



SEMINARARBEIT K+T_IBK-I

Energetische Sanierung eines Wohnhauses nach EnEV
2009/2014

Kay-Michael Müller

3793173

TU-Dresden, Fakultät Architektur, Institut für Bauklimatik

Hochschullehrer/-in: M.A. (Arch.) Bastian Funcke

Termin der Abgabe: Dresden, 11.03.2016

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
1 Einleitung	7
1.1 Aufgabenstellung	7
1.1.1 Gebäudekennwerte und -Bauteile	9
1.1.2 Grundrisse und Schnitte (ohne Maßstab):	12
1.1.3 Verbrauchsdaten	14
1.1.4 Gebäudestandort	14
2 Bauklimatische Sanierung der thermisch relevanten Außenhülle ..	15
2.1 Betrachtungsgrundlagen	15
2.2 Sanierungsmaßnahmen obere Geschosdecke	16
2.3 Sanierungsmaßnahme Decke gegen Außenluft	18
2.4 Sanierung der Fenster im Erdreich & der Eingangstür OG	20
2.5 Sanierung der Außenwände	22
2.6 Sanierung der Bodenplatte	28
2.7 Gebäude-Energiebilanz nach Sanierung der thermischen Hülle .	30
2.7.1 Energiegewinne	30
2.7.2 Energieverluste	31
2.7.3 Energiebilanz der Sanierungsmaßnahme	34
3 Austausch und Sanierung der Heizungs-anlage	37
3.1 Vergleich der Brennstoffe / Nachhaltigkeit	37
3.1.1 Fossile Brennstoffe	37
3.1.2 Biomasseheizung	37
3.1.3 Wärmepumpen	38
3.1.4 Solarthermie	38
3.1.5 Photovoltaikheizung	38
3.2 Zusammenstellung der Heizungsanlage	40
3.2.1 Energiebilanz der Sanierungsmaßnahme	41
4 Bedarfsausweis	44
5 Sommerlicher Wärmeschutz	50
6 Literaturverzeichnis	53

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Grundriss EG	12
Abbildung 2 Grundriss OG	12
Abbildung 3 Schnitt Nord-Süd	13
Abbildung 4 Schnitt Nord-Süd II	13
Abbildung 5 Schnitt Ost-West	13
Abbildung 6 S.-Aufbau/T.-Verlauf - obere Geschossdecke (saniert) .	17
Abbildung 7 S.-Aufbau/T.-Verlauf - Decke gegen Außenluft (saniert)	19
Abbildung 8 Fenster im Erdreich liegend, EG, Wand D (saniert)	21
Abbildung 9 Fenster im Erdreich liegend, EG, Wand C (saniert)	21
Abbildung 10 Terrassentür, OG, Wand G (saniert)	21
Abbildung 11 S.-Aufbau/T.-Verlauf - AW Außenluft	23
Abbildung 12 S.-Aufbau/T.-Verlauf - AW Erdreich(saniert)	24
Abbildung 13 S.-Aufbau/T.-Verlauf - AW Unbeheizt(saniert)	25
Abbildung 14 S.-Aufbau/T.-Verlauf - AW-Nische Erdr. (saniert) ..	26
Abbildung 15 S.-Aufbau/T.-Verlauf - AW-Nische Außenl. (saniert)	27
Abbildung 16 S.-Aufbau/T.-Verlauf - Bodenplatte (saniert)	29
Abbildung 17 Temperaturverlauf Bodenplatte (unsaniert)	33
Abbildung 18 Temperaturverlauf Bodenplatte (saniert)	33

1 EINLEITUNG

1.1 AUFGABENSTELLUNG¹

Mit Hilfe des „Hottgenroth Energieberater“ soll ein Energieausweis nach DDIN 4108-6//4701-10 für ein 1-Familien-Wohnhaus erstellt werden. Das Gebäude stammt aus dem Jahr 1961. 2000 wurden alle nicht im Erdreich befindlichen Fenster sowie die Terrassentür im OG und die Eingangstür im EG erneuert. Die Heizungsanlage stammt aus dem Jahr 2002.

Das Wohngebäude:

- wird ganzjährig genutzt
- verfügt über zwei Geschosse, eines teilweise im Erdreich
- verfügt über einen ungenutzten Dachboden
- verfügt nicht über ein Kellergeschoss
- wird als 1-Zonen-Modell betrachtet

Vorgehensweise:

- tragen Sie die vorgegebenen Bauteilkonstruktionen mit den passenden Materialien und Schichtdicken in die Bauteil-Kataloge ein.
- tragen Sie die vorhandenen Bauteile in die Bauteilliste ein und weisen Sie die passenden Konstruktionen sowie eventuelle Abzugsflächen zu.
- übernehmen Sie aus den Anlagen die vorgegebenen Parameter für die Heizungsanlage und tragen Sie diese in den betreffenden Reitern ein.
- erstellen Sie eine Variante, bei der einzelne/alle Bauteile entsprechend den Anforderungen der EnEV 2009/2014 saniert sind.
- legen Sie eine zweite Variante an, die auf Variante 1 basiert und eine verbesserte Anlagentechnik enthält. Die Komponenten der Anlage sind nach den eigenen Vorstellungen zu wählen.

¹ „Seminararbeit_K_T_IBK-I.pdf“, Bastian Funcke, Aufgabenstellung zur Seminararbeit K+T_IBK-I 2015

- erstellen Sie für den thermisch kritischsten Raum (selbst zu wählen) den Nachweis des Sommerlichen Wärmeschutzes.
- halten Sie die Ergebnisse der Eingabe und Auswertung des Gebäudes in Form einer Seminararbeit fest. Augenmerk soll dabei liegen auf:
 - einer Beschreibung des Bestandsgebäudes
 - der Darstellung der Ergebnisse für das Bestandsgebäude
 - einer Beschreibung der gewählten Sanierungsmaßnahmen sowie einer Erläuterung, warum Sie sich für die jeweilige Maßnahme entschieden haben
 - der Darstellung der Ergebnisse für die Modernisierungsvarianten
 - der Darstellung des Nachweises des Sommerlichen Wärmeschutzes
 - der aufbereiteten Darstellung des Energiebedarfsausweises

Der Umfang der Arbeit sollte einem Pensum von ca. 60 Arbeitsstunden entsprechen, spätester Abgabetermin ist Freitag, der 11. März 2015.

Die Seminararbeit hat in ihrer Form einer wissenschaftlichen Arbeit zu entsprechen (Inhaltsverzeichnis, Seitenzahlen, Abbildungs- und Quellenverzeichnis, korrektes Zitieren, etc.) und ist sowohl in schriftlicher Form als auch digital inkl. der Datensicherung Ihrer Dateien einzureichen.

Alle benötigten Daten finden sich in den Anlagen. Maße sind den Grundrissen und Schnitten zu entnehmen, Anlagenkennwerte sowie Verbrauchskennzahlen und Bauteilkonstruktionen sind vorgegeben.

Der Ausweis soll sowohl den von der Anlage und der Hülle abhängigen Energiebedarf als auch den tatsächlichen Verbrauch durch die Nutzer wiedergeben.

1.1.1 Gebäudekennwerte und -Bauteile²

Heizungsanlage:

- „Viessmann Vitola 222“
- Niedertemperaturkessel
- 150l Warmwasserspeicher
- Normnutzungsgrad 90% (Hs) / 96% (hi)
- Standort innerhalb der thermischen Hülle

Außenwände:

- 1,5cm Gipsputz (innen)
- 33,0cm „Bergischer Sandstein“ (entspricht Kalksandstein NM/DM 1000kg/m³)
- 2cm Kalkputz gegen Außenluft / 2cm Asphalt gegen Erdreich

Fenster und Terrassentür (saniert):

- 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung
- Randverbund und Rahmen Kunststoff
- Ohne Flügel
- U-Wert Verglasung 1,00
- G-Wert Verglasung 0,60
- Ψ -Wert Randverbund 0,065
- U-Wert Rahmen 1,60
- Rahmenbreite 12,0cm
- 3 Kammern

Fenster im Erdreich:

- einfache Verglasung
- Randverbund und Rahmen Aluminium
- Ohne thermische Trennung
- Ohne Flügel
- U-Wert Verglasung 3,50

² „Seminararbeit_K_T_IBK-I_Anlagen.pdf“, Bastian Funcke, Anlagen zur Seminararbeit K+T_IBK-I 2015

- G-Wert Verglasung 0,75
- Ψ -Wert 0,080
- U-Wert Rahmen 7,00
- Rahmenbreite 4,0cm

Haustür (EG):

- Vollholztür, 30-40% Verglasung 2,3

Haustür (OG):

- Schwere Vollholztür ohne Verglasung

Glasbausteine:

- 1,5cm Quarzglas
- 3,0cm Quarzglas horizontal
- 21,0cm stehende Luftschichten

Rollladenkästen:

- Alle Fenster im EG nach Süden, im OG nach Westen und Norden
- Breite entspricht Fenstermaß
- Höhe 30,0cm

Heizkörpernischen:

- Breite entspricht Fenstermaß
- Höhe 70,0cm
- Tiefe 20,0cm

Bodenplatte:

- 5,0cm Zementestrich (innen)
- 20cm Beton, 2400 kg/m³
- 0,1cm Dichtungsfolie PTFE
- 15cm Bimskies Schüttung

Oberste Geschossdecke:

- 2,0cm Gipsputz (innen)

- 16cm Beton, 2400 kg/m³
- 8,0cm Bimskies Schüttung
- 4,0cm Zementestrich

Decke außen:

- 2,0cm Gipsputz (innen)
- 16,0cm Beton, 2400 kg/m³
- 0,1cm Dichtungsfolie PTFE
- 10,0cm Bimskiesschüttung
- 2,0cm Natursteinplatten (Sediment)

1.1.2 Grundrisse und Schnitte (ohne Maßstab):

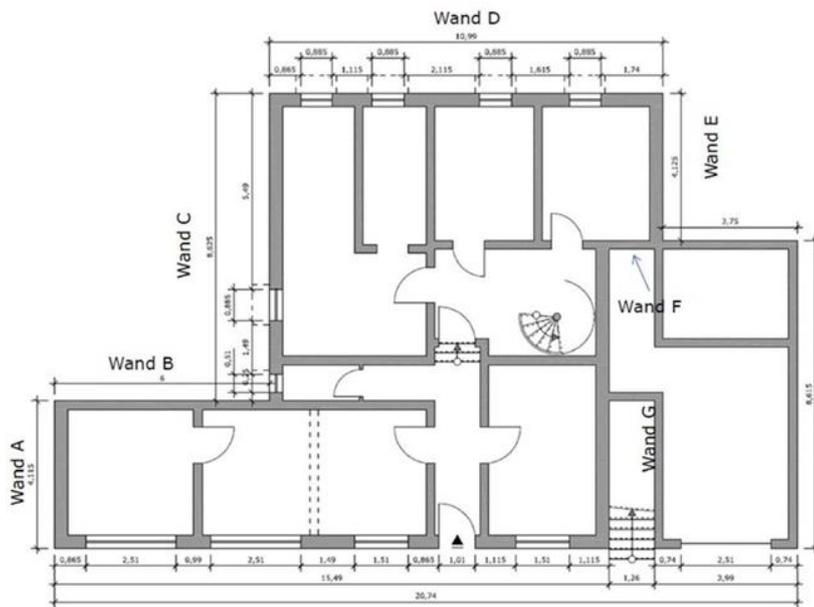


Abbildung 2 Grundriss EG

Wand A:	50% im Erdreich;	Wand B:	100%	im	Erdreich;
Wand C:	100% im Erdreich;	Wand D:	100%	im	Erdreich;
Wand E:	100% im Erdreich;	Wand F:	100%	an	Unbeheizt;
Wand G:	75% an unbeheizt				

