WE	AW 013-2	24,26	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014	32,87	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-2	16,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-3	16,67	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-4	32,55	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-3	7,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-4	16,87	1,20	0,30	0,25
FA	DF 001	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 002	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 003	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 004	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 005	0,64	1,90	1,4	0,95

FA	DF 006	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 007	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	DF 008	0,64	1,90	1,4	0,95
FA	F 001	18,77	1,90	1,3	0,95
FA	F 002	18,81	1,90	1,3	0,95
FA	F 003	18,90	1,90	1,3	0,95
FA	F 004	18,86	1,90	1,3	0,95
FA	F 005	13,62	1,90	1,3	0,95
FA	F 006	0,90	1,90	1,3	0,95
FA	F 007	0,90	1,90	1,3	0,95
FA	F 008	2,60	1,90	1,3	0,95
FA	F 009	2,60	1,90	1,3	0,95
FA	F 010	1,56	1,90	1,3	0,95
FA	F 011	2,34	1,90	1,3	0,95
FA	F 012	2,34	1,90	1,3	0,95
FA	F 013	14,35	1,90	1,3	0,95
FA	F 014	14,35	1,90	1,3	0,95
FA	F 015	14,35	1,90	1,3	0,95
FA	F 016	14,35	1,90	1,3	0,95
FA	F 017	1,54	1,90	1,3	0,95
FA	F 018	1,56	1,90	1,3	0,95
FA	F 019	1,53	1,90	1,3	0,95
FA	F 020	1,52	1,90	1,3	0,95
FA	F 021	4,58	1,90	1,3	0,95
FA	F 022	4,47	1,90	1,3	0,95
FA	F 023	18,39	1,90	1,3	0,95
FA	F 024	4,59	1,90	1,3	0,95
FA	F 025	4,57	1,90	1,3	0,95
FA	F 026	4,56	1,90	1,3	0,95
FA	F 028	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 029	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 030	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 031	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 032	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 033	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 034	3,30	1,90	1,3	0,95
FA	F 035	2,95	1,90	1,3	0,95
FA	F 036	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 037	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 038	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 039	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 040	9,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 041	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 042	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 043	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 044	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 045	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 046	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 047	1,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 048	1,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 049	1,00	1,90	1,3	0,95
FA	F 050	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 051	0,80	1,90	1,3	0,95
FA	F 052	0,80	1,90	1,3	0,95
BE	Boden EG 002-1	104,68	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-2	105,69	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-3	38,47	1,20	0,30	0,25

BE	Boden EG 002-6	15,13	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-7	53,48	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-1	427,86	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-2	87,94	1,20	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 04/2016 können jederzeit aktualisiert werden.

Variante 6 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U _{max} KfW** in W/m ² K
DA	Dach 001-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	99,93	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-3 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	15,16	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-4 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	14,69	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-5 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	34,44	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-6 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	48,21	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-7 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	68,88	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	91,48	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 003-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	88,99	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-2 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	357,55	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 004-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	17,11	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 005-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	9,24	0,14	0,20	0,14
TA	AT 001 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,99	0,90	1,8	1,3
TA	AT 002 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,96	0,90	1,8	1,3
TA	AT 003 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,99	0,90	1,8	1,3
TA	AT 004 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,93	0,90	1,8	1,3
TA	AT 005 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,91	0,90	1,8	1,3
TA	AT 010 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,78	0,90	1,8	1,3
TA	AT 011 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 013 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 014 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,80	0,90	1,8	1,3
TA	AT 015 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,78	0,90	1,8	1,3
TA	AT 016 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 017 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,38	0,90	1,8	1,3
TA	AT 018 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,38	0,90	1,8	1,3
WA	AW 001 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	19,47	0,17	0,24	0,20
WA	AW 001-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	85,66	0,17	0,24	0,20
WA	AW 002 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	83,34	0,17	0,24	0,20
WA	AW 003	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 005	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 006 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	67,10	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	38,70	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	71,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 008 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	97,82	0,17	0,24	0,20
WA	AW 009 - Dämmung Außenwände, 14 cm	100,22	0,17	0,24	0,20

