Energie-Beratungsbericht gemäß den Richtlinien über die Förderung der Beratung zur sparsamen und rationellen Energieverwendung in Wohngebäuden vor Ort

Objekt

Mehrfamilienhaus

Musterhaus Muster Str. 14 26122 Oldenburg in Oldenburg



Aktenzeichen: 1023

Auftraggeber	Energieberater
Herr Muster	DiplIng. Michael Janssen
	Beratender Ingenieur
Muster Str. 19	Buschweg 26
26129 Oldenburg	26180 Rastede

Firmenstempel + Unterschrift

Inhalt

1	Vorb	emerkungen	4
2	Zusa	mmenfassung	5
3	Allge	emeines	8
4	Besc	hreibung und Bewertung des energetischen Ist-Zustandes des Gebäudes	11
	4.1	Grunddaten	11
	4.2	Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle	20
	4.3	Transmissionen durch Wärmebrücken	21
	4.4	Beschreibung und Bewertung der Lüftung	24
	4.5	Beschreibung und Bewertung der Heizungsanlage	24
	4.6	Beschreibung und Bewertung der Warmwasserbereitung	25
	4.7	Übersicht über die Temperaturzonen	26
	4.8	Nutzerverhalten	27
	4.9	Bisherige wärmetechnische Investitionen am Gebäude	27
	4.10	Energiebilanz im Ist-Zustand	27
	4.11	Beurteilung des Gebäudes nach der Energieeinsparverordnung	32
	4.12	Schwachstellen des Gebäudes	33
5	Stro	nbedarf und Stromeinsatz im Gebäude	34
6	Besc	hreibung der verschiedenen Energieeinsparmaßnahmen	39
	6.1	Variante 001: Variante 1 (Dämmung einfach)	40
	6.2	Variante 002: Variante 2 (Dämmung mit WDVS)	48
	6.3	Variante 003: Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)	56
	6.4	Vergleich der Varianten	66
		4.1 Vergleich der technischen Verbesserung der Gebäudehülle	66
		4.2 Vergleich der Energiekennzahlen 4.3 Umweltwirkung	66 67
		4.4 Vergleich der Primärenergie der Varianten	68
		4.5 Wirtschaftlichkeit der Varianten	68
7	Anha		71
	7.1	Erläuterung der Fachbegriffe	71
	7.2	Förderungen	73
	7.3	Internetadressen	74
	7.4	Erläuterungen zu Wärmebrücken	74
	7.5	Entsorgungskonzept	75
	7.6	Bewertungsschemata	75
	7.7	Empfehlungen zum Energiesparen und gesunden Wohnen	77
	7.	7.1 Anmerkungen zur Behaglichkeit	77
		7.2 Allgemeine Energiespartipps	77
		7.3 Hinweise zur Luftfeuchte	77
		7.4 Hinweise zum richtigen Lüften	78 70
		7.5 Maßnahmen zum Stromsparen7.6 Heizungsmodernisierung	79 80
	٠.	7.0 Holeangomodomiolorang	00

7.7.7 Thermische Solaranlage zur Warmwasser-Bereitung	81
7.7.8 Regenwassernutzung	81
7.7.9 Photovoltaik-Anlage	81
7.7.10Allgemeine Anmerkungen zu Wärmedämmverbund-System (WDVS)	82
7.7.11Bauteile mit Abgrenzung nach oben	83
7.7.12Bauteile mit Abgrenzung nach unten	88
7.7.13Bauteile mit seitlicher Abgrenzung	92
7.7.14Fensterbauteile	116
7.8 Anhang: Berechnung der Transmissionen durch die Bauteile	125
7.9 Anhang zum Vergleich der Varianten	128
7.9.1 Kapitalwerte der Varianten in verschiedenen Szenarien	128
7.9.2 Amortisationszeiten der Maßnahmepakete in verschiedenen Szenarien	128

1 Vorbemerkungen

Aufgabenstellung

Der Beratungsempfänger Hella Herold plant die Modernisierung des betrachteten Gebäudes, um den jährlichen Energieverbrauch zu senken und die Energiekosten sowie Schadstoffemissionen zu minimieren.

Der vorliegende Beratungsbericht hat die Aufgabe, eine möglichst genaue Ist-Analyse des Gebäudes zu erstellen, um auf dieser Grundlage Empfehlungen für energetische Sanierungsvarianten zu entwickeln. Ziel dabei ist die Empfehlung von Sanierungsvarianten, die ein Optimum an Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

Die Berechnung des Energiebedarfs und der Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparmaßnahmen beruht auf dem LEG (Leitfaden energiebewusste Gebäudeplanung) des IWU Darmstadt (Institut für Wohnen und Umwelt).

Auf Wunsch des Beratungsempfängers bzw. auf Empfehlung des Beraters wurden für die Energiesparmaßnahmen folgende Varianten untersucht:

- Variante 1:

Variante 1 (Dämmung einfach)

- Variante 2:

Variante 2 (Dämmung mit WDVS)

- Variante 3:

Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)

Weitere Varianten werden ggf. alternativ aufgezeigt.

Hinweise:

- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen aufgrund der verfügbaren Daten erstellt. Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der Durchführungsbeteiligten. Die Kostenangaben sind Schätzwerte. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden.
- Der Beratungsbericht ist kein Ersatz für eine Ausführungsplanung.
- 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 Haftung gegenüber Dritten wird ausgeschlossen.
- Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nur mit der schriftlichen Genehmigung des Verfassers gestattet.
- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus unserer 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 Zusammenfassung

Zustand des Gebäudes

Bsp.: Das betrachtete Gebäude befindet sich energetisch in einem sehr schlechten Zustand. Die Gebäudehülle weist entsprechend der Konstruktion und dem Baualter hohe Wärmeverluste auf. Besonders die Außenwände verursachen einen hohen Energieverlust. Der berechnete Energiebedarf liegt über dem Durchschnitt von älteren frei stehenden Gebäuden und ist als hoch einzustufen.

Die Fenster wurden teilweise 2004 ausgetauscht. Der überwiedende Teil ist aus den /0'er Jahren und zum Teil einfach verglast. Sie entsprechen damit dem Stand dieser Zeit und verursachen einen entsprechend hohen Energiebedarf.

Die Heizung stammt aus dem Jahr 1986 und hat entsprechend hohe Anlagen Verluste. Die Leitungen (Heizungs- und Warmwasserleitungen) sind schlecht gedämmt.

Sinnvolle Varianten

Folgende Varianten sind unter ökologischen, wirtschaftlichen, technischen Aspekten sinnvoll.

Variante 1:

- Erneuerung Heizungsregelung
- Dämmung der Dächer und oberen Geschossdecke
- Kellerdecke unterseitig dämmen
- Kerndämmung in Teilbereichen des Mauerwerkes
- Fensteraustausch in Teilbereichen

Variante 2

- Erneuerung Heizungsregelung
- Dämmung der Dächer und oberen Geschossdecke
- Kellerdecke unterseitig dämmen
- Ausführung eines Wärmedämmverbundsystemes
- Fensteraustausch in Teilbereichen

Variante 3

- Erneuerung Heizungsregelung
- Dämmung der Dächer und oberen Geschossdecke
- Kellerdecke unterseitig dämmen
- Ausführung eines Wärmedämmverbundsystemes
- Fensteraustausch in Teilbereichen
- Brauchwasser Solarkollektor
- Neueinbau Brennwert für Heizöl
- Regelung heizung und Pumpe

Zielstellung des Kunden

Zur Eingrenzung des Untersuchungsbedarfs und der Variantenentwicklung wurde mit dem Kunden folgendes Vorgehen als Zielrichtung vereinbart:

Der Kunde setzt den Schwerpunkt auf Maßnahmen, die sich kurzfristig, d.h. binnen 10 Jahren, amortisieren.

Der Kunde will eine weitgehende Sanierung seines Gebäudes. Im Vordergrund stehen Energieeinsparung und ein Wechsel zu regenerativen Energien.

Auf Wunsch des Beratungsempfängers bzw. auf Empfehlung des Beraters wurden für die Energiesparmaßnahmen folgende Varianten untersucht:

- Variante 1 (Dämmung einfach)
- Variante 2 (Dämmung mit WDVS)
- Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)

Weitere Einsparmöglichkeiten werden im Abschnitt "Hinweise zum Energiesparen" aufgezeigt.

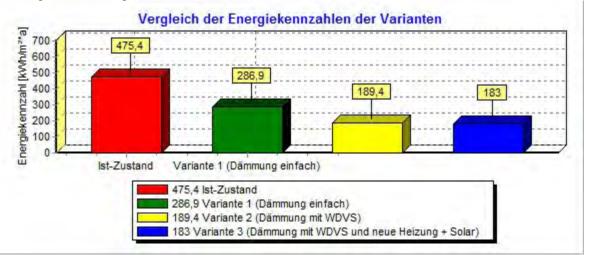
Nachfolgend werden die untersuchten Energieeinsparmaßnehmen mit dem Ist-Zustand verglichen. Detaillierte Angaben zu den Varianten finden Sie im Abschnitt "Beschreibung der verschiedenen Energieeinsparmaßnahmen".

Energetische Verbesserung

Objektzustand	Endenergie*)	Einsparung	Investition	Inv. pro m²	Amortisation
	[kWh/m²a]	%	€	€/m²	Jahre
Ist-Zustand	475				
Variante 1	287	40	46.487	262,6	15
(Dämmung einfach)					
Variante 2	189	60	62.849	355,1	13
(Dämmung mit WDVS)					
Variante 3	183	62	74.626	421,6	15
(Dämmung mit					
WDVS und neue					
Heizung + Solar)					

^{*)} entspricht der Energiekennzahl

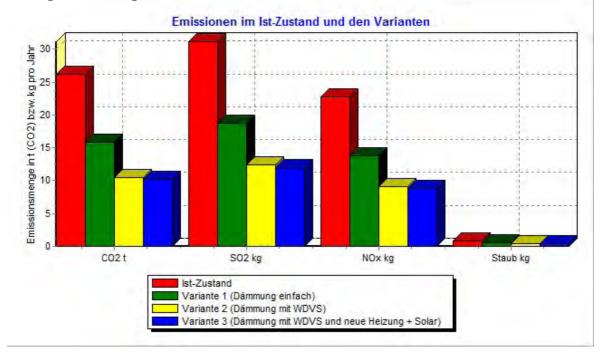
Das folgende Bild zeigt Ihnen die Kennzahlen in einer Grafik:



Umweltwirkung

Objektzustand	CO ₂	NO _X	CO ₂ -Einsp.
	[kg/a]	[g/a]	in %
Ist-Zustand	26.249	22.776	
Variante 1 (Dämmung einfach)	15.873	13.768	39,5
Variante 2 (Dämmung mit WDVS)	10.508	9.110	60,0
Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)	10.253	8.873	60,9

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Emissionen in einer Grafik



3 Allgemeines

Vorbemerkungen zur Notwendigkeit von Energiesparen:

Wir setzen Energie ein, um unsere Häuser und Wohnungen behaglich warm zu bekommen. Der Gebäudesektor ist dabei der größte Energieverbraucher in Deutschland. Das produziert Schadstoffemissionen in großer Menge. Die Schadstoffemissionen Kohlendioxid (CO₂) und Stickstoffoxyd (NO_x) verursachen eine starke Umweltverschmutzung. So ist CO₂ zu 50 % an der globalen Erwärmung beteiligt, NO_x verursacht die Versäuerung von Böden und Gewässern.

Der hohe Energiebedarf in Gebäuden und der fortschreitende Klimawandel hat den Gesetzgeber dazu bewogen, 1976 das Energieeinspargesetz (EnEG) und in der Folge Wärmeschutzver-ordnungen zu erlassen. Stetig fortschreitende technische Möglichkeiten lassen die Verschärfung dieser Regeln zu. Derzeit gilt die Energieeinsparverordnung (EnEV) in Verbindung mit dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG).

Damit soll vor allem der CO₂-Ausstoß minimiert werden. Eine kurzfristige Verringerung des Energieverbrauchs ist dringend notwendig. Das schafft ein besseres Wohnumfeld, bessere Lebensräume für morgen, schont die Ressourcen, verursacht eine geringere Luftverschmutzung und spart Kosten.

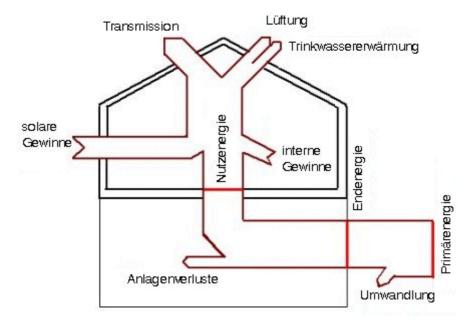
Wesentliche Nachrüstpflichten für den Gebäudebestand im Rahmen der EnEV:

Hinweis: Bei Wohngebäuden mit bis zu 2 Wohnungen, von denen eine der Eigentümer selbst bewohnt, gelten die Nachrüstpflichten nur bei Eigentümerwechsel.

- Bis zum 31.10.2004 waren gemäß BImSchV (Bundes-Immissionsschutzverordnung) Wärmeerzeuger mit einem Abgasverlust größer 11 % (Nennwärmeleistung 4 25 kW), größer 10 % (Nennwärmeleistung 25 50 kW) und größer 9 % (Nennwärmeleistung über 50 kW) auszutauschen.
- Bis zum 31.12.2006 waren gemäß EnEV alle Standardheizkessel, die vor dem 1.10.1978 in Betrieb genommen wurden, gegen moderne Technik auszutauschen.
 Ausnahme: Brennwert- und Niedertemperaturkessel, Anlagen mit einer Nennleistung < 4 KW oder > 400 KW, Anlagen für reine Warmwassererzeugung, Anlagen befeuert mit festen Brennstoffen.
- Für Heizkessel, deren Brenner nach dem 01.10.1996 erneuert worden sind, gilt die Frist bis zum 31.12.2008.
- Neue Heizungen, die in ein bestehendes Gebäude eingebaut werden, müssen die Bestimmungen der EU-Heizkesselrichtlinie erfüllen.
- Bis zum 31.12.2006 waren alle zugänglichen ungedämmten Wärmeverteilungsleitungen, die sich in unbeheizten Räumen befinden, zu dämmen.
- Bis zum 31.12.2006 waren alle obersten Geschossdecken von beheizten Räumen, die nicht begehbar, aber zugänglich sind, zu dämmen. Die erforderlichen Dämmstärken sind im Anhang der EnEV aufgeführt.

Hausbesitzer interessiert der Energieverbrauch ihres Gebäudes aus ökologischen und ökonomischen Gründen. Dazu muss bekannt sein, woher die Energie kommt und wohin sie geht (Energieströme). Das Aufzeigen der Energieströme wird als Energiebilanz des Gebäudes bezeichnet. Dazu werden alle dem Gebäude in einem Jahr zugeführten Energiemengen und alle das Gebäude verlassende Energiemengen gegenübergestellt. In der Energiebilanz wird der rechnerische Endenergiebedarf festgelegt. Dieser Energiebedarf dient als Maßstab für die energetische Beurteilung des Gebäudes. Die aus der Energiebilanz resultierenden Ergebnisse sind Ausgangspunkt für weitere Berechnungen und Bewertungen zur Energieoptimierung.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energiebilanz eines Gebäudes mit ihren Energieströmen:



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 und des Trinkwasserbedarfs.

Transmission

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

Lüftung

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.

Anlagenverluste

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung (Abgasverlust), ggf. Speicherung (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung (Leitungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeerzeugung.

Solare Wärmegewinne

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

Interne Wärmegewinne

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.

Endenergie

Die Endenergie umfasst die vorgenannte Nutzenergie und die Anlagenverluste (einschließlich Hilfsenergie). Der Endenergieverbrauch entspricht der eingekauften Energie des Gebäudenutzers.

Umwandlung

Hiermit sind der Energietransport sowie die Energieumwandlung vorgelagerter Prozessketten gemeint (Förderung, Transport, Lagerung der Energieträger). Am höchsten sind diese Umwandlungsverluste beim Strom.

Primärenergie

Die Primärenergie ist die Gesamtheit des Energiestroms einschließlich außerhalb des Gebäudes benötigter Energie (Endenergie und Umwandlung).

Energiekennzahl

Ähnlich wie der Benzinverbrauch in Liter pro 100 km für Autos angeben wird, kann bei Gebäuden der jährliche Brennstoffverbrauch (=Endenergie) im Verhältnis zur beheizten Wohn- oder Nutzfläche gesetzt werden.

Wenn man z.B. eine 100 m^2 Wohnung mit jährlich 1.000 m^3 Erdgas beheizt, hat man (bei einem Heizwert von ca. 10 kWh pro m^3 Erdgas) eine spezifische Energiekennzahl von $1.000 \text{ m}^3 * 10 \text{ kWh/m}^3 : 100 \text{ m}^2 = 100 \text{ kWh/m}^2$ a.

Energiekennzahlen dienen vorrangig zum Vergleich mit anderen Gebäuden gleicher Art und Nutzung. Beachten Sie jedoch: Bei Kennzahlvergleichen (und auch bei der Erstellung eines Energiepasses) wird der Jahres-Heizwärmebedarfs unter einheitlichen Randbedingungen ermittelt. Ein direkter Vergleich mit Gebäuden aus anderen Klimazonen oder mit abweichenden Nutzungen wäre somit irreführend.

Wärme übertragende Fläche

Fläche des Gebäudes, über die eine Wärmetransmission stattfindet. Diese Fläche wird auch als äußere Gebäudehülle bezeichnet.

zu dämmende Fläche

Hierbei handelt es sich um die tatsächlich zu dämmende Fläche. Diese kann von der Wärme übertragenden Fläche abweichen. Zum Beispiel gehört der Giebel eines unbeheizten Spitzbodens nicht zur Wärme übertragenden Fläche jedoch zur zu dämmenden Fläche. Die zu dämmende Fläche wird auch als Investitionsfläche bezeichnet.

4 Beschreibung und Bewertung des energetischen Ist-Zustandes des Gebäudes

Im nachfolgenden Abschnitt wird das untersuchte Gebäude näher vorgestellt - hinsichtlich des Baukörpers, der Anlagentechnik und Nutzung, der Energiebilanz mit Schwachstellen und der Verbrauchsdaten.

4.1 Grunddaten

Das Mehrfamilienhaus besteht aus einem Haupthaus mit zwei Wohnungen sowie einem Anbau mit zwei weiteren Wohnungen.

Gebäudedaten

Gebäudetyp: Mehrfamilienhaus

Baujahr: 1951
Gebäudelage: innerorts
Exposition: gegliedert
äußeres beheiztes Gebäudevolumen: 662,1 m³

Wärmeübertragende Umfassungsfläche A: 771,5 m² (Brutto)

A/V-Verhältnis: 1,17 m-1 (Verhältnis Hüllfläche/Volumen)

Wohneinheiten: 4

beheizte Wohnfläche: 177,0 m²

Belegung: Das Haus wird von 5 Personen bewohnt.

Raumtemperatur: ca. 21,0 °C im Durchschnitt

Gebäudeansichten

Straßenansicht



Seitenansicht



Gartenansicht



Lüftung

Die Lüftung erfolgt natürlich über Fenster (Kipp- und Stoßlüftung).

Keller/untere Gebäudeabgrenzung

Der Kellerabgang gehört zum unbeheizten Bereich. Aus Vereinfachungsgründen werden das Volumen im EG und, die Seitenwand, die Tür zum Kellerabgang nicht als wärmeübertragende Flächen angesetzt. Die Abweichungen auf das Gesamtgebäude hierdurch sind zu vernachlässigen.

Die Abgrenzung der thermischen Hülle bildet die Kellerdecke bzw. Bodenplatte. Der Keller ist unbeheizt.

Er ist daher in die thermische Hülle des Gebäudes (nicht) mit einbezogen.

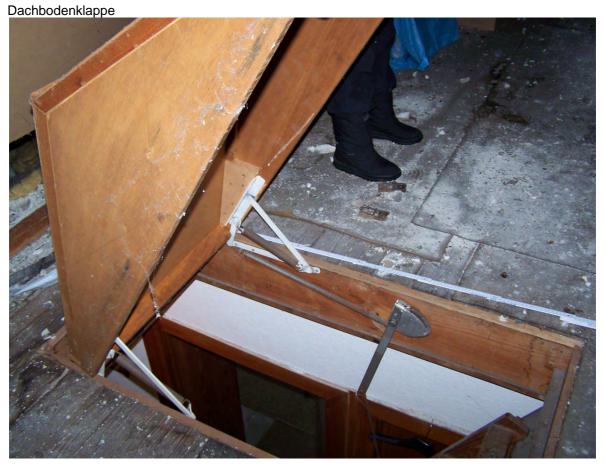
Dach/obere Gebäudeabgrenzung

Die Abgrenzung der thermischen Hülle nach oben bildet die oberste Geschossdecke bzw.das Dach.

Der Spitzboden vom Haupthaus und Anbau ist unbeheizt.

Er ist daher in die thermische Hülle des Gebäudes nicht mit einbezogen.

Die Dachbodenklappe zum Dach ist nicht gedämmt. Hier sind hohe Wärmeverluste ebenso wie bei der geringen Dachdämmung vorhanden.





Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

Wände

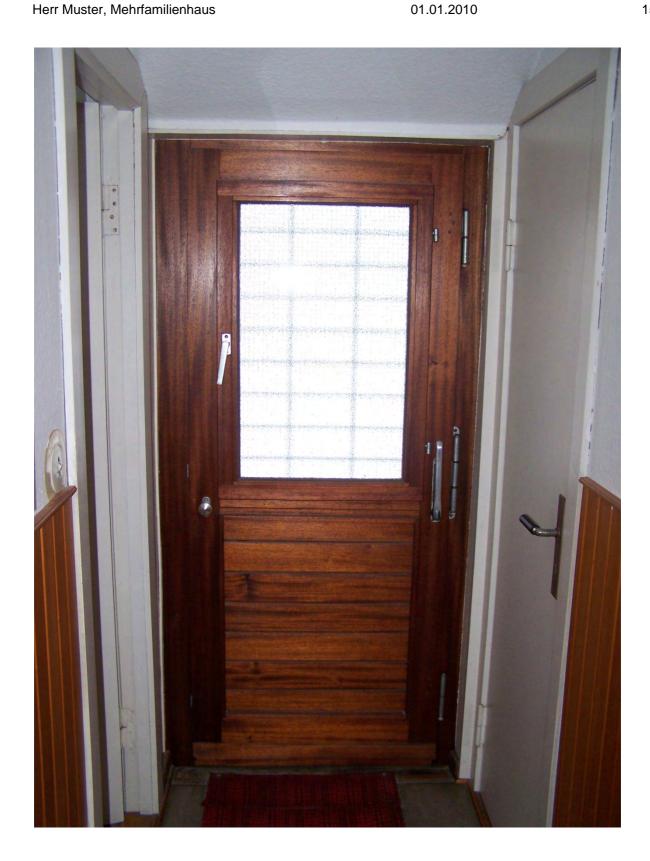
Die seitliche Abgrenzung der thermischen Hülle wird von den Außenwänden und den Fenstern gebildet.

Zustand der Fenster und Außentüren

Zur seitlichen Abgrenzung der thermischen Hülle gehören die Fenster. Diese wurden teilweise im Jahr 2004 ausgetauscht und schließen dicht. Einige Fenster sind einfach verglast und schließen nicht dicht.

Schwachpunkte bilden auch die einfach verglasten Fenster und Türen:

Einfach verglaste Balkontür (1. OG)



Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht



Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

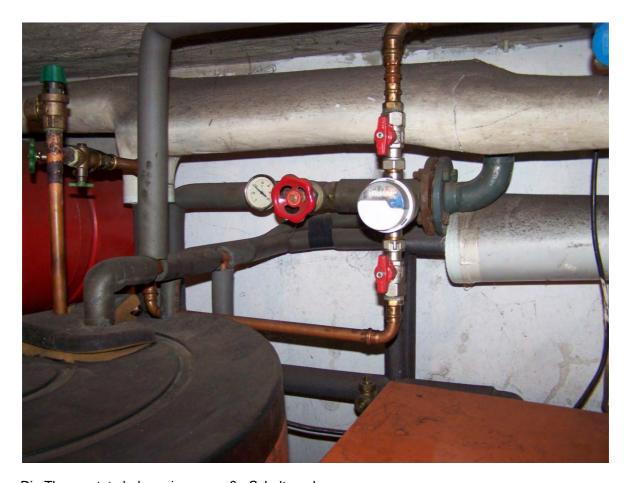


Zustand der Anlage

Versorgung durch Zentralheizung im Keller mit indirekt beheiztem WW-Speicher. Baujahr 1986. Zustand: gut erhalten und gepflegt. Rohrdämmung gut. Verteilungsleitungen verlaufen im kalten Keller, sind aber nach Norm gedämmt. Im Bad des EG Haupthaus ist kein WW-Anschluss, sondern Elektroboiler des Weiteren in der Küche des Anbaus ein Durchlauferhitzer.



Isolierung der Warmwasserleitungen





Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

Umgebung

Die meteorologischen Umgebungsparameter, wie die durchschnittliche Außentemperatur im Winter, die Dauer der Heizperiode und die absolut tiefste Temperatur (Zweitagesmittel) wurden aus der Wetterdatenbank für den Bezugsort Oldenburg entnommen.

meteorologische Daten	
niedrigste Außentemperatur:	-10,0 °C
durchschnittliche winterliche Außentemperatur:	6,0 °C
Heizperiode:	257 Tage

Die durchschnittliche Raumtemperatur aller zum Objekt gehörenden Räume beträgt 21,0 °C. Hierbei wird berücksichtigt, dass evtl. einige Räume wenig beheizt werden. Regelungsbedingt wurde eine tatsächliche durchschnittliche Innentemperatur von 20,4 °C angenommen.

4.2 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

Für die Außenbauteile wurden die Flächen und Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) berechnet. Gebäudeenergetisch nicht relevante Bauteile wie z.B. Tapeten wurden vernachlässigt. Teilflächen sind sinnvoll zusammengefasst und U-Werte gemittelt.