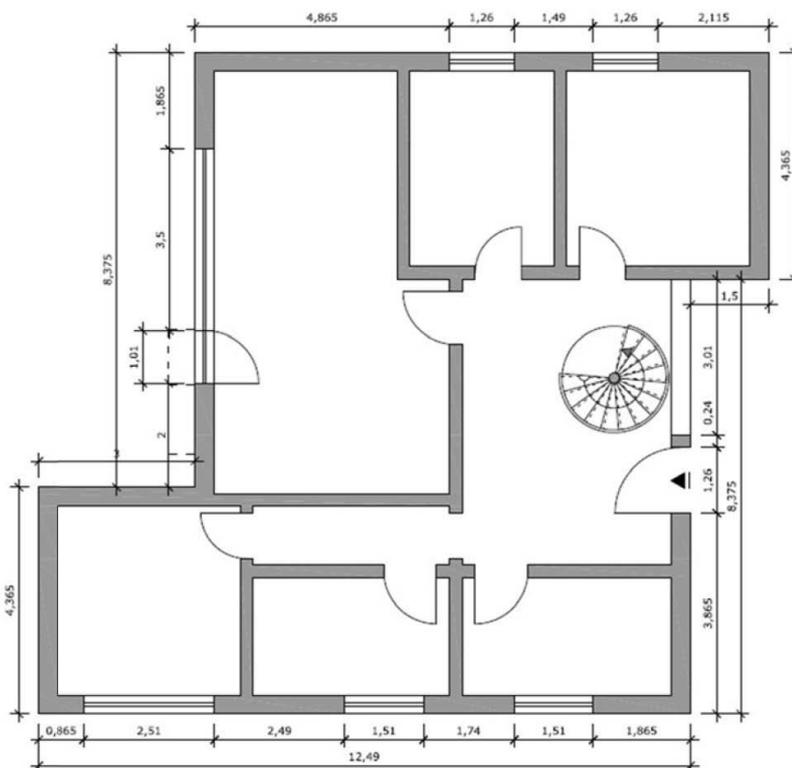


Abbildung 1 Grundriss OG



Abbildung 3 Schnitt Nord-Süd

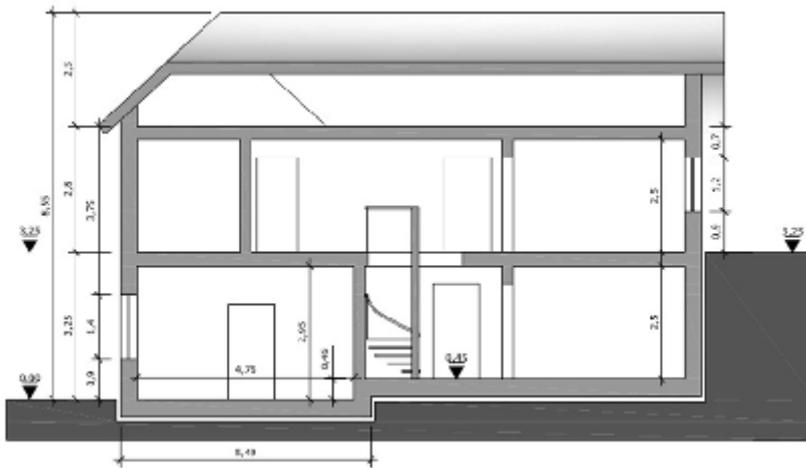


Abbildung 4 Schnitt Nord-Süd II

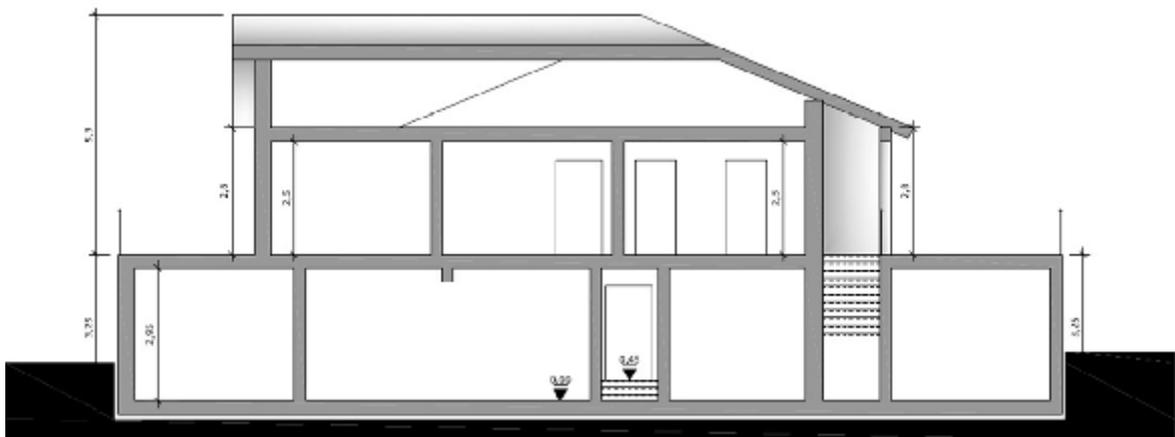


Abbildung 5 Schnitt Ost-West

1.1.3 Verbrauchsdaten

Januar 2004 bis Dezember 2004 - 3.720 l Heizöl, davon 9.500 kWh für Warmwasser

Januar 2005 bis Dezember 2005 - 4.010 l Heizöl, davon 10.300 kWh für Warmwasser

Januar 2006 bis Dezember 2006 - 3.870 l Heizöl, davon 9.820 kWh für Warmwasser

1.1.4 Gebäudestandort

Falkenberger Straße 68, 42859 Remscheid

2 BAUKLIMATISCHE SANIERUNG DER THERMISCH RELEVANTEN AUßENHÜLLE

2.1 BETRACHTUNGSGRUNDLAGEN

Im Rahmen der Seminararbeit ist ein freistehendes Wohnhaus energetisch zu erfassen, zu bewerten und die thermische Hülle sowie die Heizungsanlage nach EnEV 2009/2014 zu sanieren. Des Weiteren ist für den thermisch kritischen Raum der Sommerliche Wärmeschutz nachzuweisen.

Ich habe bei der Auswahl der Materialien und deren Verarbeitung besonderen Wert darauf gelegt, die Gebäudeaußenoberfläche nicht unnötig zu vergrößern und einen Kompromiss zwischen bauklimatischen und bauökonomischen Faktoren zu finden. Ebenfalls mit ins Gewicht fielen ästhetische Aspekte, wie ein einheitliches Fassadenbild und die Vermeidung von unnötigen Arbeitsschritten. In dieser theoretischen und nur schriftlich verfassten Bearbeitung kann zu gewissen Detailpunkten (z.B.: Übergang Außenwand zu oberster Geschossdecke) nur schwer eine Stellungnahme erfolgen, da genauere bauliche Details der Konstruktion nicht bekannt sind. Diese wurden demnach außer Betracht gelassen.

Bei der bauklimatischen Sanierung aller Bauteile habe ich auf einen ausreichenden Mindestwärmeschutz sowie Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108 geachtet. Alle Sanierungsarbeiten sind in einzelnen Bauabschnitten durchführbar, sollten aber in Ihrer Gänze betrachtet werden, um ihre Synergien nutzen zu können.

2.2 SANIERUNGSMÄßNAHMEN OBERE GESCHOSSDECKE

Da warme Luft auf Grund thermischer Grundlagen immer nach oben steigt, würde ich in einem ersten Schritt die oberste Geschossdecke bauklimatisch sanieren. In einem ersten Schritt hatte ich einen Vollholzaufbau auf der bestehenden Dachschicht vorgesehen, der mit Schaumglas verfüllt und OSB-Platten geschlossen werden sollte. Leider ergaben sich dadurch nicht nur Aufbauten von 25-30cm, sondern es wäre auch eine erhebliche Lastzunahme für die gesamte Konstruktion hinzugekommen. Ein weiterer Versuch war die Verwendung von Styrodur, welcher aber nur minimal Verbesserung im Schichtaufbau brachte und vermutlich enormen Bearbeitungsaufwand mit sich gebracht hätte. Deswegen entschied ich mich für den Einsatz von Vakuumdämmplatten. Diese besitzen eine wesentlich geringere Wärmeleitfähigkeit von gerade einmal $0,007 \text{ W/mK}$. Zwar sind diese sehr anfällig gegen Beschädigungen, aber da der Dachboden ohnehin nicht Ausbaufähig oder begehbar ist und ich die Dämmplatten durch ein zusätzliches Aufbringen einer dünnen Estrichschicht vor Beschädigungen geschützt habe, sehe ich hier keinerlei Bedenken, beim Einsatz dieser. Auch die Kosten von ca. 100€ pro Quadratmeter sollten sich hier sehr schnell bezahlt machen, zumal Arbeitsstunden und Materialkosten für eine Unterkonstruktion gespart werden.

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier ein Wärmedurchlasswiderstand von $4,847 \text{ m}^2\text{K/W}$, sowie ein U-Wert von $0,198 \text{ W/m}^2\text{K}$. Der Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 von $1,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ und der Maximal U-Wert nach EnEV 2014 von $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ werden demnach beide eingehalten. Ebenfalls konnte kein Tauwasserausfall nach DIN 4108-3 festgestellt werden. Den genauen Bauteilaufbau, sowie der Temperaturverlauf des Bauteils sind nachfolgender Grafik zu entnehmen.

Schichtenaufbau (von warm nach kalt)

Nr.	Bezeichnung	Dicke cm	λ W/m·K	R m ² K/W	μ_1 -	μ_2 -	ρ kg/m ³	c_p kJ/kg·K
1	Gipsputz ohne Zuschlag	2,00	0,510	0,04	10	10	1200	1,00
2	Beton hohe Rohdichte (DIN 12524 - 2400 kg/m ³)	16,00	2,000	0,08	80	130	2400	1,00
3	Bims Kies (lose Schüttung, abgedeckt)	8,00	0,190	0,42	3,0	3,0	1000	1,00
4	POREX THERM Vacupor® XPS-B2-S Vakuumdämmung	3,00	0,007	4,29	5000000	5000000	190	800,00
5	Zement-Estrich	3,00	1,400	0,02	15	35	2000	1,00

Temperaturverteilung

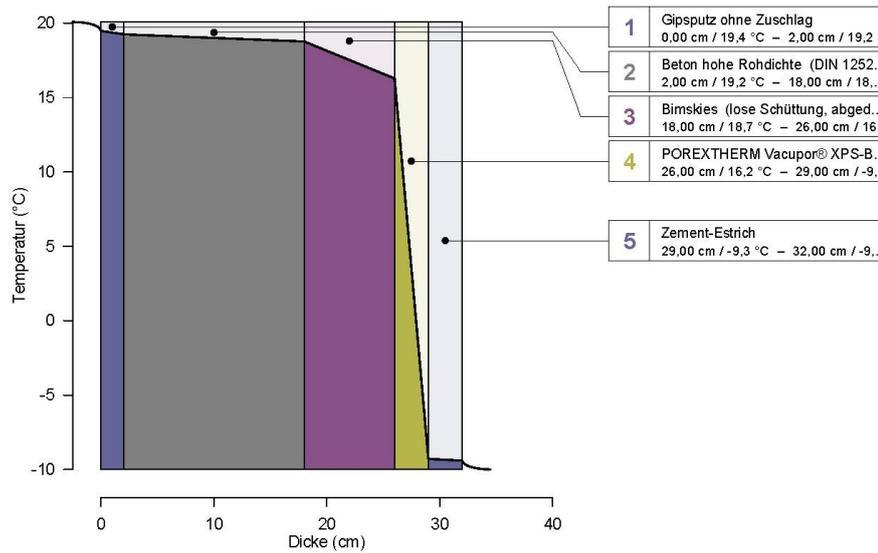


Abbildung 6 Schichtaufbau und Temperaturverlauf - obere Geschossdecke (sanier) - aus Hottgenroth Energieberater - eigene Darstellung

2.3 SANIERUNGSMÄßNAHME DECKE GEGEN AUßENLUFT

Im südwestlichen Teil des Gebäudes, im Erdgeschoss, befindet sich ein Raum, welcher nicht vom darüber liegenden Geschoss überdeckt wird. Auf diesem befindet sich ein Aufbau zur Nutzung als Terrasse. An dieser Stelle war es wichtig die OK-Fußboden nicht wesentlich zu verschieben, da sonst die Nutzung eventuell nicht mehr möglich wäre oder eine Stufe zu dem dahinter liegenden Terrassenbereich angebracht werden müsste. Alle Versuche den Bimskies in Kombination mit etwaigen anderen druckfesten Dämmstoffen zu kombinieren schlug leider fehl. Deswegen entschied ich mich auch hier dafür, die Vakuumdämmplatten zu verwenden, die ich bereits in der oberen Geschossdecke verwendet habe. Jedoch werden die Dämmplatten hier nicht durch eine Estrichschicht, sondern eine simple Filzbahn vor Beschädigungen geschützt. Um die OK Fußboden zu gewährleisten greife ich hier nun auf den schon zuvor verwendeten Bimskies zurück, womit ebenfalls das schwimmende Verlegen des Belages gewährleistet ist.

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier ein Wärmedurchlasswiderstand von $4,816\text{m}^2\text{K}/\text{W}$, sowie ein U-Wert von $0,202\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Der Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 von $1,20\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ und der Maximal U-Wert nach EnEV 2014 von $0,20\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ werden demnach beide eingehalten. Ebenfalls konnte kein Tauwasserausfall nach DIN 4108-3 festgestellt werden.

