

ENERGIEBERATUNG
KURZFASSUNG

SCHULE AM SCHLOSSBERG
ZUCKERHÄUSL
Am Schlossberg 8
82319 Starnberg



Auftraggeber:
Stadtverwaltung Starnberg
Vogelanger 2
82319 Starnberg

Energieberater:
Kutschker Leischner Architekten GmbH
Bearbeiter: Dipl.-Ing. (FH) M.Arch Thomas Jenohr
Michael Lautenschlager
Hauptstraße 3
82319 Starnberg
Tel. 08151 / 44 95 77
Fax 08151 / 44 99 28

1. Zusammenfassung

1.1 Schulgebäude

Das Schulgebäude ist insgesamt in einem energetisch schlechten Zustand. Erhebliches Einsparpotential besteht bei den Außenwänden, der Decke über dem obersten Geschoss und im Bereich der luftdichten Gebäudehülle. Die undichte Eingangstür in Verbindung mit dem Treppenaufgang und der Treppe zum Dachboden sorgt für großen Luftaustausch im Treppenhaus. Der Einbau eines Windfanges wäre eine sinnvolle Maßnahme. Die Lehrer-WCs und die WCs der Schüler sind sehr schlecht belüftet. Dies führt zu einem Nutzerverhalten, bei dem Fenster die über eine lange Zeit geöffnet bleiben. Zur Verminderung der Lüftungswärmeverluste, zur Verbesserung der Luftqualität und zu Verbesserung der thermischen Behaglichkeit in den Klassenräumen und den Nebenräumen ist der Einbau von Lüftungsgeräten zu empfehlen. Die Heizungstechnik ist noch nicht so veraltet, dass sie unbedingt ausgetauscht werden müsste. Es gibt aber noch Verbesserungspotential, das wir in Variante 3 aufgezeigt haben. Um Primärenergie zu sparen, kann auf Holzpellets gewechselt werden. Die Fenster sind auf aktuellem Stand der Technik. Als Mindestmaßnahme ist die Dämmung der obersten Geschossdecke sinnvoll und Nachrüstpflicht nach der EnEV.

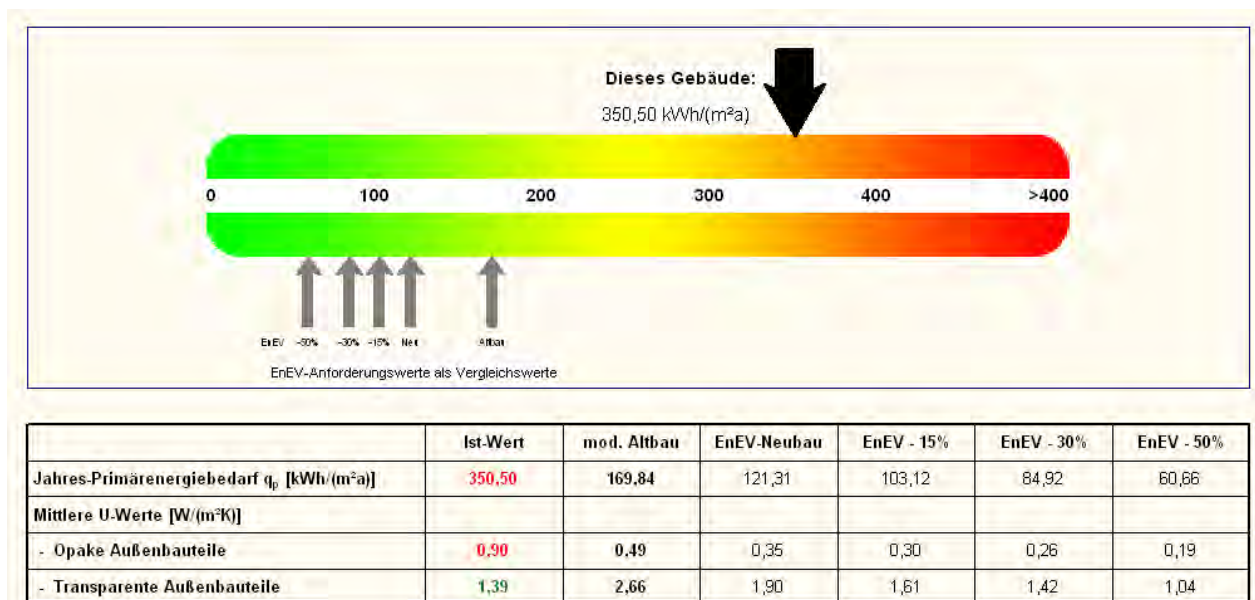


Abb. 1 Energetische Bewertung Schulgebäude nach der EnEV

Auf Wunsch des Beratungsempfängers bzw. auf Empfehlung des Beraters zur Verbesserung der Energiebilanz wurden als Energiesparmaßnahmen folgende Varianten untersucht:

