

Energieberatungsbericht



Gebäude: Landratsamt Bad Tölz
Prof.-Max-Lange-Platz 1
83646 Bad Tölz

Auftraggeber: Landratsamt Bad Tölz
Herr Landrat Josef Niedermaier
Prof.-Max-Lange-Platz 1
83646 Bad Tölz

Erstellt von: Bayern Facility Management GmbH
Dipl.-Ing. (FH) Eckhart Seifart, Energieberater

Arnulfstraße 50
80335 München

Tel.: 089 / 44 233 37 82
Fax: 089 / 44 233 637 82
E-Mail: eckhart.seifart@bayernfm.de

Erstellt am: 9. April 2010

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1. Einleitung	3
1.1 Ausgangssituation.....	3
2. Ist-Zustand	3
2.1 Beschreibung.....	3
2.2. Grunddaten / Gebäude	3
2.3 Berechnungsgrundlagen	4
2.4 Fenster.....	4
2.5 Wärmebrücken.....	4
2.6 Verbrauchsangaben.....	4
2.7 Gebäudehülle Ist-Zustand.....	5
2.8 Anlagentechnik	5
2.9 Warmwasser:	5
2.10 Energiebilanz	6
2.11 Bewertung des Gebäudes.....	6
3. Variante 1 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	7
3.1 Variante 1 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand.....	7
3.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1	7
3.3 Modernisierung - Variante 1 – Energiebedarf Darstellung	8
4. Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	9
4.1 Variante 2 - Gebäudehülle - Wärmedämmung auf oberste Geschoßdecke.....	9
4.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2	9
4.3 Modernisierung - Variante 2 – Energiebedarf Darstellung	10
5. Variante 3 : Vorschläge für die energetische Modernisierung	11
5.1 Variante 3 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand Wärmedämmung auf oberste Geschoßdecke.....	11
5.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3	11
5.3 Modernisierung - Variante 3 – Energiebedarf Darstellung	12
6. Zusammenfassung der Ergebnisse	13
6.1 Primärenergiebedarf	13
6.2 Endenergiebedarf.....	13
6.3 Nutzenergiebedarf.....	13
6.4 Anlagentechnische Verluste.....	13
6.5 Schadstoff-Emissionen	14
Anhang - Brennstoffdaten	15

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Der Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen unterstützt das Ziel der „Energiewende Oberland“, die Energieversorgung der eigenen Region bis 2035 vollständig aus eigenen Energiequellen zu decken.

Dieses Ziel soll erreicht werden durch verschiedene Maßnahmen:

- Reduzierung des Energieverbrauchs
- Einsatz von innovativer Technologien sowie
- Nachhaltig Nutzung der vorhandenen heimischen Ressourcen

Das aufzeigen der Reduzierung erfolgt in Form einer Bewertung des Ist-Zustandes mit der Auflistung von einzelnen Energieeinsparenden Maßnahmen die am Schluss mit einander zu verschiedenen Varianten kombiniert werden.

2. Ist-Zustand

2.1 Beschreibung

Bei dem Gebäudekomplex handelt es sich um das Landratsamt Bad Tölz. Das Gebäude ist in einer U-Form erbaut. Das Landratsamt stammt aus dem Jahr 1941 und wurde im Jahr 1997-99 komplett saniert. Das U-förmige Gebäude wurde in Massiv bauweise errichtet und ist unterkellert. Das Untergeschoss erreicht man über ein Treppenhaus das mit Türen von den Fluren getrennt ist.

Das Gebäude steht in einer halboffenen Ortsbebauung.

2.2. Grunddaten / Gebäude

Ort:	83646 Bad Tölz	
Bundesland:	Bayern	
Gebäudetyp:	Nichtwohngebäude	
Baujahr:	1941	
Nutzung:	Bürogebäude	
Zonen:	4	
Personenzahl:		
Volumen:	$V_e =$	59.200 m ³
Hüllfläche:	$A =$	17.364 m ²
Kompaktheit:	$A/V =$	0,34 m ⁻¹
Energiebezugsfläche:	$A_N =$	18.944 m ²
Mittlere Raumhöhe:	$H =$	3,2 m
Luftvolumen:	$V_L =$	47.300 m ³
Luftwechsel:	$n =$	0,6 h ⁻¹

2.3 Berechnungsgrundlagen

Das beheizte Volumen V_e wurde gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

Die Berechnung des Energiebedarfs wurden in Anlehnung an die DIN Normen (DIN 18799, DIN 13799) und die EnEV 2009 in der derzeit gültigen Fassung durchgeführt.