Schichtenaufbau (von warm nach kalt)

Nr.	Bezeichnung	Dicke cm	λ W/m·K	R m ² K/W	μ_1 -	μ_2 -	ρ kg/m ³	c_p kJ/kg·K
1	Gipsputz ohne Zuschlag	2,00	0,510	0,04	10	10	1200	1,00
2	Beton hohe Rohdichte (DIN 12524 - 2400 kg/m ³)	16,00	2,000	0,08	80	130	2400	1,00
3	Polytetrafluorethylenkunststoff PTFE (DIN 12524)	0,10	0,250	0,00	10000	10000	2200	1,00
4	POREX THERM Vacupor® NT-B2-S Vakuumdämmung	2,00	0,007	2,86	5000000	5000000	190	800,00
5	Schaumglas (DIN 13167 - WLG 045)	8,00	0,045	1,78	1000000	1000000	125	1,00
6	Sediment-Naturstein (DIN 12524)	2,00	2,300	0,01	2,0	250	2600	1,00

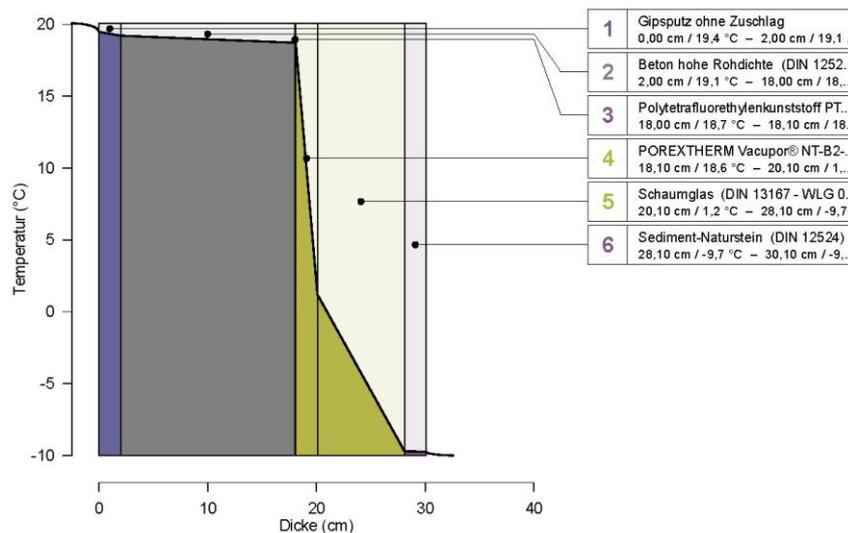
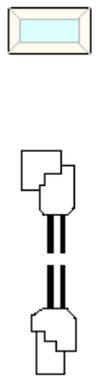
Temperaturverteilung


Abbildung 7 Schichtaufbau und Temperaturverlauf - Decke gegen Außenluft (sanier) - aus Hottgenroth Energieberater - eigene Darstellung

2.4 SANIERUNG DER FENSTER IM ERDREICH & DER EINGANGSTÜR OG

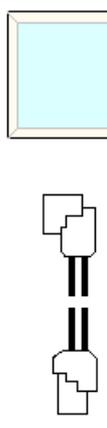
Nicht unbedingt am effektivsten, jedoch als Vorarbeit zur Sanierung der thermischen Hülle, ist das Austauschen der bauphysisch kritischen Fenster, die im EG als Lichtschächte für die im Erdreich liegenden Wände dienen, nötig. Ich habe mich hier entschieden die Fenster durch gleichwertige Modelle, der bereits sanierten Fenstern, zu ersetzen. Zwar entsprechen diese nicht den modernsten Technologien, jedoch ist mir ein einheitliches Fassadenbild hier wichtig gewesen, sowie das Zusammenspiel der thermischen Hülle in seiner Gesamtheit. Es gilt zu vermeiden Fenster mit einem besseren U-Wert, verglichen zur Außenwand, einzubauen, da es hier durch einen verschobenen Wärmestrom zur Wand hin zu Kondenswasser und daraus folgend Schimmelbefall kommen kann. Zudem sind durch die EnEV als Referenzwerte für Fenster und Fenstertüren ein U-Wert von $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ und ein g-Wert von $0,6$ angegeben, welche die Fenster annähernd erfüllen. Ebenfalls wenig effektiv ist das Tauschen der Eingangstür im OG, was ich als Architekt, aus Gründen der Gesamtheit der Maßnahme, dem Bauherrn nahelegen würde. Auch hier würde ich auf das Modell „sanierte Fenster/Terrassentür“ setzen, um gleiche Randbedingungen überall im Haus gewährleisten zu können.

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier U-Werte von $1,64 \text{ W/m}^2\text{K}$, $1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $1,31 \text{ W/m}^2\text{K}$.



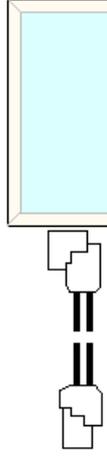
Verglasung	
Glas-Typ	2-Scheiben-Isolierverglasung
Glasfläche	0,17 m ²
U-Wert	1,00 W/m ² K
g-Wert	0,60
Randverbund	
Material	Kunststoff
Länge	1,81 m
ψ-Wert	0,065 W/m K
Rahmen	
Bezeichnung	Kunststoffrahmen, 3 Kammern
Breite	0,120 m
Fläche	0,27 m ²
U-Wert	1,60 W/m ² K
Fenster	
Breite	0,89 m
Höhe	0,50 m
Fläche	0,44 m ²
Glasanteil	37,9 %
Rahmenanteil	62,1 %
U-Wert	1,64 W/m ² K

Abbildung 8 Fenster im Erdreich liegend, EG, Wand D (saniert) – aus Hottgenroth Energieberater – eigene Darstellung



Verglasung	
Glas-Typ	2-Scheiben-Isolierverglasung
Glasfläche	1,35 m ²
U-Wert	1,00 W/m ² K
g-Wert	0,60
Randverbund	
Material	Kunststoff
Länge	4,64 m
ψ-Wert	0,065 W/m K
Rahmen	
Bezeichnung	Kunststoffrahmen, 3 Kammern
Breite	0,120 m
Fläche	0,61 m ²
U-Wert	1,60 W/m ² K
Fenster	
Breite	1,40 m
Höhe	1,40 m
Fläche	1,96 m ²
Glasanteil	66,7 %
Rahmenanteil	31,3 %
U-Wert	1,34 W/m ² K

Abbildung 9 Fenster im Erdreich liegend, EG, Wand C (saniert) – aus Hottgenroth Energieberater – eigene Darstellung



Verglasung	
Glas-Typ	2-Scheiben-Isolierverglasung
Glasfläche	1,90 m ²
U-Wert	1,00 W/m ² K
g-Wert	0,60
Randverbund	
Material	Kunststoff
Länge	5,76 m
ψ-Wert	0,065 W/m K
Rahmen	
Bezeichnung	Kunststoffrahmen, 3 Kammern
Breite	0,120 m
Fläche	0,75 m ²
U-Wert	1,60 W/m ² K
Fenster	
Breite	1,26 m
Höhe	2,10 m
Fläche	2,65 m ²
Glasanteil	71,7 %
Rahmenanteil	28,3 %
U-Wert	1,31 W/m ² K

Abbildung 10 Terrassentür, OG, Wand G (saniert) – aus Hottgenroth Energieberater – eigene Darstellung

2.5 SANERUNG DER AUßENWÄNDE

Die baulich vermutlich aufwändigste Maßnahme bei der thermischen Sanierung dieses Einfamilienhauses stellt die Außenwand beziehungsweise die Wand zum unbeheizten Innenbereich dar. Wie schon im Einleitungsteil erwähnt, habe ich hierbei darauf geachtet den Schichtaufbau nach außen hin so gering wie möglich und den baulichen Aufwand minimal zu halten. Es war mir wichtig die Leibungstiefe möglichst gering bestehen zu lassen, damit die Selbstverschattung so gering wie möglich ausfällt und noch genügend Licht, auch in den dunkleren Jahreszeiten, in die Räume gelangen kann. Bei dem bereits vorhandenen Putz bin ich davon ausgegangen, dass dieser baulich noch in Ordnung ist, sodass dieser an der Fassade verbleiben kann. Folgend habe ich ein WDVS mit einer Stärke von 100mm vorgesehen, sowie einem Wärmedurchlasswiderstand von $0,028(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$. Ein WDVS dieser Klasse ist zwar hochpreisig, jedoch gewährleistet es den geringen Schichtzuwachs und erfüllt auch alle Ansprüche im Bereich der Wandnischen, welche ohnehin schon einen um 200mm verringerten Wandquerschnitt besitzen. Dieses wird dann abschließend im Bereich gegen Außenluft mit einem Wärmedämmputz, bzw. im Bereich gegen Erdreich (der thermisch weniger belastet ist) mit 20mm Asphalt versehen. Auch hier bleibt der bereits vorhandene Asphalt bestehen. Im Bereich der Außenwand gegen unbeheizte Räume habe ich im Gegensatz zu den tatsächlich im Außenbereich liegenden Wänden dazu entschieden, den vorhandenen Putz zu entfernen, um nicht unnötig an Raumvolumen zu verlieren. Ansonsten folgt das Sanierungskonzept den Wänden gegen Außenluft.

Für diesen Sanierungsschritt muss natürlich der gesamte im Erdreich liegende Teil des Hauses freigelegt und anschließend wieder verfüllt werden, um die Dämmung anbringen zu können. Das bedeutet hohe finanzielle Aufwendungen für benötigtes Arbeitsgerät und Arbeitsstunden, ist aber der zweiteffektivste Punkt meines Sanierungsplanes.

Außenwand gegen Außenluft

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier ein Wärmedurchlasswiderstand von $4,614\text{m}^2\text{K/W}$, sowie ein U-Wert von $0,209\text{W/m}^2\text{K}$. Der Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 von $1,20\text{m}^2\text{K/W}$ und der Maximal U-Wert nach EnEV 2014 von $0,24\text{W/m}^2\text{K}$ werden demnach beide eingehalten. Ebenfalls konnte kein Tauwasserausfall nach DIN 4108-3 festgestellt werden.

Schichtenaufbau (von warm nach kalt)

Nr.	Bezeichnung	Dicke cm	λ W/m·K	R $\text{m}^2\text{K/W}$	μ_1 —	μ_2 —	ρ kg/ m^3	c_p kJ/kg·K
1	Gipsputz ohne Zuschlag	1,50	0,510	0,03	10	10	1200	1,00
2	Kalksandstein, NM/DM (1000 kg/ m^3)	33,00	0,500	0,66	5,0	10	1000	1,00
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	2,00	1,000	0,02	15	35	1800	1,00
4	PUR/PIR-Hartschaum (DIN 13165 - WLG 028 $\geq 80\text{mm}$)	10,00	0,028	3,57	40	200	30	1,00
5	Wärmedämmputz (DIN 18550-3 - WLG 060)	2,00	0,060	0,33	5,0	20	200	1,00

Temperaturverteilung

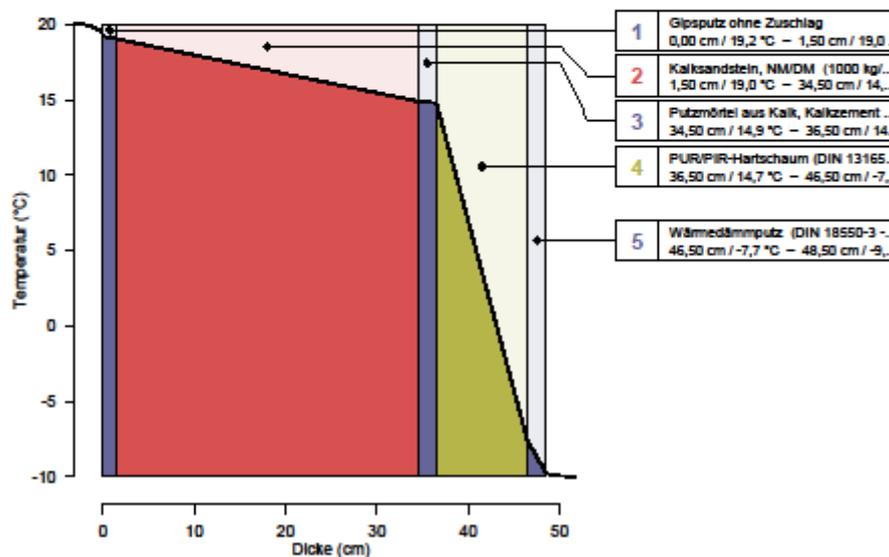


Abbildung 11 Schichtenaufbau und Temperaturverlauf - Außenwand gegen Außenluft (sanier) - aus Hottgenroth Energieberater - eigene Darstellung

Außenwand gegen Erdreich

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier ein Wärmedurchlasswiderstand von $4,318\text{m}^2\text{K/W}$, sowie ein U-Wert von $0,223\text{W/m}^2\text{K}$. Der Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 von $1,20\text{m}^2\text{K/W}$ und der maximal U-Wert nach EnEV 2014 von $0,30\text{W/m}^2\text{K}$ werden demnach beide eingehalten. Ebenfalls konnte ein unschädlicher Tauwasserausfall nach DIN 4108-3 in Höhe von $0,001\text{kg/m}^2$ zwischen den Bauteilen 3 und 4 festgestellt werden.