Bauteil	Fläche	U-Wert*1	EnEV*2	P-Haus*3	Note*4
Wände	m²	W/m²K	W/m²K	W/m²K	
I Gaube Seiten	3,15	1,60	0,24*2	0,10	6
I Gaube Front	6,38	1,60	0,24*2	0,10	6
I Drempel	18,40	3,17	0,24*2	0,10	6
I Wand S1	31,67	0,79	0,24*2	0,10	5
I Wand S2	1,91	1,78	0,24*2	0,10	6
I Wand N1	27,93	0,79	0,24*2	0,10	5
III Wand S4	12,65	0,79	0,24*2	0,10	5
III Wand N3	14,80	0,79	0,24*2	0,10	5
I Wand N4	2,51	0,79	0,24*2	0,10	5
I Wand O3	22,04	1,78	0,24*2	0,10	6
I Wand O4	9,76	1,78	0,24*2	0,10	6
I Wand W2	27,73	1,78	0,24*2	0,10	6
I Wand S5	5,69	1,78	0,24*2	0,10	6
I Wand O5	2,46	1,78	0,24*2	0,10	6
III Wand O1	8,00	0,94	0,24*2	0,10	5
III Wand O2	13,82	0,94	0,24*2	0,10	5
III Wand N5	3,02	0,94	0,24*2	0,10	5
III Wand W3	12,38	0,94	0,24*2	0,10	5
II Wand W1	7,38	0,94	0,24*2	0,10	5
II Wand N2	17,88	0,94	0,24*2	0,10	5
II Wand S3	1,56	3,09	0,24*2	0,10	6
II Wand O6	0,85	3,09	0,24*2	0,10	6
I Heizkörpernische	3,48	0,89	0,24*2	0,10	5
III Heizkörpernische	1,80	0,89	0,24*2	0,10	5
Keller	m²	W/m²K	W/m²K	W/m²K	
KD I	47,52	1,62	0,24/0,3*2	0,10	5
BP I	45,25	3,78	0,24/0,3*2	0,10	6
BP II	27,24	1,44	0,24/0,3*2	0,10	5
BP III	52,91	1,44	0,24/0,3*2	0,10	5
Dach	m²	W/m²K	W/m²K	W/m²K	
Decke II	124,20	0,47	0,2/0,24*2	0,10	5
Decke III	52,41	0,80	0,2/0,24*2	0,10	5
Dach I *Schräge*	63,46	0,58	0,2/0,24*2	0,10	5

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede

Projekt: Muster-Beratungsbericht

Decke I *Geschoss	decke*	44,00	0,80	0,2/0,24*2	0,10	5
Fenster		m²	W/m²K	W/m²K	W/m²K	
III Fenster O1	Ost	1,78	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
III Tür O2	Ost	1,74	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
III Fenster S1	Süd	3,12	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
III Fenster W1	West	1,30	5,20 / normal	1,1/1,4*2	0,80	6
III Oberlicht D1	Süd	0,50	3,50 / normal	1,1/1,4*2	0,80	4
II Oberlicht D2	Süd	0,16	3,50 / normal	1,1/1,4*2	0,80	4
II Fenster W2	West	1,00	1,60 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
II Tür S4	Süd	8,68	5,20 / zugig	1,1/1,4*2	0,80	6
l Tür S5	Süd	1,64	5,20 / zugig	1,1/1,4*2	0,80	6
I Fenster O3	Ost	1,56	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster O4	Ost	0,42	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster/Tür S7	Süd	4,10	1,60 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
l Tür O5	Ost	3,48	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster S6	Süd	5,05	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster W5	West	0,48	5,20 / normal	1,1/1,4*2	0,80	6
l Tür W4	West	2,20	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster W3	West	0,32	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster W6	West	1,68	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster N1	Nord	1,68	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster N2	Nord	1,62	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster O6	Ost	0,97	5,20 / zugig	1,1/1,4*2	0,80	6
l Tür O7	Ost	1,73	5,20 / zugig	1,1/1,4*2	0,80	6
I Fenster O8	Ost	0,79	5,20 / zugig	1,1/1,4*2	0,80	6
I Fenster S8	Süd	1,39	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster O9	Ost	3,07	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster S9	Süd	2,42	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Fenster W7	West	0,84	5,20 / zugig	1,1/1,4*2	0,80	6
I Fenster N3	Nord	2,68	2,70 / normal	1,1/1,4*2	0,80	3
I Bodenluke D3	Süd	0,86	5,20 / normal	1,1/1,4*2	0,80	6

^{*1} Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Den Aufbau der Strukturen finden Sie ggf. im Anhang.

KD I:

Der Kellerabgang gehört zum unbeheizten Bereich. Aus Vereinfachungsgründen werden das Volumen im EG und, die Seitenwand, die Tür zum Kellerabgang nicht als wärmeübertragende Flächen angesetzt. Die Abweichungen auf das Gesamtgebäude hierdurch sind zu vernachlässigen.

4.3 Transmissionen durch Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Punkte, Winkel und Flächen der Gebäudehülle, an denen gegenüber den übrigen Bauteilen erhöhte Transmissionen stattfinden. Man unterscheidet geometrische und konstruktive, lineare und flächenhafte Wärmebrücken. Im Folgenden werden - falls vorhanden - solche Wärmebrücken betrachtet, die nicht bereits in die Kalkulation der Bauteil-Transmissionen eingegangen sind.

Im Normalfall werden Wärmebrücken mit einem Pauschalwert berücksichtigt.

Weitere Erläuterungen finden Sie ggf. im Anhang.

Bei der Berechnung nach Energie-Einsparverordnung (EnEV) wurde ein pauschaler Aufschlag für die Wärmebrücken von 0,1 W/m²K auf die U-Werte der Gebäudehülle verwendet.

^{*2} abhängig von der Konstruktion des Bauteils (gilt für Wohngebäude)

^{*3} U-Werte eines Passivhauses

^{*4} Kriterien zur Bewertung siehe Anhang

Die Fenster schließen zum Teil nicht dicht, so dass Zugluft vorhanden ist und die Wärme aus dem Gebäude leicht entweichen kann.

Der Eingang in den Anbau wird durch eine Holzfassade gebildet, der in der Ausführung nicht dem Stand der Technik entspricht.

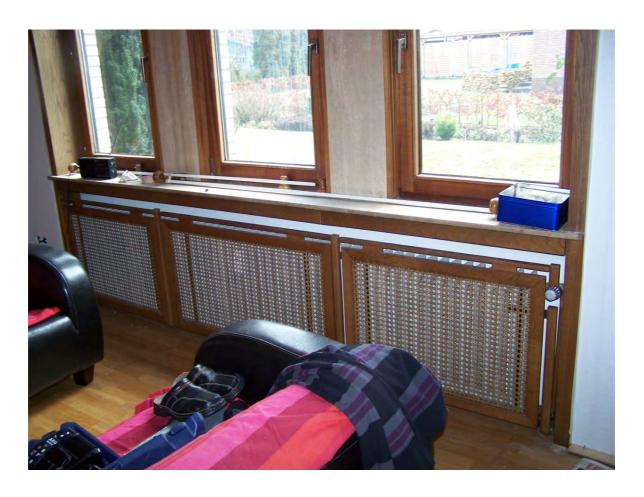
Eingang - Anbau







Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht



4.4 Beschreibung und Bewertung der Lüftung

Lüftung findet in jedem Gebäude zum einen kontrolliert, zum anderen auch unkontrolliert statt. Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste finden im Wesentlichen durch Fenster- und Türfugen bzw. - Schwellen statt. Aber auch Mauerwerk, Maueranschlüsse, Trockenbaufugen etc. können zu hohen Lüftungswärmeverlusten führen. Im vorliegenden Bericht wurde dies berücksichtigt durch Einschätzung der Fugendichtigkeit.

Ein gewisses Maß an Lüftung ist hygienisch und bauphysikalisch notwendig, da Menschen und Pflanzen atmen und dazu Sauerstoff benötigen (siehe dazu ggf. Anmerkungen im Anhang). Feuchtigkeit muss abgeführt werden, um Schimmelbildung abzuwehren. Vermehrt in modernen Baustoffen, Kunststoffen, Belägen, Fasern etc. auftretende Schadstoffe müssen ebenso abgeführt werden. Notwendig ist daher eine Mindest-Luftwechselrate von 0,3 (Austausch der gesamten Luft in 3,3 Stunden). Ist eine Lüftungsanlage (mechanische Lüftung) vorhanden, so wird die Rate exakt dimensioniert und hier so berücksichtigt. Im Falle der manuellen Lüftung wurde auch dieser Wert aufgrund Ihrer Angaben eingeschätzt. Es ergibt sich ein Wert für unkontrollierte (Fugen-) und freie Lüftung von 0,43. Mündlich wurden dazu ergänzende Hinweise gegeben.

Die Lüftung erfolgt natürlich über Fenster (Kipp- und Stoßlüftung).

Die Lüftung erfolgt im gesamten Objekt natürlich über Kipp- und Stoßlüftung der Fenster. Dabei wurde mit einem Luftwechsel von 0,40 pro Stunde gerechnet.

4.5 Beschreibung und Bewertung der Heizungsanlage

1. Heizsystem Wärmeversorgung1 mit einer Deckung von 100 %, 1 Einheit(en)

Angaben zur Wärmeabgabe

Regelung: Thermostat mit 2° Schaltdifferenz

Heizkreistemperatur: 90/70 °C

Nachtabsenkung um: 3,0 °C über 8,0 Stunden

Hydraulischer Abgleich: ja/nein: N

Verteilleitungen	Abschnitt	Länge	Dämmung	Lage
neue Leitung1	V	32,8 m	0,00 W/mK	außen
neue Leitung2	S	15,8 m	0,00 W/mK	innen
neue Leitung3	Α	115,8 m	0,00 W/mK	innen

Abschnitte V=Horizontalverteilung, S=Steigleitung, A=Anbindungen

Pumpe(n): geregelt (Ja/Nein): N mit 0 Watt

1. Erzeuger: August Brötje GmbH ESB III mit einer Deckung von 100 %

Dieser Erzeuger gehört zu dem Heizungsstrang: Wärmeversorgung1

Angaben zum Erzeuger	
Art:	Zentralheizung
Technik:	Brennwertgerät
Baujahr:	1986
Energieträger:	Heizöl_EL in I
Leistung:	28,0 kW
Kesseldämmung:	gut
Einschaltdauer:	6.168 Stunden
Abgasverluste:	-3,8 %
rel. Bereitschaftsverluste:	0,5 %
zusätzlicher Stromverbrauch:	0 W
Jahresnutzungsgrad:	101,9 %
Dimensionierung:	88,3 %

In dem betrachteten Gebäude gibt es eine Zentralheizung, die im Keller aufgestellt ist. Als ausschlaggebende Faktoren spielen hier die Leistung (Dimensionierung), die genutzte Technik, die Jahreslaufzeit, der Brennstoff und das Alter eine große Rolle. In einem 28 kW-Kessel von 1986 wird Heizöl_EL verheizt. Es wird ein Kessel (Vorlauftemp. <= 90/70°) genutzt. Die Heizung ist 6.168 Stunden pro Jahr in Betrieb.

Der Erzeuger August Brötje GmbH ESB III verursacht Abgasverluste in Höhe von -3,8 % (maximal erlaubt sind nach der 1.Bundes-Immissionsschutz-Verordnung (1.BImSchV) 10 %) und anlagenspezifische relative Bereitschaftsverluste von 0,50 %.

Heizung

Oltanks

negative Verluste sind auf die Brennwertheizung zurückzuführen (s.u.)

4.6 Beschreibung und Bewertung der Warmwasserbereitung

Folgende Warmwasserbereitungsanlage liegt in dem betrachteten Gebäude vor.

Warmwasserversorgungsbereich: Warmwasserversorgung1

Angaben zum WW-Versorgungsbereich				
Deckung:	100 %			
gleiche Bereiche (Wohneinheiten):	1			
Wassermenge:	55 m ³ /a			
Wärmebedarf:	2.515 kWh/a			
Wassertemperatur:	60,0 °C			
Abgabestellen:	4 Raum/Räume			
Erwärmungen:	3,0 /Tag			
Leitungen im Unbeheizten:	0,00 m			
Leitungen im Beheizten:	0,00 m			
Zirkulation:	keine			

1. Warmwasserbereiter: Warmwasserbereiter1 (Kombikessel)

Der Warmwasserbereiter gehört zu dem Versorgungsbereich Warmwasserversorgung1.

Angaben zum Warmwasserbereiter				
Deckung:	90 %			
Art:	mit Heizung (Kombi)			
Energieträger:	siehe Heizung			

2. Warmwasserbereiter: Warmwasserbereiter2 (Boiler)

Der Warmwasserbereiter gehört zu dem Versorgungsbereich Warmwasserversorgung1.

Angaben zum Warmwasserbereiter			
Deckung:	5 %		
Art:	el.Speicher		
Energieträger:	Strom		

3. Warmwasserbereiter: Warmwasserbereiter3 (Durchlauferhitzer)

Der Warmwasserbereiter gehört zu dem Versorgungsbereich Warmwasserversorgung1.

Angaben zum Warmwasserbereiter				
Deckung:	5 %			
Art:	el.Durchlauferhitzer			
Energieträger:	Strom			

Elektrodurchlauferhitzer

4.7 Übersicht über die Temperaturzonen

Das vorliegende Objekt lässt sich in verschiedene Temperaturzonen untergliedern. Dies macht die Berechnung genauer. In der folgenden Tabelle können Sie die verschiedenen Zonen mit ihrer Temperatur und dem Flächenanteil erkennen. In den letzten Spalten sind ggf. vorhandene zusätzliche Wärmequellen oder -verbraucher eingetragen.

Zone	Temp.	Fläche	Volumen	Personen	WQuelle	WBedarf
Bezeichnung	[°C]	[m²]	[m³]	[Anzahl]	[kWh/a]	[kWh/a]
Zone1	21,00	177,0	662,15	1	0	0

Hier die Berechnungsergebnisse zu den Zonen. Sie erkennen den Wärmebedarf der Zonen. Darin sind alle direkt der Zone zurechenbaren Anteile enthalten. Nicht enthalten ist z.B. der Kaltwasseraustausch. Ebenso sind Verluste durch die Heizung und die Warmwasserversorgung nicht enthalten.

Zone	Transm.	Lüftung	Fugen	Wgewinn	Solargew.	WBedarf
Be- zeichnung	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]
Zone1	77.467	0	5.321	592	7.289	74.907

Es gibt unter Umständen auch Grenzflächen zwischen den einzelnen Temperaturzonen. Diese sind - bei unterschiedlichen Temperaturen - für einen Wärmetransport zwischen den Zonen (von der warmen zur kalten) verantwortlich.

Bauteil	Liegt in Zone	t _i [°C]	Grenzt an	ta [°C]	Austausch
			Zone		[kWh/a]

4.8 Nutzerverhalten

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

Bei der Bilanzerstellung sind wir von typischen Randbedingungen in der vorliegenden Gebäudekategorie sowie von Ihren Angaben ausgegangen.

Das Nutzerverhalten geht insbesondere in die zugrunde gelegte mittlere Raumtemperatur und die Lüftungsintensität ein. Im Rahmen einer Nutzerbefragung wurden folgende Angaben erhoben: z.B. Abwesenheitszeiten, regelmäßiger Winterurlaub, Wochenendpendler, Nachtabsenkung, niedrig beheizte/wenig genutzte Räume, Lüftungsverhalten im Winter

4.9 Bisherige wärmetechnische Investitionen am Gebäude

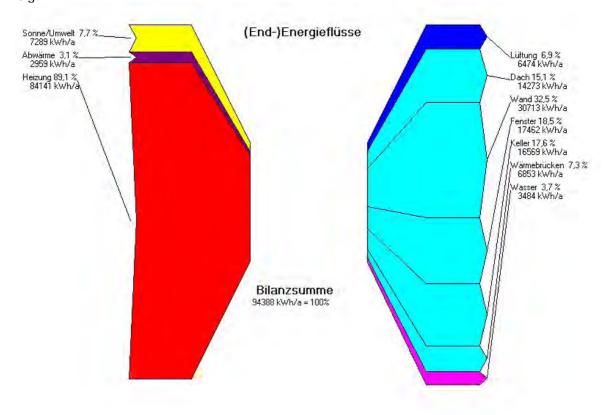
Aus einer Kunden-, Nutzer- und Mieterbefragung konnten folgende zusätzliche Informationen gewonnen werden:

Es wurde teilweise die Fenster getauscht, so dass hier der Wärmeverlust schon ein wenig reduziert werden kann.

4.10 Energiebilanz im Ist-Zustand

Die Energiebilanz eines Gebäudes ergibt sich aus den Energieströmen in das Gebäude und aus ihm heraus (Zufluss, Gewinne und Abfluss, Verluste). Erläuterungen zur Energiebilanz finden Sie im Abschnitt "Allgemeines".

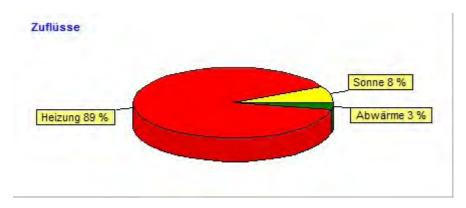
Die Energieströme, die als Gewinne ins Haus ein- und als Verluste ausfließen, verteilen sich wie folgt:



Nachfolgend zeigen wir Ihnen die Energieströme im Einzelnen:

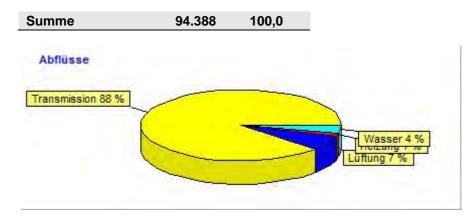
Energiezufuhr

Sonne	[kWh/a]	%
von Norden	445	0,5
von Süden	3.791	4,0
von Westen	1.133	1,2
von Osten	1.920	2,0
Summe	7.289	7,7
Abwärme		
Personen	1.234	1,3
Geräte	1.725	1,8
Summe	2.959	3,1
Heizung		
Heizenergie	84.141	89,1
Summe	94.388	100,0



Energieabfluss

Transmission:	[kWh/a]	%
Dach	14.273	15,1
Keller	16.569	17,6
Außenwände	30.713	32,5
Fenster	17.462	18,5
Wärmebrücken	6.853	7,4
Summe	86.006	91,1
Lüftung		
Fensterfugen	452	0,5
Bewohner	6.022	6,4
Summe	6.474	6,9
Wasser		
Kaltwasserabfluss	969	1,0
Warmwasserabfluss	2.515	2,7
Summe	3.484	3,7
Heizung		
Leitungsverluste WW	0	0,0
Speicherverluste	0	0,0
Betriebsverluste	-2.848	-3,0
Bereitschaftsverluste	432	0,5
Verteilungsverluste	840	0,9
Summe	-1.576	-1,7



Gesamt-Energieeinsatz und Energiekennzahl

Der vorgefundene energetische Zustand des Gebäudes wird bemessen nach dem Gesamtenergiebedarf und in Beziehung zu vergleichbaren Gebäuden durch die Energiekennzahl gesetzt.
Die Energiekennzahl ist die Energiemenge, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines
Quadratmeters Wohnfläche (o.a. Bürofläche etc.) aufgewendet werden soll. Ausgangspunkt für die
Berechnung der Energiekennzahl sind bestimmte Randbedingungen, wie Innentemperatur,
Außentemperatur etc. Der tatsächliche Heizenergie-Verbrauch kann von der berechneten
Energiekennzahl abweichen und ist vom Nutzerverhalten der Bewohner abhängig (tatsächliche
Innentemperatur, Lüftungsverhalten, jährliches Klima etc.).

Aus dem Energiebedarf resultiert die Emission des Luftschadstoffes Kohlendioxid (CO₂), der für die Klimaveränderungen verantwortlich ist.

Ein weiterer Kennwert des Gebäudes ist der mittlere U-Wert der Gebäudehülle, der sich hier auf 1,38 W/m²K beläuft.

Die folgende Tabelle zeigt den benötigten Energieträgerbedarf für Heizung und Warmwasser:

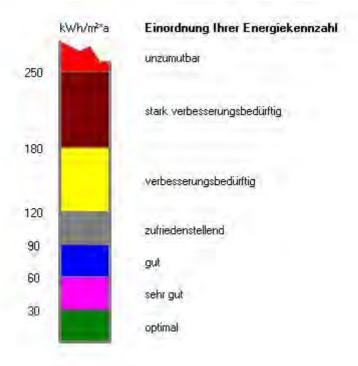
Energieträger(e)	Menge in kWh	Menge	Einheit	Preis €	Kosten €
Heizöl_EL	83.889	8.389	I	0,90	7.550
Strom	251	251	kWh	0,21	53

Preis: durchschnittlicher Preis pro Einheit

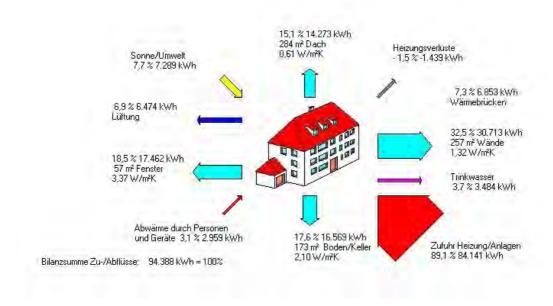
Zum Energieverbrauch der letzten Jahre konnte keine Aussage getroffen werden.

Der **Energieeinsatz** beläuft sich auf **84.141 kWh**Die **Energiekennzahl** ist **475 kWh/m²a**

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einstufung des Gebäudes entsprechend der ermittelten Energiekennzahl.



Das folgende Bild zeigt Ihnen die Energieströme im Ist-Zustand
Energiefluss-Anteile U-Werte
Bauteil-Flächen absol.Gewinne/Verluste



4.11 Beurteilung des Gebäudes nach der Energieeinsparverordnung

Mit dem Inkrafttreten der EnEV 2002 wurden die Wärmeschutzverordnung 1995 und die Heizungsanlagen-Verordnung 1998 ersetzt. Inzwischen wurde die EnEV MEHRFACH novelliert.

Das Zusammenfassen bzw. Zusammenwirken der baulichen sowie heizungs- und anlagentechnischen Anforderungen bildet den zentralen Ansatzpunkt der EnEV und dient zur weiteren Absenkung des Heizenergiebedarfs.

Im Nachweis wird der Primärenergiebedarf nachgewiesen. Dieser setzt sich aus dem Heizenergiebedarf, dem Energiebedarf für die Warmwassererzeugung, -speicherung und -verteilung und aller benötigten Hilfsenergien zusammen. Weiterhin berücksichtigt das Berechnungsverfahren den Einfluss von Luftdichtheit und Wärmebrücken.

Im Rahmen dieses Berichtes werden die Berechnungen des öffentlich-rechtlichen Energieeinsparungsnachweises durchgeführt, der im Wesentlichen durch folgende Vorgaben gekennzeichnet ist:

- unabhängig vom regionalen Standort des Gebäudes. Innerhalb Deutschlands wird ein einheitliches Klima (Normklima) vorgegeben
- "Nutzer-Normverhalten", z.B. 19 °C Raumtemperatur, 12,5 kWh/m²AN Warmwasserbedarf
- für das Monatsbilanzverfahren werden zulässige Vereinfachungen und Anwendungsgrenzen festgelegt

Es wird daraus ersichtlich, dass der nach EnEV ermittelte Primärenergiebedarf mit dem zu erwartenden Primärenergieverbrauch **nicht** übereinstimmen kann. In diesem Bericht verwenden wir dafür ein alternatives Berechnungsverfahren (LEG), welches dem zu tatsächlichen Energieverbrauch sehr nahe kommt.

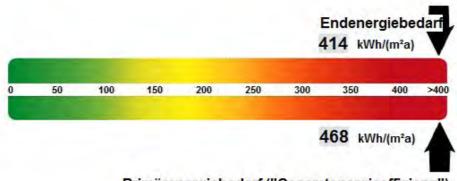
Weitere, nicht kalkulierbare Unsicherheitsfaktoren stellen die stark vom Nutzerverhalten abhängigen Lüftungswärmeverluste und der Warmwasserverbrauch dar. Das Nutzerverhalten kann in solchen Berechnungsverfahren nur durch Pauschalwerte bzw. gar nicht berücksichtigt werden.

Folgende Tabelle zeigt Ihnen die Berechnungsergebnisse nach EnEV:

Berechnungsergebnis	ermittelt	Anforderung(Bestand)	
Transmissionswärmeverluste	1,23	0,56	W/Km ²
Primärenergiebedarf	468,5*)	171,2	kWh/m²a

^{*)}Hinweis: Die Ausgabe des Primärenergiebedarfs ist ohne Gewähr. Diese Angabe kann nach EnEV unter bestimmten Bedingungen nicht berechnet werden (z.B. bei einer Anlage, die nicht nach DIN gerechnet werden kann).

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung des Gebäudes gemäß EnEV



Primärenergiebedarf ("Gesamtenergieeffizienz")

4.12 Schwachstellen des Gebäudes

Energetische Schwachstellen am Gebäude anhand der Berechnungsergebnisse für den Ist-Zustand, z. B.:

Wichtigste Verlustquellen,

Bauteile mit schlechtesten Dämmeigenschaften

Wo lohnt eine Sanierung offensichtlich, d.h. ohne rechnerischen Nachweis?

Wo liegen die sinnvollen Einsparpotenziale?

5 Strombedarf und Stromeinsatz im Gebäude

Das Umweltbundesamt (UBA) Das Umweltbundesamt (UBA) hat errechnet, dass ein Haushalt bis zu 30 Prozent Energie und somit mindestens hundert Euro im Jahr durch einen bewussten Umgang mit Strom einsparen kann - bei gleichem Komfort. Dazu gehören auch einfache Maßnahmen.

Die folgende Grafik gibt Ihnen ein Beispiel, wie Strom gespart werden kann: Einsparung*



Erläuterungen zum Stromsparen finden Sie auch im Internet unter www.stromeffizienz.de.

Während der Analyse des betrachteten Gebäudes wurden auch die Ausstattung und der Einsatz von Stromverbrauchern untersucht. Der Haushalt ist durchschnittlich mit Geräten ausgestattet. Diese weisen eine mittlere Energieeffizienz auf bzw. werden normal eingesetzt. Es gibt ein großes Einsparpotenzial.

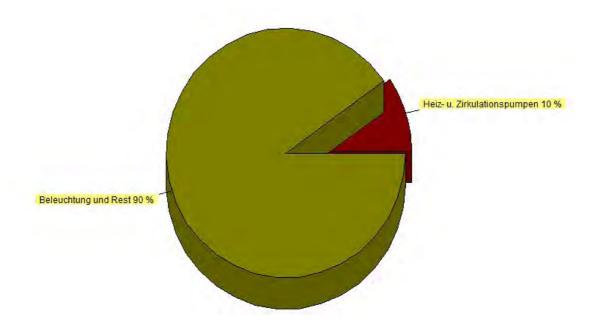
Für das Gebäude/den Haushalt wurden folgende Daten ermittelt:

Strombedarf aktuell 0 kWh/a Strombedarf im Durchschnitt 0 kWh/a Strombedarf effizient 0 kWh/a

Bei der Ermittlung des durchschnittlichen und effizienten Strombedarfs wurden die Wohnfläche und die Personenzahl zu Grunde gelegt.

Das folgende Bild zeigt Ihnen den anteilmäßigen Strombedarf im betrachteten Gebäude/Haushalt:

Anteile der wichtigsten Strom-Verbraucher



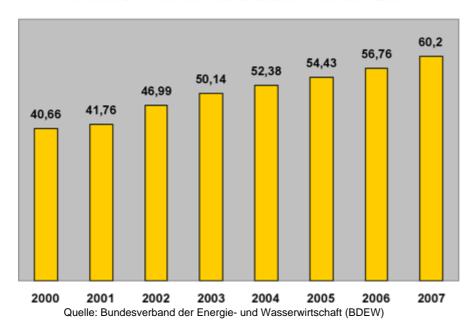
Strompreisentwicklung der letzen Jahre

Seit 2000 sind die Strompreise um circa 50 Prozent gestiegen. So beliefen sich die Stromkosten für einen Drei-Personen-Haushalt im Jahr 2000 bei einem jährlichen Verbrauch von 3.500 kWh (ohne Nachttarif-Anteil) auf monatlich 40,66 € Im April 2007 musste eine Familie hierfür 60,22 € zahlen. Seither sind die Kosten weiter gestiegen.

Der Anteil der staatlich verursachten Belastungen des Strompreises hat sich von 38 Prozent im Jahr 2000 auf lediglich rund 40 Prozent im Jahr 2007 erhöht (Stromsteuer, Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG, Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz – KWKG, Mehrwertsteuererhöhung). Die Strombeschaffungspreise sind in gleichem Zeitraum um fast 100 Prozent von 2,5 auf 5 Cent pro Kilowattstunde gestiegen.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Strompreisentwicklung der letzten Jahre für einen Drei-Personen-Musterhaushalt im Monat in Euro:

Stromkosten für einen Drei-Personen-Musterhaushalt im Monat in Euro



Konkret würde die Beherzigung folgender Einspartipps den Stromverbrauch im betrachteten Gebäude reduzieren. Weitere allgemeine Erläuterungen und Möglichkeiten finden Sie im Anhang.