Zur Bestimmung der Endenergieverbräuche wurden die Standardrandbedingungen der EnEV zugrunde gelegt.

Zur Bewertung der thermischen Hülle wurden folgende Parameter zugrunde gelegt:

- teilbeheizter Keller
- im Ist-Zustand vorhandener Außenwandaufbau
- im Ist-Zustand vorhandene oberste Geschoßdecke
- im Ist-Zustand vorhandener Dachaufbau
- Das Treppenhaus zum Keller ist gegenüber dem beheizten Bereich durch Türen getrennt

Die Bezugsfläche A_N in m^2 wird aus dem Volumen des Gebäudes mit dem Faktor von 0,32 ermittelt. Dadurch unterscheidet sich die Bezugsfläche im Allgemeinen von der tatsächlichen NGF.

2.4 Fenster

Die Fenster bestehen aus einem Kunststoffrahmen mit Isolierverglasung. Die Fensterkonstruktion hat einen U-Wert von ca. $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2.5 Wärmebrücken

Die verschiedenen Treppenaufgänge an den unterschiedlichen Gebäudeseiten sowie die Glasverbindungsgänge zu den Treppenhäusern, bergen die Gefahr potentieller Wärmebrücken. Dies gilt auch für die Verbindung zwischen dem Mauerwerk und den Fensterrahmen.

2.6 Verbrauchsangaben

Mit dem obigen Nutzerverhalten sind die Ergebnisse der Berechnung in genauer Übereinstimmung mit den Verbrauchswerten der letzten Jahre (Brennstoffdaten siehe Anhang).

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

2.7 Gebäudehülle Ist-Zustand

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

U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im momentanen Zustand

	Typ	Bauteil	Fläche in m ²	U-Wert in W/m ² K	U _{max} EnEV* in W/m ² K
X	OG	Oberste Geschossdecke Haupthaus	5.726	1,80	0,24
X	WA	Außenwand	4.427	0,40	0,24
	FA	Isolierverglasung	1001	1,20	1,30
X	WE	Außenwand gegen Erdreich	485	1,20	0,30
X	BK	Haupthaus Fußboden	1.410	1,20	0,30

*) Als U-Wert (früher k-Wert) wird der Wärmedurchgangskoeffizient eines Bauteils bezeichnet. Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenseite. Bei Innendämmung erhöht sich der Maximalwert um 0,10 W/m²K. Bei Kerndämmung eines mehrschaligen Mauerwerks reicht es aus, wenn der Hohlraum vollständig mit Dämmstoff ausgefüllt wird. Wird bei vorhandenen Fenstern nur die Verglasung ersetzt, so gilt für die Verglasung der Maximalwert 1,50 W/m²K.

2.8 Anlagentechnik

In der Heizungszentrale wird das komplette Landratsamt mit einer Fernwärmeübergabestation erwärmt.