Schichtenaufbau (von warm nach kalt)

Nr.	Bezeichnung	Dicke cm	λ W/m·K	R m ² K/W	μ_1 -	μ_2 -	ρ kg/m ³	c_p kJ/kg·K
1	Gipsputz ohne Zuschlag	1,50	0,510	0,03	10	10	1200	1,00
2	Kalksandstein, NM/DM (1000 kg/m ³)	33,00	0,500	0,66	5,0	10	1000	1,00
3	Asphalt (DIN 12524)	2,00	0,700	0,03	50000	50000	2100	1,00
4	PUR/PIR-Hartschaum (DIN 13165 - WLG 028 >= 80mm)	10,00	0,028	3,57	40	200	30	1,00
5	Asphalt (DIN 12524)	2,00	0,700	0,03	50000	50000	2100	1,00

Temperaturverteilung

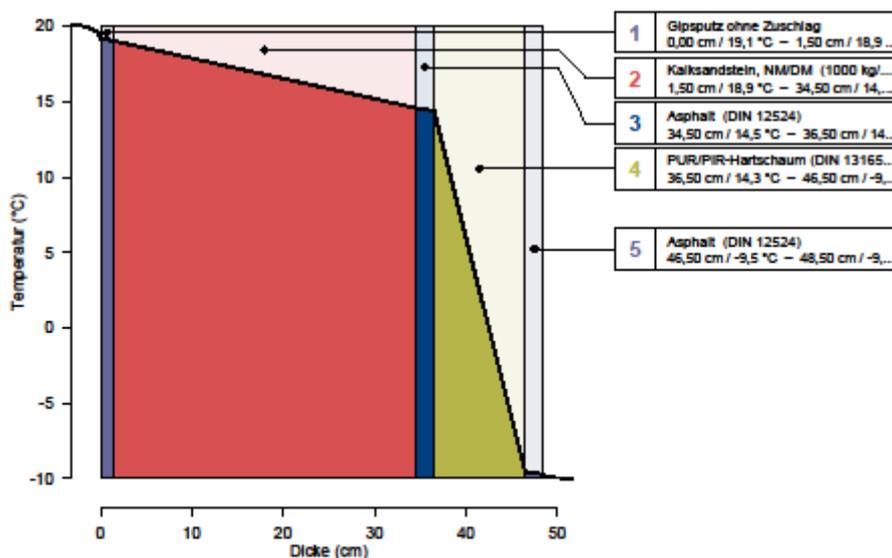


Abbildung 12 Schichtaufbau und Temperaturverlauf - Außenwand gegen Erdreich (sanieret) - aus Hottgenroth Energieberater - eigene Darstellung

Außenwand gegen unbeheizten Bereich

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier ein Wärmedurchlasswiderstand von $3,689\text{m}^2\text{K/W}$, sowie ein U-Wert von $0,259\text{W/m}^2\text{K}$. Der Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 von $1,20\text{m}^2\text{K/W}$ und der maximal U-Wert nach EnEV 2014 von $0,30\text{W/m}^2\text{K}$ werden demnach beide eingehalten. Ebenfalls konnte kein Tauwasserausfall nach DIN 4108-3 festgestellt werden.

Schichtenaufbau (von warm nach kalt)

Nr.	Bezeichnung	Dicke cm	λ W/m-K	R $\text{m}^2\text{K/W}$	μ_1 -	μ_2 -	ρ kg/m ³	c_p kJ/kg-K
1	Gipsputz ohne Zuschlag	1,50	0,510	0,03	10	10	1200	1,00
2	Kalksandstein, NM/DM (1000 kg/m ³)	33,00	0,500	0,66	5,0	10	1000	1,00
3	PUR/PIR-Hartschaum (DIN 13165 - WLG 030 < 80mm)	8,00	0,030	2,67	40	200	30	1,00
4	Wärmedämmputz (DIN 18550-3 - WLG 080)	2,00	0,080	0,33	5,0	20	200	1,00

Temperaturverteilung

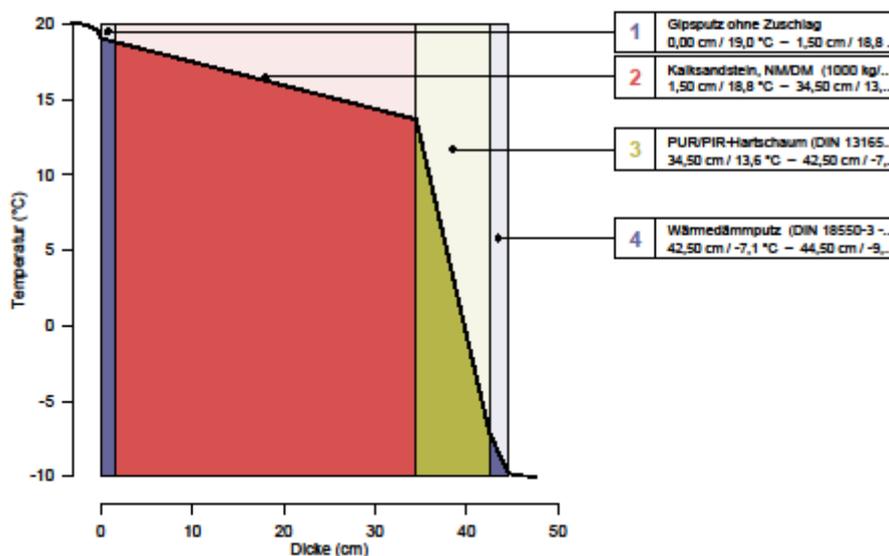


Abbildung 13 Schichtaufbau und Temperaturverlauf - Außenwand gegen Unbeheizten Bereich (sanierter) - aus Hottgenroth Energieberater - eigene Darstellung

Außenwand-Nische gegen Erdreich

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier ein Wärmedurchlasswiderstand von $4,058\text{m}^2\text{K}/\text{W}$, sowie ein U-Wert von $0,239\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Der Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 von $1,20\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ und der maximal U-Wert nach EnEV 2014 von $0,24\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ werden demnach beide eingehalten. Ebenfalls konnte ein unschädlicher Tauwasserausfall nach DIN 4108-3 in Höhe von $0,001\text{kg}/\text{m}^2$ zwischen den Bauteilen 3 und 4 festgestellt werden.

Schichtenaufbau (von warm nach kalt)

Nr.	Bezeichnung	Dicke cm	λ W/m·K	R m ² K/W	μ_1 -	μ_2 -	P kg/m ³	c_p kJ/kg·K
1	Gipsputz ohne Zuschlag	1,50	0,510	0,03	10	10	1200	1,00
2	Kalksandstein, NM/DM (1000 kg/m ³)	20,00	0,500	0,40	5,0	10	1000	1,00
3	Asphalt (DIN 12524)	2,00	0,700	0,03	50000	50000	2100	1,00
4	PUR/PIR-Hartschaum (DIN 13165 - WLG 028 >= 80mm)	10,00	0,028	3,57	40	200	30	1,00
5	Asphalt (DIN 12524)	2,00	0,700	0,03	50000	50000	2100	1,00

Temperaturverteilung

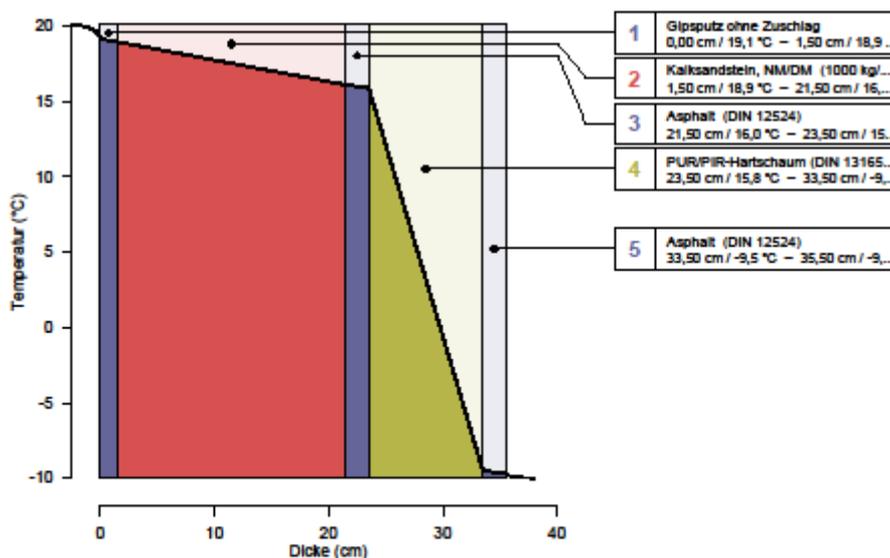


Abbildung 14 Schichtaufbau und Temperaturverlauf - Außenwand-Nische gegen Erdreich (saniert) - aus Hottgenroth Energieberater - eigene Darstellung

Außenwand-Nische gegen Außenluft

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier ein Wärmedurchlasswiderstand von $3,997\text{m}^2\text{K}/\text{W}$, sowie ein U-Wert von $0,240\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Der Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 von $1,20\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ und der maximal U-Wert nach EnEV 2014 von $0,24\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ werden demnach beide eingehalten. Ebenfalls konnte kein Tauwasserausfall nach DIN 4108-3 festgestellt werden.

Schichtenaufbau (von warm nach kalt)

Nr.	Bezeichnung	Dicke cm	λ W/m·K	R $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$	μ_1 -	μ_2 -	ρ kg/m ³	c_p kJ/kg·K
1	Gipsputz ohne Zuschlag	1,50	0,510	0,03	10	10	1200	1,00
2	Kalksandstein, NM/DM (1000 kg/m ³)	20,00	0,500	0,40	5,0	10	1000	1,00
3	Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	2,00	1,000	0,02	15	35	1800	1,00
4	PUR/PIR-Hartschaum (DIN 13165 - WLG 028 $\geq 80\text{mm}$)	9,00	0,028	3,21	40	200	30	1,00
5	Wärmedämmputz (DIN 18550-3 - WLG 060)	2,00	0,060	0,33	5,0	20	200	1,00

Temperaturverteilung

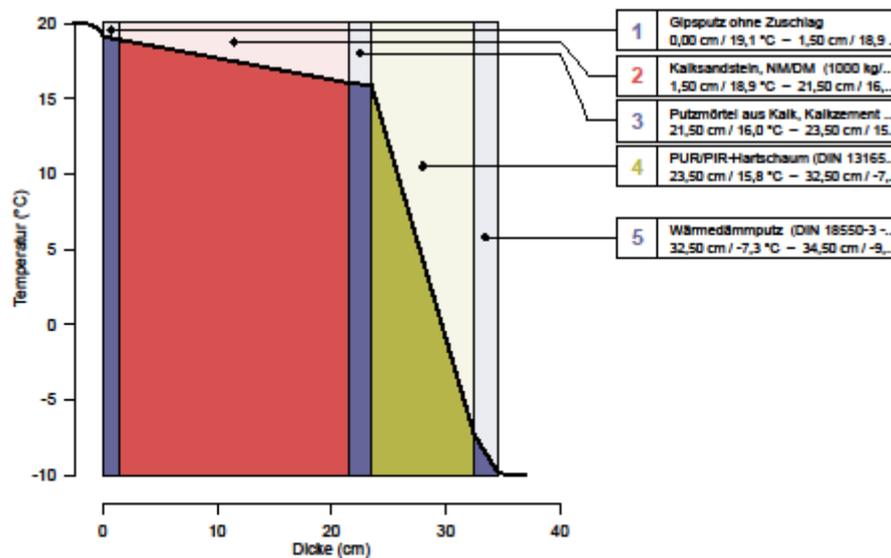


Abbildung 15 Schichtaufbau und Temperaturverlauf – Außenwand-Nische gegen Außenluft (sanieret) – aus Hottgenroth Energieberater – eigene Darstellung

2.6 SANIERUNG DER BODENPLATTE

Als letzten Punkt möchte ich hier noch die Sanierung der Bodenplatte erläutern. Zunächst einmal steht dem thermischen Gewinn ein enormer baulicher und kostenintensiver Aufwand gegenüber, welcher kaum noch zu rechtfertigen ist. Des Weiteren darf die OK Fußboden nicht verändert werden, da es sich auf alle anderen Einbauten im Haus (Türen, Brüstungshöhen, Möbeleinbauten) auswirken würde. Als einzig vertretbare Variante kam für mich auch hier der Einsatz von Vakuumdämmplatten in Frage. Das Einbringen dieser setzt aber voraus, dass das gesamte Erdgeschoss leer geräumt wird, alle Fußbodenbeläge entfernt und der vorhandene Fußbodenestrich komplett ausgestemmt werden müsste. Nachdem die OK Rohfußboden freigelegt wären, würde ich darauf die 20mm starken Vakuumdämmplatten verlegen und diese mit einem 30mm starken Calciumsulfatfließestrich der Härteklasse F5 bedecken. Das Haus wäre für die Zeit dieser Baumaßnahme also nicht nutzbar. Eine Sanierung der Bodenplatte würde ich demnach nicht empfehlen, habe diese dennoch in meiner Betrachtung mit einbezogen, um den Anforderungen der EnEV auch in diesem Punkt gerecht zu werden.