Folgende Maßnahmen lassen sich direkt und ohne Kosten umsetzen:

- Viele elektrische oder elektronische Geräte vor allem auch die aus dem Bereich der Unterhaltungselektronik schalten sich nicht vollständig ab, sondern schalten in den Stand-By-Modus, einen Betriebszustand, in dem weiterhin einige Watt Strom aufgenommen wird. Schalten Sie Ihre Geräte daher vollständig ab. Fünf bis zehn Prozent Strom spart ein, wer zum Beispiel Geräte völlig vom Strom trennt, statt sie im Stand-by-Betrieb "schlummern" zu lassen. Dabei helfen so genannte Powersafer. Der Powersafer trennt alle nachgeschalteten Geräte bei Nichtbenutzung komplett vom Netz, die Re-Aktivierung erfolgt über die Infrarot-Fernbedienung des Geräts. Dadurch wird der stromfressende "Stand-by"-Zustand verhindert und man spart jährlich rund 50 Euro Stromkosten. Steckdosenleisten mit Schalter dienen dem gleichen Zweck.
- Beladen Sie Ihre Waschmaschine immer vollständig. Damit nutzen Sie Wasser und Strom besser aus. Wenn Sie die Wäsche zuvor nach Temperatur sortieren (Buntwäsche 30°), Weißwäsche 30-60° - "Kochwäsche" gibt es heute gar nicht mehr - sparen Sie viel Strom und schonen überdies die Wäsche.
- Schließen Sie Ihre Waschmaschine an das Warmwasser an. Dazu bieten viele Hersteller Vorschaltgeräte an, die einen Schutz der Wäsche vor zu hohen Temperaturen bieten. Voraussetzung ist eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung oder eine moderne Zentralheizung. Im Gegensatz zum Heizstab der Waschmaschine wird das Warmwasser viel umweltfreundlicher und preiswerter bereitet. Die Ersparnis je Haushalt und Maschine liegt zwischen 50 und 90%.
- Beladen Sie den Geschirrspüler effektiv und reinigen Sie den Filter häufig. Sie betreiben so die Maschine seltener und mit besserem Ergebnis.
- Schließen Sie Ihren Geschirrspüler wenn möglich an das Warmwasser an. Voraussetzung ist eine Solaranlage zur Warmwasserbereitung oder eine moderne Zentralheizung. Im Gegensatz zum Heizstab der Spülmaschine wird das Warmwasser viel umweltfreundlicher und preiswerter bereitet. Die Leitung sollte allerdings nicht zu lang sein.
- Schalten Sie nicht verwendete Lampen aus. Beim Verlassen des Raumes sollte die Lampe abgeschaltet werden. Auch Energiesparlampen und Halogenlampen schadet das Ausschalten entgegen landläufiger Meinung - nicht.

- Der Einsatz zusätzlicher Heizgeräte lässt sich oft vermeiden. Gänzlich verzichtet werden sollte auf das Heizen im Freien ("Heizpilze" etc.). Sie kosten enorme Energiemengen und sind vergleichsweise wirkungslos.
- Überprüfen Sie den Einsatz stromintensiver Geräte: wie oft, wie lange verwenden Sie sie? Ist der Einsatz nötig? So kann z.B. auf das Warmhalten oft verzichtet werden (Thermoskanne besser als Kaffeemaschine mit Warmhalteplatte).
- Verzichten Sie auf indirekte Deckenfluter. Gemessen an der Stromaufnahme (oft 300 W!) ist die Lichtausbeute vergleichsweise gering. Indirektes Licht sollte allenfalls zur Hintergrundaufhellung verwendet werden, zur Beleuchtung immer direktes Licht.
- Achten Sie beim Einkauf von Geräten auf Energieeffizienz. Dies gilt in besonderem Maße für Großgeräte (Kühlschrank...) aber auch Kleingeräte wie Wecker, Faxgeräte, Router, Telefone haben über die Laufzeit (ständige Betriebsbereitschaft) einen hohen Verbrauch.
- Mit der sachgerechten Nutzung der Kühlgeräte können Sie Strom und damit Geld sparen: legen Sie niemals warme Speisen in die Geräte, lassen Sie sie zuvor erst vollständig abkühlen. Beachten Sie, dass die größte Kälte unten liegt und pegeln Sie die Temperatur ausreichend, aber nicht zu tief ein.

Folgende Maßnahmen kosten nur wenig Geld:

- Setzen Sie wo immer möglich schaltbare Steckerleisten ein. So können Sie bequem mit einem Klick alle angeschlossenen Geräte (z.B. Unterhaltungselektronik wie Fernseher, Stereo-Anlage, PC) vom Netz nehmen. Sie vermeiden so unnötigen Stand-By-Stromverbrauch.
- Verwenden Sie statt Kochtopf einen separaten Wasserkocher. Dieser erhitzt das Wasser direkt und ist daher effektiver. Auf keinen Fall sollten Sie ohne Deckel kochen. Viele Gerichte lassen sich mit einem Dampfdrucktopf schnell, schonend und energieeffizient kochen.
- Setzen Sie überall Energiesparlampen ein. Bei der jetzigen Generation von Lampen gibt es keinerlei Einsatzeinschränkungen mehr. Verwenden Sie hier eine hohe Qualität und Sie haben praktisch unbegrenzt Freude daran.
- Eine Zeitschaltuhr kann bestimmte Prozesse abkürzen und damit Energie sparen. Sie können z.B. sicher stellen, dass ein Außenlicht nicht länger eingeschaltet ist, als nötig.
- Durch Präsenzmelder (Bewegungsmelder) stellen Sie die Anwesenheit von Personen fest. So kann man z.B. steuern, dass Licht nur dann eingeschaltet wird, wenn Personen das Licht auch nutzen. Dies wird obendrein als sehr komfortabel empfunden.
- Auf einen Wäschetrockner kann man fast immer verzichten. Der geringe Mehraufwand beim Aufhängen an der freien Luft, auf dem Dachboden oder im Keller wird Ihnen gedankt durch frische, geschonte Wäsche und eine geringere Stromrechnung.

Folgende Maßnahmen sind kostenintensiv, aber lohnend:

Schließlich empfehlen wir auch Maßnahmen, die zwar Geld kosten, aber sehr lohnend sein können. In manchen Fällen werden Sie erst eine Gelegenheit abwarten, z.B. wenn das Gerät seine Lebensdauer erreicht hat.

- Die Heizungspumpe ist ein oft unterschätzter Stromfresser. Abhängig von der Steuerung der Heizung läuft diese Pumpe oft auf voller Drehzahl die gesamte Heizperiode hindurch. Sie verursacht dabei mitunter den größten Teil an der Stromrechnung. Untersuchungen haben klar ergeben, dass sich der Austausch gegen eine Hocheffizienzpumpe in jedem Fall lohnt (oft schon nach Monaten), und nicht erst, wenn sie ausfällt.
- Eine lange laufende Zirkulationspumpe für die Warmwasserversorgung verursacht hohe Energieverluste. Ist die Zirkulation überhaupt nötig (nur bei langen Leitungswegen), so sollte sie nur in der unbedingt nötigen Zeit laufen. Dies kann durch intelligente Regelungen (Präsenzmeldung) sicher gestellt werden.

- Kaufen Sie Kühlgeräte nur von der höchsten Energieeffizienzklasse. Dies ist heute die Klasse A++. Da diese Geräte ständig laufen, lassen sich die Mehrkosten schnell erwirtschaften. Eine alte Energieschleuder sollte sofort ersetzt werden (sie kann dann ja im Keller noch bei Partys ein Gnadenbrot fristen).
- Setzen Sie bei Überhitzung der Wohnung keine aktive Kühlung ein. Durch effektiven (außenliegenden) Sonnenschutz, Nachtlüftung und andere Maßnahmen lässt sich hier unter Umständen viel Strom einsparen.
- Interessant ist die Möglichkeit, mit Lichtlenkung die Notwendigkeit künstlicher Beleuchtung zu reduzieren. Durch Lichtlenkung kann Tageslicht blendfrei in die Tiefe des Raumes transportiert werden.
- Im Außenbereich lassen sich fertige Module zur Versorgung mit Solarstrom verwenden. Dies bietet sich für alle Arten von Außenbeleuchtung, aber auch z.B. für Teichpumpen/Springbrunnen an.

Stromanbieter und regenerativer Strom

Eine Kosteneinsparung lässt sich eventuell durch einen Stromanbieterwechsel erreichen. Beobachten Sie daher den Markt, seien Sie dabei kritisch und achten Sie darauf, dass Ihr Anbieter ganz oder weitestgehend zertifizierten Ökostrom (aus regenerativen Energiequellen) liefert. Vielleicht möchten Sie ja auch selbst Strom produzieren: wir haben Sie über die Möglichkeiten einer PV-Anlage und über Kraft-Wärmekopplung (Blockheizkraftwerk) informiert. Ist so etwas in Ihrem Haus nicht möglich, so bietet sich vielleicht auch die Beteiligung an einem solchen Projekt an.

6 Beschreibung der verschiedenen Energieeinsparmaßnahmen

Aus der Analyse der einzelnen Bauteile sowie der Heizungs- und Warmwasseranlage werden die folgenden Energiesparmaßnahmen abgeleitet und deren Wirtschaftlichkeit berechnet.

Schwerpunkt ist die Erarbeitung einer baulich und anlagentechnisch optimalen und wirtschaftlichen Lösung für das Objekt, wobei neben der Einhaltung von Normen und Richtlinien, die Umsetzbarkeit, der zu erwartende Energieverbrauch und die damit verbundenen CO₂-Emissionen bewertet werden sollen.

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Variante sollte allerdings nicht allein den Ausschlag für eine Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme geben. Vielmehr sollen auch andere, hier nicht näher untersuchte (weil nicht quantifizierbar und nur subjektiv zu beurteilen) Kriterien eine Rolle spielen. Genannt seien hierbei Aspekte des höheren Komforts (z.B. Raumklima), der Wertsteigerung, der Ästhetik und des sozialen Umfeldes.

6.1 Variante 001: Variante 1 (Dämmung einfach)

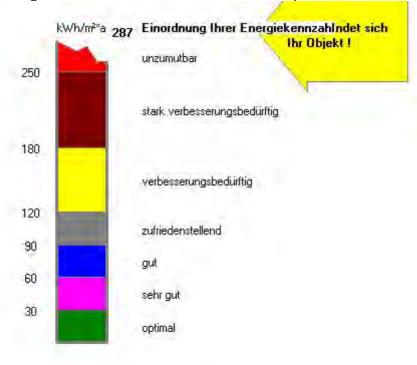
Nach Durchführung der im Folgenden dargestellten Maßnahmen ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 001:		
Gesamtinvestition in das Paket	46.487	€
jährliche Energiekosten	4.600	€/Jahr
jährliche Einsparungen	3.003	€ /Jahr
neuer Energieeinsatz:	50.777	kWh
Einsparung:	33.363	kWh, das entspricht 40 %
Nutzungsdauer:	ca. 40	Jahre
Heizlast:	20,6	kW
jährliche CO ₂ -Minderung	40	%
Kapitalwert der Maßnahmen	60.617	€*)
Amortisation	15	Jahre

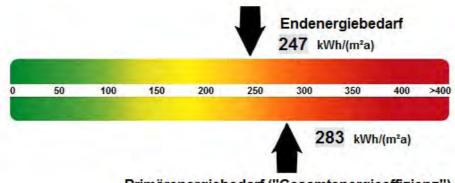
^{**)}Erläuterungen siehe Wirtschaftlichkeit der Varianten im Abschnitt "Vergleich der Varianten"

Bei der Berechnung der jährlichen Einsparung wurde von folgenden, durchschnittlich ermittelten, Energiekosten ausgegangen: 0,09 €/kWh.

Der Endenergieverbrauch sinkt von 475 auf ca. 287 kWh pro m² und Jahr.

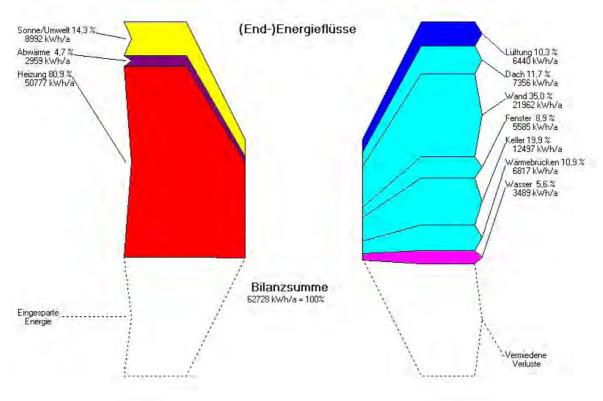


Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung der Variante gemäß EnEV



Primärenergiebedarf ("Gesamtenergieeffizienz")

Die Energieströme, die als Gewinne ins Haus ein- und als Verluste ausfließen, verteilen sich jetzt wie folgt:



Folgende Maßnahme(n) wurde(n) rechnerisch simuliert:

Deckendämmung einblasen, begehbar

Einblasen oder Einlegen eines Dämmstoffs wie z.B. Zellulose-Flocken, Steinwolle oder Perlitegranulat in die Zwischenräume einer nivellierten Traglattungsebene für den neuen Bodenbelag. Anschließende Verlegung einer oberseitigen Tragschicht wie z.B. Dielen oder Spanplatten.

Um Wärmebrücken zu verhindern, sollte an den Rändern ein lückenloser Übergang zur Dachdämmung hergestellt werden.

Bauphysik: Die Innenoberflächentemperatur der Obergeschossdecke wird in der Heizperiode angehoben. Sommerliche Wärmebelastungen der Innenräume unter der Decke werden spürbar reduziert.

Kostenkalkulation: Dämmmaßnahme incl. Traglattungsebene, exklusive neuer Fußbodentrag-

Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Gesamtkosten ausmacht, empfehlen sich hohe Dämmstärken.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	96,41	m²
zu dämmende Fläche	96,41	m²
Nutzungsdauer	30	Jahre
Preis pro m ²	79,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	7.616,78	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	$[W/m^2K]$	[W/m²K]	[€]
Decke III	0,80	0,52	4.140
Decke I *Geschossdecke*	0,80	0,52	3.476

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Flachdach - Warmdachdämmung von oben

Auslegen von Hartschaum-Dämmplatten auf die vorhandene Dachhaut, Befestigung mit Kiesbelag oder einzelnen Betonplatten.

Als Material kommen im vorliegenden Fall feuchtigkeitsunempfindliche Hartschaum-Dämmplatten mit Stufenfalzen oder mehrlagig versetzt in Frage.

Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Gesamtkosten ausmacht, empfehlen sich hohe Dämmstärken.

Die Dämmplattenlage des sog. Umkehrdaches schützt die Dachhaut zusätzlich vor zerstörenden Einflüssen (UV-Einwirkung, Wärmedehnung, mechanische Beanspruchung).

Bauphysik: Durch die Erhöhung der Dämmschicht werden die bauphysikalischen Verhältnisse i. d. R. günstig beeinflusst. Dennoch sollte eine Taupunktberechnung durchgeführt werden.

Ausführungshinweise: Die vorhandene Dachhaut muss auf Dichtigkeit überprüft werden. Die Tragfähigkeit der Dachkonstruktion muss berücksichtigt werden.

Bei Attikaaufbauten sollten auch diese mit Dämmstoff umhüllt werden, um ihre Wärmebrückenwirkung zu reduzieren. Die Einbauhinweise der Hersteller müssen beachtet werden. Mit einem Mindestgefälle des Daches und dem entsprechenden Aufbau kann die Konstruktion auch zum Gründach erweitert werden.

Kostenkalkulation: Dämmarbeiten ohne Nebenarbeiten

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	124,20	m²
zu dämmende Fläche	124,20	m²
Nutzungsdauer	30	Jahre
Preis pro m²	39,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	4.843,80	€

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede

Projekt: Muster-Beratungsbericht

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
Decke II	0,47	0,13	4.844

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Schrägdach, zwischen den Sparren, einlegen

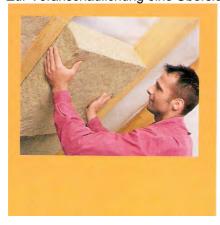
Zwischensparrendämmung mit vorkonfektionierten Dämmkeilen o. Dämmbahnen. Als Material kommen Holzweichfasern, Baumwolle, Steinwolle etc. in Frage. Die Dämmstärke sollte mind. die vorhandene Sparrenhöhe umfassen. Ggf. kann unter den Sparren eine weitere Dämmschicht aufgebracht werden. Dadurch werden die Sparren als Wärmebrücken ausgeschaltet. Die Wärmedämmschicht muss so ausgeführt werden, dass sie fugenfrei an den Sparren anliegt. Bauphysik: Warme feuchte Luft aus dem Gebäudeinneren wird während der Heizperiode durch eine Dampfsperre (z.B. PE-Folie) davon abgehalten, in die Konstruktion einzudringen. Die Dampfsperre muss daher stets auf der warmen Seite der Dämmung angeordnet werden. Zusätzlich muss eine Windsperre zwischen Dachhaut und Dämmung vorhanden sein (z.B. beschichtetes Baupapier). Dämmstoffe mit einer vergleichsweise größeren Wärmespeicherkapazität wie z.B. Holzweichfasern bieten gegenüber Mineral- und Steinwolle ein besseren sommerlichen Wärmeschutz und eignen sich daher vorzugsweise für sommerlich voll genutzte Dachräume. Diese Maßnahme kann bei handwerklichem Geschick auch in Eigenleistung ausgeführt werden.

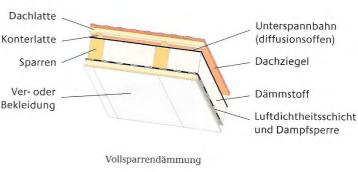
Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	16,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	63,46	m²
zu dämmende Fläche	63,46	m²
Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m²	17,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	1.078,82	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
Dach I *Schräge*	0,58	0,40	1.079

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.





dena

Kellerdecke eben, unterseitig dämmen

Auf der Unterseite ebener Kellerdecken können Dämmplatten angebracht werden. Es eignen sich als Bahnenware konfektionierte Dämmfasermatten, Mineralwoll-Lamellenplatten zum Andübeln und Hartschaumplatten mit Stufenfalz zum vollflächigem Ankleben.

Bauphysik: Das Raumklima wird durch den wärmeren Fußboden erheblich verbessert - Fußkälte und Energiebedarf verringert.

Hohlstellen zwischen Installationen und dgl. müssen mit losem Dämmstoff ausgefüllt werden.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	10,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	47,52	m²
zu dämmende Fläche	47,52	m²
Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m²	31,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	1.473,12	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	$[W/m^2K]$	[€]
KD I	1,62	0,29	1.473

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.



Kerndämmung, schütten oder einblasen

Bei mehrschaligen Außenwänden kann eine Kerndämmung in zwischen liegende Luftschichten eingebracht werden. Als Material kommen hier dafür zugelassene Einblasdämmstoffe wie z.B. Silikatgel, Steinwolle-Granulat, Styrole oder Perlite in Frage.

Bauphysik: In jedem Fall ist ein trockener Luftzwischenraum erforderlich. Bei dampfdichter Vorsatzschale (z.B. Hartbrandklinker oder diffusionsdichte Anstriche) sollte keine Kerndämmung vorgenommen werden. Eine Lösung kann hier evtl. die Montage einer Dampfsperre auf der Innenseite der betroffenen Wände sein. In jedem Fall sollte eine Taupunktberechnung nach DIN 4108 durchgeführt werden.

Kalkulationsgrundlage: Einblasdämmarbeiten in trockene, ungestörte Kernluftschicht, exklusive Gerüstarbeiten.

Die durch die geringe Luftschichtdicke begrenzte Dämmwirkung der Kerndämmung, kann gut mit einer Außendämmung (z.B. Wärmedämmverbundsystem) kombiniert werden.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	6,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	89,57	m²
zu dämmende Fläche	89,57	m²
Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m²	28,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	2.507,82	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	$[W/m^2K]$	[W/m²K]	[€]
I Wand S1	0,79	0,33	887

I Wand N1	0,79	0,33	782
III Wand S4	0,79	0,33	354
III Wand N3	0,79	0,33	414
I Wand N4	0,79	0,33	70

*Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Fensteraustausch, verbesserte Wärmeschutzverglasung

Die vorhandenen Fenster haben ein hohes Alter und weisen Undichtigkeiten auf. Sie sollten durch neue Fenster mit Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung (Ug-Wert der Verglasung < 1,1 W/(m2K) ersetzt werden. So ergibt sich eine erhebliche Verbesserung der Dämmqualität des Fensterelementes (Uw-Wert < 1,8).

Hohe Wärmeverluste treten an den Rahmen auf. Dem kann durch den Einsatz gedämmter Fensterrahmen begegnet werden.

Bei Ausführung einer Fassadenaußendämmung sollten die Blendrahmen möglichst überdämmt werden und in der Dämmebene montiert sein. Ebenso muss auf Luftdichtigkeit der Rahmenanschlüsse zur Außenwand geachtet werden.

Ohne Verbesserung des Außenwand-Wärmedämmstandards besteht die Gefahr des Kondensatniederschlags an den Innenflächen der Außenwand und unter Umständen (z.B. ungünstige Lüftungsbedingungen) Schimmelbildung und Bauschäden.

Hinweis: Über dem Fenster eingebaute Rollladenkästen gelten als Schwachstellen, wenn sie nicht wärmegedämmt sind.

m² Kalkulationsgrundlage: Zweiflügeliges Holzfenster ca. 1,5 m² ohne Sprossen in einfacher Ausführung.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Fenster-Uw-Wert	1,00	W/m ² K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)	0,70	
Nutzungsdauer	25	Jahre
Preis pro m ²	550,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	28.325,00	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
III Fenster O1	2,70	1,00	979
III Tür O2	2,70	1,00	957
III Fenster S1	2,70	1,00	1.716
III Fenster W1	5,20	1,00	715
II Tür S4	5,20	1,00	4.774
l Tür S5	5,20	1,00	902
I Fenster O3	2,70	1,00	858
I Fenster O4	2,70	1,00	231
l Tür O5	2,70	1,00	1.914
I Fenster S6	2,70	1,00	2.778
I Fenster W5	5,20	1,00	264
l Tür W4	2,70	1,00	1.210
I Fenster W3	2,70	1,00	176
I Fenster W6	2,70	1,00	924
I Fenster N1	2,70	1,00	924
I Fenster N2	2,70	1,00	891
I Fenster O6	5,20	1,00	534
l Tür O7	5,20	1,00	952

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede

Projekt: Muster-Beratungsbericht

01.01.2010

I Fenster O8	5,20	1,00	435
I Fenster S8	2,70	1,00	765
I Fenster O9	2,70	1,00	1.689
I Fenster S9	2,70	1,00	1.331
I Fenster W7	5,20	1,00	462
I Fenster N3	2,70	1,00	1.474
I Bodenluke D3	5,20	1,00	473

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Neuaufbau von: I Drempel

Eigenschaften der Maßnahme:		
Wärme übertragende Fläche	18,40	m²
zu dämmende Fläche	18,40	m²
Nutzungsdauer	10	Jahre
Preis pro m²	5,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	92,00	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	$[W/m^2K]$	[W/m²K]	[€]
I Drempel	3,16	0,18	92

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Regelung Heizung

Relativ preisgünstig und schnell amortisiert sind Verbesserungen an der Regelung der Heizungsanlage. Die Heizanlagenverordnung verlangt effektive bedarfsgerechte Einrichtungen zur Steuerung und Regelung der Heizungsanlage. Diese Einrichtungen sind im Regelfall eine Vorlauftemperaturregelung in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer anderen geeigneten Führungsgröße sowie Geräte zur Einzelraumtemperaturregelung.

Die hier kalkulierten Verbesserungen umfassen:

- 1K Thermostatventile (mit überdurchschnittlich empfindlicher Temperatursensorik)
- Verlängerung der Nachtabsenkung mittels Zeitschaltuhr
- Absenkung der Heizungsspreiztemperaturen (Vor-/Rücklauf)
- Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage (dadurch wird das gesamte Wärmeabgabesystem mit der jeweils spezifisch richtigen Wassermenge versorgt). der hydraulische Abgleich ist bei jeder Neuanlage und Anlagenänderung verpflichtend nach EnEV durchzuführen.

Eine weitere Verbesserung könnte durch Montage einer Heizungssteuerung erreicht werden, welche in der Lage ist zusätzlich die Rücklauftemperatur als Regelgröße einzubeziehen. Hierzu ist ein Heizungspufferspeicher unabdingbar (Zusatzkosten ca. 700-1500 Euro).

Der Kostenansatz berücksichtigt eine Pauschale für den Austausch von einfachen Heizkörperventilen durch Thermostatventile.

Für eine Heizungssteuerung mit Außen-, Vor- und Rücklauftemperaturfühler müssen ca. 700-1500 Euro zusätzlich investiert werden. Die Einstellung bzw. Verlängerung einer Nachtabsenkung sowie der hydraulische Anlagenabgleich sind Sowieso- Leistungen der Montagebetriebe bei Heizungs- anlagenerneuerungen.

Eigenschaften der Maßnahme:

Kosten der Maßnahme 550,00 €

Verbesserung der Regelung	neuer Wert
Raumthermostat	Thermostat mit 1° Schaltdifferenz
Nachtabsenkung	J

Im Zuge der Modernisierung muss ein hydraulischer Abgleich vorgenommen sowie alle Pumpen und Regler in optimierten Einstell-Zustand gebracht werden.

6.2 Variante 002: Variante 2 (Dämmung mit WDVS)

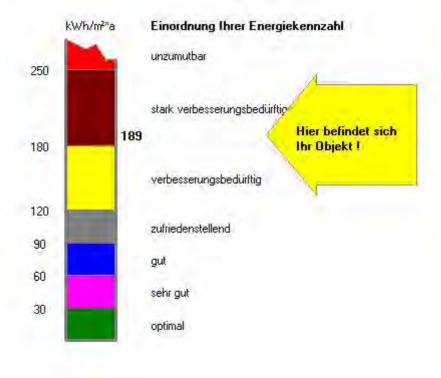
Nach Durchführung der im Folgenden dargestellten Maßnahmen ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 002:		
Gesamtinvestition in das Paket	62.849	€
Zuschüsse/Förderung	2.000	€
jährliche Energiekosten	3.047	€ /Jahr
jährliche Einsparungen	4.555	€ /Jahr
neuer Energieeinsatz:	33.527	kWh
Einsparung:	50.614	kWh, das entspricht 60 %
Nutzungsdauer:	ca. 40	Jahre
Heizlast:	13,9	kW
jährliche CO ₂ -Minderung	60	%
Kapitalwert der Maßnahmen	124.810	€*)
Amortisation	13	Jahre

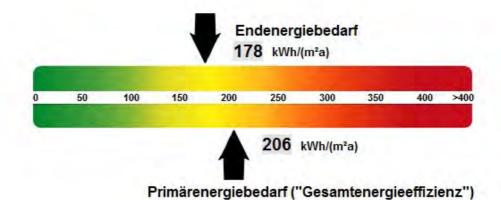
^{**)}Erläuterungen siehe Wirtschaftlichkeit der Varianten im Abschnitt "Vergleich der Varianten"

Bei der Berechnung der jährlichen Einsparung wurde von folgenden, durchschnittlich ermittelten, Energiekosten ausgegangen: 0,09 €/kWh.

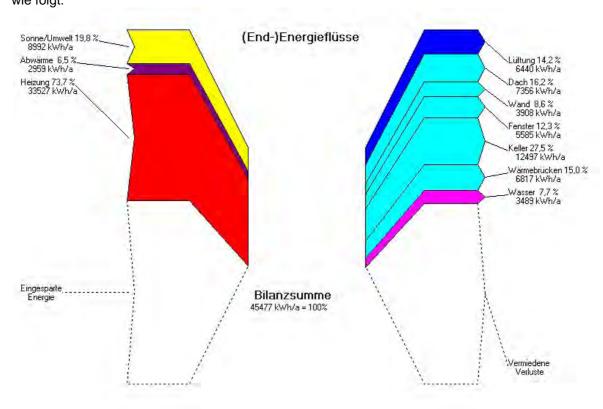
Der Endenergieverbrauch sinkt von 475 auf ca. 189 kWh pro m² und Jahr.



Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung der Variante gemäß EnEV



Die Energieströme, die als Gewinne ins Haus ein- und als Verluste ausfließen, verteilen sich jetzt wie folgt:



Folgende Maßnahme(n) wurde(n) rechnerisch simuliert:

Deckendämmung einblasen, begehbar

Einblasen oder Einlegen eines Dämmstoffs wie z.B. Zellulose-Flocken, Steinwolle oder Perlitegranulat in die Zwischenräume einer nivellierten Traglattungsebene für den neuen Bodenbelag. Anschließende Verlegung einer oberseitigen Tragschicht wie z.B. Dielen oder Spanplatten.

Um Wärmebrücken zu verhindern, sollte an den Rändern ein lückenloser Übergang zur Dachdämmung hergestellt werden.

Bauphysik: Die Innenoberflächentemperatur der Obergeschossdecke wird in der Heizperiode angehoben. Sommerliche Wärmebelastungen der Innenräume unter der Decke werden spürbar reduziert.

Kostenkalkulation: Dämmmaßnahme incl. Traglattungsebene, exklusive neuer Fußbodentragschicht.

Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Gesamtkosten ausmacht, empfehlen sich hohe Dämmstärken.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	96,41	m²
zu dämmende Fläche	96,41	m²
Nutzungsdauer	30	Jahre
Preis pro m²	79,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	7.616,78	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
Decke III	0,80	0,52	4.140
Decke I *Geschossdecke*	0,80	0,52	3.476

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Flachdach - Warmdachdämmung von oben

Auslegen von Hartschaum-Dämmplatten auf die vorhandene Dachhaut, Befestigung mit Kiesbelag oder einzelnen Betonplatten.

Als Material kommen im vorliegenden Fall feuchtigkeitsunempfindliche Hartschaum-Dämmplatten mit Stufenfalzen oder mehrlagig versetzt in Frage.

Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Gesamtkosten ausmacht, empfehlen sich hohe Dämmstärken.

Die Dämmplattenlage des sog. Umkehrdaches schützt die Dachhaut zusätzlich vor zerstörenden Einflüssen (UV-Einwirkung, Wärmedehnung, mechanische Beanspruchung).

Bauphysik: Durch die Erhöhung der Dämmschicht werden die bauphysikalischen Verhältnisse i. d. R. günstig beeinflusst. Dennoch sollte eine Taupunktberechnung durchgeführt werden.

Ausführungshinweise: Die vorhandene Dachhaut muss auf Dichtigkeit überprüft werden. Die Tragfähigkeit der Dachkonstruktion muss berücksichtigt werden.

Bei Attikaaufbauten sollten auch diese mit Dämmstoff umhüllt werden, um ihre Wärmebrückenwirkung zu reduzieren. Die Einbauhinweise der Hersteller müssen beachtet werden. Mit einem Mindestgefälle des Daches und dem entsprechenden Aufbau kann die Konstruktion auch zum Gründach erweitert werden.

Kostenkalkulation: Dämmarbeiten ohne Nebenarbeiten

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	124,20	m²
zu dämmende Fläche	124,20	m²
Nutzungsdauer	30	Jahre
Preis pro m²	39,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	4.843,80	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
Decke II	0,47	0,13	4.844

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Schrägdach, zwischen den Sparren, einlegen

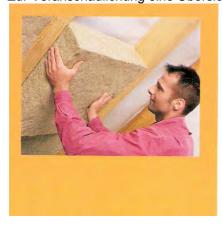
Zwischensparrendämmung mit vorkonfektionierten Dämmkeilen o. Dämmbahnen. Als Material kommen Holzweichfasern, Baumwolle, Steinwolle etc. in Frage. Die Dämmstärke sollte mind. die vorhandene Sparrenhöhe umfassen. Ggf. kann unter den Sparren eine weitere Dämmschicht aufgebracht werden. Dadurch werden die Sparren als Wärmebrücken ausgeschaltet. Die Wärmedämmschicht muss so ausgeführt werden, dass sie fugenfrei an den Sparren anliegt. Bauphysik: Warme feuchte Luft aus dem Gebäudeinneren wird während der Heizperiode durch eine Dampfsperre (z.B. PE-Folie) davon abgehalten, in die Konstruktion einzudringen. Die Dampfsperre muss daher stets auf der warmen Seite der Dämmung angeordnet werden. Zusätzlich muss eine Windsperre zwischen Dachhaut und Dämmung vorhanden sein (z.B. beschichtetes Baupapier). Dämmstoffe mit einer vergleichsweise größeren Wärmespeicherkapazität wie z.B. Holzweichfasern bieten gegenüber Mineral- und Steinwolle ein besseren sommerlichen Wärmeschutz und eignen sich daher vorzugsweise für sommerlich voll genutzte Dachräume. Diese Maßnahme kann bei handwerklichem Geschick auch in Eigenleistung ausgeführt werden.

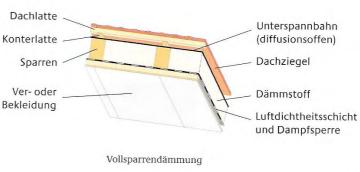
Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	16,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	63,46	m²
zu dämmende Fläche	63,46	m²
Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m²	17,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	1.078,82	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
Dach I *Schräge*	0,58	0,40	1.079

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.





den

Kellerdecke eben, unterseitig dämmen

Auf der Unterseite ebener Kellerdecken können Dämmplatten angebracht werden. Es eignen sich als Bahnenware konfektionierte Dämmfasermatten, Mineralwoll-Lamellenplatten zum Andübeln und Hartschaumplatten mit Stufenfalz zum vollflächigem Ankleben.

Bauphysik: Das Raumklima wird durch den wärmeren Fußboden erheblich verbessert - Fußkälte und Energiebedarf verringert.

Hohlstellen zwischen Installationen und dgl. müssen mit losem Dämmstoff ausgefüllt werden.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	10,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	47,52	m²
zu dämmende Fläche	47,52	m²
Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m²	31,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	1.473,12	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	$[W/m^2K]$	[€]
KD I	1,62	0,29	1.473

*Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.



Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem

Die erste Schicht eines Verbundsystems bildet der Wärmedämmstoff. Er wird auf dem Außenmauerwerk oder auf den Außenputz, dessen Zustand und Tragfähigkeit überprüft werden muss, verklebt und ggf. mit Dübeln zusätzlich verankert. Darüber wird ein Armierungsputz aufgezogen und Glasfasergewebe eingelegt. Als Endbeschichtung wird Fassadenputz aufgebracht. Der Dämmstoff kann aus Hartschaum, Holzweichfaserplatten oder Mineralfaserplatten bestehen. Er muss den Anforderungen der Wärmeleitfähigkeit, Verhalten gegen Feuchtigkeit, Druck- und Zugfestigkeit sowie dem Brandverhalten genügen.

Ausführungshinweise und Bauphysik: Es sollten nur zugelassene WDV-Systeme mit aufeinander abgestimmten Materialien zur Anwendung kommen. Eine sorgfältige Ausführung ist unerlässlich und muss von Fachbetrieben vorgenommen werden.

Die Dämmung ist auch in die Laibungen der Fenster und Außentüren "hineinzuziehen" und zur Reduzierung der Wärmebrücke Sockel mind. 50 cm nach unten über Bodenplatte/EG Boden zu verlängern. Als unterer Abschluss sollten keine Metallprofile verwendet werden, da diese erhebliche lineare Wärmebrücken bilden. Unabhängig vom Dämmmaterial werden die Innen-Oberflächentemperaturen der gedämmten Bauteile angehoben. Die Behaglichkeit wird dadurch verbessert, Kondensatniederschlag und die Bildung von Schimmelpilzen auf den wärmebrückenfrei gedämmten Bauteilen nahezu ausgeschlossen.

Kalkulationsgrundlagen: WDVS, ohne Gerüstarbeiten und ggfs. erforderliche Vorarbeiten am Untergrund (z.B. Abschlagen von losem Altputz). Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Maßnahmenkosten ausmacht, empfehlen sich hier große Dämmstärken.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	16,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,032	W/mK
Wärme übertragende Fläche	238,86	m²
zu dämmende Fläche	238,86	m²

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede

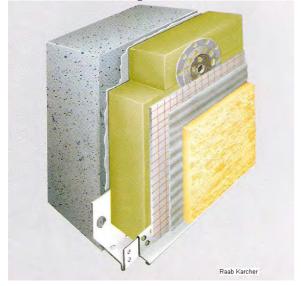
Projekt: Muster-Beratungsbericht

Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m ²	79,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	18.869,94	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
I Gaube Seiten	1,60	0,18	249
I Gaube Front	1,60	0,18	504
I Wand S1	0,79	0,16	2.502
I Wand S2	1,78	0,18	151
I Wand N1	0,79	0,16	2.206
III Wand S4	0,79	0,16	999
III Wand N3	0,79	0,16	1.169
I Wand N4	0,79	0,16	199
I Wand O3	1,78	0,18	1.741
I Wand O4	1,78	0,18	771
I Wand W2	1,78	0,18	2.191
I Wand S5	1,78	0,18	450
I Wand O5	1,78	0,18	194
III Wand O1	0,94	0,16	632
III Wand O2	0,94	0,16	1.092
III Wand N5	0,94	0,16	239
III Wand W3	0,94	0,16	978
II Wand W1	0,94	0,16	583
II Wand N2	0,94	0,16	1.413
II Wand S3	3,09	0,19	123
II Wand O6	3,09	0,19	67
I Heizkörpernische	0,89	0,16	275
III Heizkörpernische	0,89	0,16	142

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.



Fensteraustausch, verbesserte Wärmeschutzverglasung

Die vorhandenen Fenster haben ein hohes Alter und weisen Undichtigkeiten auf. Sie sollten durch neue Fenster mit Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung (Ug-Wert der Verglasung < 1,1 W/(m2K) ersetzt werden. So ergibt sich eine erhebliche Verbesserung der Dämmqualität des Fensterelementes (Uw-Wert < 1,8).

Hohe Wärmeverluste treten an den Rahmen auf. Dem kann durch den Einsatz gedämmter Fensterrahmen begegnet werden.

Bei Ausführung einer Fassadenaußendämmung sollten die Blendrahmen möglichst überdämmt werden und in der Dämmebene montiert sein. Ebenso muss auf Luftdichtigkeit der Rahmenanschlüsse zur Außenwand geachtet werden.

Ohne Verbesserung des Außenwand-Wärmedämmstandards besteht die Gefahr des Kondensatniederschlags an den Innenflächen der Außenwand und unter Umständen (z.B. ungünstige Lüftungsbedingungen) Schimmelbildung und Bauschäden.

Hinweis: Über dem Fenster eingebaute Rollladenkästen gelten als Schwachstellen, wenn sie nicht wärmegedämmt sind.

m² Kalkulationsgrundlage: Zweiflügeliges Holzfenster ca. 1,5 m² ohne Sprossen in einfacher Ausführung.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Fenster-Uw-Wert	1,00	W/m ² K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)	0,70	
Nutzungsdauer	25	Jahre
Preis pro m ²	550,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	28.325,00	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
III Fenster O1	2,70	1,00	979
III Tür O2	2,70	1,00	957
III Fenster S1	2,70	1,00	1.716
III Fenster W1	5,20	1,00	715
II Tür S4	5,20	1,00	4.774
l Tür S5	5,20	1,00	902
I Fenster O3	2,70	1,00	858
I Fenster O4	2,70	1,00	231
l Tür O5	2,70	1,00	1.914
I Fenster S6	2,70	1,00	2.778
I Fenster W5	5,20	1,00	264
I Tür W4	2,70	1,00	1.210
I Fenster W3	2,70	1,00	176
I Fenster W6	2,70	1,00	924
I Fenster N1	2,70	1,00	924
I Fenster N2	2,70	1,00	891
I Fenster O6	5,20	1,00	534
l Tür O7	5,20	1,00	952
I Fenster O8	5,20	1,00	435
I Fenster S8	2,70	1,00	765
I Fenster O9	2,70	1,00	1.689
I Fenster S9	2,70	1,00	1.331
I Fenster W7	5,20	1,00	462
I Fenster N3	2,70	1,00	1.474
I Bodenluke D3	5,20	1,00	473

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Neuaufbau von: I Drempel

Eigenschaften der Maßnahme:		
Wärme übertragende Fläche	18,40	m²
zu dämmende Fläche	18,40	m²
Nutzungsdauer	10	Jahre
Preis pro m²	5,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	92,00	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	$[W/m^2K]$	[W/m²K]	[€]
I Drempel	3,16	0,18	92

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Regelung Heizung

Relativ preisgünstig und schnell amortisiert sind Verbesserungen an der Regelung der Heizungsanlage. Die Heizanlagenverordnung verlangt effektive bedarfsgerechte Einrichtungen zur Steuerung und Regelung der Heizungsanlage. Diese Einrichtungen sind im Regelfall eine Vorlauftemperaturregelung in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer anderen geeigneten Führungsgröße sowie Geräte zur Einzelraumtemperaturregelung.

Die hier kalkulierten Verbesserungen umfassen:

- 1K Thermostatventile (mit überdurchschnittlich empfindlicher Temperatursensorik)
- Verlängerung der Nachtabsenkung mittels Zeitschaltuhr
- Absenkung der Heizungsspreiztemperaturen (Vor-/Rücklauf)
- Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage (dadurch wird das gesamte Wärmeabgabesystem mit der jeweils spezifisch richtigen Wassermenge versorgt). der hydraulische Abgleich ist bei jeder Neuanlage und Anlagenänderung verpflichtend nach EnEV durchzuführen.

Eine weitere Verbesserung könnte durch Montage einer Heizungssteuerung erreicht werden, welche in der Lage ist zusätzlich die Rücklauftemperatur als Regelgröße einzubeziehen. Hierzu ist ein Heizungspufferspeicher unabdingbar (Zusatzkosten ca. 700-1500 Euro).

Der Kostenansatz berücksichtigt eine Pauschale für den Austausch von einfachen Heizkörperventilen durch Thermostatventile.

Für eine Heizungssteuerung mit Außen-, Vor- und Rücklauftemperaturfühler müssen ca. 700-1500 Euro zusätzlich investiert werden. Die Einstellung bzw. Verlängerung einer Nachtabsenkung sowie der hydraulische Anlagenabgleich sind Sowieso- Leistungen der Montagebetriebe bei Heizungs- anlagenerneuerungen.

Eigenschaften der Maßnahme:

Kosten der Maßnahme 550,00 €

Verbesserung der Regelung	neuer Wert
Raumthermostat	Thermostat mit 1° Schaltdifferenz
Nachtabsenkung	J

Im Zuge der Modernisierung muss ein hydraulischer Abgleich vorgenommen sowie alle Pumpen und Regler in optimierten Einstell-Zustand gebracht werden.

6.3 Variante 003: Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)

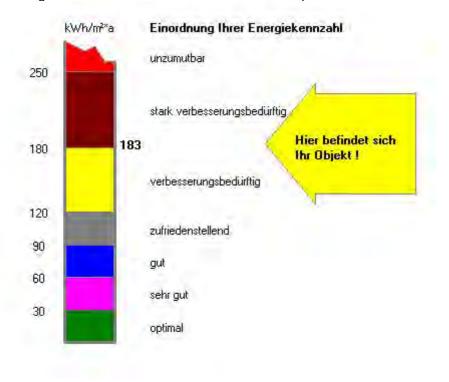
Nach Durchführung der im Folgenden dargestellten Maßnahmen ist zu erwarten:

Ergebnis der Variante 003:		
Gesamtinvestition in das Paket	74.626	€
Zuschüsse/Förderung	3.160	€
jährliche Energiekosten	2.982	€ /Jahr
jährliche Einsparungen	4.621	€ /Jahr
neuer Energieeinsatz:	32.386	kWh
Einsparung:	51.754	kWh, das entspricht 62 %
Nutzungsdauer:	ca. 40	Jahre
Heizlast:	13,7	kW
jährliche CO ₂ -Minderung	61	%
Kapitalwert der Maßnahmen	101.055	€*)
Amortisation	15	Jahre

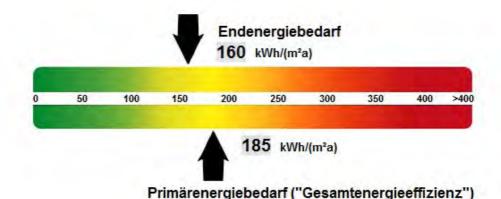
^{**)}Erläuterungen siehe Wirtschaftlichkeit der Varianten im Abschnitt "Vergleich der Varianten"

Bei der Berechnung der jährlichen Einsparung wurde von folgenden, durchschnittlich ermittelten, Energiekosten ausgegangen: 0,09 €/kWh.

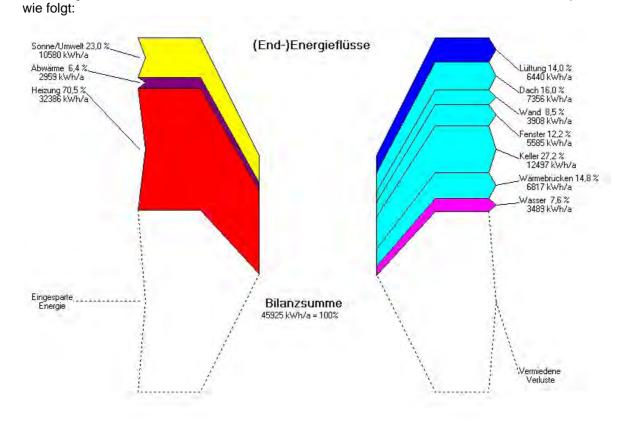
Der Endenergieverbrauch sinkt von 475 auf ca. 183 kWh pro m² und Jahr.



Das folgende Bild zeigt Ihnen die Einordnung der Variante gemäß EnEV



Die Energieströme, die als Gewinne ins Haus ein- und als Verluste ausfließen, verteilen sich jetzt



Folgende Maßnahme(n) wurde(n) rechnerisch simuliert:

Deckendämmung einblasen, begehbar

Einblasen oder Einlegen eines Dämmstoffs wie z.B. Zellulose-Flocken, Steinwolle oder Perlitegranulat in die Zwischenräume einer nivellierten Traglattungsebene für den neuen Bodenbelag. Anschließende Verlegung einer oberseitigen Tragschicht wie z.B. Dielen oder Spanplatten.

Um Wärmebrücken zu verhindern, sollte an den Rändern ein lückenloser Übergang zur Dachdämmung hergestellt werden.

Bauphysik: Die Innenoberflächentemperatur der Obergeschossdecke wird in der Heizperiode angehoben. Sommerliche Wärmebelastungen der Innenräume unter der Decke werden spürbar reduziert.

Kostenkalkulation: Dämmmaßnahme incl. Traglattungsebene, exklusive neuer Fußbodentrag-

Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Gesamtkosten ausmacht, empfehlen sich hohe Dämmstärken.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	96,41	m²
zu dämmende Fläche	96,41	m²
Nutzungsdauer	30	Jahre
Preis pro m²	79,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	7.616,78	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	$[W/m^2K]$	[€]
Decke III	0,80	0,52	4.140
Decke I *Geschossdecke*	0,80	0,52	3.476

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Flachdach - Warmdachdämmung von oben

Auslegen von Hartschaum-Dämmplatten auf die vorhandene Dachhaut, Befestigung mit Kiesbelag oder einzelnen Betonplatten.

Als Material kommen im vorliegenden Fall feuchtigkeitsunempfindliche Hartschaum-Dämmplatten mit Stufenfalzen oder mehrlagig versetzt in Frage.

Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Gesamtkosten ausmacht, empfehlen sich hohe Dämmstärken.

Die Dämmplattenlage des sog. Umkehrdaches schützt die Dachhaut zusätzlich vor zerstörenden Einflüssen (UV-Einwirkung, Wärmedehnung, mechanische Beanspruchung).

Bauphysik: Durch die Erhöhung der Dämmschicht werden die bauphysikalischen Verhältnisse i. d. R. günstig beeinflusst. Dennoch sollte eine Taupunktberechnung durchgeführt werden.

Ausführungshinweise: Die vorhandene Dachhaut muss auf Dichtigkeit überprüft werden. Die Tragfähigkeit der Dachkonstruktion muss berücksichtigt werden.

Bei Attikaaufbauten sollten auch diese mit Dämmstoff umhüllt werden, um ihre Wärmebrückenwirkung zu reduzieren. Die Einbauhinweise der Hersteller müssen beachtet werden. Mit einem Mindestgefälle des Daches und dem entsprechenden Aufbau kann die Konstruktion auch zum Gründach erweitert werden.

Kostenkalkulation: Dämmarbeiten ohne Nebenarbeiten

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	20,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	124,20	m²
zu dämmende Fläche	124,20	m²
Nutzungsdauer	30	Jahre
Preis pro m²	39,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	4.843,80	€

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede

Projekt: Muster-Beratungsbericht

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
Decke II	0,47	0,13	4.844

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Schrägdach, zwischen den Sparren, einlegen

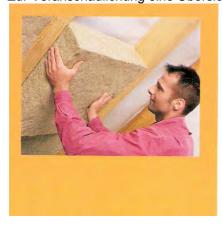
Zwischensparrendämmung mit vorkonfektionierten Dämmkeilen o. Dämmbahnen. Als Material kommen Holzweichfasern, Baumwolle, Steinwolle etc. in Frage. Die Dämmstärke sollte mind. die vorhandene Sparrenhöhe umfassen. Ggf. kann unter den Sparren eine weitere Dämmschicht aufgebracht werden. Dadurch werden die Sparren als Wärmebrücken ausgeschaltet. Die Wärmedämmschicht muss so ausgeführt werden, dass sie fugenfrei an den Sparren anliegt. Bauphysik: Warme feuchte Luft aus dem Gebäudeinneren wird während der Heizperiode durch eine Dampfsperre (z.B. PE-Folie) davon abgehalten, in die Konstruktion einzudringen. Die Dampfsperre muss daher stets auf der warmen Seite der Dämmung angeordnet werden. Zusätzlich muss eine Windsperre zwischen Dachhaut und Dämmung vorhanden sein (z.B. beschichtetes Baupapier). Dämmstoffe mit einer vergleichsweise größeren Wärmespeicherkapazität wie z.B. Holzweichfasern bieten gegenüber Mineral- und Steinwolle ein besseren sommerlichen Wärmeschutz und eignen sich daher vorzugsweise für sommerlich voll genutzte Dachräume. Diese Maßnahme kann bei handwerklichem Geschick auch in Eigenleistung ausgeführt werden.

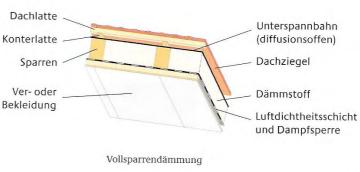
Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	16,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	63,46	m²
zu dämmende Fläche	63,46	m²
Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m²	17,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	1.078,82	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
Dach I *Schräge*	0,58	0,40	1.079

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.





dena

Kellerdecke eben, unterseitig dämmen

Auf der Unterseite ebener Kellerdecken können Dämmplatten angebracht werden. Es eignen sich als Bahnenware konfektionierte Dämmfasermatten, Mineralwoll-Lamellenplatten zum Andübeln und Hartschaumplatten mit Stufenfalz zum vollflächigem Ankleben.

Bauphysik: Das Raumklima wird durch den wärmeren Fußboden erheblich verbessert - Fußkälte und Energiebedarf verringert.

Hohlstellen zwischen Installationen und dgl. müssen mit losem Dämmstoff ausgefüllt werden.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	10,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,035	W/mK
Wärme übertragende Fläche	47,52	m²
zu dämmende Fläche	47,52	m²
Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m²	31,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	1.473,12	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	$[W/m^2K]$	[€]
KD I	1,62	0,29	1.473

*Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.



Außendämmung, Wärmedämmverbundsystem

Die erste Schicht eines Verbundsystems bildet der Wärmedämmstoff. Er wird auf dem Außenmauerwerk oder auf den Außenputz, dessen Zustand und Tragfähigkeit überprüft werden muss, verklebt und ggf. mit Dübeln zusätzlich verankert. Darüber wird ein Armierungsputz aufgezogen und Glasfasergewebe eingelegt. Als Endbeschichtung wird Fassadenputz aufgebracht. Der Dämmstoff kann aus Hartschaum, Holzweichfaserplatten oder Mineralfaserplatten bestehen. Er muss den Anforderungen der Wärmeleitfähigkeit, Verhalten gegen Feuchtigkeit, Druck- und Zugfestigkeit sowie dem Brandverhalten genügen.

Ausführungshinweise und Bauphysik: Es sollten nur zugelassene WDV-Systeme mit aufeinander abgestimmten Materialien zur Anwendung kommen. Eine sorgfältige Ausführung ist unerlässlich und muss von Fachbetrieben vorgenommen werden.

Die Dämmung ist auch in die Laibungen der Fenster und Außentüren "hineinzuziehen" und zur Reduzierung der Wärmebrücke Sockel mind. 50 cm nach unten über Bodenplatte/EG Boden zu verlängern. Als unterer Abschluss sollten keine Metallprofile verwendet werden, da diese erhebliche lineare Wärmebrücken bilden. Unabhängig vom Dämmmaterial werden die Innen-Oberflächentemperaturen der gedämmten Bauteile angehoben. Die Behaglichkeit wird dadurch verbessert, Kondensatniederschlag und die Bildung von Schimmelpilzen auf den wärmebrückenfrei gedämmten Bauteilen nahezu ausgeschlossen.

Kalkulationsgrundlagen: WDVS, ohne Gerüstarbeiten und ggfs. erforderliche Vorarbeiten am Untergrund (z.B. Abschlagen von losem Altputz). Da der Dämmstoff einen untergeordneten Teil der Maßnahmenkosten ausmacht, empfehlen sich hier große Dämmstärken.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Materialdicke	16,00	cm
Wärmeleitfähigkeit des Materials	0,032	W/mK
Wärme übertragende Fläche	238,86	m²
zu dämmende Fläche	238,86	m²

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede

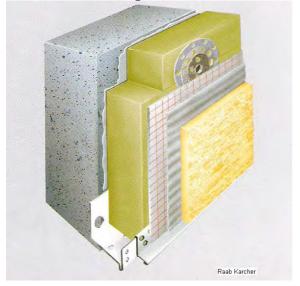
Projekt: Muster-Beratungsbericht

Nutzungsdauer	40	Jahre
Preis pro m²	79,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	18.869,94	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
I Gaube Seiten	1,60	0,18	249
I Gaube Front	1,60	0,18	504
I Wand S1	0,79	0,16	2.502
I Wand S2	1,78	0,18	151
I Wand N1	0,79	0,16	2.206
III Wand S4	0,79	0,16	999
III Wand N3	0,79	0,16	1.169
I Wand N4	0,79	0,16	199
I Wand O3	1,78	0,18	1.741
I Wand O4	1,78	0,18	771
I Wand W2	1,78	0,18	2.191
I Wand S5	1,78	0,18	450
I Wand O5	1,78	0,18	194
III Wand O1	0,94	0,16	632
III Wand O2	0,94	0,16	1.092
III Wand N5	0,94	0,16	239
III Wand W3	0,94	0,16	978
II Wand W1	0,94	0,16	583
II Wand N2	0,94	0,16	1.413
II Wand S3	3,09	0,19	123
II Wand O6	3,09	0,19	67
I Heizkörpernische	0,89	0,16	275
III Heizkörpernische	0,89	0,16	142

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.