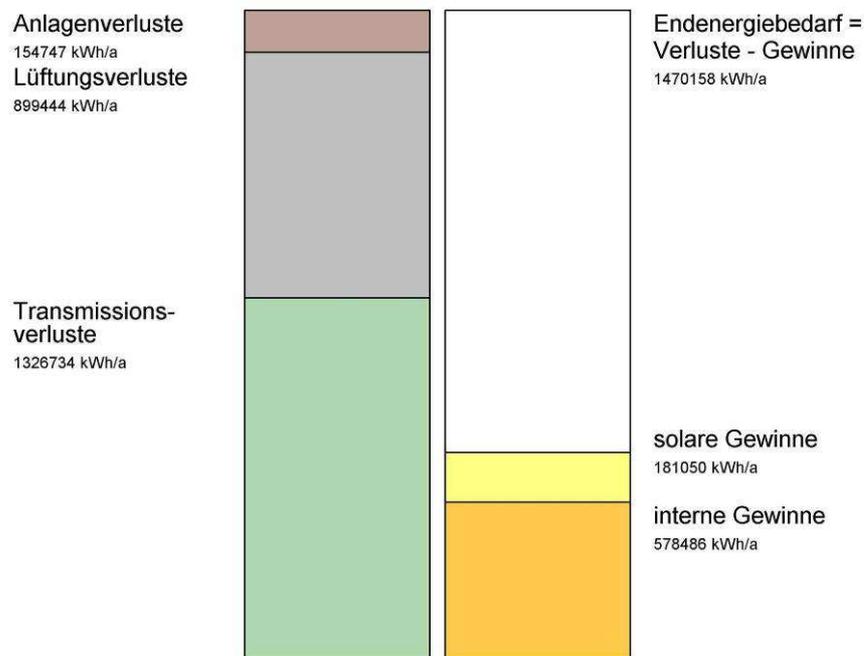
2.9 Warmwasser:

In den Toiletten wird das Warmwasser dezentral mit Durchlauferhitzern erzeugt.

2.10 Energiebilanz

Energieverluste entstehen über die Gebäudehülle und bei der Erzeugung und Bereitstellung der benötigten Energie für Heizung und Warmwasserbereitung.

In dem folgenden Diagramm ist die Energiebilanz aus Wärmegewinnen und Wärmeverlusten der Gebäudehülle und der Anlagentechnik dargestellt.



Die Aufteilung der Transmissionsverluste auf die Bauteilgruppen – Dach – Außenwand – Fenster – Keller – und der Anlagenverluste auf die Bereiche – Heizung – Warmwasser – Hilfsenergie (Strom) – können Sie den folgenden Diagrammen entnehmen. Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht, bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen.

2.11 Bewertung des Gebäudes

Die Gesamtbewertung des Gebäudes erfolgt aufgrund des jährlichen Primärenergiebedarfs pro m² Nutzfläche – zurzeit beträgt dieser 143 kWh/m²a.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 143 kWh/m²a



3. Variante 1 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

3.1 Variante 1 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden.
Mindest Dämmstärke WDVS 8 cm Polystyrol WLG 040

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Oberste Geschoßdecke: Bestehende Geschoßdecke bleibt unverändert

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	5726	1,8	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	5153	0,5
2	Außenwand	Ost	90	1090	0,24	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	262	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	335	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	402	1
4	Außenwand	Nord	90	1061	0,24	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	255	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	228	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	274	1
6	Außenwand	West	90	198	0,24	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	48	1
7	Isolierverglasung	West	90	227	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
8	Außenwand	Süd	90	1077	0,24	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	258	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	211	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	253	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	5726	1,2	EG FB gegen Keller = Systemgrenze	4123	0,6

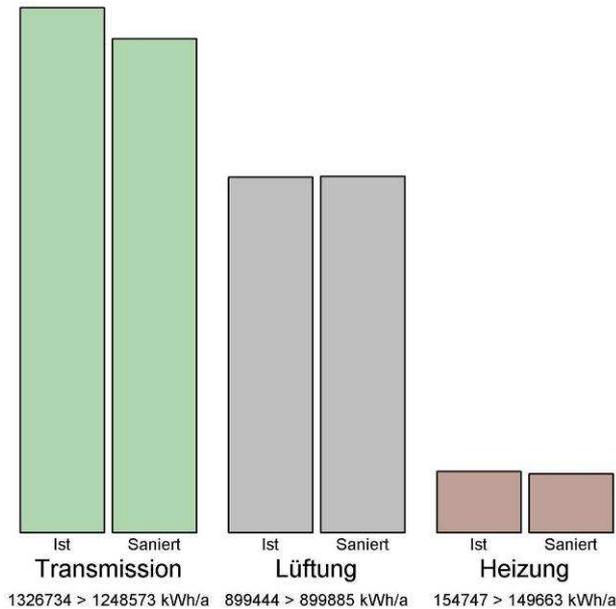
3.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 1