	WLG, 040				
WA	AW 010 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,65	0,17	0,24	0,20
WA	AW 011	2,19	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-2	1,07	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-3	1,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-4	2,11	1,20	0,24	0,20
WA	AW 012 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	17,09	0,17	0,24	0,20
WA	AW 013	2,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015	1,25	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015-2	1,30	1,20	0,24	0,20
WA	AW 016 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	26,58	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	20,49	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	14,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,43	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-4 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	28,42	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	15,80	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,78	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-10 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	36,23	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-12 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,98	0,17	0,24	0,20
WA	IW 001-6 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,90	0,17	0,24	0,20
WA	IW 003-2	2,41	2,50	0,24	0,20
WA	IW 021-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,57	0,17	0,24	0,20
WE	AW 003-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004	30,60	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-2	15,48	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-3	15,52	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-4	30,31	1,20	0,30	0,25
WE	AW 005-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-5	27,35	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-6	13,81	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-7	13,91	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-8	26,99	1,20	0,30	0,25
WE	AW 013-2	24,26	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014	32,87	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-2	16,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-3	16,67	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-4	32,55	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-3	7,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-4	16,87	1,20	0,30	0,25
FA	DF 001 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 002 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 003 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 004 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 005 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95

FA	DF 006 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 007 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 008 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	F 001 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,77	0,90	1,3	0,95
FA	F 002 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,81	0,90	1,3	0,95
FA	F 003 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 004 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,86	0,90	1,3	0,95
FA	F 005 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	13,62	0,90	1,3	0,95
FA	F 006 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 007 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 008 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,60	0,90	1,3	0,95
FA	F 009 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,60	0,90	1,3	0,95
FA	F 010 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 011 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,34	0,90	1,3	0,95
FA	F 012 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,34	0,90	1,3	0,95
FA	F 013 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 014 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 015 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 016 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 017 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,54	0,90	1,3	0,95
FA	F 018 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 019 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,53	0,90	1,3	0,95
FA	F 020 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,52	0,90	1,3	0,95
FA	F 021 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,58	0,90	1,3	0,95
FA	F 022 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,47	0,90	1,3	0,95
FA	F 023 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,39	0,90	1,3	0,95
FA	F 024 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,59	0,90	1,3	0,95
FA	F 025 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,57	0,90	1,3	0,95
FA	F 026 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 028 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 029 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 030 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 031 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 032 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 033 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 034 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 035 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,95	0,90	1,3	0,95
FA	F 036 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 037 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 038 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 039 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 040 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 041 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 042 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 043 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 044 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 045 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 046 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 047 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 048 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 049 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 050 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 051 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 052 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
BE	Boden EG 002-1	104,68	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-2	105,69	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-3	38,47	1,20	0,30	0,25

BE	Boden EG 002-6	15,13	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-7	53,48	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-1	427,86	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-2	87,94	1,20	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 04/2016 können jederzeit aktualisiert werden.

Variante 7 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U _{max} KfW** in W/m ² K
DA	Dach 001-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	99,93	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-3 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	15,16	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-4 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	14,69	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-5 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	34,44	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-6 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	48,21	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-7 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	68,88	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	91,48	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 003-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	88,99	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-2 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	357,55	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 004-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	17,11	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 005-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	9,24	0,14	0,20	0,14
TA	AT 001 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,99	0,90	1,8	1,3
TA	AT 002 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,96	0,90	1,8	1,3
TA	AT 003 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,99	0,90	1,8	1,3
TA	AT 004 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,93	0,90	1,8	1,3
TA	AT 005 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,91	0,90	1,8	1,3
TA	AT 010 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,78	0,90	1,8	1,3
TA	AT 011 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 013 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 014 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,80	0,90	1,8	1,3
TA	AT 015 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,78	0,90	1,8	1,3
TA	AT 016 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 017 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,38	0,90	1,8	1,3
TA	AT 018 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,38	0,90	1,8	1,3
WA	AW 001 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	19,47	0,17	0,24	0,20
WA	AW 001-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	85,66	0,17	0,24	0,20
WA	AW 002 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	83,34	0,17	0,24	0,20
WA	AW 003	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 005	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 006 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	67,10	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	38,70	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	71,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 008 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	97,82	0,17	0,24	0,20
WA	AW 009 - Dämmung Außenwände, 14 cm	100,22	0,17	0,24	0,20