Fensteraustausch, verbesserte Wärmeschutzverglasung

Die vorhandenen Fenster haben ein hohes Alter und weisen Undichtigkeiten auf. Sie sollten durch neue Fenster mit Zweischeiben-Wärmeschutzverglasung (Ug-Wert der Verglasung < 1,1 W/(m2K) ersetzt werden. So ergibt sich eine erhebliche Verbesserung der Dämmqualität des Fensterelementes (Uw-Wert < 1,8).

Hohe Wärmeverluste treten an den Rahmen auf. Dem kann durch den Einsatz gedämmter Fensterrahmen begegnet werden.

Bei Ausführung einer Fassadenaußendämmung sollten die Blendrahmen möglichst überdämmt werden und in der Dämmebene montiert sein. Ebenso muss auf Luftdichtigkeit der Rahmenanschlüsse zur Außenwand geachtet werden.

Ohne Verbesserung des Außenwand-Wärmedämmstandards besteht die Gefahr des Kondensatniederschlags an den Innenflächen der Außenwand und unter Umständen (z.B. ungünstige Lüftungsbedingungen) Schimmelbildung und Bauschäden.

Hinweis: Über dem Fenster eingebaute Rollladenkästen gelten als Schwachstellen, wenn sie nicht wärmegedämmt sind.

m² Kalkulationsgrundlage: Zweiflügeliges Holzfenster ca. 1,5 m² ohne Sprossen in einfacher Ausführung.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Fenster-Uw-Wert	1,00	W/m ² K
g-Wert (Strahlungsdurchlässigkeit)	0,70	
Nutzungsdauer	25	Jahre
Preis pro m ²	550,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	28.325,00	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
1 3 1 2 3 3 3 1 5 (a) 2 a a 1 3 1 (b)	[W/m²K]	[W/m²K]	[€]
III Fenster O1	2,70	1,00	979
III Tür O2	2,70	1,00	957
III Fenster S1	2,70	1,00	1.716
III Fenster W1	5,20	1,00	715
II Tür S4	5,20	1,00	4.774
l Tür S5	5,20	1,00	902
I Fenster O3	2,70	1,00	858
I Fenster O4	2,70	1,00	231
l Tür O5	2,70	1,00	1.914
I Fenster S6	2,70	1,00	2.778
I Fenster W5	5,20	1,00	264
l Tür W4	2,70	1,00	1.210
I Fenster W3	2,70	1,00	176
I Fenster W6	2,70	1,00	924
I Fenster N1	2,70	1,00	924
I Fenster N2	2,70	1,00	891
I Fenster O6	5,20	1,00	534
l Tür O7	5,20	1,00	952
I Fenster O8	5,20	1,00	435
I Fenster S8	2,70	1,00	765
I Fenster O9	2,70	1,00	1.689
I Fenster S9	2,70	1,00	1.331
I Fenster W7	5,20	1,00	462
I Fenster N3	2,70	1,00	1.474
I Bodenluke D3	5,20	1,00	473

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Neuaufbau von: I Drempel

Eigenschaften der Maßnahme:		
Wärme übertragende Fläche	18,40	m²
zu dämmende Fläche	18,40	m²
Nutzungsdauer	10	Jahre
Preis pro m²	5,00	€/m²
Kosten der Maßnahme	92,00	€

Verbesserte(s) Bauteil(e)	U-Wert alt*	U-Wert neu*	Kosten
	$[W/m^2K]$	[W/m²K]	[€]
I Drempel	3,16	0,18	92

^{*}Bei Fensterbauteilen handelt es sich um den Uw-Wert

Regelung Heizung

Relativ preisgünstig und schnell amortisiert sind Verbesserungen an der Regelung der Heizungsanlage. Die Heizanlagenverordnung verlangt effektive bedarfsgerechte Einrichtungen zur Steuerung und Regelung der Heizungsanlage. Diese Einrichtungen sind im Regelfall eine Vorlauftemperaturregelung in Abhängigkeit von der Außentemperatur oder einer anderen geeigneten Führungsgröße sowie Geräte zur Einzelraumtemperaturregelung.

Die hier kalkulierten Verbesserungen umfassen:

- 1K Thermostatventile (mit überdurchschnittlich empfindlicher Temperatursensorik)
- Verlängerung der Nachtabsenkung mittels Zeitschaltuhr
- Absenkung der Heizungsspreiztemperaturen (Vor-/Rücklauf)
- Hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage (dadurch wird das gesamte Wärmeabgabesystem mit der jeweils spezifisch richtigen Wassermenge versorgt). der hydraulische Abgleich ist bei jeder Neuanlage und Anlagenänderung verpflichtend nach EnEV durchzuführen.

Eine weitere Verbesserung könnte durch Montage einer Heizungssteuerung erreicht werden, welche in der Lage ist zusätzlich die Rücklauftemperatur als Regelgröße einzubeziehen. Hierzu ist ein Heizungspufferspeicher unabdingbar (Zusatzkosten ca. 700-1500 Euro).

Der Kostenansatz berücksichtigt eine Pauschale für den Austausch von einfachen Heizkörperventilen durch Thermostatventile.

Für eine Heizungssteuerung mit Außen-, Vor- und Rücklauftemperaturfühler müssen ca. 700-1500 Euro zusätzlich investiert werden. Die Einstellung bzw. Verlängerung einer Nachtabsenkung sowie der hydraulische Anlagenabgleich sind Sowieso- Leistungen der Montagebetriebe bei Heizungs- anlagenerneuerungen.

Eigenschaften der Maßnahme:

Kosten der Maßnahme 550,00 €

Verbesserung der Regelung	neuer Wert
Raumthermostat	Thermostat mit 1° Schaltdifferenz
Nachtabsenkung	J

Im Zuge der Modernisierung muss ein hydraulischer Abgleich vorgenommen sowie alle Pumpen und Regler in optimierten Einstell-Zustand gebracht werden.

Brauchwasser-Solarkollektor

Brauchwasser-Solaranlage zur Erwärmung von Trinkwasser. Zur Überbrückung solarstrahlungsarmer Zeiten muss in die Anlage ein hinreichend großer Speicher integriert sein. Der mögliche Deckungsbeitrag hängt von Dachneigung, -orientierung, Fläche und Bauart des Kollektors, Speichergröße und -bauart und weiteren Randbedingungen ab. Hier ist eine detaillierte Ausführungsplanung erforderlich!

01.01.2010

Kalkulationsgrundlage: Kollektoren, Solarpumpe, Solarleitung, Solarausdehnungsgefäß, Solarsteuerung, Solarsicherheitsgruppe ohne Solarspeicher. Die genannten Preise und Deckungsgrade sind Anhaltswerte.

Eigenschaften der Maßnahme:		
zusätzliche Kosten einmalig	1.100,00	€
Kosten der Maßnahme	2.776,50	€

Daten des Warmwasserbereiters:	•
Art der Bereitung:	Solaranlage
Leistung:	10,0 kW
5 .	00.07

Deckung: 60 % Arbeitszahl: 40,0 (kWh/eingesetzter kWh)

Versorgungsbereich: Warmwasserversorgung1

Zur Veranschaulichung eine Übersicht, die Ihnen ein Bild vom Einbau der Maßnahme gibt.



TWW-Solarspeicher Standard - (300 I)

Hierbei handelt es sich um einen TWW-Speicher zur Kopplung an eine Solaranlage. Dieser Speicher kompensiert das schwankende Solarwärmeangebot. Es sind mehrere Wärmetauscher integriert (Solar + Nachheizung durch Heiz-Wärmeerzeuger).

Eigenschaften der Maßnahme:

Kosten der Maßnahme 1.650,00 €

Daten des Warmwasserspeichers:		
Volumen:	300	Liter
U-Wert der Speicherhülle:	0,30	W/m^2K
Temperatur Aufstellraum	15,0	°C
Versorgungsbereich	Warmwasserversorgung1	

Elektronisch geregelte Heizungspumpe

Montage einer elektronisch geregelten Pumpe mit geringer Leistungsaufnahme. Da Umwälzpumpen sehr lange Laufzeiten aufweisen, sind vergleichsweise hohe Einsparpotenziale und eine schnelle Amortisation erreichbar.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Kosten	350,00	€//Pumpe (Vor-/Rücklauf)

Kosten der Maßnahme	350,00 €

Einbau neuer Pumpe: 0, 20 W geregelt

Brennwertheizung Heizöl

Ein Brennwertkessel nutzt neben der direkten Verbrennungswärme die Energie des in den Abgasen enthaltenen Wasserdampfs. Im integrierten Abgaswärmetauscher kondensiert Wasserdampf zu Wasser und gibt die Energie als Wärme ab. Der Brennwert ist bei Verwendung von Heizöl als Brennstoff ca. 7 % höher als der Heizwert.

Wegen der niedrigen Abgastemperaturen von Brennwertgeräten entsteht nur geringer Kaminzug, die Rauchgase müssen durch ein Gebläse hinausbefördert werden.

Kalkulationsansatz:

Brennwertkessel incl. Montage, exklusive Demontage und Entsorgung Altanlagen. Für den Einbau eines neuen Abgasrohrs werden Zusatzkosten von etwa 1.000 Euro veranschlagt.

Kostenkalkulation: Modulierbarer Kessel mit Brenner und Standardsteuerung, ohne Speicher und Abgasanlagen.

Eigenschaften der Maßnahme:		
Kosten der Anlage	6.000,00	€
zusätzliche Kosten einmalig	1.000,00	€
Kosten der Maßnahme	7.000,00	€

Daten der neuen Anlage	
neue Heizungsanlage	Zentralheizung
genutzte Technik	Brennwertgerät
Energieträger	Heizöl_EL
Leistung	18 kW

Verbesserungen	neues Gerät
Abgasverlust	-1,0 %
Bereitschaftsverlust	0,0 %

6.4 Vergleich der Varianten

Nachfolgend werden die vorgeschlagenen Energieeinsparmaßnahmen (Varianten) nach verschiedenen Gesichtspunkten untereinander verglichen. Detaillierte Angaben dazu finden Sie zusätzlich im Anhang.

6.4.1 Vergleich der technischen Verbesserung der Gebäudehülle

mittlere U-Werte nach Bauteilkategorie

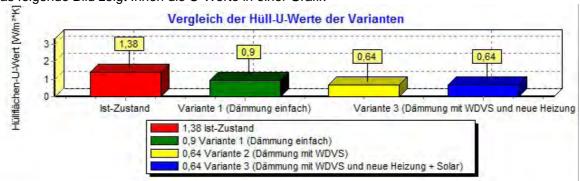
Variante	Keller [W/m²K]	Dach [W/m²K]	Außenwand [W/m ² K]	Fenster [W/m ² K]
vor der Maßnahme (Ist)	2,10	0,61	1,32	3,37
Energieeinsparverordnung	0,24/0,3*	0,2/0,24*	0,24*	1,1/1,4*
Stand der Technik (PH**)	0,10	0,10	0,10	0,80
Variante 1 (Dämmung einfach)	1,74	0,32	0,95	1,08
Variante 2 (Dämmung mit WDVS)	1,74	0,32	0,17	1,08
Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)	1,74	0,32	0,17	1,08

^{*} abhängig von Konstruktion des Bauteils und/oder Maßnahme

Vergleich der Hüllflächen-U-Werte

Einige Varianten enthalten Dämm-Maßnahmen. Die folgende Grafik zeigt Ihnen die U-Werte nach Durchführung der Maßnahmen. Die einzelnen Werte finden Sie im Anhang.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die U-Werte in einer Grafik



6.4.2 Vergleich der Energiekennzahlen

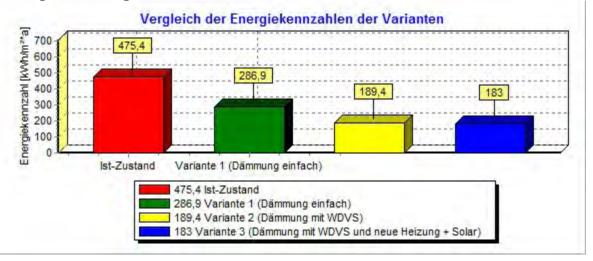
Die Energiekennzahlen dienen vorrangig zum Vergleich mit anderen Gebäuden gleicher Nutzung. Erläuterungen zur Energiekennzahl finden Sie im Abschnitt "Allgemeines".

Nachfolgend ist eine Liste der Energiekennzahlen der einzelnen Varianten aufgeführt.

Zustand	Energiekennzahl
Vor der Maßnahme	475 kWh/m2Jahr
Neubau-Standard	60 kWh/m2Jahr
Niedrigenergiehaus	30 kWh/m2Jahr
Variante 1 (Dämmung einfach)	287 kWh/m ² Jahr
Variante 2 (Dämmung mit WDVS)	189 kWh/m2Jahr
Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)	183 kWh/m ² Jahr

^{**} PH = Passivhaus

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Kennzahlen in einer Grafik:

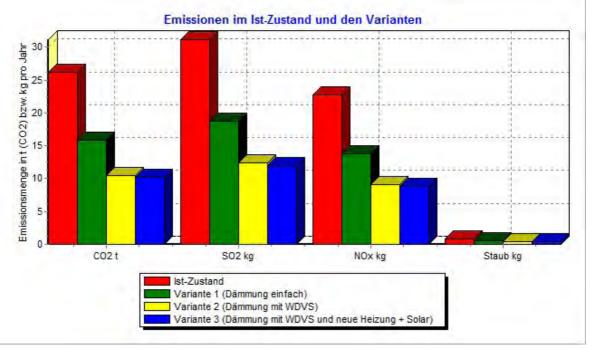


6.4.3 Umweltwirkung

Der Schadstoffausstoß von CO_2 , NO_x , SO_2 und Staub belastet unsere Umwelt (siehe auch Abschnitt "Allgemeines"). In der folgenden Tabelle sehen Sie den Schadstoffausstoß im Ist-Zustand des Gebäudes und für jede vorgeschlagene Variante. Zusätzlich wird die CO_2 -Einsparung für jede Variante ausgegeben.

Variante	CO ₂	SO ₂	NOX	Staub	CO ₂ - Einsp.	CO ₂ - Einsp.
	[kg/a]	[g/a]	[g/a]	[g/a]	[kg/m² Nutzfl.]	in %
Ist-Zustand	26.249	31.165	22.776	851		
Variante 1 (Dämmung einfach)	15.873	18.820	13.768	518	49	39,5
Variante 2 (Dämmung mit WDVS)	10.508	12.438	9.110	345	74	60,0
Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)	10.253	12.056	8.873	346	75	60,9

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Emissionen in einer Grafik



Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

6.4.4 Vergleich der Primärenergie der Varianten

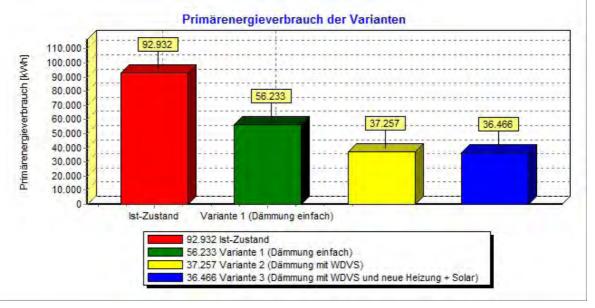
Bei der Herstellung, der Umwandlung und dem Transport der Energie treten Verluste auf, die bisher nicht betrachtet wurden. Erläuterungen zur Primärenergie finden Sie im Abschnitt "Allgemeines".

Die folgende Tabelle zeigt Ihnen den Primärenergiebedarf im Ist-Zustand sowie für jede Variante (Berechnung nach EnEV) und den Primärenergieverbrauch im Ist-Zustand und für jede Variante in diesem Fall auch bezogen auf die Gebäudenutzfläche (Berechnung nach LEG).

Variante	Primärenergiebedarf	Primärenergieverbrauch
	(EnEV) in kWh/m ² a	(LEG/IWU)*) in kWh/m2a
Ist (vorher)	468	439
Variante 1 (Dämmung einfach)	283	265
Variante 2 (Dämmung mit WDVS)	206	176
Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)	185	172

^{*)} inklusive Nutzung

Das folgende Bild zeigt Ihnen den Primärenergieverbrauch der Varianten in einer Grafik



6.4.5 Wirtschaftlichkeit der Varianten

Bei der Ausarbeitung der Vorschläge wurden verschiedene Ansätze der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung angewendet.

Die **Amortisation** beziffert die Zeit, in der das eingesetzte Investitionskapital durch die erzielten Einsparungen wieder zurückgeflossen ist. Diese Zeit sagt nichts aus über das Maß der Einsparung und über den evtl. erzielten Überschuss über die Nutzungsdauer der Maßnahme.

Eine Maßnahme ist wirtschaftlich, wenn die Amortisationszeit der Investitionen kürzer ist, als die Nutzungsdauer der sanierten oder erneuerten Bauteile.

Zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit einzelner Varianten setzen wir die **Kapitalwertmethode** ein, um zu einer vergleichbaren Größe zu kommen. Hierbei wird jede Zahlung (Investition, Unterhaltung) und Einnahme (Einsparung) mit dem Kapitalzins (Sparzins) zurückgezinst auf den Anfangszeitpunkt. Der Kapitalwert ist dabei die Summe aller dieser "Barwerte". Eine Maßnahme ist dann absolut vorteilhaft, wenn der Kapitalwert größer oder gleich Null ist. Die vorteilhafteste Variante ist damit die mit dem größten Kapitalwert.

Die Kapitalwertmethode wurde auch angewendet zur Ermittlung der wirtschaftlich optimalen Dämmstoffstärke.

Zur Bestimmung der wirtschaftlichen Amortisation wurden folgende Kriterien angenommen:

	Fördergelder werden berücksichtigt	
-	Effektiver Zinssatz	3,0 %
-	Teuerungsrate für fossile Brennstoffe per anno	5,0 %
-	allgemeine Preissteigerung	1,0 %

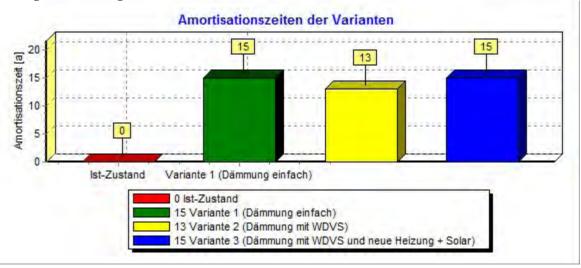
Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die Investition, die angenommene Förderung, die jährliche Einsparung, die Amortisationszeit und den Kapitelwert jeder Variante.

Variante	Gesamt In- vestition [€]*)	Netto In- vestition [€**)	Sowieso- In- vestition [€]	Förderun g [€]	jähr- liche Einspar. [€]	Amortis. - zeit [Jahre]	Kapital- wert [€]
Variante 1 (Dämmun g einfach)	46.487	46.487	0	0	3.003	15	60.617
Variante 2 (Dämmun g mit WDVS)	62.849	60.849	0	2.000	4.555	13	124.810
Variante 3 (Dämmun g mit WDVS und neue Heizung + Solar)	74.626	71.466	0	3.160	4.621	15	101.055

^{*)} inkl. ohnehin notwendiger Investitionen

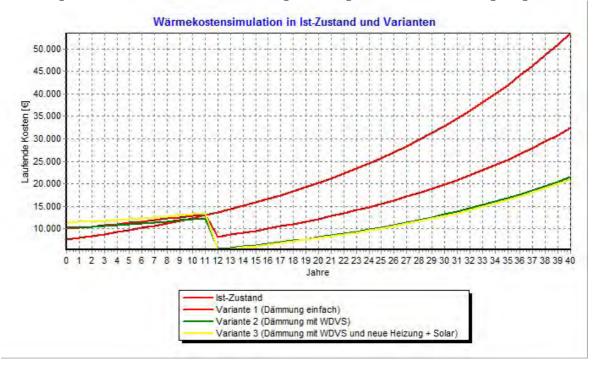
Die Amortisation wird entsprechend der VDI 2067 iterativ wie im Anhang dargestellt berechnet. Hinweis: Ersatzinvestitionen werden nicht berücksichtigt.

Das folgende Bild zeigt Ihnen die Amortisationszeiten in einer Grafik:



^{**)} abzgl. ohnehin notwendiger Investitionen und abzüglich evtl. Förderung

In dem folgenden Bild wird Ihnen die Entwicklung der Energiekosten der Varianten gezeigt:



Hierbei wurden folgende Entwicklungs-Trends zugrunde gelegt:

Energiepreiserhöhungen	5,0 %
allg. Preissteigerung	1,0 %
Guthaben-Zinssatz	3,0 %
Kredit-Zinssatz	4,5 %

Annahmen für die Finanzierung der Varianten:

Variante Variante 1 (Dämmung einfach): über Kredit mit einer Laufzeit von 12 Jahren Variante Variante 2 (Dämmung mit WDVS): über Kredit mit einer Laufzeit von 12 Jahren Variante Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar): über Kredit mit einer Laufzeit von 12 Jahren

Die Kapitalwerte der Varianten in verschiedenen Szenarien können Sie dem Anhang entnehmen.

7 Anhang

7.1 Erläuterung der Fachbegriffe

Energieumsatz pro Zeiteinheit	= Watt (W) (1 kW = 1.000 W)
Einheit für Energieverbrauch/-leistung pro Jahr	= kWh/a
Flächenspezifischer, jährlicher Energieverbrauch	= kWh/m ² a

Abgasverluste

Wärme, die mit dem Abgas der Heizanlage verloren geht. Lässt sich durch Brennertechnik reduzieren (siehe Brennwertkessel). Bei niedrigen Abgasverlusten allerdings Gefahr der Schornsteinversottung.

Amortisation

Deckung der aufgewendeten Investitionskosten für ein Maßnahmepaket durch deren Einsparung. Sollte unter Berücksichtigung der Preissteigerung und der Kapitalverzinsung errechnet werden.

beheizbare Wohnfläche

Die beheizbare Wohnfläche ist die Summe der Flächen innerhalb der thermischen Hülle. Die Berechnung des Gesamtenergieverbrauchs bezieht sich auf die beheizbare Fläche. Der Energieverbrauch pro m² entspricht der Energiekennzahl.

Bereitschaftsverlust

Beim Aufheizen eines kalten und beim Abkühlen eines Kessels auftretende Verluste. Reduzierbar durch hohe Brennerlaufzeiten. Einfluss auf die Verluste hat auch die Bauart (relative Bereitschaftsverluste).

Brennwertkessel

Durch einen zweiten Wärmetauscher entzieht ein Brennwertkessel dem wasserdampfhaltigen Abgas durch Kondensation Wärme. Dadurch wird über den Heizwert eines Brennstoffes hinausgehende Energie genutzt und die Abgase auf niedrige Temperaturen gebracht. Diese Technik stellt besondere Ansprüche an den Schornstein. Gegebenenfalls ist eine Neutralisation des Kondensats erforderlich.

Dämmung

Wichtigste Methode der Energieeinsparung. Durch Dämmung wird die Transmission (Wärmeverlust durch Bauteile) herabgesetzt. Bei der Bauteildämmung genutzte Dämmstoffe werden nach ihrem Dämmwert, nach den Kosten, nach dem Energieaufwand bei der Herstellung und unter ökologischen Kriterien beurteilt bzw. unterschieden. Konventionelle Dämmstoffe sind Polystyrol, Mineralwolle (Stein- oder Glaswolle) und Polyurethanschäume. Alternative Dämmstoffe sind Holzfaserplatten Kork, Zellulosefasern, Hanf, Flachs, Mineraldämmplatten u.v.m. Besonders im Bereich der Dachdämmung sollten neben ökologischen Gesichtspunkten aus Gründen der Behaglichkeit (sommerlicher Wärmeschutz!) auf Holzfaser- und/oder Zellulosedämmstoffe zurückgegriffen werden.

Deckung in %

Die Deckung bezeichnet den Anteil des jeweiligen Heizungssystems am Gesamtaufkommen des Heizwärmebedarfs einschließlich des Warmwasserbedarfs, wenn dieser mit der Heizung ganz oder teilweise erzeugt wird. Die Deckung des Warmwasserbereiters bezieht sich auf den Warmwasserbedarf, der über die Warmwasseranlagen erzeugt wird.

Emissionen

Bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehende Schadstoffe und -gase, die durch Schornsteine und Abgasrohre an die Außenluft abgegeben werden und die Luft verunreinigen. Beim Hausbrand sind dies im Wesentlichen CO₂, SO₂, NO_X und Stäube.

Endenergie

Die Endenergie bezeichnet die tatsächlich benötigte Energie zum Heizen und zur Bereitstellung des Warmwassers. Mit einbezogen werden die Verluste durch die Bereitstellung, Speicherung, Verteilung und Übergabe der Energie.

Energiekennzahl

Vergleichsgröße zur Bezifferung des Energieverbrauchs bei Gebäuden. Hierunter wird die Energiemenge verstanden, die im Laufe eines Jahres für die Beheizung eines Quadratmeters Wohnfläche verbraucht wird. Bei Einfamilienhäusern liegt die Energiekennzahl zwischen 100 und 300 KWh/m², möglich sind Werte um 50 KWh/m² (Niedrigenergiehaus). Bei Mehrfamilienhäusern sind die Werte wegen günstigerem Volumen/Hüllflächen-Verhältnis um etwa 40 % niedriger.

Heizkörperthermostat

Regelungseinrichtung am Heizkörper. Das Ventil wird nur dann geöffnet, wenn eine eingestellte Soll-Temperatur unterschritten wird. Heute bei Wohngebäuden Pflicht.

Heizwärmebedarf

Dieser Wert bezeichnet die benötigte Energie zum Heizen des Gebäudes (beheizbare Fläche). Hierbei werden die Verluste durch die Außenwände, Fenster, Dach und Keller sowie die Gewinne durch Sonneneinstrahlung und Abwärme von Personen und elektrischen Geräten mit einbezogen.

Jahresnutzungsgrad

Er sagt aus, wie stark die Heizanlage ausgelastet ist. Ein gut ausgelastetes System arbeitet wesentlich wirtschaftlicher. Schlechte Nutzungsgrade kommen durch Überdimensionierung zustande.

Kapitalwert

Angenommener Geldwert, der zu Beginn der Maßnahme aufzuwenden wäre, um die Maßnahme abzüglich der Energieeinsparung unter Berücksichtigung der Zinsen durchzuführen. Ein positiver Kapitalwert entspricht einem finanziellen Gewinn über die Nutzungszeit.

Klimaschutz

Bei der Verbrennung von Kohle, Gas oder Öl wird das Treibhausgas CO₂ freigesetzt. Dieses Gas wird für die klimatischen Veränderungen mit verantwortlich gemacht. Ziel ist es deshalb diesen Ausstoß zu verringern.

kWh

KiloWattStunde, Einheit für Energie, Umrechnungsfaktoren:

- 1 Liter Heizöl = 10 kWh
- 1 m³ Erdgas = 8 bis 10 kWh
- 1 Liter Flüssiggas = 6 bis 7 kWh
- 1 kg Holzpellets = 5 kWh

Nutzenergie

Die Nutzenergie beziffert die Energie, die bereitgestellt werden muss, um ein Gebäude zu beheizen und das notwendige Warmwasser bereitzustellen.

Nutzungsdauer

Angenommene Lebensdauer einer technischen Anlage oder einer Dämmung, während der sie die geplanten Aufgaben rentabel erfüllen kann. Durch diese Angabe werden verschiedene Maßnahmen wirtschaftlich vergleichbar.

Primärenergieaufwand

Der Primärenergieaufwand beziffert die Energie, die zugeführt werden muss, um ein Gebäude zu beheizen (ca. 20°C) und das notwendige Warmwasser bereit zu stellen plus den zusätzlichen Energieeinsatz zur Bereitstellung dieser Energie (Erschließung, Anlieferung, Lagerung). So liegt der Primärenergieaufwand beim Einsatz von Strom wesentlich höher als beim Einsatz von Erdgas (Faktor für Strom = 3, für Erdgas = 1,1).