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

3.3 Modernisierung - Variante 1 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **4 %**.

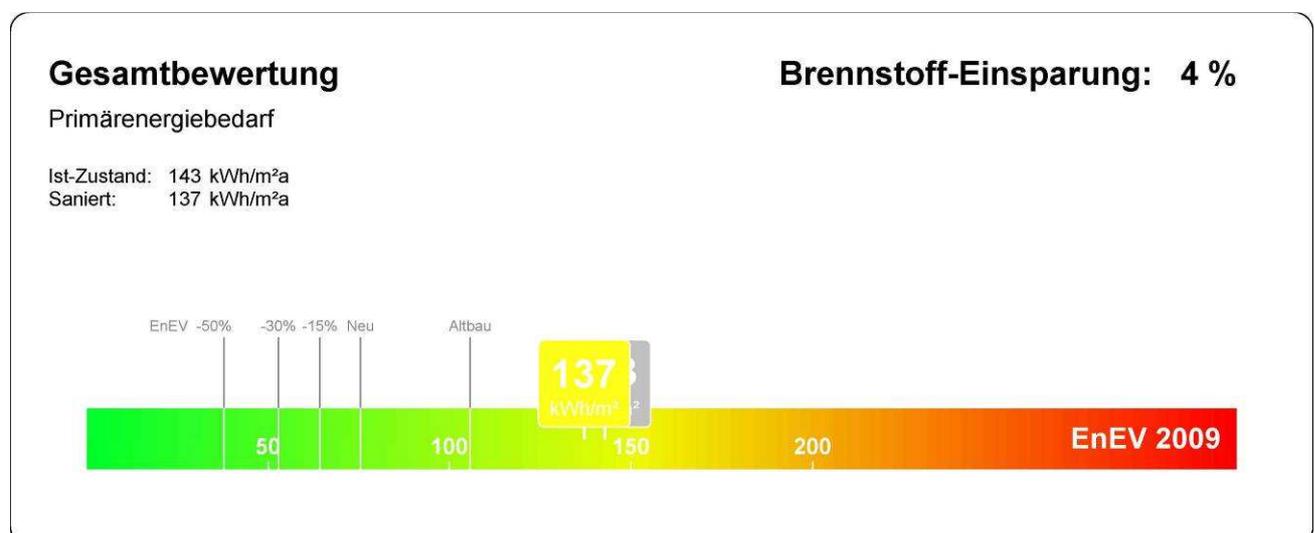
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1470158 kWh/Jahr reduziert sich auf 1404858 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 65300 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 26539 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **137 kWh/m²** pro Jahr.



4. Variante 2 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

4.1 Variante 2 - Gebäudehülle - Wärmedämmung auf oberste Geschoßdecke

Oberste Geschoßdecke: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke EPS 14 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Außenwände: Bestehende Außenwände bleiben unverändert

Fenster: Bestehende Fensterelemente bleiben

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	5726	0,24	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	687	0,5
2	Außenwand	Ost	90	1090	0,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	436	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	335	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	402	1
4	Außenwand	Nord	90	1061	0,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	424	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	228	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	274	1
6	Außenwand	West	90	198	0,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	79	1
7	Isolierverglasung	West	90	227	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
8	Außenwand	Süd	90	1077	0,4	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	431	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	211	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	253	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	5726	1,2	EG FB gegen Keller = Systemgrenze	4123	0,6

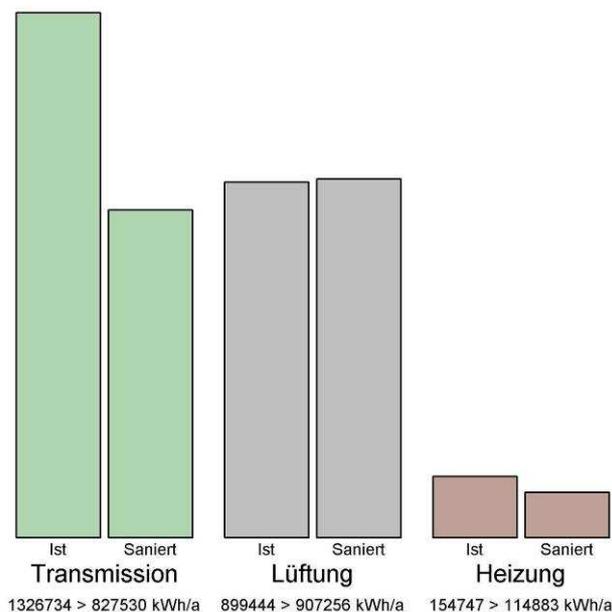
4.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 2