Nach der Bauteilsanierung ergeben sich hier ein Wärmedurchlasswiderstand von $3,771\text{m}^2\text{K}/\text{W}$, sowie ein U-Wert von $0,254\text{W}/\text{m}^2\text{K}$. Der Mindestwärmedurchlasswiderstand nach DIN 4108-2 von $0,90\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ und der maximal U-Wert nach EnEV 2014 von $0,30\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ werden demnach beide eingehalten. Ebenfalls konnte kein Tauwasserausfall nach DIN 4108-3 festgestellt werden.

Schichtenaufbau (von warm nach kalt)

Nr.	Bezeichnung	Dicke cm	λ W/m·K	R m ² K/W	μ_1 -	μ_2 -	ρ kg/m ³	c_p kJ/kg·K
1	Zement-Estrich	3,00	1,400	0,02	15	35	2000	1,00
2	POREX THERM Vacupor® NT-B2-S Vakuumdämmung	2,00	0,007	2,88	5000000	5000000	190	800,00
3	Beton hohe Rohdichte (DIN 12524 - 2400 kg/m ³)	20,00	2,000	0,10	80	130	2400	1,00
4	PTFE-Folien Dicke > 0,05 mm	0,10	0,300	0,00	10000	10000	100	1,50
5	Bims Kies (lose Schüttung, abgedeckt)	15,00	0,190	0,79	3,0	3,0	1000	1,00

Temperaturverteilung

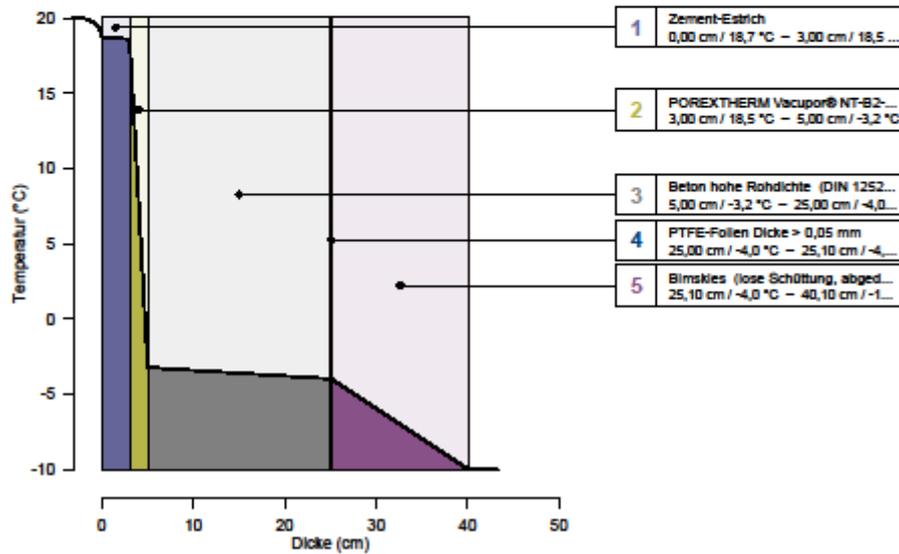


Abbildung 16 Schichtaufbau und Temperaturverlauf - Bodenplatte (sanier) - aus Hottgenroth Energieberater - eigene Darstellung

2.7 GEBÄUDE-ENERGIEBILANZ NACH SANIERUNG DER THERMISCHEN HÜLLE

Mit einem kurzen Vorher-Nachher-Vergleich soll hier nun dargestellt werden, welchen Mehrwert die Sanierungsarbeiten mit sich bringen, um Rückschlüsse über die Gesamtbilanz der Maßnahme treffen zu können.

2.7.1 Energiegewinne

Der Energieeinsatz setzt sich zusammen, aus der Summe der aktiv oder passiv eingebrachten Wärmegewinne, die innerhalb eines Jahres auftreten beziehungsweise eingebracht wurden.

2.7.1.1 Innere Wärmegewinne

Als passive Faktoren gibt es hier zum einen die inneren Wärmegewinne. Sie entstehen durch, in der thermischen Hülle befindliche Personen, sowie elektrische Geräte. Diese wurden von 9590kWh um 10% auf 8680kWh reduziert, was sich auf eine erhöhte thermische Behaglichkeit außerhalb der Heizperiode schließen lässt.

2.7.1.2 Solare Wärmegewinne

Ein weiterer passiver Einflussfaktor sind die solaren Gewinne. Aufgrund der höheren Verschattung der Fenster durch tiefere Leibungen und natürlich das thermische Abgrenzen des Wohnraumes zur Außenluft, gibt es auch hier einen Rückgang von 6120kWh um 19% auf 4990kWh zu verzeichnen. Das wird positive Auswirkungen für den sommerlichen Wärmeschutz mit sich bringen und den Wohnkomfort in den heißen Sommermonaten deutlich steigern.

2.7.1.3 Heizenergien

In den Wintermonaten ist es erforderlich zu Heizen. Während der Heizperiode bringt man also aktiv Energie ein. Dieser Energieverbrauch setzt sich zusammen, aus dem Verbrauch des Brennstoffes, sowie etwaige Hilfsenergien, welche dazu benötigt werden die Energie zu transportieren.

Aufgrund der verbesserten thermischen Hülle ist der Heizbedarf während der Heizperiode drastisch gesunken. So konnte der theoretische Verbrauch von Heizöl von 58070kWh auf 24390kWh reduziert werden. Das

entspricht einer Ersparnis von 58%. Auch der geringe Anteil an Hilfsenergie ist um von 720kWh um 41% auf 430kWh zurück gegangen.

2.7.2 Energieverluste

Die Energieverluste sind in unsanierten Gebäuden der wesentliche Faktor für den Energieverbrauch. Denn eine unsanierte thermische Hülle verliert aufgrund ihrer unzureichenden Dämmung oft einen Großteil der ins Wohngebäude eingebrachten Energie.

In einem einfachen Modell kann man die Verluste in drei Bereiche einteilen. Zum einen die Bauteilverluste, die Heizungsverluste und die Lüftungsverluste.

2.7.2.1 Heizungsverluste

Wie schon in Absatz 2.7.1.3 beschrieben, kann man die Heizungsverluste als Nebeneffekte zur eigentlichen Situation betrachten. Weiterhin spielen hier z.B. Leitungsdämmung und ähnliches eine Rolle. Betrachtet man die absoluten Zahlen, so ist auch dies kein wesentlich entscheidender Faktor, welcher den Energiebedarf beeinflusst. Die Heizungsverluste wurden von 4800kWh um 35% auf 3150kWh verringert.

2.7.2.2 Lüftungsverluste

Lüftungsverluste entstehen durch das gewollte beziehungsweise auch ungewollte Durchlüften des Innenraumes mit Frischluft. Bei jedem Fenster- oder Türöffnen in der thermischen Hülle geht immer Energie in Form von Wärme verloren. Es ist jedoch nötig, um feuchte und verbrauchte Luft auszutauschen. Ich habe im Zuge der thermischen Sanierung die pauschale Luftwechselrate durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle herab gesetzt. Dies bedarf einer Luftdichtheitsprüfung durch über oder Unterdruck, welcher im ganzen Haus eingebracht wird und somit gemessen oder gesehen werden kann, ob die thermische Hülle nach den Sanierungsarbeiten auch tatsächlich dicht ist. Deswegen senkt sich der theoretische Lüftungsverlust von 12960kWh um 14% auf 11110kWh.

2.7.2.3 Konstruktionsbedingte Wärmeverluste

Der größte Teil der Energie Verluste ist natürlich basierend auf der schlechten energetischen Hülle. Diese lässt sich wieder vereinfacht aufteilen in Außenwände, Dach, Fenster und Keller. Da der Wärmeenergiestrom immer vom Energiehöheren Niveau zum energieniedrigeren Niveau fließt und warme Luft nach oben, kann man hier wieder prinzipielle Grundsätze aufstellen, welche der oben genannten Bauteile die höchsten Verluste aufweisen werden. Oder: bei welchen man mit der höchsten Reduzierung der Verluste rechnen kann. Ich werde im Folgenden die Aufschlüsselung der Faktoren wie oben nach der Denkbaren Reihenfolge der Anwendbarkeit sortieren.

Bei der Sanierung der oberen Geschossdecke beziehungsweise der Dachfläche, welche an die Außenluft grenzt, ist die deutlichste Verbesserung in Prozent zu beobachten. Die Energieverluste haben sich hier von 16160kWh um 78% auf 3600kWh verringert. Dies bestätigt noch einmal meine Vermutung vor Beginn der Sanierung, dass hier die besten Ergebnisse bei verhältnismäßig geringem Aufwand erzielt werden können.

Als nächsten Schritt habe ich die Sanierung der Fenster und Türen im Außenbereich vorgesehen. Zwar fällt die Abnahme der Verluste hier prozentual, sowie nominal eher gering aus, jedoch ist es ein sinnvoller Schritt Fenster und Türen auszutauschen bevor man die Außenwände saniert und es hat einen erheblichen Anteil daran, die Dichtheit des Gebäudes zu gewährleisten. Die Verluste sind hier von 4290kWh um 16% auf 3610kWh gesunken.

Wie ebenfalls zu erwarten war, hat die Sanierung der Außenwand die größten nominalen Erfolge erzielt. Hier konnten die Verluste um 17090kWh gesenkt werden. Das entspricht dem ungefähren Heizwert von 1700 Litern Heizöl. Eine enorme Menge an Brennstoff die hier eingespart werden kann, und somit auch den Aufwand der Sanierungsarbeiten rechtfertigt und gerechtfertigt erscheinen lässt. In absoluten Zahlen sind die Verluste hier von 26610kWh um 64% auf 9520kWh gefallen.

Ebenfalls fast vernachlässigbar, da Wärme nur sehr schwer nach unten verloren geht, ist die Sanierung der Bodenplatte. Zwar sind auch hier die Erfolge mit 51% weniger Verlusten als sehr hoch einzuschätzen,

aber eine Senkung der Verluste von 4260kWh auf 2090kWh stellt kein Verhältnis zu den Kosten und zeitlichen Aufwand der Sanierungsmaßnahme. Auch gegenüber der EnEV kann man solche Sanierungsmaßnahmen als nicht verhältnismäßig angeben, sodass es außer Acht gelassen werden kann. In der Annahme, dass die Bauherren gerne einen höheren Wohnkomfort erreichen und die Fußbodentemperatur von 15,4°C auf wesentlich angenehmere 18,7°C erhöhen möchten, kann man Ihnen diese Variante hier nahe legen. Das verdeutlichen noch einmal die Beiden folgenden Temperaturverläufe, wie sie in der Heizperiode auftreten.

Temperaturverteilung

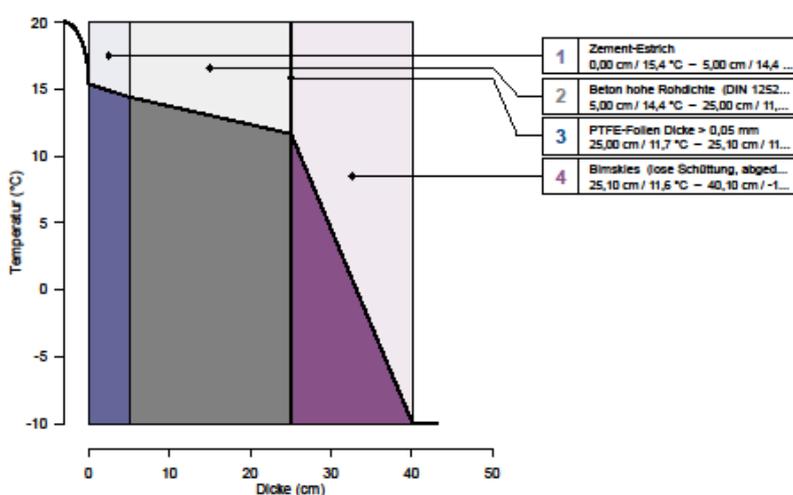


Abbildung 17 Temperaturverlauf Bodenplatte (unsaniert) Oberflächentemperatur = 15,4°C – aus Hottgenroth Energieberater – eigene Darstellung

Temperaturverteilung

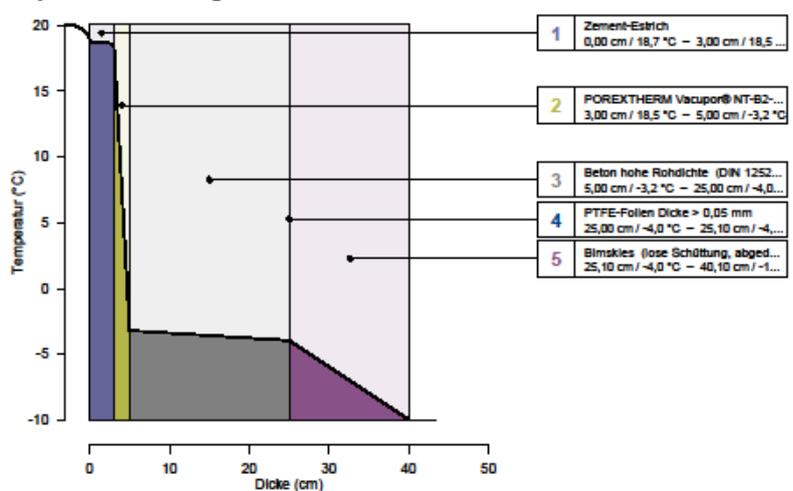


Abbildung 18 Temperaturverlauf Bodenplatte (saniert) Oberflächentemperatur = 18,7°C – aus Hottgenroth Energieberater – eigene Darstellung

2.7.3 Energiebilanz der Sanierungsmaßnahme³

Wie erfolgreich eine Sanierungsmaßnahme ist oder auch sein kann, wird an einigen Faktoren sehr gut ablesbar. Diese Faktoren betreffen sowohl Umweltspezifische, als auch Effektivitäts- und Kostenfragen.