	WLG, 040				
WA	AW 010 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,65	0,17	0,24	0,20
WA	AW 011	2,19	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-2	1,07	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-3	1,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-4	2,11	1,20	0,24	0,20
WA	AW 012 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	17,09	0,17	0,24	0,20
WA	AW 013	2,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015	1,25	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015-2	1,30	1,20	0,24	0,20
WA	AW 016 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	26,58	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	20,49	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	14,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,43	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-4 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	28,42	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	15,80	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,78	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-10 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	36,23	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-12 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,98	0,17	0,24	0,20
WA	IW 001-6 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,90	0,17	0,24	0,20
WA	IW 003-2	2,41	2,50	0,24	0,20
WA	IW 021-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,57	0,17	0,24	0,20
WE	AW 003-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004	30,60	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-2	15,48	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-3	15,52	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-4	30,31	1,20	0,30	0,25
WE	AW 005-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-5	27,35	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-6	13,81	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-7	13,91	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-8	26,99	1,20	0,30	0,25
WE	AW 013-2	24,26	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014	32,87	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-2	16,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-3	16,67	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-4	32,55	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-3	7,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-4	16,87	1,20	0,30	0,25
FA	DF 001 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 002 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 003 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 004 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 005 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95

FA	DF 006 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 007 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 008 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	F 001 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,77	0,90	1,3	0,95
FA	F 002 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,81	0,90	1,3	0,95
FA	F 003 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 004 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,86	0,90	1,3	0,95
FA	F 005 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	13,62	0,90	1,3	0,95
FA	F 006 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 007 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 008 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,60	0,90	1,3	0,95
FA	F 009 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,60	0,90	1,3	0,95
FA	F 010 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 011 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,34	0,90	1,3	0,95
FA	F 012 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,34	0,90	1,3	0,95
FA	F 013 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 014 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 015 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 016 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 017 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,54	0,90	1,3	0,95
FA	F 018 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 019 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,53	0,90	1,3	0,95
FA	F 020 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,52	0,90	1,3	0,95
FA	F 021 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,58	0,90	1,3	0,95
FA	F 022 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,47	0,90	1,3	0,95
FA	F 023 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,39	0,90	1,3	0,95
FA	F 024 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,59	0,90	1,3	0,95
FA	F 025 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,57	0,90	1,3	0,95
FA	F 026 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 028 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 029 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 030 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 031 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 032 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 033 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 034 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 035 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,95	0,90	1,3	0,95
FA	F 036 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 037 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 038 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 039 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 040 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 041 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 042 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 043 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 044 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 045 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 046 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 047 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 048 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 049 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 050 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 051 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 052 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
BE	Boden EG 002-1	104,68	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-2	105,69	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-3	38,47	1,20	0,30	0,25

BE	Boden EG 002-6	15,13	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-7	53,48	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-1	427,86	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-2	87,94	1,20	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 04/2016 können jederzeit aktualisiert werden.