Primärenergieaufwandszahl

Diese Zahl beschreibt die Qualität des Heizsystems als Verhältnis zwischen zugeführter Primärenergie und tatsächlich genutzter Energie für Heizung und Warmwasser (kWhPrimär/kWhNutz). Je kleiner die Primärenergieaufwandszahl ist, desto besser ist die Bewertung.

Regelung

Heizenergieverluste können durch optimale Regelung weitgehend minimiert werden. Wichtige Ansatzpunkte: Wärme soll nur dahin gelangen, wo sie zur Zeit auch benötigt wird (Heizkörper- und Raumthermostate); die Vorlauftemperatur soll nur so hoch sein, wie sie zur Erfüllung des Heizzweckes unbedingt erforderlich ist (Nachtabsenkung, Außenthermostat). Die Flammengröße des Brenners soll so eingestellt werden, dass unnötige Stillstandsverluste vermieden werden.

Regenerative Energien

Erneuerbare Energien benutzen die in der Umwelt vorhandenen und sich durch natürliche Vorgänge erneuernden Energieformen. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um Umweltwärme (Wärmepumpen), Sonnenenergie (Kollektoren), Erdwärme (aus tiefen Erdschichten), Wasserkraft (Wasserkraftwerke), Wellenenergie.

Systemnutzungsgrad in %:

Dieser umfasst den Nutzungsgrad der Heizungsanlage einschließlich der Wärmeverteilung (Leitungen) im Gebäude. Je höher dieser Nutzungsgrad ist, desto effektiver ist die Heizungsanlage. Beim Einsatz von Solarkollektoren und Wärmepumpen liegt der Nutzungsgrad zwischen 100 und 300 %. Alte Heizungsanlagen weisen dagegen einen Nutzungsgrad < 70 % aus.

Transmission

Wärmedurchgang durch ein Bauteil, durch Strahlung und durch Konvektion an den Oberflächen. Wird errechnet aus dem U-Wert, der Fläche des Bauteils.

U-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. Wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

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.

7.2 Förderungen

Modernisierungsmaßnahmen für Wohngebäude, technische Maßnahmen zur Energieeinsparung und Schonung der Ressourcen werden von öffentlicher Hand gefördert.

Diese Förderungen (ca. 4000 Förderprogramme) können aus Zuschüssen oder zinsvergünstigten Krediten bestehen und werden bereitgestellt von:

- Bund und Ländern (ca. 100 Förderprogramme)
- Landkreisen, Städten, Gemeinden und
- Energieversorgern

Die Fördermittel sind i.a. nicht unbegrenzt vorhanden. Die Programme der Kommunen und Länder haben häufig geringe Laufzeiten, oft durch die geringen Budgets bedingt.

Adressen

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA, Referat 414 / 415, Tel.: 06196 / 908-625

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

Datenbanken

Kreditanstalt für Wiederaufbau	www.kfw.de
Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft	www.solarfoerderung.de
Der Solarserver	www.solarserver.de/geld.htm
Energieförderung BINE	www.energiefoerderung.info
Fördermitteldatenbank	www.foerderdata.de

7.3 Internetadressen

Deutsche Energie-Agentur (dena)	www.zukunft-haus.info
Deutsches Energieberater-Netzwerk e.V.	www.deutsches-energieberaternetzwerk.de
Energieprojekte BINE	www.energie-projekte.de
Bund der Energieverbraucher	www.energienetz.de
Gebäudeenergieberater im Handwerk Bundeslandverband	www.gih-bv.de
Bundesverband für Umweltberatung e.V. (bfub)	www.umweltberatung.org
Bau Ingenieure Architekten Gutachter - Sachverständigengemeinschaft	www.biag-sv.de
ENVISYS energy consulting	www.envisys.de
Gerätelisten	www.spargeraete.de und www.energiesparende-geraete.de

7.4 Erläuterungen zu Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Punkte, Winkel und Flächen der Gebäudehülle, an denen gegenüber den übrigen Bauteilen erhöhte Transmissionen stattfinden. Mit dem Begriff Wärmebrücken werden alle Bauteile oder Bauteilzonen bezeichnet, durch die die Wärme stärker, bzw. schneller fließt als durch die benachbarten Bauteile / Bauteilzonen. Wenn durch eine solche "Störung" in der Wärme übertragenden Gebäudehülle an einem "Punkt" die Wärme schneller vom Innenraum nach außen fließen kann als durch die umgebenen Bauteile, besteht die Gefahr von Tauwasserbildung. Dieses kann zur Schädigung dieses Bauteiles oder zur Schimmelbildung führen. Man unterscheidet geometrische und konstruktive, lineare und flächenhafte Wärmebrücken.

Es werden grundsätzlich vier Arten von Wärmebrücken unterschieden:

- **Materialbedingte Wärmebrücken** sind aus Materialien, deren Wärmeleitfähigkeit größer ist als die der umgebenden Bauteile.
- Geometrisch bedingte Wärmebrücken entstehen immer, wenn die Wärme abgebende Oberfläche eines Bauteils größer ist als die Wärme aufnehmende Fläche z.B. Gebäudeecken.
- **Konstruktionsbedingte Wärmebrücken** treten immer dann auf, wenn die Wärme übertragende Gebäudehülle bei bestimmten Bauteilen geschwächt ist z.B. Heizkörpernischen, Auflager für Bodenplatten, Schlitze für Installationsleitungen, usw.
- **Lüftungsbedingte Wärmebrücken** haben grundsätzlich als Ursache konvektive Luftströme durch Fugen und andere Gebäudeundichtigkeiten. Diese Gebäudeundichtigkeiten lassen sich mittels einer Blower-Door-Messung feststellen.

Im Folgenden werden solche Wärmebrücken betrachtet, die nicht bereits in die Kalkulation der Bauteil-Transmissionen eingegangen sind.

Sowohl geometrische als auch konstruktive Wärmebrücken werden durch die Berechnungsmethode der Bauteile berücksichtigt. Bei deren Flächen werden die Außenmaße eingesetzt, d.h. das alle Wand- und Deckenanschlüsse mit abgedeckt werden.

In unbeheizten Räumen verlaufende Rohrleitungen (Wasser- und Heizungsrohre) sollten gedämmt werden

Vorhandene Heizkörpernischen sollten ausgemauert werden.

Neu zu errichtende Installationsschächte sollten nach Möglichkeit nicht in der Gebäudeaußenhülle erstellt werden.

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

Im Normalfall werden Wärmebrücken mit einem Pauschalwert berücksichtigt. Bei der Berechnung nach Energie-Einsparverordnung (EnEV) wurde ein pauschaler Aufschlag für die Wärmebrücken von 0,1 W/m²K auf die U-Werte der Gebäudehülle verwendet.

7.5 Entsorgungskonzept

Bei der Gebäudesanierung fallen Abfallstoffe an, welche fachgerecht entsorgt werden müssen. Bei der Auswahl der einzusetzenden Baustoffe für die Sanierung sollte eine spätere Entsorgung in jedem Fall berücksichtigt werden.

Baumaterialien und -konstruktionen haben höchst unterschiedliche Eigenschaften, was die spätere Entsorgung (nach Ihrer Nutzungszeit) angeht. Im Rahmen einer Modernisierungsmaßnahme werden Bauteile oder Komponenten entfernt und neue eingebaut. Beim Ausbau tritt das Problem der Entsorgung direkt auf, aber auch die neu einzubauenden Komponenten und Materialien müssen irgendwann entsorgt werden.

Eine wesentliche Rolle bei der Entsorgung spielt natürlich das eingesetzte Material (Holz, Kunststoff, Metall) und deren Kombination (Verbundmaterialien). In jedem Fall müssen Sie diese Materialien soweit möglich trennen und der jeweiligen Entsorgungsart zuführen. Unkritisch zu entsorgen sind unbehandelte Hölzer und andere Naturmaterialien. Diese können direkt verwertet werden, als Rohstoff für eine weitere Nutzung dienen oder thermisch verwertet werden (Verbrennung). Auch Metalle, wenn Sie sauber getrennt werden, sind als Wertstoffe Rohstoffe für eine hochwertige Wiederverwendung.

Wesentlich problematischer sind Kunststoffe, Lacke und Verbundwerkstoffe. Hierbei müssen die besonderen Entsorgungs-Vorschriften jedes Stoffes beachtet werden. Zuweilen sind Bauteile bei der Entsorgung sogar sehr gefährlich (Asbest), bei anderen Stoffen kann unsachgemäße Entsorgung gesundheitsgefährdend sein (Verbrennung von Polystyrol). Fragen Sie hier im Einzelfall nach.

Während Sie die ausgebauten Stoffe sachgerecht entsorgen müssen, können Sie bei der Entscheidung für neu einzubauende Materialien schon Einfluss nehmen auf den Aufwand späterer Entsorgung. Unbedenklich, nachhaltig und hochwertig sind meist ökologische Bau- und Dämmstoffe, die zudem bei der Herstellung nicht viel Energie benötigen. Sie finden sie im entsprechenden Fachhandel. Verwenden Sie zurückhaltend Kunststoffe, Verbundstoffe. PVC und andere Problemstoffe können heute gänzlich vermieden werden.

7.6 Bewertungsschemata

Bewertung der U-Werte von Bauteilen

Bauteil	U-Wert (W/m ² K)	Bemerkung	Note
Außenwände	< 0,15	Passivhaus	1 (sehr gut)
	0,15 - 0,2	Niedrigenergiehaus	2 (gut)
	0,24 - 0,35	EnEV 2009	3 (befriedigend)
	0,45 - 0,6	WSchVO 1984	4 (ausreichend)
	0,6 - 1,5	Gebäudebestand	5 (mangelhaft)
	> 1,5		6 (ungenügend)
Dach	< 0,1	Passivhaus	1
	0,1 - 0,15	Niedrigenergiehaus	2
	0,2 - 0,24	EnEV 2009	3
	0,3 - 0,4	WSchVO 1984	4
	0,4 - 1,5	Gebäudebestand	5
	> 1,5		6
Boden	< 0,2	Passivhaus	1
	0,2 - 0,3	Niedrigenergiehaus	2
	0,24 - 0,5	EnEV 2009	3
	0,4 - 1,0	WSchVO 1984	4
	1,0 - 1,8	Gebäudebestand	5
	> 1,8		6
Fenster	< 0,7	3-Scheiben-Isolierverglasung	1
	0,7 - 1,5	Wärmeschutzverglasung	2
	1,5 - 3,0	Standard ISO	3
	3,0 - 4,0	Gebäudebestand	4
	4,0 - 5,0	non organian oine Abetufung um eine Notel	5

Fugen ohne Dichtung oder ungenügende Metallrahmen ergeben eine Abstufung um eine Note!

Bewertung der Energiekennzahlen

spezifischer Heizenergieverbrauch (kWh/m²a)	Bemerkung	Note
0 - 70	Passivhaus/Niedrigenergiehaus	1
70 - 120	EnEV	2
120 - 160	Wärmeschutzverordnung 1995	3
160 - 220	Bestand	4
220 - 300	Bestand	5
> 300	Bestand	6

Bewertung der Heizungsanlage und der Warmwasseranlage

Jahresnutzungsgrad der Heizung/WW	Heizsystem	Note
> 95 % (> 90%)	Brennwertkessel Fern-/Nahwärmeanschluss	1
85 - 95 % (70-90%)	moderner Niedertemperaturkessel (Öl/Gas)	2
80 - 85 % (50-70%)	Standardkessel 5 - 10 Jahre alt	3
75 - 80 % (30-50%)	Standardkessel 10 - 15 Jahre als	4
70 - 75 % (< 30%)	> 15 Jahre, stark überdimensionierter Kessel	5
< 70 % (-)	> 20 Jahre, stark überdimensionierter Kessel	6

Bewertung Stromverbrauch

Haushalts- größe	Stromverbrauch*) kWh/a (Durchschnitt)	Verbrauch sehr gut	gut	befriedigend	unbefriedigend	schlecht
1 Person	1.600	900	1.350	1.600	2.250	2.700
2 Personen	2.800	1.450	2.180	2.800	3.630	4.350

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

3 Personen 3.900	1.900 2.850	3.900	4.750	5.700

*) Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen VEW, Ergebnisse der Haushaltskundenbefragung 1991

7.7 Empfehlungen zum Energiesparen und gesunden Wohnen

7.7.1 Anmerkungen zur Behaglichkeit

Behaglich fühlt sich der Mensch bei angenehmer Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Am angenehmsten werden bei Temperaturen von 20-22°C Luftfeuchtigkeiten zwischen 40 und 70 % empfunden (siehe auch die Anmerkungen zur Lüftung). Wegen der Temperaturstrahlung hängt das Temperaturempfinden nicht nur von der Temperatur der Raumluft, sondern auch von der Temperatur der Umgrenzungsflächen ab.

Durch Wärmedämmmaßnahmen erhöht sich die Behaglichkeit und damit der Wohnkomfort in einem Gebäude oft erheblich, weil die Flächen nicht mehr kalt wirken. Umgekehrt kommt es in schlecht gedämmten Objekten auch zu großen Temperaturunterschieden und Zugerscheinungen. Vor allem die niedrigen Oberflächentemperaturen führen zum Unbehaglichkeitsempfinden. Die kalte Wand strahlt Kühle aus, so dass der Mensch auch bei normalen oder erhöhten Raumtemperaturen friert.

Umgekehrt fühlt sich ein Mensch auch bei normalen oder abgesenkten Raumtemperaturen wohl, wenn die Wand "warm" ist. Günstig sind daher auch Flächenheizungen (Wand- und Fußbodenheizung), da hier ein großer Teil der Hülle Wärme abstrahlt. Eine gut gedämmte Gebäudehülle erhöht die Oberflächentemperatur der Bauteile erheblich. Nach der Dämmung kann man also nicht nur mit deutlich verringerten Transmissionswärmeverlusten rechnen, sondern die Raumtemperatur etwas herunternehmen. Ein Grad geringere Raumtemperatur bedeutet rund 6 % Energieeinsparung!

7.7.2 Allgemeine Energiespartipps

- In Wohn- und Arbeitsräumen reicht eine Temperatur von 20° Celsius aus. Nachts und in ungenutzten Räumen sollte die Temperatur auf etwa 15° Celsius gesenkt werden.
- Die Senkung der Raumtemperatur durchschnittlich nur um 1°C senkt, spart rund 6 % Heizkosten.
- Ökonomisch und günstig ist kurzes kräftiges Stoßlüften etwa 3 bis 4 mal täglich in Abhängigkeit von der Außentemperatur jeweils 2-7 Minuten. Bei Durchzug wird die verbrauchte Raumluft schneller ersetzt. Kein Dauerlüften durch das Kippen eines oder mehrerer Fenster! Das ist für den erforderlichen Luftaustausch nahezu nutzlos und verschwendet unnötig Energie. Beim Lüften sollten die Heizkörperventile immer geschlossen sein.
- Heizkörper sollten nicht durch Möbel oder ähnliches verstellt werden, da die erwärmte Luft sonst nicht zirkulieren kann.
- Verwenden Sie möglichst Lampen mit niedrigem Stromverbrauch, hoher Lichtausbeute und langer Lebensdauer.
- Bei Duschen können Durchflussbegrenzer angebracht werden sowie Perlatoren an den Zapfstellen (z.B. Waschbecken im Gäste-WC). Wassereinsparung bis 50 %.

7.7.3 Hinweise zur Luftfeuchte

Wussten Sie, dass ein Vier-Personen-Haushalt am Tag ca. 10 Liter Wasser erzeugt (atmen, waschen, putzen, kochen etc.) und an die Raumluft abgibt? Diese Feuchte muss abgeführt bzw. zwischen gespeichert werden! Moderne Innenräume sind jedoch aufgrund neuartiger Baustoffe und Techniken immer luftdichter geworden und werden immer besser gedämmt - mit allen daraus resultierenden innenräumlichen Feuchtproblemen.

Kalk- und Lehmputze sind in hohem Maße diffusionsoffen (sofern sie eine diffusionsoffene Oberflächengestaltung erhalten!). Dass heißt, dass Luftfeuchte in großen Mengen aufgenommen, gespeichert und bei zu geringer Luftfeuchte wieder abgeben werden kann. Somit pendelt sich immer eine ideale Luftfeuchte ein, was dem Raumklima und somit der Gesundheit der Bewohner zu Gute kommt (z.B. weniger Erkältungskrankheiten in den Wintermonaten!). Eine 10 mm starke Kalkputz-Schicht nimmt in einem ca. 24 m² großen Wohnraum ca. 17 Liter Wasser auf. Diese Menge wird bei zu trockener Luft (z.B. nach dem winterlichen Lüften) wieder abgegeben. Dieser

Austausch funktioniert wie eine natürliche Klimaanlage - ohne Strom und technischen Aufwand! Kalkputz hat zudem eine hohe Alkalität - natürlicher Schutz vor der Besiedlung von Mikroorganismen! Lehm bindet Schadstoffe und ist geruchsabsorbierend!

7.7.4 Hinweise zum richtigen Lüften

Bei Maßnahmen, welche die Dichtigkeit des Gebäudes verbessern (Abdichten von Fenstern und Türen, Erneuerung von Fenstern und Türen etc.), ist ein entsprechendes Nutzerverhalten notwendig.

Bei alten Fenstern ergibt sich ein unkontrollierbarer und damit verbunden ein größerer Lüftungswärmeverlust als erforderlich. Bei alten Fenstern stellt sich der aus hygienischen und feuchtbedingten Notwendigkeiten erforderliche Luftwechsel durch die vorhandenen Undichtigkeiten der Fugen in der Regel von selbst ein. Damit ergibt sich ein unkontrollierbarer und damit verbunden ein größerer Lüftungswärmeverlust als erforderlich. Bei abgedichteten bzw. modernen Fenstern reduzieren sich die Fugenverluste so, dass der erforderliche Luftwechsel durch ein angepasstes Nutzerverhalten erreicht werden muss. Entscheidend für die Begrenzung der Lüftungsverluste ist richtiges Lüften, da die Verluste durch zu lange oder ständig geöffnete oder gekippte Fenster beachtlich sind.

Erfolgt kein Austausch der feuchten Raumluft, so kann es durch Kondensation der Feuchtigkeit an den Wänden zu Feuchtschäden bis hin zu Schimmelpilzbildung kommen. Tag für Tag müssen in einer Wohnung etwa 10-15 Liter Wasser weggelüftet werden, beim Wäschetrocknen und bei vielen Zimmerpflanzen noch mehr! Ein Mindestmaß an Lüftung ist zudem für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Bewohner erforderlich (Ausdünstungen aus Möbeln und Textilien).

Ein maschinelles, mechanisches und damit kontrollierbares Be- bzw. Entlüften mit Lüftungsanlage setzt beim Gebäude hohe Anforderungen an.

Bei Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand, die die Dichtigkeit der Gebäude verbessern, muss das richtige Be- und Entlüften durch ein angepasstes Nutzerverhalten erreicht werden. Als Regel gilt:

Besser häufiger kurz lüften (Stoßlüftung) als Dauerkippstellung der Fenster!

Ferner sollten folgende Regeln beachtet werden:

- in den Wintermonaten wird eine mehrmalige tägliche Stoßlüftung von 4-6 Minuten empfohlen, in den Übergangszeiten 10-15 Minuten.
- Feuchtigkeit sollte dort durch die Fenster abgeführt werden, wo sie entsteht (Bad, Küche, ...)
- Warme (feuchte) Luft nicht in kalte bzw. ungeheizte Räume leiten.
- Während des Lüftens sind die Thermostatventile an den Heizkörpern zuzudrehen.
- Türen zwischen Räumen mit mehr als 4° Temperaturunterschied geschlossen halten.
- Kellerräume eher im Winter lüften, nur dann kann einströmende Luft Feuchtigkeit aufnehmen.
- Langes Dauerlüften vermeiden (Oberflächen kühlen aus).
- Schlafzimmer mehrmals täglich kurz lüften, Textilien u. Möbel nehmen Wasser auf (es fällt ca. 400g pro Person und Nacht an).

Zur Vermeidung von Schimmel trägt auch bei

Keine Schränke und große Bilder an ungedämmte Außenwände stellen/hängen.

Bei Neubau oder Sanierung der Gebäudehülle im Bestand ist vom Architekten eine Lüftungsanleitung an den Bauherrn zu übergeben. Diese Anleitung muss die Kategorien Leerstandslüftung (dauerhaft, Feuchteabfuhr), Abwesenheitslüftung (Urlaub, WE), Grundlüftung (Mindestaußenluftwechsel) und Belastungslüftung (Party) enthalten.

Mechanische Lüftung ohne Wärmerückgewinnung

Die mechanische Bedarfslüftung stellt eine hygienisch einwandfreie Lösung zur Sicherung der Raumluftqualität unabhängig von Witterungseinflüssen dar.

Eine hohe Luftdichtigkeit der Bauhülle gekoppelt mit einer richtig projektierten Lüftungsanlage garantiert hierbei nicht nur weniger Energieverluste, sondern vermindert auch das Risiko von Bauschäden.

Der Schallschutz gegen Außengeräusche ist gegenüber Fensterlüftung deutlich verbessert. Die Frischluft strömt in die Zuluftzonen, den Wohn-, Schlaf- und Arbeitsräumen über regulierbare Zuluftöffnungen ein. Der Überströmbereich umfasst z.B. Flure und das Treppenhaus. Der

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

Abluftzone sind alle Feuchträume und besonders belastete Zimmer zugeordnet. Alle Räume der Zu- und Abluftzone müssen ausreichend dimensionierte Überströmöffnungen haben, so dass eine ungehinderte Luftströmung auch bei geschlossenen Innentüren möglich ist. In dieser Anordnung stellt sich ein gerichteter Luftstrom von den Zulufträumen über die Überströmzone in die Ablufträume ein. In der Abluftzone stellt sich durch die kleineren Raumvolumina im Vergleich zur Zuluftzone automatisch ein höherer Luftwechsel ein.

Heizanlagen und andere Feuerstätten, die innerhalb des mechanisch entlüfteten Volumens aufgestellt werden, müssen zu- und abluftseitig raumluftunabhängig betrieben werden.

7.7.5 Maßnahmen zum Stromsparen

Rechnerisch erfasst und berechnet wird in diesem Gutachten der Wärmeaspekt. Dieser kann hier mit hinreichend großer Genauigkeit ermittelt werden und Schlussfolgerungen in Bezug auf Energieeinsparmaßnahmen gezogen werden. Nicht berücksichtigt wird der Aspekt des Elektroenergieverbrauches, sofern er nichts mit Raumwärme oder Warmwasserbereitung zu tun hat. Dennoch ist dieser Bereich sehr wichtig und zum Teil erhebliche Einsparungen sind auch hier möglich. Daher wollen wir in einem kleinen Exkurs hierauf eingehen und Ihnen Hilfestellungen anbieten, auch hier erfolgreich Energie einzusparen.

Strom-Info

Stromenergie ist für den Verbraucher eine sehr komfortable und saubere Energie. "Stecker in die Steckdose oder Lichtschalter an" - wenige machen sich darüber Gedanken, was hinter diesem Komfort steckt:

In herkömmlichen Kraftwerken müssen 3 kWh Primärenergie aufgewendet werden, um 1 kWh Strom zu erzeugen. 2 kWh gehen als Abwärme verloren!

Stein-, Braunkohle und Gaskraftwerke verursachen somit zusammen 350 Mio. t CO₂, das sind 40% der CO₂-Gesamtemissionen in Deutschland.

Hinzu kommen das hohe Gefahrenpotential der Kernenergie und deren ungelöstes Endlagerungsproblem.

Aus dieser Problematik lassen sich 4 Ziele ableiten:

- 1.) Strom einsparen (was ohne Komfortverlust möglich ist!)
- 2.) Einsatz effizienter Techniken (sparsame Geräte und Beleuchtung, etc.)
- 3.) Einsatz regenerativer Energien (z.B. Sonne, Wind- und Wasserkraft)
- 4.) Ausbau der Strom- (und Wärme-) Erzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungs-Kraftwerken (aus der eingesetzten Primärenergie wird 1/3 Strom und 2/3 Wärme erzeugt/genutzt)

Einige Stromspar-Tipps für den häuslichen Alltag:

- Ersetzen Sie Glühlampen durch Kompaktleuchtstofflampen! Diese sind fast überall sinnvoll einzusetzen. Eine Ausnahme bilden Bereiche, in denen die Lampen nur sehr kurz brennen. Kompaktleuchtstofflampen sind heute in allen Formen und Größen erhältlich; auch die Leuchtfarben reichen vom warmen gelb bis zum weißen Bürolicht. Sie sind preiswert geworden und sparen je nach Leistung zwischen 20 und 80 € pro Lampe in deren Lebensdauer.
- Schalten Sie Geräte richtig aus! Viele elektrische Geräte (Fernseher, Musikanlage...) bieten einen Stand-By-Betrieb an, der energetisch unsinnig ist. Auch wenn dieser Stromfluss zunächst vernachlässigbar klein anmutet, so haben Messungen doch erschreckend hohen Stand-By-Verbrauch zutage gefördert. Zusammengenommen ließe sich bundesweit ein Kernkraftwerk komplett einsparen, wenn Geräte richtig ausgeschaltet würden. Auch ohne Stand-By verbrauchen viele Geräte (Computer, Monitore, Drucker und viele andere) in ausgeschaltetem Zustand (!) Strom. Nutzen Sie daher Steckerleisten mit separatem Schalter, an dem Sie die Stromzufuhr komplett abschalten.
- Wählen Sie bei Neuanschaffungen das sparsamste Gerät! Das wesentliche Kriterium zur Auswahl bei der Anschaffung eines neuen Gerätes sollte neben der Qualität der Verbrauch an Strom und Wasser sein. "Weiße Ware" (Spül-, Waschmaschinen, Trockner, Kühlschränke etc.) tragen einen entsprechenden Aufkleber, an dem Sie die wichtigsten Kennwerte (typischer Strom- und Wasserverbrauch) erkennen können. Eine Vergleichsliste erhalten Sie vom Bund der Energieverbraucher, von Stiftung Warentest oder Ihrem Energieversorger. Die Mehrkosten amortisieren sich praktisch in jedem Fall. Einige Geräte (Wasch- Spülmaschinen) können Warm- und Kaltwasser getrennt aufnehmen. Das bietet den Vorteil, dass das Wasser nicht elektrisch aufgeheizt werden muss, sondern über das

- wesentlich sparsamere Gasgerät oder besser die Solaranlage. Ältere Maschinen können mit einem Vorschaltgerät nachgerüstet werden.
- Kontrollieren Sie und analysieren Sie Ihren Stromverbrauch! Im Handel, über den Energieberater und vom Bund der Energieverbraucher werden Messgeräte angeboten, mit denen Sie Energielecks auffinden können. Vergleichen Sie auch den Energieverbrauch Ihrer Geräte mit Richtwerten (ebenfalls beim Bund der Energieverbraucher zu beziehen).
- Vermeiden Sie Lastspitzen! Kraftwerke halten Kapazitäten für den größten Lastfall vor; d.h. Sie helfen Kraftwerke einzusparen, in dem Sie Strom dann beziehen, wenn andere ihn nicht brauchen. Größte Lastspitzen sind erfahrungsgemäß Spätvormittags im Winter. Schalten Sie daher Wasch- und Spülmaschinen z.B. am späten Nachmittag ein (oder gar nachts). Nebenbei: fast alle deutschen Haushalte stellen ihre Waschmaschine montags früh an, was unter anderem die Kläranlagen vor große Probleme stellt.
- Überprüfen Sie Ihre Heizungspumpe und regeln Sie Ihre Heizung optimal! Vielfach laufen die Pumpen permanent, so dass sich eine falsche Einstellung stark im Stromverbrauch bemerkbar macht. Bitten Sie Ihren Installateur bei der Wartung, die Pumpe genau dem Bedarf anzupassen bzw. eine elektronisch gesteuerte Pumpe einzubauen. Lassen Sie die Heizkurven, die Nacht- und Wochenendabsenkung und die Umstellung von Sommer- auf Winterbetrieb überprüfen.
- **Beziehen Sie Öko-Strom!** Der Umstieg ist ganz einfach! Einige Ökostromanbieter haben sogar günstigere Tarife als Ihr örtlicher Lieferant. Kontaktadressen (kein Anspruch auf Vollständigkeit!): EWS Schönau (www.ews-schoenau.de), Greenpeace energy (www.greenpeace-energy.de), Lichtblick (www.lichtblick.de), Naturstrom AG (www.naturstrom.de), etc.
- **Setzen Sie Fotovoltaik ein!** Zurzeit sind die Rahmenbedingungen für den Einsatz bzw. die Installation von Fotovoltaik zur Stromerzeugung interessant: Die Abnahme des Stromes zum festgelegten kWh-Preis (2004: 57,4 Cent) ist für 20 Jahre garantiert. Informieren Sie sich gründlich!