2.7.3.1 Spezifischer Transmissionswärmeverlust

Der spezifische Transmissionswärmeverlust gibt an, wieviel Energie pro Quadratmeter pro Kelvin Temperaturunterschied verloren geht.⁴ Es ist ein klarer Wert dafür, wie qualitativ eine thermische Hülle ist und gibt darüber Aufschluss, wieviel qualitativer eine Sanierung sein kann. Im IST-Zustand beträgt der Wert $1,01\text{W/m}^2\text{K}$, nach der Sanierung nur noch $0,36\text{W/m}^2\text{K}$. Dies entspricht einer Verbesserung von 65%. Es lässt sich jetzt schon sagen, dass sich ähnliche Verbesserungen bei den anderen, zu betrachtenden Werten, einstellen werden. Dieser Wert ist nicht vom Nutzerverhalten abhängig und kann so besser als Vergleichswert dienen.

2.7.3.2 Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf gibt an, wieviel Energie rechnerisch aufgebracht werden muss, um das Gebäude – unter Berücksichtigung der Parameter für die EnEV – ein Jahr lang auf die Wunschtemperatur zu erwärmen.⁵ Im IST-Zustand betrug der Wert hier noch 48600kWh/a . Nach der energetischen Sanierung ist dieser um 67% auf gerade einmal 16300kWh/a gesunken. Auch hier lassen sich wieder Rückschlüsse auf andere Werte ziehen, da diese in Abhängigkeit zueinander stehen. Der Heizwärmebedarf errechnet sich aus der Summe beziehungsweise Differenz der Wärmeverluste der solaren und der internen Wärmegewinne. Natürlich muss berücksichtigt werden, dass es sich hier um rein theoretische Werte handelt, die je nach Nutzerverhalten höher oder auch niedriger ausfallen können. Zum Vergleich mit anderen Gebäuden kann man den Heizwärmebedarf natürlich noch in Bezug zu einem Quadratmeter setzen. Hier ist der Wert von $175\text{kWh/m}^2\text{a}$ um äquivalente 67% auf $59\text{kWh/m}^2\text{a}$ gesunken.

³ Werte ermittelt durch Hottgenroth Energieberater nach eigener Eingabe

⁴ Definition aus Einheit abgeleitet

⁵ -||-

2.7.3.3 CO₂-Emissionen

Die ausgestoßenen Emissionen haben zwar keinen direkten Einfluss auf das Gebäude oder den Nutzer, dennoch finde ich es wichtig diesen Teil zu betrachten, da die EnEV vor allem die Senkung dieser Werte im Endergebnis anstrebt. So entstehen durch den verringerten Heizwärmebedarf 58% weniger CO₂-Emissionen. In Zahlen konnte der Jährliche Ausstoß von 17990kg auf 7640kg gesenkt werden.

2.7.3.4 Endenergiebedarf

Der Endenergiebedarf ist ein Wert der angibt, wie hoch der Heizwärmebedarf ist und wieviel zusätzliche Energie durch die Heizungsanlage selbst verloren geht beziehungsweise durch die Heizungsanlage verbraucht wird, wieviel Warmwasser genutzt wird, und wieviel Energie beim Transport und Erzeugung von selbigem verloren geht.⁶ Wohingegen im unsanierten Zustand noch 58800kWh benötigt wurden, werden jetzt (vor allem bedingt durch den stark reduzierten Heizwärmebedarf) nur noch 24800kWh pro Jahr benötigt. Dies entspricht wieder einer Verbesserung von 58%. Da der Heizwärmebedarf hier den größten Anteil ausmacht, mit 48600kWh/a respektive 16300kWh/a, muss auch dieser Wert wieder differenziert betrachtet werden, da es nur den theoretischen, durch die EnEV vorgegebenen Parametern entspricht und das spezifische Nutzerverhalten nicht mit einbezogen wird.

2.7.3.5 Primärenergiebedarf

Die Primärenergie beschreibt die Energie, die durch den zur Wärmeerzeugung genutzten Energieträger bereitgestellt wird.⁷ Hinzu gerechnet wird auch der Teil, der bei der Bereitstellung gewünschter Energie in Form von anderen Energien verloren geht. Spezifisch für die Heizungsanlage in diesem Gebäude wird Heizöl verbrannt und thermische Energie erzeugt. Ein Teil dieser Energie geht aber über den Schornstein verloren. Auch ist über einen sogenannten Primärenergiefaktor mit eingerechnet, wieviel Energie verloren geht beim Transport und Förderung des Rohstoffs. Der Wert ist also in großem Maße von zwei Faktoren abhängig: der eingesetzten Art von Primärenergie (Holz,

⁶ Definition aus Hottgenroth Energieübersicht abgeleitet

⁷ -||-

Strom, Kohle, Gas) und dem Heizwärmebedarf eines Gebäudes. So konnte in meinem Beispiel der Bedarf von 65.600kWh auf 27900kWh gesenkt werden, was 58% entspricht.

3 AUSTAUSCH UND SANIERUNG DER HEIZUNGS-ANLAGE

3.1 VERGLEICH DER BRENNSTOFFE / NACHHALTIGKEIT⁸

Fossile Brennstoffe stehen seit Jahren in der Kritik. Wegen Ihnen wird Natur zerstört und der Vorrat von ihnen ist nur begrenzt. Dennoch dienen sie vielen Menschen als Haupterzeuger von Warmwasser in Heizungsanlagen. Immer wieder werden neue effizientere Wege gefunden die Brennstoffe zu fördern, zu transportieren und zu verbrennen. Auch neue Verordnungen und Gesetze tragen dazu bei, dass Energie immer effizienter genutzt wird.

3.1.1 Fossile Brennstoffe

Heizöl und Erdgas sind wie oben erwähnt immer noch sehr beliebt als Energieträger. Die Anlagen arbeiten nahe an der 100% Marke der Effizienz. Zudem sind die Anschaffungskosten für Heizungsanlagen im Vergleich zu anderen Systemen sehr günstig. Auch in unserem Beispielhaus wird derzeit mit Heizöl Warmwasser erzeugt. Bei einem Austausch der Anlage wären also keine weiteren Umbaumaßnahmen nötig. Kurzfristig betrachtet stellt dies eine kostengünstige Modernisierung bereit, auf lange Zeit gesehen ist aber mit weiteren Preisanstieg, sowie starken Preisschwankungen bei den fossilen Brennstoffen zu rechnen, weswegen eine Investition in diese Systeme zukünftig zu Problemen führen könnte.

3.1.2 Biomasseheizung

Besonders zu nennen sind Holzverbrennende Heizungen. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und ist deshalb nahezu klimaneutral. Jedoch muss auch dieses transportiert und angefahren werden. Die Anlagen sind heute bei einer Effizienz von 90% und darüber angelangt leider entsprechend teuer und nicht sehr platzsparend. Des Weiteren kann man nur selten die Herkunft des Holzes wirklich klären, sodass man nicht sichergehen kann, ob wirklich auch immer Holz verbrannt wird, welches aus Quellen stammt, an denen abgeholzter Wald auch nachgepflanzt wird.

⁸ <http://www.heizungsfinder.de>

Holzpellets und seine Derivate kosten derzeit noch wesentlich mehr als seine fossilen Mitstreiter.

3.1.3 Wärmepumpen

Wärmepumpen entziehen der Umwelt aus Wasser, Luft oder Erdreich Energie und geben diese durch einen Wärmetauscher an die Heizungsanlage ab. Der Vorteil ist die stetige Verfügbarkeit der Ressource, jedoch ist bei Grundwasser und Erdthermie der Aufwand, der zur Inbetriebnahme der Anlage nötig ist (Brunnen, Kernbohrung), ziemlich hoch und teuer. Außerdem benötigen die Pumpen zusätzlich Strom aus dem Stromnetz, sodass sich diese Anlagen nur schwer amortisieren. Ausnahme hierbei ist die Luft-Wärmepumpe. Sie ist verhältnismäßig kompakt, kann innen und außen aufgestellt werden und bedarf keiner weiteren Nach- oder Vorbereitung. Jedoch sinkt bei ihr die Effizienz in den kalten Wintermonaten, da der Temperaturunterschied zwischen Außenluft und Klimamittel immer geringer wird. Einige Anlagen können in den Wintermonaten auch ihre Funktionsweise umkehren, und über den Wärmetauscher als „Klimaanlage“ genutzt werden.

3.1.4 Solarthermie

Als autarkes System in unseren Breitengraden leider nicht einsetzbar, aber als Ergänzung gerade zu prädestiniert. Bei der Solarthermie wird die Sonnenenergie über Solarpanels eingefangen und an darunterliegende Wärmetauscher an das Wasser abgegeben. Dieses kann dann der eigentlichen Heizungsanlage zugeführt werden und verringert so deren Aufwand das Wasser auf die gewünschte Temperatur zu bringen. Die Anschaffungskosten sind hier vergleichsweise hoch, bei geeigneter Gebäudeausrichtung amortisiert sich das ganze jedoch recht zügig, vor allem mit Hinsicht auf EnEV und Umwelt.

3.1.5 Photovoltaikheizung

Auf den ersten Blick klingt es nach der perfekten Kombination. Den selbst erzeugten Strom zum Heizen mit einer Elektroheizung in Form von Infrarotwärmestrahlern zu nutzen. Leider schlagen hier einige negative Faktoren und Verordnungen/Gesetze zu buche, die einen Einsatz in

unserem Beispiel leider nicht möglich machen. Erst einmal besteht das Problem, dass gerade während der Heizperiode (Oktober-April) die Photovoltaik Anlage am wenigsten Strom produziert auf Grund der reduzierten Sonneneinstrahlung. Des Weiteren gibt es seit 2012 kein Geld mehr für ins Netz eingebrachten Strom, um so den Bedarf an externem Strom auszugleichen. Zu guter Letzt kommen noch EnEV und EEWärmeG dazu, die einen autarken Einsatz einer Photovoltaikheizung nur in Gebäuden des Passivhausstandards erlauben. Ein Bestandsgebäude von 1961 auf diesen Dämmstandard zu sanieren, ist in keiner Weise rentabel. Zumal dies noch einer zusätzlichen Lüftungsanlage bedürfte.

3.2 ZUSAMMENSTELLUNG DER HEIZUNGSANLAGE⁹

Nach langem Überlegen habe ich mich für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe in Kombination mit Wasserspeicher und Solarthermie entschieden. Zwar sind hier die Anschaffungskosten sehr hoch, jedoch kann die bestehende Heizungsanlage erhalten bleiben und wir arbeiten zunehmend Klimaneutral. Da seit 1.1.2016 der Primärenergiefaktor für den nichterneuerbaren Anteil des Stroms nur noch bei 1,8 statt 2,4 liegt, erhoffe ich mir hiermit langfristig betrachtet die größten Erfolge und Einsparungen. Exemplarisch habe ich mich hierbei auf eine Anlage der Firma Rotex bezogen. Sie bieten Gesamtsysteme an und haben bereits langjährige Erfahrung auf diesem Gebiet. Dieses System umfasst im Wesentlichen drei Bestandteile. Ein Außengerät, eine Inneneinheit, sowie Solarflachkollektoren.

Das Außengerät ist hier das eigentliche Kernstück der Anlage. Es ist zu verstehen als ein Kompressor, der ein Kältemittel komprimiert, welches sich dann in einem Verdunster wieder ausdehnt und dabei der durchströmenden Luft Energie entzieht und diese beim Komprimiervorgang an den Wasserkreislauf abgibt. Nachteil dieser Methode ist, dass mit sinkender Außentemperatur auch der Wirkungsgrad der Anlage sinkt. Ausschlaggebend ist hier das Kältemittel, welches auch bei sehr niedrigen Außentemperaturen noch den gasförmigen Aggregatzustand annimmt. In diesen Fall ist es das gleiche Kältemittel, dass bereits bei Fahrzeugen und Klimaanlage neuerer Bauart vorgeschrieben ist: R-410A. Immer wieder in der Kritik stehen Kältemittel wegen dem hohen Treibhauspotential und Gefahrenpotential bei Bränden und Unfällen. In naher Zukunft wird man aber auf das „Klimaneutrale“ und ungefährliche CO2 setzen, was derzeit aus Kostengründen von den Herstellern gemieden wird.