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

4.3 Modernisierung - Variante 2 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **33 %**.

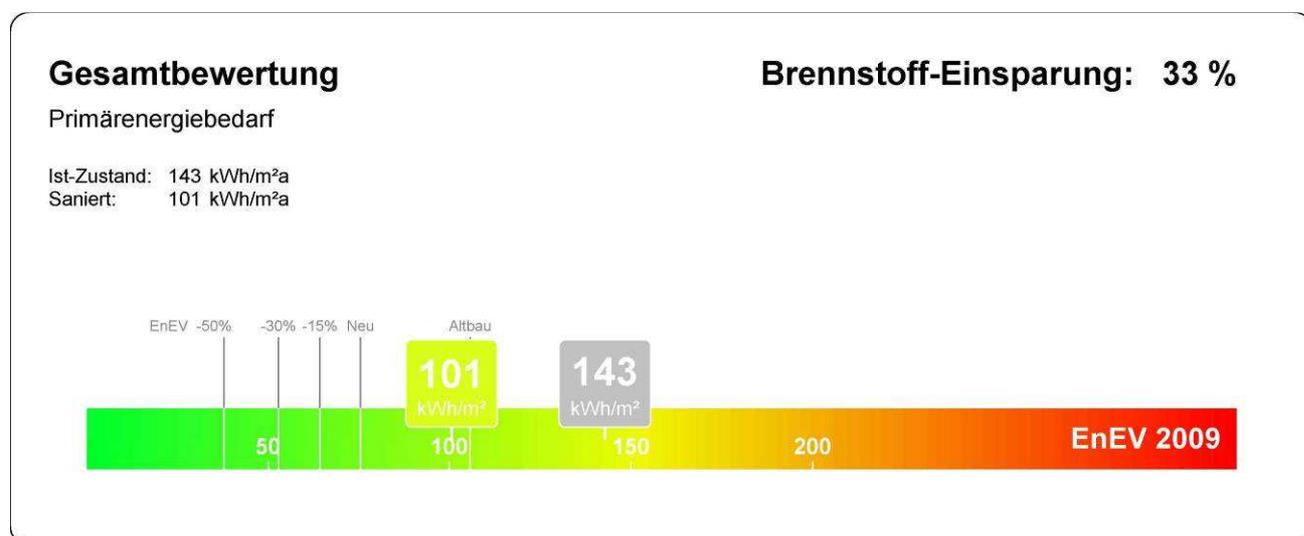
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1470158 kWh/Jahr reduziert sich auf 990312 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 479846 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 195034 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **101 kWh/m²** pro Jahr.



5. Variante 3 : Vorschläge für die energetische Modernisierung

In dieser Variante wird folgende Modernisierungsmaßnahme betrachtet:

5.1 Variante 3 - Gebäudehülle - Wärmedämmung Außenwand Wärmedämmung auf oberste Geschoßdecke

Außenwände: Außenwände mit einem Wärmeverbundsystem verkleiden.
Mindest Dämmstärke WDVS 8 cm Polystyrol WLG 040

Oberste Geschoßdecke: Die oberste Geschoßdecke wird mit EPS Dämmstoffplatten verkleidet, Mindest Dämmstärke
EPS 14 cm Dämmstoffplatten WLG 045

Fenster: **Bestehende Fensterelemente bleiben**

Hüllfläche

	Bezeichnung	Richtung	Neigung [°]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	Bauteilkennung	H_T [W/K]	Fx
1	Oberste Geschoßdecke	Horizont.	0	5726	0,24	OGD gegen Außenluft = Systemgrenze	687	0,5
2	Außenwand	Ost	90	1090	0,24	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	262	1
3	Isolierverglasung	Ost	90	335	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	402	1
4	Außenwand	Nord	90	1061	0,24	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	255	1
5	Isolierverglasung	Nord	90	228	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	274	1
6	Außenwand	West	90	198	0,24	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	48	1
7	Isolierverglasung	West	90	227	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	272	1
8	Außenwand	Süd	90	1077	0,24	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	258	1
9	Isolierverglasung	Süd	90	211	1,2	Wand/Fenster/Decke gegen Außenluft	253	1
10	EG Fußboden	Horizont.	0	5726	1,2	EG FB gegen Keller = Systemgrenze	4123	0,6