Viele weitere nützliche Stromspartipps und Informationen stehen in den Broschüren:

- "Energiesparen leicht gemacht, Schönauer Stromspartipps" (zu beziehen über "Bund der Energieverbraucher", Tel. 02224 / 92 27 0, Internet: www.energienetz.de)
- Broschüre des Umwelt Bundesamtes: "Ihr Verlustgeschäft Energieräuber im Haushalt" (Tel. 030/8903-0, Internet: www.umweltbundesamt.de)

7.7.6 Heizungsmodernisierung

Die Heizungsanlage sollte zusätzlich mit einer modernen Steuerung adaptiert werden, welche in der Lage ist, als Steuergröße die Rücklauftemperatur in die Regelung einzubeziehen. Hierdurch verringert sich die Betriebszeit des Kessels insbesondere den Teillastbetrieb in den Übergangszeiten enorm. Vor Inbetriebnahme des Steuermoduls muss ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage erfolgen.

Die Umwälzpumpe sollte elektronisch drehzahl- oder druckdifferenzgeregelt ihre Leistung anpassen können (s.o.). Die Heiz- und Warmwasserleitungen müssen zur Vermeidung von Wärmeverlusten gut gedämmt werden.

In Zusammenhang mit einer Heizungsmodernisierung bzw. bei Austausch der Heizkörper bzw. Ersatz von Einzelfeuerstätten sollten Sie die Möglichkeit in Erwägung ziehen, **Wandflächenheizungen** einzubauen.

Im Gegensatz zu normalen Heizkörpern (Erwärmung durch die Luft) bieten Wandflächenheizungen angenehme Strahlungswärme (vergleiche Sonne, Kachel-/Grundofen!), die tief in den Körper eindringt und folgende Vorteile bietet: keine Luftumwälzung im Raum und damit weniger Staubaufkommen, optimale Behaglichkeit und Energieersparnis (Raumumfassungsflächen sind wärmer, entziehen dem Körper damit weniger Wärme und erlauben somit bei gleicher Behaglichkeit niedrigere Raumtemperaturen (Bei 1°C weniger Raumtemperatur werden 6% Energie eingespart!).

Allerdings muss die Möblierung vorab genauer geplant werden. Bilder können aber mit Hilfe von Bildleisten bzw. Wärmefolien zur Ortung der Heizrohre aufgehängt werden! Außerdem sollten Außenwandflächen, auf denen Wandheizungen montiert werden, einen Mindest-U-Wert von 0,35 W/m²K aufweisen.

Wandflächenheizungen bieten die baubiologisch besten Wärmeübertragungsflächen. "Es fühlt sich an, als hätte man in jedem Raum einen Kachelofen!" Im Idealfall werden die Heizregister mit Lehm verputzt, dann ist ein optimales Wohlfühlklima (Raumluftfeuchte, Strahlungs- und Temperaturverhalten) gegeben.

Außer den verputzen Rohschlangen gibt es auch Plattensysteme, bei denen die Heizrohre in Gipsfaser- oder Lehmbauplatten bereits integriert sind. Diese eigenen sich z.B. auch zur Anbringung der Wandheizflächen in Dachschrägen!

7.7.7 Thermische Solaranlage zur Warmwasser-Bereitung

Bei der Möglichkeit zur Installation von Solarkollektoren auf nach Süden ausgerichteten Dachflächen oder mit entsprechenden Untergestellen auf ebenen Flächen kann ein großer Teil der für die Brauchwassererwärmung erforderlichen Energie solar erzeugt werden.

Faustregel ein zur Dimensionierung von Solaranlagen: Kollektorfläche pro Person: Ca. 1,5 m² mit Flachkollektoren, ca. 1,0 m² mit Vakuumröhrenkollektoren.

Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung von zwei Personen kann bei einer zu erwartenden 65 % solaren Deckung von ca. 1.500 kWh/a auf etwa 600 kWh/a reduziert werden. Die thermische Solaranlage lässt sich mit der Heizungsanlage kombinieren, so dass bei anhaltend geringer Solareinstrahlung der Heizkessel die Brauchwassererwärmung unterstützt. Der Wirkungsgrad der Anlage erhöht sich bei Verwendung eines Solar- Schichtenspeichers und der low flow Beladungstechnik.

7.7.8 Regenwassernutzung

In Deutschland fallen im Durchschnitt 700 Liter je m² Grundfläche pro Jahr. Wird das Wasser eines 150 m² großen Dachs gesammelt, kann damit eine vierköpfige Familie zu über 75 % mit Wasser versorgt- und dabei mehr als 100.000 Liter Trinkwasser jährlich eingespart werden. Weiterhin ist es für Gartenbewässerung und Haushaltsreinigung geeignet. Durch die geringe Härte eignet sich Regenwasser auch sehr gut zum Waschen.

Das qualitativ beste Regenwasser liefern geneigte Dächer mit harter Dachhaut aus Ziegel, Dachsteinen, Schiefer, Zink- oder Edelstahlblech. Regenwasser von Bitumendächern ist oft stark gelblich verfärbt und für Wäschewaschen ungeeignet; Asbestzementdächer sind wegen der Faserfreisetzung ungeeignet und zu sanieren; Gründächer vermindern den Wasserertrag stark und färben das Wasser häufig bräunlich ein.

Das Regenwasser sollte möglichst dunkel und kühl gelagert werden. Erdspeicher (z.B. monolithische Betonzisternen) sind hier im Vorteil. Innenspeicher sollten nur gewählt werden, wenn Erdspeicherung nicht möglich ist. Überschlägig können bei Wohnnutzung je Bewohner 800 Liter Tankvolumen angenommen werden.

Überschüssiges Regenwasser kann einer Versickerungsanlage zugeführt werden. Den Wasserversorgern ist der Bau einer Regenwasseranlage vor Inbetriebnahme anzuzeigen. Regenwasserleitungen und Entnahmestellen müssen daher deutlich unterscheidbar von Trinkwasserleitungen und Entnahmestellen kenntlich gemacht werden.

7.7.9 Photovoltaik-Anlage

Die auf eine ebene Fläche auftreffende Sonnenenergie beträgt in Deutschland im Mittel pro Tag etwa 2,9 kWh/m², d.h. im Jahr 1.045 kWh/m². Der Wert optimal zur Sonne ausgerichteter Flächen beträgt im Mittel 1.180 kWh/m² und variiert je nach Region um etwa 10 %.

Ein durchschnittlicher 4- Personen- Haushalt verbraucht jährlich etwa 5.000 kWh elektrischer Energie. Zur Gewinnung der erforderlichen Haushaltsstrom- Energie eines 4- Personen- Haushalts würde man für eine netzautarke Versorgung bei derzeitigen PV- Wirkungsgrad eine Modulfläche von ca. 65 m² (bei solarer Normeinstrahlung Deutschland) benötigen.

Idealerweise werden die Module mit einer Neigung von 30° - 40° und Südausrichtung montiert. Die Anlagen können über elektronische Wechselrichter an das öffentliche Stromnetz angeschlossen werden. Dadurch kann die aufwändige Speicherung überschüssigen Stroms in Akkumulatoren entfallen. Bei geringer PV- Anlagenleistung wird der Bedarf über das öffentliche Netz gedeckt.

Die Herstellungskosten photovoltaisch erzeugten Stroms liegen noch immer deutlich über dem konventionell erzeugten Strom.

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

Durch die, in Deutschland gesetzlich garantierte, Mindesteinspeisevergütung rentiert sich die Errichtung einer PV Anlage auch ohne Eigennutzung. Diese ist alternativ zur Einspeisung auch möglich und wird gefördert.

Die Rahmenbedingungen für den Einsatz bzw. die Installation von Photovoltaik zur Stromerzeugung sind zurzeit äußerst günstig. Die Kosten für Anlagen sind deutlich gesunken, die Einspeisevergütung auf 20 Jahre garantiert.

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die Einspeisevergütung für das Jahr 2009:

Einspeisevergütung 2009	0-30 kWp	30-100 kWp	>100 kWp
Dachh/Fassade	€0,4301	€0,4091	€0,3958
Freilandanlagen	€0,3194	€0,3194	€0,3194

Eigengenutzter Solarstrom wird 2009 mit 25,01 ct vergütet. Bei vermiedenen Strombezugskosten von ca. 20 ct/kWh also in ähnlicher Größenordnung (gilt für Anlagen < 30 kWp). Die Daten finden Sie auch im Internet unter www.solaraccess.de. Pro Jahr wird eine Kostendegression von 5 % für neue Anlagen gerechnet. Durch diese Vergütungen arbeiten diese Anlagen bei entsprechenden Rahmenbedingungen gewinnbringend.

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die Einspeisevergütung für die Inbetriebnahme von Photovoltaikanlagen vom 01.01.2010 bis 21.12.2010 (veröffentlicht von der Bundesnetzagentur am 19. Oktober 2009:

Einspeisevergütung 2010	0-30 kWp	30-100 kWp	100-1000 kWp	> 1000 kWp
Dachh/Fassade	€0,3914	€0,3723	€0,3523	€0,2937
Freilandanlagen	€0,2843	€0,2843	€0,2843	€0,2843

Eigengenutzter Solarstrom wird 2010 mit 22,76 ct/kWh vergütet.

7.7.10 Allgemeine Anmerkungen zu Wärmedämmverbund-System (WDVS)

Zum WDVS aus Dämmstoff, Armierungsgewebe und Putz sollen folgende Anmerkungen gemacht werden:

- Es sollten nur komplette Systeme von einem Hersteller verwendet werden.
- Es sollte auf Alu-Sockelschienen (Montagehilfen) verzichtet werden, da diese eine kritische lineare Wärmebrücke darstellen. Alternativ kann z.B. Edelstahl oder ein bereits vorhandener (vorstehender) Sockel eingesetzt werden. Bei einem Einfamilienhaus verschlechtern Alu-Schienen die Dämmwirkung des Systems um 25% gegenüber Edelstahlschienen!
- Bei Grenzbebauung muss die Aufbringung eines WDVS mit der Baubehörde bzw. dem Nachbarn abgeklärt werden.
- Achten Sie an den sorgfältigen Anschluss des Dämmmaterials an die Fensterlaibungen (und den Sturz): mindestens ca. 2 - 4 cm starke Dämmplatten um die Laibungsecke herumführen oder die neuen Fenster mit der Außenkante auf die Außenkante der vorhandenen Wand setzten, damit der Dämmstoff einige cm über den Blendrahmen geführt werden kann.
- In der Regel werden durch den verbreiterten Wandaufbau neue Außenfensterbänke notwendig. Auch diese sollten unterseitig eine Dämmlage erhalten, damit ähnlich wie bei den Fensterlaibungen keine Wärmebrücken entstehen können.
- Die Dämmplatten sollten umseitig am Rand verklebt werden (keine Klebebatzen), damit eine homogene Verbindung ohne Luftkanäle zwischen Bestandswand und Dämmplatte hergestellt wird.
- Beim Anbringen eines WDVS müssen die Regenfallrohre vorverlegt werden.
- Unter Umständen kann auch die Verbreiterung des Dachüberstandes notwendig werden (wird das Dach sowieso neu eingedeckt, ist diese Verbreiterung relativ einfach herzustellen).
- In stoßgefährdeten Bereichen (z.B. Sockel) kann das Anbringen eines Panzergewebes sinnvoll sein.
- Entscheiden Sie sich rechtzeitig für eine Fassadenfarbe, der Putz kann dann ggf. eingefärbt werden. Dunkle Farben sind bei WDVS ungünstig und müssen vorher mit dem Systemhersteller geklärt werden.
- Dämmstoffwahl: Für die Außenwanddämmung mit Putzschicht sind folgende (ökologische) Materialien verwendbar: Holzweichfaserplatten, Zellulose, Schilfrohrmatten, Kalziumsilikat-

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede Projekt: Muster-Beratungsbericht

platten, Mineraldämmplatten und Kork. Diese Materialien sind diffusionsfähig, hygrosko-pisch, bilden im Brandfall keine giftigen Gase, haben kein Treibhauspotential und sind problemlos zu entsorgen.

- Konventionelle Produkte sind Systeme mit Mineralfaser oder Hartschaumprodukte*.

Nachdem seit 1995 FCKW als Treibmittel in Dämmstoffen verboten wurde, kommt in vielen Produkten (z.B. PUR-Hartschaum und XPS Extruderschaum einzelner Hersteller) HFCKW als Treibmittel zum Einsatz. Auch dieses Treibmittel hat ein hohes Treibhauspotential und ist langfristig keine Alternative (leider offiziell noch bis 2015 in Deutschland erlaubt)!

Treibmittel im Vergleich:

CO₂ Treibhauspotential: 1
HFCKW 22 Treibhauspotential: 4.100
HFCKW 141b Treibhauspotential: 1.500

Fragen Sie bei der Produktwahl genau nach und lassen Sie sich schriftlich bestätigen, welches Treibmittel benutzt wurde!

Sollten Sie sich dennoch für Polystyrol-Dämmstoffe entscheiden, achten Sie darauf, dass die Platten mind. ½ Jahr abgelagert wurden, da sie schwinden.

Bei den Kosten ist zu beachten, dass bei einer Putzausbesserung mit neuem Anstrich "Sowieso-Kosten" für Gerüst und Anstrich anfallen, die in der Gesamt-Bilanz von diesen Kosten abzuziehen sind.

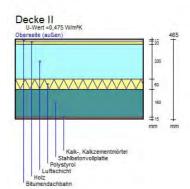
Der finanzielle Aufwand, den man für Außenputzarbeiten und Malerarbeiten aufbringen muss, beträgt ca. 50,- Euro/m². Die Mehrkosten für das Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems betragen bei konventionellen Systemen etwa 35%.

7.7.11 Bauteile mit Abgrenzung nach oben

7.7.11.1 Wärmeschutz

Decke II, U-Wert: 0,475 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,200 W/m²K erfüllt: ne

Fläche in m²: 124,2
Dicke in cm: 46,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

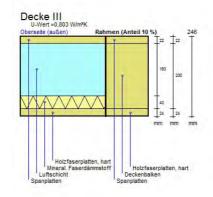


^{*}Hinweise zu Hart- und Montageschaumprodukten:

Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Bitumendach- bahn	1.200	1,00	12,00	0,170	0,06
Holz	600	2,00	12,00	0,130	0,15
Luftschicht	0	20,00	0,00	11,760	0,16
Polystyrol	25	6,00	1,50	0,040	1,50
Stahlbetonvoll- platte	2.300	16,00	368,00	2,100	0,08
Kalk-, Kalkzement- mörtel	1.800	1,50	27,00	0,870	0,02
Summe:		46,50	420,50		1,82
R _{innen} :					0,10
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,96

7.7.11.2 Wärmeschutz

Fläche in m²: 52,4
Dicke in cm: 24,6
Rahmenanteil in %: 10,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 0,8



Fach

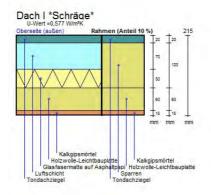
Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Spanplatten	700	2,20	15,40	0,130	0,17
Luftschicht	0	16,00	0,00	8,820	0,16
Mineral. Faserdämmstoff	500	4,00	20,00	0,055	0,73
Holzfaserplatten, hart	1.000	2,40	24,00	0,360	0,07
Summe:		24,60	59,40		0,98
				R _{innen} :	0,10
R _{außen} :					0,04
				R _{gesamt} :	1,12

Rahmen (Rahmenanteil 10%)

Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Spanplatten	700	2,20	15,40	0,130	0,17
Deckenbalken	600	20,00	120,00	0,180	1,11
Holzfaserplatten, hart	1.000	2,40	24,00	0,360	0,07
Summe:		24,60	159,40		1,35
				R _{innen} :	0,10
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,49

7.7.11.3 Wärmeschutz

Fläche in m²: 63,5
Dicke in cm: 21,5
Rahmenanteil in %: 10,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Fach

Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Tondachziegel	2.080	2,00	41,60	1,200	0,02
Luftschicht	0	7,00	0,00	0,400	0,08
Glasfasermatte auf Asphaltpapi	30	5,00	1,50	0,043	1,16
Holzwolle- Leichtbauplatte	570	6,00	34,20	0,140	0,43
Kalkgipsmörtel	1.400	1,50	21,00	0,700	0,02
Summe:		21,50	98,30		1,80
				R _{innen} :	0,10
	0,04				
				R _{gesamt} :	1,94

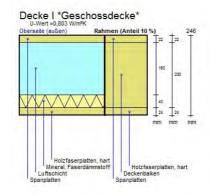
Rahmen (Rahmenanteil 10%)

Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Tondachziegel	2.080	2,00	41,60	1,200	0,02
Sparren	600	12,00	72,00	0,130	0,92
Holzwolle- Leichtbauplatte	570	6,00	34,20	0,140	0,43
Kalkgipsmörtel	1.400	1,50	21,00	0,700	0,02
Summe:		21,50	168,80		1,39
R _{innen} :					0,10
R _{außen} :					0,04
				R _{gesamt} :	1,53

7.7.11.4 Wärmeschutz

Decke I *Geschossdecke*, U-Wert: 0,803	EnEV2009-Anforderung ¹): 0,240 W/m ² K	erfüllt:	nein
W/m ² K			

Fläche in m²: 44,0
Dicke in cm: 24,6
Rahmenanteil in %: 10,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 0,8



Fach

Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Spanplatten	700	2,20	15,40	0,130	0,17
Luftschicht	0	16,00	0,00	8,820	0,16
Mineral. Faserdämmstoff	500	4,00	20,00	0,055	0,73
Holzfaserplatten, hart	1.000	2,40	24,00	0,360	0,07
Summe:		24,60	59,40		0,98
				R _{innen} :	0,10
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,12

Rahmen (Rahmenanteil 10%)

Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Spanplatten	700	2,20	15,40	0,130	0,17
Deckenbalken	600	20,00	120,00	0,180	1,11
Holzfaserplatten, hart	1.000	2,40	24,00	0,360	0,07
Summe:		24,60	159,40		1,35
				R _{innen} :	0,10
R _{außen} :					0,04
				R _{gesamt} :	1,49

7.7.12 Bauteile mit Abgrenzung nach unten

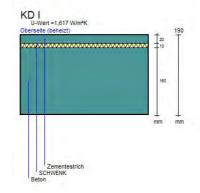
0,7

7.7.12.1 Wärmeschutz

KD I, U-Wert: 1,617 W/m ² K EnEV2009-Anforderung ¹): 0,300 W/m ² K erfüllt: ne	(D I, U-Wert: 1,617 W/m²K	nEV2009-Anforderung¹): 0,300 W/m²K erfül	: nei	in
--	---------------------------	--	-------	----

Fläche in m²: 47,5
Dicke in cm: 19,0
Innentemperatur in °C: 21,0

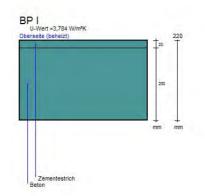
Temperatur-Korrekturfaktor Fx:



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Beton	2.400	16,00	384,00	2,500	0,06
SCHWENK	20	1,00	0,20	0,050	0,20
Zementestrich	2.000	2,00	40,00	1,400	0,01
Summe:		19,00	424,20		0,28
R _{innen} :					0,17
R _{außen} :					0,17
				R _{gesamt} :	0,62

7.7.12.2 Wärmeschutz

Fläche in m²: 45,3
Dicke in cm: 22,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 0,5

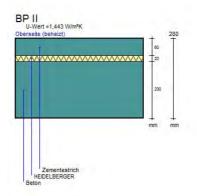


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Beton	2.400	20,00	480,00	2,500	0,08
Zementestrich	2.000	2,00	40,00	1,400	0,01
Summe:		22,00	520,00		0,09
				R _{innen} :	0,17
R _{außen} :					0,00
	R _{gesamt} :				

7.7.12.3 Wärmeschutz

BP II, U-Wert: 1,443 W/m ² K	EnEV2009-Anforderung1): 0,500 W/m ² K	erfüllt:	nein
---	--	----------	------

Fläche in m²: 27,2
Dicke in cm: 28,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 0,5

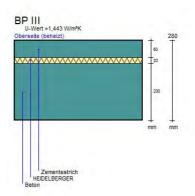


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R2) [m ² K/W]
Beton	2.400	20,00	480,00	2,500	0,08
HEIDEL- BERGER	20	2,00	0,40	0,050	0,40
Zementestrich	2.000	6,00	120,00	1,400	0,04
Summe:		28,00	600,40		0,52
				R _{innen} :	0,17
	0,00				
				R _{gesamt} :	0,69

7.7.12.4 Wärmeschutz

BP III, U-Wert: 1,443 W/m ² K	EnEV2009-Anforderung1): 0,500 W/m2K	erfüllt:	nein
--	-------------------------------------	----------	------

Fläche in m²: 52,9
Dicke in cm: 28,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 0,5



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Beton	2.400	20,00	480,00	2,500	0,08
HEIDEL- BERGER	20	2,00	0,40	0,050	0,40
Zementestrich	2.000	6,00	120,00	1,400	0,04
Summe:		28,00	600,40		0,52
	R _{innen} :				
R _{außen} :					0,00
				R _{gesamt} :	0,69

7.7.13 Bauteile mit seitlicher Abgrenzung

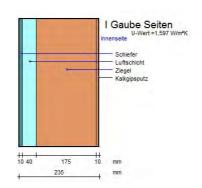
1,0

7.7.13.1 Wärmeschutz

Korrekturfaktor Fx:

I Gaube Seiten, U-Wert: 1,597 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,240 W/m²K erfüllt: nein

Fläche in m²: 3,1
Dicke in cm: 23,5
Innentemperatur in °C: 21,0
Temperatur-

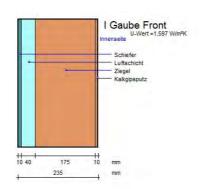


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Schiefer	2.400	1,00	24,00	2,200	0,00
Luftschicht	0	4,00	0,00	0,400	0,18
Ziegel	1.600	17,50	280,00	0,680	0,26
Kalkgipsputz	1.400	1,00	14,00	0,700	0,01
Summe:		23,50	318,00		0,38
	•			R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	0,55

7.7.13.2 Wärmeschutz

I Gaube Front, U-Wert: 1,597 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,240 W/m²K erfüllt: nein

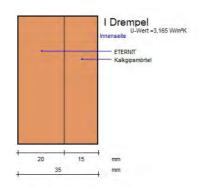
Fläche in m²: 6,4
Dicke in cm: 23,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Schiefer	2.400	1,00	24,00	2,200	0,00
Luftschicht	0	4,00	0,00	0,400	0,18
Ziegel	1.600	17,50	280,00	0,680	0,26
Kalkgipsputz	1.400	1,00	14,00	0,700	0,01
Summe:		23,50	318,00		0,38
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	0,55

7.7.13.3 Wärmeschutz

Fläche in m²: 18,4
Dicke in cm: 3,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

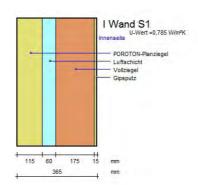


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
ETERNIT	1.500	2,00	30,00	0,580	0,03
Kalkgipsmörtel	1.400	1,50	21,00	0,700	0,02
Summe:		3,50	51,00		0,06
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,13
				R _{gesamt} :	0,32

7.7.13.4 Wärmeschutz

I Wand S1, U-Wert: 0,785 W/m ² K	EnEV2009-Anforderung ¹): 0,240 W/m ² K	erfüllt:	nein
---	---	----------	------

Fläche in m²: 31,7
Dicke in cm: 36,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

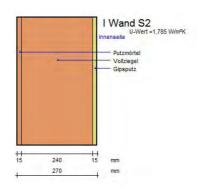


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
POROTON- Planziegel	800	11,50	92,00	0,180	0,64
Luftschicht	0	6,00	0,00	0,400	0,18
Vollziegel	1.360	17,50	238,00	0,722	0,24
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		36,50	348,00		1,07
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,24

7.7.13.5 Wärmeschutz

I Wand S2, U-Wert: 1,785 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,240 W/m²K erfüllt: nein

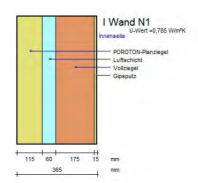
Fläche in m²: 1,9
Dicke in cm: 27,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
Vollziegel	1.360	24,00	326,40	0,722	0,33
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		27,00	362,40		0,39
R _{innen} :					0,13
R _{außen} :					0,04
	_			R _{gesamt} :	0,56

7.7.13.6 Wärmeschutz

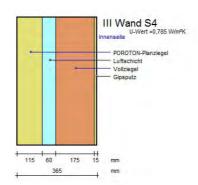
Fläche in m²: 27,9
Dicke in cm: 36,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
POROTON- Planziegel	800	11,50	92,00	0,180	0,64
Luftschicht	0	6,00	0,00	0,400	0,18
Vollziegel	1.360	17,50	238,00	0,722	0,24
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		36,50	348,00		1,07
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,24

7.7.13.7 Wärmeschutz

Fläche in m²: 12,7
Dicke in cm: 36,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

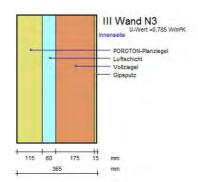


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
POROTON- Planziegel	800	11,50	92,00	0,180	0,64
Luftschicht	0	6,00	0,00	0,400	0,18
Vollziegel	1.360	17,50	238,00	0,722	0,24
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		36,50	348,00		1,07
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,24

7.7.13.8 Wärmeschutz

III Wand N3, U-Wert: 0,785 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,240 W/m²K erfüllt: nein

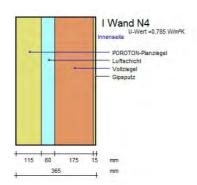
Fläche in m²: 14,8
Dicke in cm: 36,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
POROTON- Planziegel	800	11,50	92,00	0,180	0,64
Luftschicht	0	6,00	0,00	0,400	0,18
Vollziegel	1.360	17,50	238,00	0,722	0,24
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		36,50	348,00		1,07
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,24

7.7.13.9 Wärmeschutz

Fläche in m²: 2,5
Dicke in cm: 36,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
POROTON- Planziegel	800	11,50	92,00	0,180	0,64
Luftschicht	0	6,00	0,00	0,400	0,18
Vollziegel	1.360	17,50	238,00	0,722	0,24
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		36,50	348,00		1,07
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,24

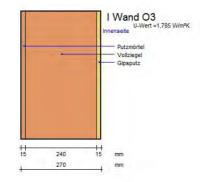
7.7.13.10 Wärmeschutz

Korrekturfaktor Fx:

I Wand O3, U-Wert: 1,785 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,240 W/m²K erfüllt: nein