Die Inneneinheit ist eine Einheit aus Wasserspeicher, Wärmetauscher und Zusatzheizung als Reserveheizer (bis maximal 25°C) und kann auch noch an zusätzliche oder schon vorhandene Wärmequellen angeschlossen werden. Das ankommende Warmwasser der Wärmequelle durchströmt ein

⁹ Werte ermittelt durch Hottgenroth Energieberater nach eigener Eingabe

inneres Schlauchsystem und gibt so die Wärme an im Behälter (300Liter) gespeichertes Trinkwasser ab.

Als drittes habe ich mich dafür entschieden die Heizungsanlage durch eine Solaranlage zu ergänzen. Diese soll vor allem in der Übergangszeit Heizkosten und ganzjährig Warmwasserkosten einsparen. Während bei der Heizungsunterstützung nach EnEV ein pauschaler Anteil von 10% am Heizbedarf deckt¹⁰, so kommen 8 Quadratmeter Kollektorfläche bei der Trinkwasserunterstützung sogar auf rund 60%.¹¹ Weiterhin bin ich noch davon ausgegangen, dass vorhandene Leitungen, soweit zugänglich nach EnEV-Anforderungen gedämmt werden, sodass auch mögliche Verlusteffekte bestmöglich reduziert werden.

3.2.1 Energiebilanz der Sanierungsmaßnahme

Da sich die zweite Sanierungsmaßnahme lediglich auf die Heizungsanlage bezogen hat, betrachte ich im Folgenden nur die Werte, die davon direkt beeinflusst wurden. Der Heizwärmebedarf sowie die Transmissionswärmeverluste sind hier nicht Gegenstand meiner Betrachtung. Dafür setze ich alle Werte zur Veranschaulichung aber noch einmal den Werten aus Variante 1 gegenüber.

3.2.1.1 CO₂-Emissionen

Bei der Investition in eine neue Heizungsanlage habe ich darauf geachtet eine möglichst ökologische sowie ökonomische Variante zu wählen. Dies spiegelt sich deutlich in den ausgestoßenen Mengen an Kohlenstoffdioxid wieder. Im Vergleich zu Variante 1, konnte dieser nochmals um 52% auf gerade einmal 3640kg/a, im Vergleich zur Ausgangsvariante sogar um 80% gesenkt werden.

3.2.1.2 Heizungsverluste

Bei den Heizungsverlusten habe ich eine sehr wichtige Beobachtung gemacht, weswegen ich diesen Wert hier noch einmal in meine Betrachtung einbeziehen möchte. Durch die Installation einer Solaranlage zur Heizungs- sowie Warmwasserversorgung, haben sich im Ergebnis sogar

¹⁰ EnEV 2014, Berechnungsgrundlagen

¹¹ http://de.rotex-heating.com/fileadmin/prospekte/de/Prospekte-Produkte/2013/ROTEX_HPSU_Gesamt_web.pdf

Heizungsgewinne ergeben. So konnte in Variante 2 ein Überschuss von 13977kWh erwirtschaftet werden. Das entspricht einer 307% starken Verbesserung im Vergleich zum Bestandsgebäude und einer Verbesserung gegenüber Variante 1 von 282%.

3.2.1.3 Endenergiebedarf

Die sich positiv auswirkenden negativen Heizungsverluste tragen ihren Anteil dazu bei, dass auch bei diesem Wert eine deutliche Verbesserung zu erkennen ist. So fällt der Wert im Vergleich zu Variante 1 um weitere 77% auf 5700kWh/a und entspricht so einer Verbesserung von 90% gegenüber dem Bestandwert.

3.2.1.4 Primärenergiebedarf

Da die Primärenergie zu großen Teilen aus der direkten Umwelt kommt, beziehungsweise nur von, zumindest in Teilen umweltfreundlichen Strom entstammt, gab es auch hier eine deutliche Senkung des Energieverbrauchs. Der numerische Wert sinkt hierbei um weitere 51% auf 13800kWh/a. Im Vergleich zur Ursprungsvariante ist das eine Reduzierung um 79% des Primärenergiebedarfs.

3.2.1.5 Energiekosten

Als letzten Punkt möchte ich auf die Energiekosten eingehen, da diese laufenden Kosten vermutlich der ausschlaggebendste Faktor für Nutzer sind, ihre Heizungsanlage zu erneuern. Haben die Kosten im vollkommen unsanierten Status des Hauses noch 3620€/a gezahlt, so wurde schon durch Sanierungsmaßnahme 1 eine Kostenerleichterung von 57€ auf 1544€/a erreicht. Zwar ist die Bestandsheizungsanlage schon relativ alt, hat aber dennoch recht gute Werte. Die Sanierung der Heizungsanlage, sowie die thermische Sanierung der Heizungsrohre lässt die neue Anlage gerade einmal 25% kosteneffizienter arbeiten als Variante 1, aber auch sehr gute 68% besser, als die IST-Variante. Hier werden jährlich 1154€ fällig.

Durch diese nur sehr kleine Ersparnis amortisiert sich die Anlage unter finanziellen Aspekten nur sehr schlecht. Die Anlage selbst sowie die Aufstellung sind kostenintensiv und würden sich, wenn man von einem linear stabilen Verlauf ausgeht erst in sehr vielen Jahren wieder

gegenrechnen lassen. Jedoch kann man davon ausgehen, dass Preise für fossile Brennstoffe weiter steigen werden und auch der Primärenergiefaktor steigt, dass sich gleich doppelt negativ auf Kosten, sowie Bewertung des Gebäudes in der Zukunft auswirken wird. Für Strom ist hingegen ein genau entgegengesetzter Trend zu erwarten. Mit jeder Neuauflage der EnEV wird auch der Primärenergiefaktor des Stroms gesenkt, da regenerative Energien einen immer höheren Anteil am Strom Mix haben. Außerdem ist nicht zu erwarten, dass der Grundpreis für Strom stärker ansteigen wird, als die Kosten für vergängliche Ressourcen.¹² Beleg dafür ist beispielsweise der im Jahr erstmals gesunkene Strompreis.¹³

¹² Destatis: Energiepreisentwicklung Lange Reihen 2000-2016

¹³ <http://strom-report.de/medien/strompreisentwicklung.png>

4 BEDARFSAUSWEIS

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom¹ 18. November 2013

Gültig bis: **08.03.2026**

Vorschau
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

1

Gebäude

Gebäudetyp	freistehendes Einfamilienhaus	
Adresse	Falkenberger Straße 68, 42859 Remscheid	
Gebäudeteil	Wohngebäude	
Baujahr Gebäude ³	1961	
Baujahr Wärmeerzeuger ^{3,4}		
Anzahl Wohnungen	1	
Gebäudenutzfläche (A _N)	276,9 m ²	<input type="checkbox"/> nach § 19 EnEV aus der Wohnfläche ermittelt
Wesentliche Energieträger für Heizung und Warmwasser ³	Heizöl EL	
Erneuerbare Energien	Art:	Verwendung:
Art der Lüftung / Kühlung	<input checked="" type="checkbox"/> Fensterlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung <input type="checkbox"/> Anlage zur Kühlung <input type="checkbox"/> Schachtlüftung <input type="checkbox"/> Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung / Erweiterung) <input checked="" type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig) <input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	

Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter Annahme von standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen – siehe Seite 5**). Teil des Energieausweises sind die Modernisierungsempfehlungen (Seite 4).

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt (Energiebedarfsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.

Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt (Energieverbrauchsausweis). Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch Eigentümer Aussteller

Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigelegt (freiwillige Angabe).

Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller:

Bildungsstättenversion HS/ETU

09.03.2016
Ausstellungsdatum

Unterschrift des Ausstellers

¹ Datum der angewendeten EnEV, gegebenenfalls angewendeten Änderungsverordnung zur EnEV der Registriernummer (§ 17 Absatz 4 Satz 4 und 5 EnEV) ist das Datum der Antragstellung einzutragen; die Registriernummer ist nach deren Eingang nachträglich einzusetzen.

² Bei nicht rechtzeitiger Zuteilung der Registriernummer ist das Datum der Antragstellung einzutragen; die Registriernummer ist nach deren Eingang nachträglich einzusetzen.

³ Mehrfachangaben möglich

⁴ bei Wärmenetzen Baujahr der Übergabestation

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom¹ 18. November 2013

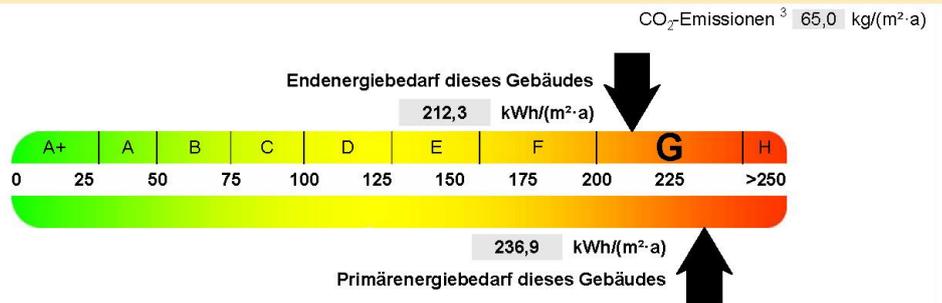
Eindringversion
für den gewerblichen Einsatz

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Vorschau
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

2

Energiebedarf



Anforderungen gemäß EnEV⁴

Primärenergiebedarf

Ist-Wert 236,9 kWh/(m²·a) Anforderungswert 99,2 kWh/(m²·a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle H_T'

Ist-Wert 1,01 W/(m²·K) Anforderungswert 0,56 W/(m²·K)

Sommerlicher Wärmeschutz (bei Neubau) eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

- Verfahren nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10
- Verfahren nach DIN V 18599
- Regelung nach § 3 Absatz 5 EnEV
- Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Endenergiebedarf dieses Gebäudes

[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

212,3 kWh/(m²·a)

Angaben zum EEWärmeG⁵

Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs auf Grund des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG)

Art:	Deckungsanteil:	%

Ersatzmaßnahmen⁶

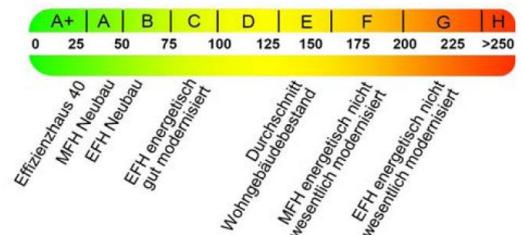
Die Anforderungen des EEWärmeG werden durch die Ersatzmaßnahme nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG erfüllt.

- Die nach § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.
- Die in Verbindung mit § 8 EEWärmeG um % verschärften Anforderungswerte der EnEV sind eingehalten.

Verschärfter Anforderungswert Primärenergiebedarf: kWh/(m²·a)

Verschärfter Anforderungswert für die energetische Qualität der Gebäudehülle H_T' W/(m²·K)

Vergleichswerte Endenergie



Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung lässt für die Berechnung des Energiebedarfs unterschiedliche Verfahren zu, die im Einzelfall zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte der Skala sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N), die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

⁴ nur bei Neubau sowie bei Modernisierung im Fall des § 16 Absatz 1 Satz 3 EnEV

⁶ nur bei Neubau im Fall der Anwendung von § 7 Absatz 1 Nummer 2 EEWärmeG

² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises

⁵ nur bei Neubau

⁷ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

³ freiwillige Angabe

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

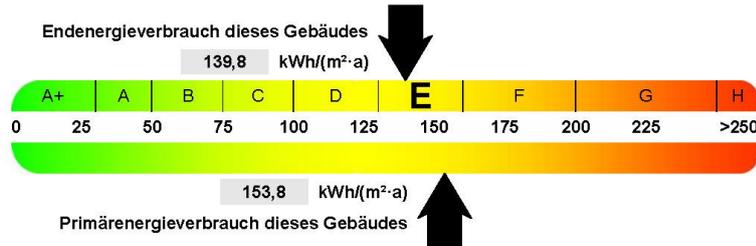
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹ 18. November 2013 zur Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über den gewerblichen Einsatz

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Vorschau
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

3

Energieverbrauch



Endenergieverbrauch dieses Gebäudes

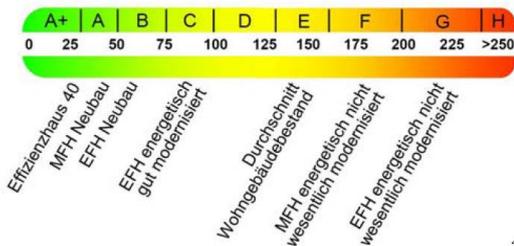
[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

139,8 kWh/(m²·a)

Verbrauchserfassung - Heizung und Warmwasser

Zeitraum		Energieträger ³	Primär- energie- faktor-	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klima- faktor
von	bis						
01.01.2009	31.12.2011	Heizöl	1,10	116928	29620	87308	0,99

Vergleichswerte Endenergie



Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird.