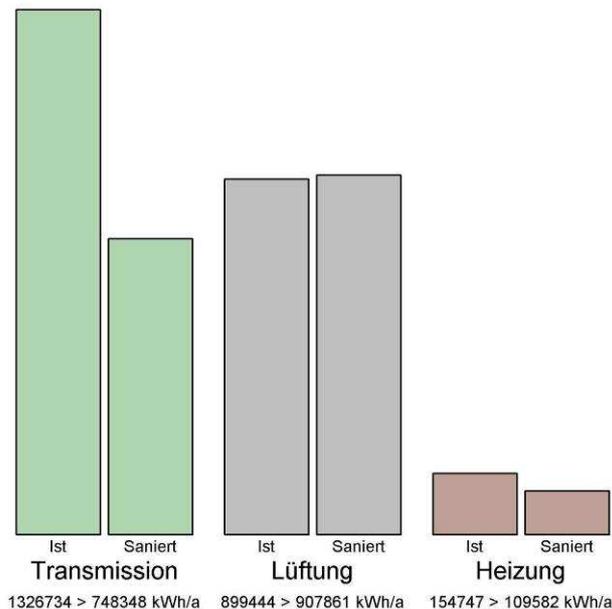
5.2 Modernisierung der Anlagentechnik - Variante 3

In der Anlagentechnik wird keine Veränderung vorgenommen.

5.3 Modernisierung - Variante 3 – Energiebedarf Darstellung

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen **reduziert** sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um **37 %**.

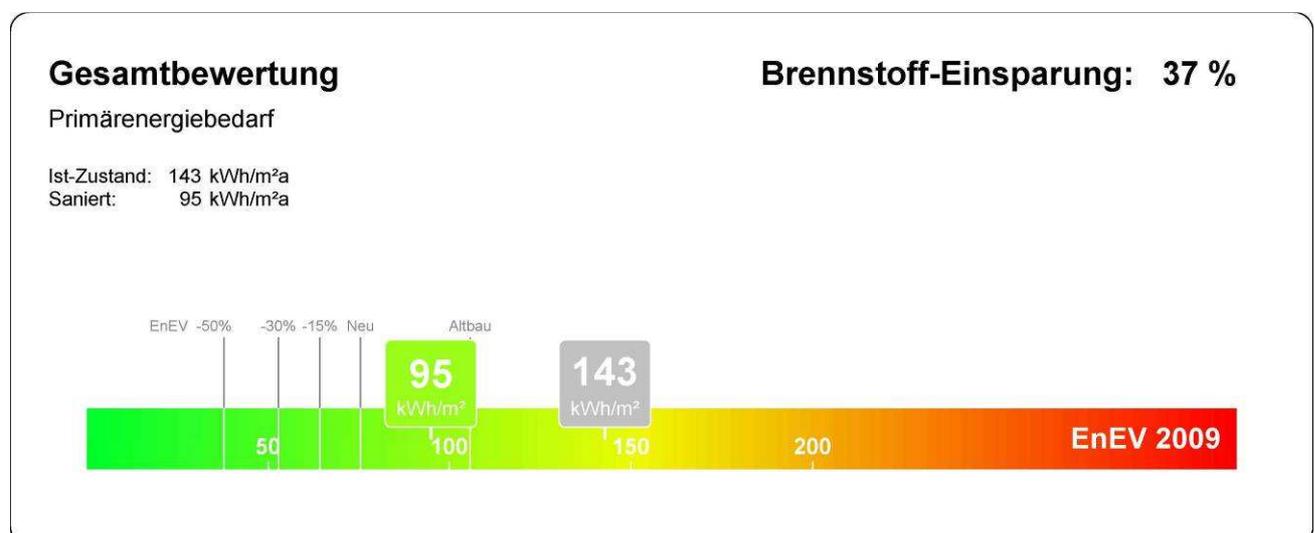
Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 1470158 kWh/Jahr reduziert sich auf 925252 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 544906 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO₂-Emissionen werden um 221477 kg CO₂/Jahr reduziert. Dies wirkt sich positiv auf den Treibhauseffekt aus und hilft, unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf **95 kWh/m²** pro Jahr.