Fläche in m²: 22,0
Dicke in cm: 27,0
Innentemperatur in °C: 21,0
Temperatur-

1,0

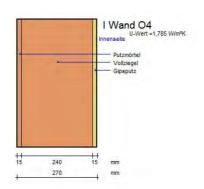


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R2) [m2K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
Vollziegel	1.360	24,00	326,40	0,722	0,33
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		27,00	362,40		0,39
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	0,56

7.7.13.11 Wärmeschutz

I Wand O4, U-Wert: 1,785 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,240 W/m²K erfüllt: nein

Fläche in m²: 9,8
Dicke in cm: 27,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



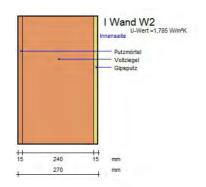
Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
Vollziegel	1.360	24,00	326,40	0,722	0,33
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		27,00	362,40		0,39
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	0,56

7.7.13.12 Wärmeschutz

I Wand W2, U-Wert: 1,785 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,240 W/m²K erfüllt: nein

Fläche in m²: 27,7
Dicke in cm: 27,0
Innentemperatur in °C: 21,0

Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

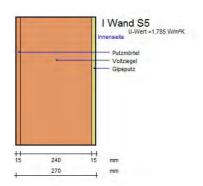


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
Vollziegel	1.360	24,00	326,40	0,722	0,33
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		27,00	362,40		0,39
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	0,56

7.7.13.13 Wärmeschutz

I Wand S5, U-Wert: 1,785 W/m ² K	EnEV2009-Anforderung ¹): 0,240 W/m ² K	erfüllt:	nein
---	---	----------	------

Fläche in m²: 5,7
Dicke in cm: 27,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

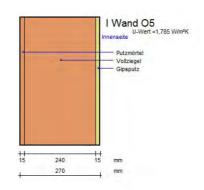


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
Vollziegel	1.360	24,00	326,40	0,722	0,33
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		27,00	362,40		0,39
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	0,56

7.7.13.14 Wärmeschutz

I Wand O5, U-Wert: 1,785 W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 0,240 W/m ² K	erfüllt:	nein
--------------------------------	---	----------	------

Fläche in m²: 2,5
Dicke in cm: 27,0
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

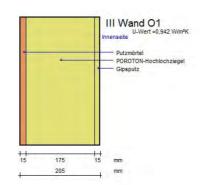


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
Vollziegel	1.360	24,00	326,40	0,722	0,33
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		27,00	362,40		0,39
	0,13				
R _{außen} :					0,04
				R _{gesamt} :	0,56

7.7.13.15 Wärmeschutz

III Wand O1, U-Wert: 0,942 W/m ² K	EnEV2009-Anforderung ¹): 0,240 W/m ² K	erfüllt:	nein

Fläche in m²: 8,0
Dicke in cm: 20,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

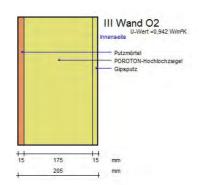


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
POROTON- Hochlochziegel	820	17,50	143,50	0,210	0,83
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		20,50	179,50		0,89
	0,13				
	0,04				
	1,06				

7.7.13.16 Wärmeschutz

III Wand O2, U-Wert: 0,942 W/m ² K En	EV2009-Anforderung ¹): 0,240 W/m ² K	erfüllt:	nein
--	---	----------	------

Fläche in m²: 13,8
Dicke in cm: 20,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0

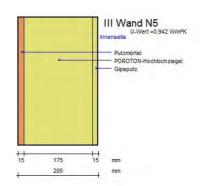


Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
POROTON- Hochlochziegel	820	17,50	143,50	0,210	0,83
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		20,50	179,50		0,89
				R _{innen} :	0,13
R _{außen} :					0,04
R _{gesamt} :					1,06

7.7.13.17 Wärmeschutz

III Wand N5, U-Wert: 0,942 W/m ² K	EnEV2009-Anforderung ¹): 0,240 W/m ² K	erfüllt:	nein

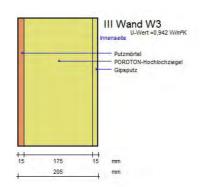
Fläche in m²: 3,0
Dicke in cm: 20,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
POROTON- Hochlochziegel	820	17,50	143,50	0,210	0,83
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		20,50	179,50		0,89
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
R _{gesamt} :					1,06

7.7.13.18 Wärmeschutz

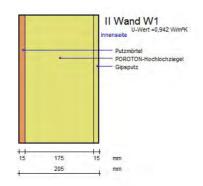
Fläche in m²: 12,4
Dicke in cm: 20,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
POROTON- Hochlochziegel	820	17,50	143,50	0,210	0,83
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		20,50	179,50		0,89
	0,13				
R _{außen} :					0,04
	1,06				

7.7.13.19 Wärmeschutz

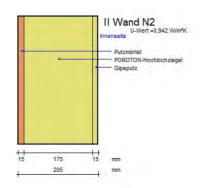
Fläche in m²: 7,4
Dicke in cm: 20,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
POROTON- Hochlochziegel	820	17,50	143,50	0,210	0,83
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		20,50	179,50		0,89
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,06

7.7.13.20 Wärmeschutz

Fläche in m²: 17,9
Dicke in cm: 20,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Putzmörtel	1.200	1,50	18,00	1,000	0,02
POROTON- Hochlochziegel	820	17,50	143,50	0,210	0,83
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		20,50	179,50		0,89
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	1,06

7.7.13.21 Wärmeschutz

II Wand S3, U-Wert: 3,088 V	V/m²K	EnEV2009-Anforderung1): 0,240 W/m²K	erfüllt: nein
Fläche in m²: Dicke in cm: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	1,6 2,0 21,0 1,0	II Wand S3 Innenselte Holz	

Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]	
Holz	600	2,00	12,00	0,130	0,15	
Summe:		2,00	12,00		0,15	
	R _{innen} :					
	0,04					
	0,32					

7.7.13.22 Wärmeschutz

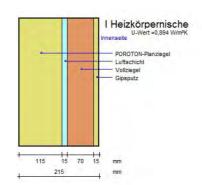
II Wand O6, U-Wert: 3,088 V	V/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 0,240 W/m ²	K erfüllt:	nein
Fläche in m²: Dicke in cm: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	0,8 2,0 21,0 1,0	II Wand O6 Innenseite U-Wert =3,088 W/m²K Holz		
	. +	20 mm		

Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
Holz	600	2,00	12,00	0,130	0,15
Summe:		2,00	12,00		0,15
	0,13				
R _{außen} :					0,04
	0,32				

7.7.13.23 Wärmeschutz

I Heizkörpernische, U-Wert: 0,894 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 0,240 W/m²K erfüllt: nein

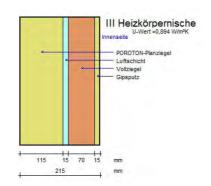
Fläche in m²: 3,5
Dicke in cm: 21,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R2) [m2K/W]
POROTON- Planziegel	800	11,50	92,00	0,180	0,64
Luftschicht	0	1,50	0,00	0,400	0,17
Vollziegel	1.360	7,00	95,20	0,722	0,10
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		21,50	205,20		0,82
	0,13				
	0,04				
	0,99				

7.7.13.24 Wärmeschutz

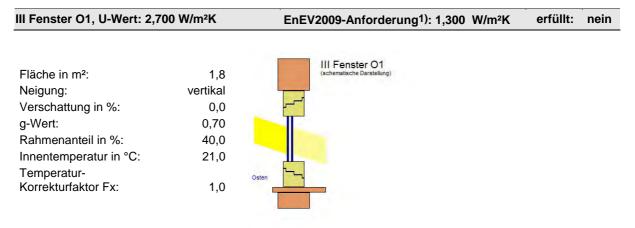
Fläche in m²: 1,8
Dicke in cm: 21,5
Innentemperatur in °C: 21,0
TemperaturKorrekturfaktor Fx: 1,0



Bauteilschicht	Rohdichte [kg/m³]	Schichtdicke [cm]	Flächengewicht [kg/m²]	Wärmeleit- fähigkeit [W/mK]	R ²) [m ² K/W]
POROTON- Planziegel	800	11,50	92,00	0,180	0,64
Luftschicht	0	1,50	0,00	0,400	0,17
Vollziegel	1.360	7,00	95,20	0,722	0,10
Gipsputz	1.200	1,50	18,00	0,350	0,04
Summe:		21,50	205,20		0,82
				R _{innen} :	0,13
				R _{außen} :	0,04
				R _{gesamt} :	0,99

7.7.14 Fensterbauteile

7.7.14.1 Wärmeschutz



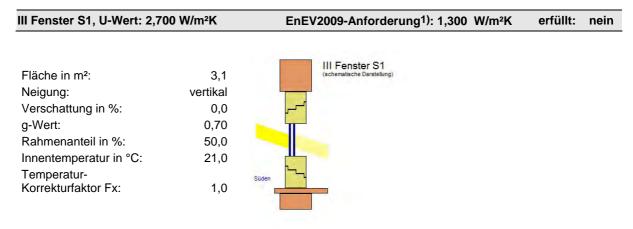
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.2 Wärmeschutz

III Tür O2, U-Wert: 2,700 W	//m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 2,900 W/m ² K	erfüllt:	ja
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	1,7 vertikal 0,0 0,70 70,0 21,0	III Tür O2 (schematische Darstellung) Osten		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.3 Wärmeschutz

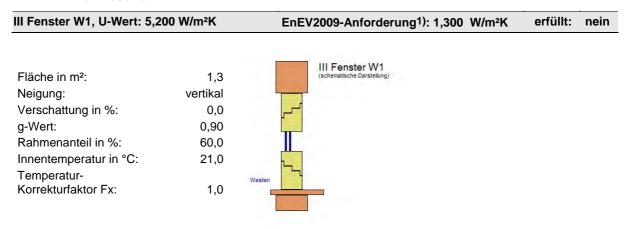


Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede

Projekt: Muster-Beratungsbericht

7.7.14.4 Wärmeschutz



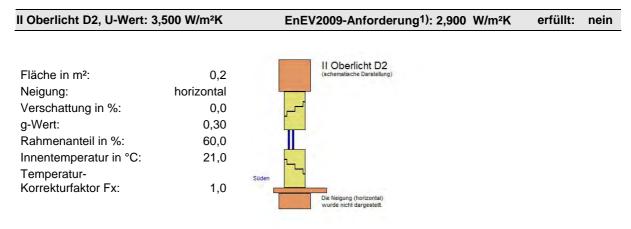
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.5 Wärmeschutz

III Oberlicht D1, U-Wert:	3,500 W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 2,900 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	0,5 horizontal 0,0 0,30 60,0 21,0	Süden Die Neigung (horizontal) wurde nicht dargestellt.		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.6 Wärmeschutz



Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.7 Wärmeschutz

II Fenster W2, U-Wert: 1,60	00 W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K erfül	t: nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	1,0 vertikal 0,0 0,60 40,0 21,0	II Fenster W2 (schematische Darstellung) Westen	

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.8 Wärmeschutz

II Tür S4, U-Wert: 5,200 W	/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 2,900 W/m ² K er	füllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	8,7 vertikal 0,0 0,90 75,0 21,0	II Tür S4 (schematische Darstellung)		

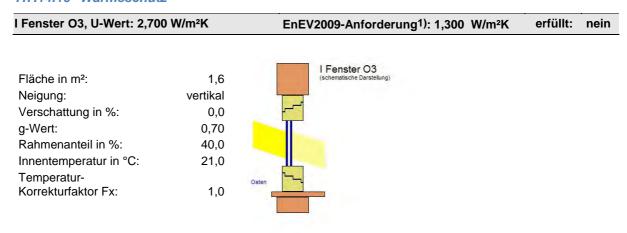
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.9 Wärmeschutz

I Tür S5, U-Wert: 5,200 W/	m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 2,900 W/m ² K erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	1,6 vertikal 0,0 0,90 50,0 21,0	I Tür S5 (schematische Darstellung)	

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.10 Wärmeschutz



Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.11 Wärmeschutz

I Fenster O4, U-Wert: 2,700 W/m²K		EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	0,4 vertikal 0,0 0,70 40,0 21,0	I Fenster O4 (schematische Darstellung) Osten		

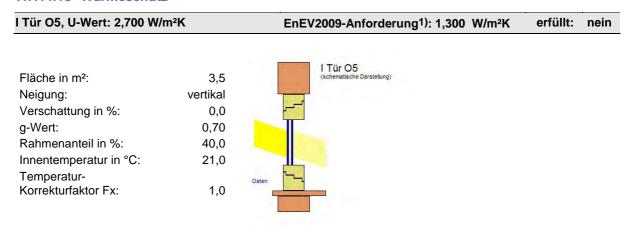
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.12 Wärmeschutz

I Fenster/Tür S7, U-Wert: 1	,600 W/m²K	EnEV2009-Anforderung1): 2,900 W/m ² K	erfüllt:	ja
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	4,1 vertikal 0,0 0,60 50,0 21,0	I Fenster/Tür S7 (schematische Darstellung) Süden		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.13 Wärmeschutz



Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.14 Wärmeschutz

I Fenster S6, U-Wert: 2,700 W/m²K		EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	5,0 vertikal 0,0 0,70 40,0 21,0	I Fenster S6 (schematische Darstellung)		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.15 Wärmeschutz

I Fenster W5, U-Wert: 5,20	00 W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	0,5 vertikal 0,0 0,90 20,0 21,0	I Fenster W5 (schematische Darstellung) Westen		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.16 Wärmeschutz

I Tür W4, U-Wert: 2,700 W	/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 2,900 W/m ² K	erfüllt:	ja
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	2,2 vertikal 0,0 0,70 40,0 21,0	I Tür W4 (schematische Darstellung) Westen		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.17 Wärmeschutz

I Fenster W3, U-Wert: 2,700 W/m²K		EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	0,3 vertikal 0,0 0,70 40,0 21,0	I Fenster W3 (schematische Darstellung) Westen		

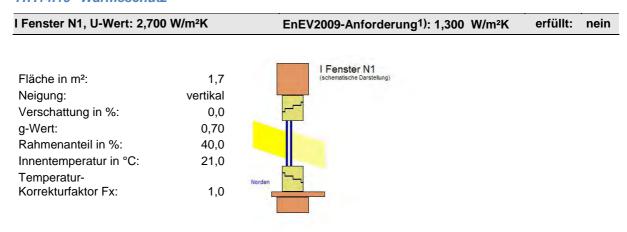
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.18 Wärmeschutz

I Fenster W6, U-Wert: 2,70	t: 2,700 W/m²K EnEV2009-Anforderung¹): 1,300 W/m²K			
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	1,7 vertikal 0,0 0,70 40,0 21,0	I Fenster W6 (schematische Darstellung) Westen		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.19 Wärmeschutz



Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.20 Wärmeschutz

I Fenster N2, U-Wert: 2,700	0 W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	1,6 vertikal 0,0 0,70 40,0 21,0	I Fenster N2 (schematische Darstellung) Norden		

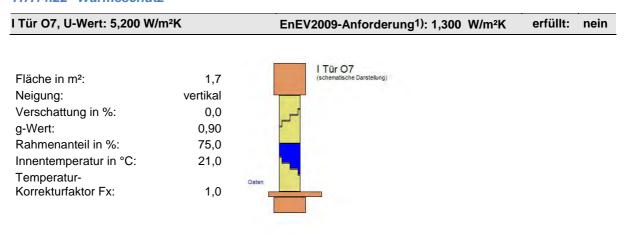
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.21 Wärmeschutz

I Fenster O6, U-Wert: 5,20	0 W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	1,0 vertikal 0,0 0,90 20,0 21,0	I Fenster O6 (schematische Darstellung) Osten		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.22 Wärmeschutz



Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.23 Wärmeschutz

I Fenster O8, U-Wert: 5,200	W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 1,400 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	0,8 45° 0,0 0,90 20,0 21,0	Osten Die Neigung (45' geneigt) wurde nicht dargestellt.		

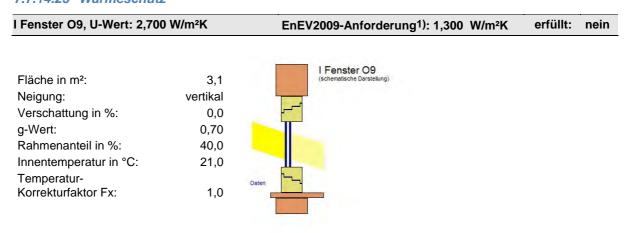
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.24 Wärmeschutz

I Fenster S8, U-Wert: 2,70	0 W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	1,4 vertikal 0,0 0,70 40,0 21,0	I Fenster S8 (schematische Darstellung)		

Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.25 Wärmeschutz



Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.26 Wärmeschutz

I Fenster S9, U-Wert: 2,700	W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 1,300 W/m ² K	erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	2,4 vertikal 0,0 0,70 40,0 21,0	I Fenster S9 (schematische Darstellung)		

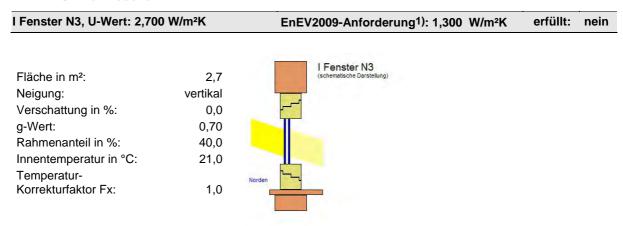
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.27 Wärmeschutz

I Fenster W7, U-Wert: 5,200	W/m²K	EnEV2009-Anforderung ¹): 1,400 W/m ² K erfüllt:	nein
Fläche in m²: Neigung: Verschattung in %: g-Wert: Rahmenanteil in %: Innentemperatur in °C: Temperatur- Korrekturfaktor Fx:	0,8 45° 0,0 0,90 20,0 21,0	Vesten Die Neigung (45° geneigt) wurde nicht dargesteilt.	

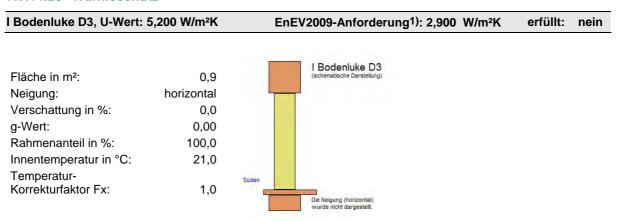
Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.28 Wärmeschutz



Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

7.7.14.29 Wärmeschutz



Für dieses Bauteil liegt kein detaillierter Schichtaufbau vor.

- 1) Anforderung nach EnEV 2009, Anlage 3, Tabelle 1
- 2) Wärmedurchlasswiderstand

7.8 Anhang: Berechnung der Transmissionen durch die Bauteile

In der folgenden Tabelle der Wärmeverluste durch die Bauteile (Transmissionen) werden lokale Randbedingungen zugrunde gelegt. Diese gehen in die Temperaturdifferenz ein, in den Faktor die Heizperiode, die Lage und Exposition des Gebäudes und des Bauteils. Die errechneten Werte entsprechen also nicht den normierten (Deutschland gemittelten) Werten der DIN4108-6, können also nicht zum Bauteilnachweis gem. EnEV herangezogen werden.

Grenzfläche nach unten Bauteile	U-Wert [W/m ² K]	Fläche [m²]	T.Diff. [°C]	Transmis. [kWh/a]	Faktor	bereinigt [kWh/a]
KD I	1,62	47,5	14,4	6.825	0,70	4.873
BP I	3,78	45,3	14,4	15.208	0,50	6.981
BP II	1,44	27,2	14,4	3.491	0,50	1.602
BP III	1,44	52,9	14,4	6.781	0,50	3.113
Summe	2,10	172,9				16.569
Grenzfläche nach oben	U-Wert	Fläche	T.Diff.	Transmis.	Faktor	bereinigt

Dipl.-Ing. Michael Janssen, Beratender Ingenieur, Buschweg 26, 26180 Rastede

Projekt: Muster-Beratungsbericht

Bauteile	[W/m ² K]	[m ²]	[°C]	[kWh/a]		[kWh/a]
Decke II	0,47	124,2	14,4	5.240	1,00	5.345
Decke III	0,80	52,4	14,4	3.738	0,80	3.050
Dach I *Schräge*	0,58	63,5	14,4	3.252	1,00	3.317
Decke I *Geschossdecke*	0,80	44,0	14,4	3.138	0,80	2.561
Summe	0,61	284,1				14.273

seitl. Grenzflächen Bauteile	U-Wert [W/m ² K]	Fläche [m²]	T.Diff. [°C]	Transmis. [kWh/a]	Faktor	bereinigt [kWh/a]
I Gaube Seiten	1,60	3,1	14,4	447	1,00	456
I Gaube Front	1,60	6,4	14,4	905	1,00	923
I Drempel	3,17	18,4	14,4	5.172	1,00	5.276
I Wand S1	0,79	31,7	14,4	2.208	1,00	2.252
I Wand S2	1,78	1,9	14,4	303	1,00	310
I Wand N1	0,79	27,9	14,4	1.947	1,00	1.986
III Wand S4	0,79	12,7	14,4	882	1,00	900
III Wand N3	0,79	14,8	14,4	1.032	1,00	1.053
I Wand N4	0,79	2,5	14,4	175	1,00	179
I Wand O3	1,78	22,0	14,4	3.494	1,00	3.564
I Wand O4	1,78	9,8	14,4	1.547	1,00	1.578
I Wand W2	1,78	27,7	14,4	4.396	1,00	4.484
I Wand S5	1,78	5,7	14,4	902	1,00	920
I Wand O5	1,78	2,5	14,4	390	1,00	398
III Wand O1	0,94	8,0	14,4	669	1,00	683
III Wand O2	0,94	13,8	14,4	1.156	1,00	1.179
III Wand N5	0,94	3,0	14,4	253	1,00	258
III Wand W3	0,94	12,4	14,4	1.036	1,00	1.057
II Wand W1	0,94	7,4	14,4	617	1,00	630
II Wand N2	0,94	17,9	14,4	1.496	1,00	1.526
II Wand S3	3,09	1,6	14,4	428	1,00	436
II Wand O6	3,09	0,8	14,4	233	1,00	238
I Heizkörpernische	0,89	3,5	14,4	276	1,00	282
III Heizkörpernische	0,89	1,8	14,4	143	1,00	146
Summe	1,32	257,3				30.713

Fenster	U-Wert	Fläche	T.Diff.	Transmis.	Faktor	bereinigt
(ohne Strahlungsgewinne)	[W/m ² K]	[m²]	[°C]	[kWh/a]		[kWh/a]
III Fenster O1	2,70	1,8	14,4	427	1,00	435
III Tür O2	2,70	1,7	14,4	417	1,00	426
III Fenster S1	2,70	3,1	14,4	748	1,00	763
III Fenster W1	5,20	1,3	14,4	600	1,00	612
III Oberlicht D1	3,50	0,5	14,4	155	1,00	159
II Oberlicht D2	3,50	0,2	14,4	50	1,00	51
II Fenster W2	1,60	1,0	14,4	142	1,00	145
II Tür S4	5,20	8,7	14,4	4.009	1,00	4.089
l Tür S5	5,20	1,6	14,4	757	1,00	773
I Fenster O3	2,70	1,6	14,4	374	1,00	382
I Fenster O4	2,70	0,4	14,4	101	1,00	103
I Fenster/Tür S7	1,60	4,1	14,4	583	1,00	594
l Tür O5	2,70	3,5	14,4	835	1,00	851
I Fenster S6	2,70	5,0	14,4	1.211	1,00	1.235
I Fenster W5	5,20	0,5	14,4	222	1,00	226
I Tür W4	2,70	2,2	14,4	528	1,00	538
I Fenster W3	2,70	0,3	14,4	77	1,00	78
I Fenster W6	2,70	1,7	14,4	403	1,00	411
I Fenster N1	2,70	1,7	14,4	403	1,00	411
I Fenster N2	2,70	1,6	14,4	388	1,00	396

Summe Gesamtwerte	3,37 1,38	57,3 772		94.903		17.462 86.006
I Bodenluke D3	5,20	0,9	14,4	397	1,00	405
I Fenster N3	2,70	2,7	14,4	643	1,00	656
I Fenster W7	5,20	0,8	14,4	388	1,00	396
I Fenster S9	2,70	2,4	14,4	580	1,00	592
I Fenster O9	2,70	3,1	14,4	736	1,00	751
I Fenster S8	2,70	1,4	14,4	333	1,00	340
I Fenster O8	5,20	0,8	14,4	365	1,00	372
l Tür O7	5,20	1,7	14,4	799	1,00	815
I Fenster O6	5,20	1,0	14,4	448	1,00	457

7.9 Anhang zum Vergleich der Varianten

In diesem Anhang finden Sie Ergänzungen zum Vergleich der Varianten.

7.9.1 Kapitalwerte der Varianten in verschiedenen Szenarien

Zinssatz Energiepreise	Kapitalzins 3,0 [%] 4,0 [%]	Kapitalzins 3,0 [%] 5,0 [%]	Kreditzins 4,5 [%] 4,0 [%]	Kreditzins 4,5 [%] 5,0 [%]
Variante	[€]	[€]	[€]	[€]
Variante 1 (Dämmung einfach)				
Investition	46.487	46.487	46.487	46.487
Barwert eingesparte Energie	141.973	174.279	105.042	126.604
Kapitalwert	95.485	127.792	58.555	80.117
Kapitalwert annuitätisch	4.872	6.520	3.595	4.918
Variante 2 (Dämmung mit WDVS)				
Investition	60.849	60.849	60.849	60.849
Barwert eingesparte Energie	215.380	264.391	159.355	192.065
Kapitalwert	154.531	203.542	98.505	131.216
Kapitalwert annuitätisch	7.884	10.385	6.047	8.056
Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)				
Investition	71.466	71.466	71.466	71.466
Barwert eingesparte Energie	218.496	268.216	161.660	194.844
Kapitalwert	147.030	196.750	90.194	123.378
Kapitalwert annuitätisch	7.501	10.038	5.537	7.574

Hinweis: Ein negativer Kapitalwert bedeutet, dass sich die Maßnahme rein ökonomisch nicht innerhalb der Nutzungsdauer amortisiert. Der annuitätische Kapitalwert beziffert den jährlichen Zuschuss (negativer Wert) bzw. den jährlichen Reingewinn aus der Variante.

7.9.2 Amortisationszeiten der Maßnahmepakete in verschiedenen Szenarien

Zinssatz	Kapitalzins 3,0 [%]	Kapitalzins 3,0 [%]	Kreditzins 4,5 [%]	Kreditzins 4,5 [%]
Energiepreise	4,0 [%]	5,0 [%]	4,0 [%]	5,0 [%]
Variante, Invest.u.Ersparnis	[Jahre]	[Jahre]	[Jahre]	[Jahre]
Variante 1 (Dämmung einfach)				
46.487 / 3.003	14,9	14,0	16,8	15,6
Variante 2 (Dämmung mit WDVS)				
60.849 / 4.555	13,0	12,3	14,4	13,5
Variante 3 (Dämmung mit WDVS und neue Heizung + Solar)				
71.466 / 4.621	14,9	14,0	16,8	15,6

bei mit ---- oder 0 gekennzeichneten Werten findet keine Amortisation statt.

Berechnungswege:

 $Bw = K_{Ein} * (1 - (m_e / Z)^n) / (Z - m_e)$

K = Bw - I

 $K_a = K * a$

a = Z / (1-(1+Z)-n)

Bw = Barwert der eingesparten Energie

K_{Ein} = Ersparnis

m_e = mittl. Energiepreissteigerungsindex (z.B. 1,04)

Z = Zinsfaktor (z.B. 1,03)

I = Investition

K = Kapitalwert

K_a = annuitätischer Kapitalwert

a = Annuitätsfaktor

n = Laufzeit/Nutzungsdauer

 $A = In(1 - ((I / K_{Ein}) * (Z - m_e))) / In(m_e / Z)$, wobei A = Amortisations dauer