Soll ein Energieverbrauch eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 - 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

4

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte der Skala sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_{Nt}) nach der Energieeinsparverordnung, die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes. Der tatsächliche Energieverbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauch ab.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises

³ gegebenenfalls auch Leerstandszuschläge, Warmwasser- oder Kühlpauschale in kWh

⁴ EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

ENERGIEAUSWEIS Bildungsstättenversion für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹ 18. November 2013 ... für den gewerblichen Einsatz -

Empfehlungen des Ausstellers

Vorschau
(Ausweis rechtlich nicht gültig)

4

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung

Maßnahmen zur kostengünstigen Verbesserung der Energieeffizienz sind möglich nicht möglich

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung in einzelnen Schritten	empfohlen		(freiwillige Angaben)	
			in Zusammenhang mit größerer Modernisierung	als Einzelmaßnahme	geschätzte Amortisationszeit	geschätzte Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Endenergie
1	Dach	- im Bereich obere Geschossdecke: Vakuumdämmplatte + Estrich - im Bereich Geschossdecke gegen Außenluft: Vakuumdämmplatte + Bims Kies	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Wände	- im Bereich gegen Erdreich: Hartschaum + Asphalt - im Bereich gegen Außenluft: Hartschaum + Dämmputz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	Fenster	- Austausch der Tür an Wand G gegen eine den bereits sanierten Fenstern gleichwertige Variante - Austausch der 1-Scheiben-Fenster gegen eine den bereits sanierten Fenstern gleichwertige Variante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

 weitere Empfehlungen auf gesondertem Blatt

Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information. Sie sind kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

Genauere Angaben zu den Empfehlungen sind erhältlich bei/unter:

Bildungsstättenversion HS/ETU

Ergänzende Erläuterungen zu den Angaben im Energieausweis (Angaben freiwillig)

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises

ENERGIEAUSWEIS

für Wohngebäude
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹ 18. November 2013

Energieausweis **Modernisierungsmaßnahmen**

..... für den gewerblichen Einsatz -

Empfehlungen des Ausstellers

Vorschau

(Ausweis rechtlich nicht gültig)

4

Empfehlungen zur kostengünstigen Modernisierung - Fortsetzung -

Empfohlene Modernisierungsmaßnahmen

Nr.	Bau- oder Anlagenteile	Maßnahmenbeschreibung in einzelnen Schritten	empfohlen		(freiwillige Angaben)	
			in Zusammenhang mit größerer Modernisierung	als Einzelmaßnahme	geschätzte Amortisationszeit	geschätzte Kosten pro eingesparte Kilowattstunde Endenergie
4	Keller	- Abtragen des vorhandenen Estrich - Einbringen einer Vakuumdämmplatte - Estrich auf alte OK Fußboden	✗	✗		
5	Fenster	- Austausch der Tür an Wand G gegen eine den bereits sanierten Fenstern gleichwertige Variante - Austausch der 1-Scheiben-Fenster gegen eine den bereits sanierten Fenstern gleichwertige Variante -Anbringung von Außenverschaltung an Südseite OG für sommerlichen Wärmeschutz	✗	□		
6	Heizung	Zentralheizung mit Luft-Wasser-Wärmepumpe (Strom) + Solare Heizungsunterstützung (Sonnen-Energie)	✗	✗		
7	Warmwasser	Zentrale Warmwasserbereitung über Solaranlage (Sonnen-Energie) + Heizungsanlage	✗	✗		

Hinweis: Modernisierungsempfehlungen für das Gebäude dienen lediglich der Information. Sie sind kurz gefasste Hinweise und kein Ersatz für eine Energieberatung.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

² siehe Fußnote 2 auf Seite 1 des Energieausweises

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV) vom ¹ 18. November 2013

Endenergieausweis

..... den gewerblichen Einsatz -

Erläuterungen

5

Angabe Gebäudeteil – Seite 1

Bei Wohngebäuden, die zu einem nicht unerheblichen Anteil zu anderen als Wohnzwecken genutzt werden, ist die Ausstellung des Energieausweises gemäß dem Muster nach Anlage 6 auf den Gebäudeteil zu beschränken, der getrennt als Wohngebäude zu behandeln ist (siehe im Einzelnen § 22 EnEV). Dies wird im Energieausweis durch die Angabe „Gebäudeteil“ deutlich gemacht.

Erneuerbare Energien – Seite 1

Hier wird darüber informiert, wofür und in welcher Art erneuerbare Energien genutzt werden. Bei Neubauten enthält Seite 2 (Angaben zum EEWärmeG) dazu weitere Angaben.

Energiebedarf – Seite 2

Der Energiebedarf wird hier durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z.B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegevinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und von der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen der standardisierten Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Primärenergiebedarf – Seite 2

Der Primärenergiebedarf bildet die Energieeffizienz des Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die sogenannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z.B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz sowie eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO₂-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV: H^1). Er beschreibt die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Ein kleiner Wert signalisiert einen guten baulichen Wärmeschutz. Außerdem stellt die EnEV Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz (Schutz vor Überhitzung) eines Gebäudes.

Endenergiebedarf – Seite 2

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Indikator für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude unter der Annahme von standardisierten Bedingungen und unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Angaben zum EEWärmeG – Seite 2

Nach dem EEWärmeG müssen Neubauten in bestimmtem Umfang erneuerbare Energien zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs nutzen. In dem Feld „Angaben zum EEWärmeG“ sind die Art der eingesetzten erneuerbaren Energien und der prozentuale Anteil der Pflichterfüllung abzulesen. Das Feld „Ersatzmaßnahmen“ wird ausgefüllt, wenn die Anforderungen des EEWärmeG teilweise oder vollständig durch Maßnahmen zur Einsparung von Energie erfüllt werden. Die Angaben dienen gegenüber der zuständigen Behörde als Nachweis des Umfangs der Pflichterfüllung durch die Ersatzmaßnahme und der Einhaltung der für das Gebäude geltenden verschärften Anforderungswerte der EnEV.

Endenergieverbrauch – Seite 3

Der Endenergieverbrauch wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnungen von Heiz- und Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohneinheiten zugrunde gelegt. Der erfasste Energieverbrauch für die Heizung wird anhand der konkreten örtlichen Wetterdaten und mithilfe von Klimafaktoren auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führt beispielsweise ein hoher Verbrauch in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Endenergieverbrauch gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Ein kleiner Wert signalisiert einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von der Lage der Wohneinheiten im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und dem individuellen Verhalten der Bewohner abhängen.

Im Fall längerer Leerstände wird hierfür ein pauschaler Zuschlag rechnerisch bestimmt und in die Verbrauchserfassung einbezogen. Im Interesse der Vergleichbarkeit wird bei dezentralen, in der Regel elektrisch betriebenen Warmwasseranlagen der typische Verbrauch über eine Pauschale berücksichtigt. Gleiches gilt für den Verbrauch von eventuell vorhandenen Anlagen zur Raumkühlung. Ob und inwieweit die genannten Pauschalen in die Erfassung eingegangen sind, ist der Tabelle „Verbrauchserfassung“ zu entnehmen.

Primärenergieverbrauch – Seite 3

Der Primärenergieverbrauch geht aus dem für das Gebäude ermittelten Endenergieverbrauch hervor. Wie der Primärenergiebedarf wird er mithilfe von Umrechnungsfaktoren ermittelt, die die Vorkette der jeweils eingesetzten Energieträger berücksichtigen.

Pflichtangaben für Immobilienanzeigen – Seite 2 und 3

Nach der EnEV besteht die Pflicht, in Immobilienanzeigen die in § 16a Absatz 1 genannten Angaben zu machen. Die dafür erforderlichen Angaben sind dem Energieausweis zu entnehmen, je nach Ausweisart der Seite 2 oder 3.

Vergleichswerte – Seite 2 und 3

Die Vergleichswerte auf Endenergieebene sind modellhaft ermittelte Werte und sollen lediglich Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten anderer Gebäude sein. Es sind Bereiche angegeben, innerhalb derer ungefähr die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen.

¹ siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises

5 SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Ich habe als thermisch kritischen Raum, den im südwestlich ausgerichteten Teil des Obergeschosses liegenden Raum, ausgewählt. Dieser ist im Ausgangszustand sowie in beiden Varianten nicht mit einer Verschattung berücksichtigt wurden. Aufgrund dessen, hat sich dieser Raum als thermisch kritischer Raum unter theoretischen als auch rechnerischen Gesichtspunkten herauskristallisiert, wie nachfolgende Grafik zeigt.

1. Nachweis für Raum "Raum OG - SW"

Bildungsstättenversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Erfassungsdaten

Raum : Raum OG - SW
 Grundfläche A_g : 12,76 m²

Fenster:

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	F_c^*	Sonnenschutz permanent	F_s	g	g_{tot}	Fläche [m ²]
1	Fenster 1	> 60°	1,00	nein	1,00	0,60	0,600	3,51

Berechneter Sonneneintragskennwert : 0,165

Maximal zulässiger Sonneneintragswert

Zuschlagswerte:

Klimaregion (Klimazone A - sommerkühl)
 Gebäudebauart (schwere Bauart - > 130 Wh/(Km²))
 Nachtlüftung (ohne Nachtlüftung) : 0,087
 Fensterflächenanteil : -0,004
 Sonnenschutzverglasung (Nein) : 0,000
 Fensterneigung : 0,000
 Orientierung : 0,000
 Einsatz passiver Kühlung (Nein) : 0,000

Maximal zulässiger Sonneneintragskennwert : 0,083

Ergebnis

Anforderung nicht erfüllt !	0,165 > 0,083
Erforderlicher mittlerer Gesamtdurchlassgrad g_{tot}	0,302

Aus dieser Übersicht geht hervor, dass die Anforderungen aufgrund zu hoher Wärmeeinstrahlungen nicht erfüllt werden können. Demnach würde ich empfehlen alle südlich und westlich ausgerichteten Räume im Haus ebenfalls mit außenliegenden Verschattungsmöglichkeiten zu versehen. Dies bringt eine erhebliche Verbesserung mit sich, wie zweites Berechnungsbeispiel mit außenliegender, zu 75% geschlossener Jalousie zeigt.

1. Nachweis für Raum "Raum OG - SW"

Bildungsstättenversion

- nicht für den gewerblichen Einsatz -

Erfassungsdaten

Raum : Raum OG - SW
 Grundfläche A_g : 12,76 m²

Fenster:

Nr.	Bezeichnung	Orientierung Neigung	F_c^*	Sonnen- schutz permanent	F_s	g	g_{ext}	Fläche [m ²]
1	Fenster 1	> 60°	0,30	nein	1,00	0,60	0,180	3,51

Berechneter Sonneneintragskennwert : 0,050

Maximal zulässiger Sonneneintragswert

Zuschlagswerte:

Klimaregion (Klimazone A - sommerkühl)
 Gebäudebauart (schwere Bauart - > 130 Wh/(Km²))
 Nachtlüftung (ohne Nachtlüftung) : 0,087
 Fensterflächenanteil : -0,004
 Sonnenschutzverglasung (Nein) : 0,000
 Fensterneigung : 0,000
 Orientierung : 0,000
 Einsatz passiver Kühlung (Nein) : 0,000

Maximal zulässiger Sonneneintragskennwert : 0,083

Ergebnis

Anforderung erfüllt !

0,050 < 0,083

6 LITERATURVERZEICHNIS

[Online] [Zitat vom: 12. Januar 2016.] <http://strom-report.de/medien/strompreisentwicklung.png>.

2016. destatis.de. [Online] Januar 2016. [Zitat vom: 10. März 2016.] https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/EnergiepreisentwicklungPDF_5619001.pdf.

Funke, Bastian. 2015. Seminararbeit - K+T_IBK-I. Dresden : Institut für Bauklimatik, 2015.

-. 2015. *Seminararbeit - K+T_IBK-I_Anlagen.* Dresden : Institut für Bauklimatik, 2015.

Heizung - Heizungstypen & kosten im Überblick. [Online] [Zitat vom: 15. Februar 2016.] <http://www.heizungsfinder.de>.

2015. juris BMJ. [Online] 2015. [Zitat vom: 6. März 2016.] https://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/index.html.

Kay-Michael Müller | Hottgenroth Energieberater. 2015. Beleg Müller. 2015.

Rotex. [Online] [Zitat vom: 8. März 2016.] http://de.rotex-heating.com/fileadmin/prospekte/de/Prospekte-Produkte/2013/ROTEX_HPSU_Gesamt_web.pdf.