6. Zusammenfassung der Ergebnisse

6.1 Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	2113909	
Var.1 - WD an AW	2028891	85018 4,0%
Var.2 - WD OGD	1489095	624814 29,6%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	1404382	709527 33,6%

Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :	kWh/ m^2 a	Einsparung
Ist-Zustand	143	
Var.1 - WD an AW	137	6 4,0%
Var.2 - WD OGD	101	42 29,6%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	95	48 33,6%

6.2 Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	1470158	
Var.1 - WD an AW	1404858	65300 4,4%
Var.2 - WD OGD	990312	479846 32,6%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	925252	544906 37,1%

Endenergiebedarf q_E pro m^2 :	kWh/ m^2 a	Einsparung
Ist-Zustand	99	
Var.1 - WD an AW	95	4 4,4%
Var.2 - WD OGD	67	32 32,6%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	63	37 37,1%

6.3 Nutzenergiebedarf

Nutzenergiebedarf Q_b :	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	1315411	
Var.1 - WD an AW	1255195	60216 4,6%
Var.2 - WD OGD	875429	439982 33,4%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	815670	499741 38,0%

Nutzenergiebedarf q_b pro m^2 :	kWh/ m^2 a	Einsparung
Ist-Zustand	89	
Var.1 - WD an AW	85	4 4,6%
Var.2 - WD OGD	59	30 33,4%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	55	34 38,0%

6.4 Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_t :	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	154747	
Var.1 - WD an AW	149663	5084 3,3%
Var.2 - WD OGD	114883	39864 25,8%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	109582	45165 29,2%

Anlagentechnische Verluste q_t pro m^2 :	kWh/ m^2 a	Einsparung
Ist-Zustand	10	
Var.1 - WD an AW	10	0 3,3%
Var.2 - WD OGD	8	3 25,8%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	7	3 29,2%

6.5 Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO₂-Emissionen:

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	640076			
Var.1 - WD an AW	613536		26539	4,1%
Var.2 - WD OGD	445042		195034	30,5%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	418599		221477	34,6%

CO₂-Emissionen pro m²:

	kg/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	43			
Var.1 - WD an AW	41		2	4,1%
Var.2 - WD OGD	30		13	30,5%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	28		15	34,6%

NO_x-Emissionen

NO_x-Emissionen:

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	167,1			
Var.1 - WD an AW	163,3		3,8	2,3%
Var.2 - WD OGD	138,9		28,2	16,9%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	135,1		32,1	19,2%

SO₂-Emissionen

SO₂-Emissionen:

	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	1080,1			
Var.1 - WD an AW	1035,0		45,1	4,2%
Var.2 - WD OGD	748,6		331,4	30,7%
Var.3 - WD an AW, WD OGD	703,7		376,4	34,8%

Anhang - Brennstoffdaten

	Einheit	Heizwert Hi kWh/Einheit	Brennwert Hs kWh/Einheit	Verhältnis Hs/Hi *
Strom	kWh	1,00		
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	kWh	1,00		

* Bitte beachten: In der EnEV-Berechnung für den Wohnungsbau nach DIN 4108-6 / DIN 4701-10 sind die Endenergiewerte auf den Heizwert bezogen - in der Berechnung nach DIN 18599 hingegen auf den Brennwert. Standardwerte für das Verhältnis Hs/Hi aus DIN 18599-1 Anhang B.

	Einheit	Arbeitspreis Cent/Einheit	Arbeitspreis Cent/kWh	Grundpreis Euro/Jahr
Strom	kWh	19,2	19,20	50
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	kWh	6,4	6,40	150

	Primär- energie- faktor	CO2- Emissionen g/kWh	SO2- Emissionen g/kWh	NOx- Emissionen g/kWh
Strom	2,6	683	1,111	0,583
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken, fossil	1,3	406	0,690	0,058