Variante 8 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U _{max} KfW** in W/m ² K
DA	Dach 001-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	99,93	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-3 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	15,16	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-4 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	14,69	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-5 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	34,44	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-6 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	48,21	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-7 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	68,88	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	91,48	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 003-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	88,99	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-2 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	357,55	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 004-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	17,11	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 005-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	9,24	0,14	0,20	0,14
TA	AT 001 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,99	0,90	1,8	1,3
TA	AT 002 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,96	0,90	1,8	1,3
TA	AT 003 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,99	0,90	1,8	1,3
TA	AT 004 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,93	0,90	1,8	1,3
TA	AT 005 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,91	0,90	1,8	1,3
TA	AT 010 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,78	0,90	1,8	1,3
TA	AT 011 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 013 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 014 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,80	0,90	1,8	1,3
TA	AT 015 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,78	0,90	1,8	1,3
TA	AT 016 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 017 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,38	0,90	1,8	1,3
TA	AT 018 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,38	0,90	1,8	1,3
WA	AW 001 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	19,47	0,17	0,24	0,20
WA	AW 001-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	85,66	0,17	0,24	0,20
WA	AW 002 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	83,34	0,17	0,24	0,20
WA	AW 003	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 005	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 006 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	67,10	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	38,70	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	71,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 008 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	97,82	0,17	0,24	0,20
WA	AW 009 - Dämmung Außenwände, 14 cm	100,22	0,17	0,24	0,20

	WLG, 040				
WA	AW 010 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,65	0,17	0,24	0,20
WA	AW 011	2,19	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-2	1,07	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-3	1,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-4	2,11	1,20	0,24	0,20
WA	AW 012 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	17,09	0,17	0,24	0,20
WA	AW 013	2,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015	1,25	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015-2	1,30	1,20	0,24	0,20
WA	AW 016 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	26,58	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	20,49	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	14,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,43	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-4 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	28,42	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	15,80	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,78	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-10 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	36,23	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-12 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,98	0,17	0,24	0,20
WA	IW 001-6 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,90	0,17	0,24	0,20
WA	IW 003-2	2,41	2,50	0,24	0,20
WA	IW 021-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,57	0,17	0,24	0,20
WE	AW 003-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004	30,60	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-2	15,48	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-3	15,52	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-4	30,31	1,20	0,30	0,25
WE	AW 005-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-5	27,35	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-6	13,81	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-7	13,91	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-8	26,99	1,20	0,30	0,25
WE	AW 013-2	24,26	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014	32,87	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-2	16,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-3	16,67	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-4	32,55	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-3	7,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-4	16,87	1,20	0,30	0,25
FA	DF 001 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 002 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 003 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 004 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 005 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95

FA	DF 006 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 007 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 008 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	F 001 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,77	0,90	1,3	0,95
FA	F 002 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,81	0,90	1,3	0,95
FA	F 003 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 004 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,86	0,90	1,3	0,95
FA	F 005 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	13,62	0,90	1,3	0,95
FA	F 006 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 007 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 008 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,60	0,90	1,3	0,95
FA	F 009 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,60	0,90	1,3	0,95
FA	F 010 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 011 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,34	0,90	1,3	0,95
FA	F 012 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,34	0,90	1,3	0,95
FA	F 013 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 014 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 015 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 016 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 017 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,54	0,90	1,3	0,95
FA	F 018 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 019 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,53	0,90	1,3	0,95
FA	F 020 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,52	0,90	1,3	0,95
FA	F 021 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,58	0,90	1,3	0,95
FA	F 022 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,47	0,90	1,3	0,95
FA	F 023 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,39	0,90	1,3	0,95
FA	F 024 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,59	0,90	1,3	0,95
FA	F 025 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,57	0,90	1,3	0,95
FA	F 026 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 028 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 029 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 030 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 031 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 032 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 033 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 034 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 035 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,95	0,90	1,3	0,95
FA	F 036 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 037 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 038 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 039 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 040 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 041 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 042 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 043 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 044 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 045 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 046 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 047 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 048 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 049 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 050 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 051 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 052 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
BE	Boden EG 002-1	104,68	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-2	105,69	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-3	38,47	1,20	0,30	0,25

BE	Boden EG 002-6	15,13	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-7	53,48	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-1	427,86	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-2	87,94	1,20	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 04/2016 können jederzeit aktualisiert werden.

Variante 9 – Wärmeschutztechnische Einstufung der Gebäudehülle

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K	U _{max} KfW** in W/m ² K
DA	Dach 001-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	99,93	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-3 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	15,16	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-4 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	14,69	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-5 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	34,44	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-6 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	48,21	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 001-7 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	68,88	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 002-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	91,48	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 003-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	88,99	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 003-2 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	357,55	0,14	0,20	0,14
DA	Dach 004-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	17,11	0,14	0,24	0,14
DA	Dach 005-1 - Dämmung Dach, 20 cm, WLG 040	9,24	0,14	0,20	0,14
TA	AT 001 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,99	0,90	1,8	1,3
TA	AT 002 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,96	0,90	1,8	1,3
TA	AT 003 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,99	0,90	1,8	1,3
TA	AT 004 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,93	0,90	1,8	1,3
TA	AT 005 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,91	0,90	1,8	1,3
TA	AT 010 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,78	0,90	1,8	1,3
TA	AT 011 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 013 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 014 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,80	0,90	1,8	1,3
TA	AT 015 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,78	0,90	1,8	1,3
TA	AT 016 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,75	0,90	1,8	1,3
TA	AT 017 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,38	0,90	1,8	1,3
TA	AT 018 - Austausch Türen, U-Wert 0,9	2,38	0,90	1,8	1,3
WA	AW 001 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	19,47	0,17	0,24	0,20
WA	AW 001-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	85,66	0,17	0,24	0,20
WA	AW 002 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	83,34	0,17	0,24	0,20
WA	AW 003	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 005	0,68	1,20	0,24	0,20
WA	AW 006 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	67,10	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	38,70	0,17	0,24	0,20
WA	AW 007-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	71,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 008 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	97,82	0,17	0,24	0,20
WA	AW 009 - Dämmung Außenwände, 14 cm	100,22	0,17	0,24	0,20

	WLG, 040				
WA	AW 010 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,65	0,17	0,24	0,20
WA	AW 011	2,19	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-2	1,07	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-3	1,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 011-4	2,11	1,20	0,24	0,20
WA	AW 012 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	17,09	0,17	0,24	0,20
WA	AW 013	2,06	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015	1,25	1,20	0,24	0,20
WA	AW 015-2	1,30	1,20	0,24	0,20
WA	AW 016 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	26,58	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	20,49	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	14,83	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,43	0,17	0,24	0,20
WA	AW 017-4 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	28,42	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	15,80	0,17	0,24	0,20
WA	AW 018-2 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,78	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-10 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	36,23	0,17	0,24	0,20
WA	AW 021-12 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	7,98	0,17	0,24	0,20
WA	IW 001-6 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,90	0,17	0,24	0,20
WA	IW 003-2	2,41	2,50	0,24	0,20
WA	IW 021-3 - Dämmung Außenwände, 14 cm WLG, 040	1,57	0,17	0,24	0,20
WE	AW 003-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004	30,60	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-2	15,48	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-3	15,52	1,20	0,30	0,25
WE	AW 004-4	30,31	1,20	0,30	0,25
WE	AW 005-2	24,50	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-5	27,35	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-6	13,81	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-7	13,91	1,20	0,30	0,25
WE	AW 011-8	26,99	1,20	0,30	0,25
WE	AW 013-2	24,26	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014	32,87	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-2	16,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-3	16,67	1,20	0,30	0,25
WE	AW 014-4	32,55	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-3	7,63	1,20	0,30	0,25
WE	AW 015-4	16,87	1,20	0,30	0,25
FA	DF 001 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 002 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 003 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 004 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 005 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95

FA	DF 006 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 007 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	DF 008 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,64	0,90	1,4	0,95
FA	F 001 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,77	0,90	1,3	0,95
FA	F 002 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,81	0,90	1,3	0,95
FA	F 003 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 004 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,86	0,90	1,3	0,95
FA	F 005 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	13,62	0,90	1,3	0,95
FA	F 006 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 007 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,90	0,90	1,3	0,95
FA	F 008 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,60	0,90	1,3	0,95
FA	F 009 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,60	0,90	1,3	0,95
FA	F 010 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 011 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,34	0,90	1,3	0,95
FA	F 012 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,34	0,90	1,3	0,95
FA	F 013 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 014 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 015 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 016 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	14,35	0,90	1,3	0,95
FA	F 017 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,54	0,90	1,3	0,95
FA	F 018 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 019 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,53	0,90	1,3	0,95
FA	F 020 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,52	0,90	1,3	0,95
FA	F 021 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,58	0,90	1,3	0,95
FA	F 022 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,47	0,90	1,3	0,95
FA	F 023 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	18,39	0,90	1,3	0,95
FA	F 024 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,59	0,90	1,3	0,95
FA	F 025 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,57	0,90	1,3	0,95
FA	F 026 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	4,56	0,90	1,3	0,95
FA	F 028 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 029 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 030 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 031 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 032 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 033 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 034 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	3,30	0,90	1,3	0,95
FA	F 035 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	2,95	0,90	1,3	0,95
FA	F 036 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 037 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 038 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 039 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 040 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	9,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 041 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 042 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 043 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 044 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 045 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 046 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 047 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 048 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 049 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	1,00	0,90	1,3	0,95
FA	F 050 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 051 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
FA	F 052 - Austausch Fenster, U-Wert 0,9	0,80	0,90	1,3	0,95
BE	Boden EG 002-1	104,68	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-2	105,69	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-3	38,47	1,20	0,30	0,25

BE	Boden EG 002-6	15,13	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG 002-7	53,48	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-1	427,86	1,20	0,30	0,25
BE	Boden EG-2	87,94	1,20	0,30	0,25

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Ist die Dämmschichtdicke aus technischen Gründen begrenzt, so ist die höchstmögliche Dämmschichtdicke (bei einem Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,035 \text{ W/(mK)}$) einzubauen. Soweit Dämm-Materialien in Hohlräume eingeblasen oder Dämm-Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet werden, ist ein Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,045 \text{ W/(mK)}$ einzuhalten. Ist die Glasdicke aus technischen Gründen begrenzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert von $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$.

**) Die Mindestanforderungen an U-Werte für KfW-Förderungen gelten nicht für KfW-Effizienzhäuser, sondern für die KfW-Förderung von Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen Stand 04/2016 können jederzeit aktualisiert werden.

Endenergiebedarf

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im Allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe.

Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

Nutzenergie

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

Transmissionswärmeverluste Q_T

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

Lüftungswärmeverluste Q_v

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

Trinkwassererwärmung

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u.ä.) ermittelt.

U-Wert (früher k-Wert)

Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge (in kWh), die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht. Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

Solare Wärmegewinne Q_s

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

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 (Leitungsverlust 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 Rauminneren 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. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.

Energetische Mehrkosten

Bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden nur die energetischen Mehrkosten berücksichtigt. Im Gegensatz zu den Vollkosten werden die ohnehin anfallenden Instandhaltungskosten abgezogen.

A.3 Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Erdgas E	m ³	10,42	11,57	1,11
Holzpellets	kg	4,90	5,29	1,08
Strom	kWh	1,00		

	Arbeitspreis Cent/kWh	Arbeitspreis Cent/Einheit	Grundpreis Euro/Jahr	Lagerver- zinsung**
Erdgas E	6,26	65,2	182	
Holzpellets	4,20	20,6		2,5%
Strom	27,00	27,0	50	

** aufgrund der notwendigen Brennstofflagerung liegt zwischen dem Einkauf und dem Verbrauch ein Zeitraum, in dem die Zinsverluste durch die Vorfinanzierung mit dem obigen Zinssatz berücksichtigt werden.

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Erdgas E	1,1	240	0,157	0,200
Holzpellets	0,2	20	0,680	0,799
Strom	1,8	560	1,111	0,583

A.4 Fotos der Vor-Ort-Begehung