Variante 1: Oberste Geschossdecke (Nachrüstverpflichtung der EnEV)

Auf die oberste Geschossdecke wird eine Wärmedämmung von oben, begehbar, 16 cm Dämmplattent WLK 035 (Steinwolle) verlegt. Bei der Dämmung der Geschossdecke ist zu beachten, dass eine große Wärmebrückenwirkung des Kniestocks gegeben ist. Es ist sinnvoll, auch den Kniestock von innen mindestens 50 cm hoch zu dämmen, um diese Wärmebrücke zu minimieren. Vollständig kann diese Wärmebrücke nur mit einer gleichzeitigen Wärmedämmung der Wand von Außen minimiert werden.

Variante 2: Fassade

Wir schlagen eine Dämmung der Außenwände mit Mineralschaumplatten 16 cm WLK 045 bzw. Dämmung der Wände im Spritzwasser und erdberührten Bereich mit Polystyrol-Dämmplatten 16 cm WLK 040 vor. Vor der Dämmmaßnahme ist die Wand bauphysikalisch genau zu untersuchen und die Dämmung auf den Wandaufbau abzustimmen.

Variante 3: Optimierung der Heizungsanlage

Die Klassenräume und der Werkraum im Untergeschoss erhalten eine Einzelraumregelung mit Präsenzerfassung, fehlende Dämmungen werden ergänzt, Einstellungen optimiert. Mit dieser Regelung können die Räume nach Ihrer Belegung unterschiedlich beheizt werden.

Während des Unterrichts können die Heizkörper durch den Wärmeeintrag der Personen abgeschaltet werden. Vor allem nach einer energetischen Sanierung der Außenwand ist die notwendige Heizlast in den Räumen geringer und kann daher schneller durch die Personen abgedeckt werden.

Variante 4: Lüftungskonzept

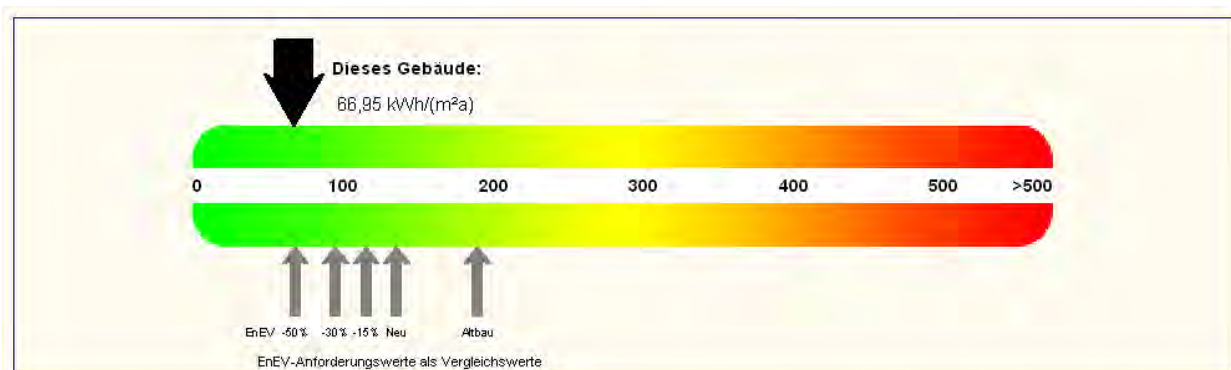
Um die Luftqualität, zu verbessern, wurde eine zentrale Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung berücksichtigt. Dies ist keine Maßnahme, um in der Gesamtbilanz Energie zu sparen, sondern optimiert die Luftqualität und den Luftaustausch, der in Klassenzimmern oft während der Unterrichtszeit wesentlich zu niedrig ist. Die Wärmerückgewinnung erfolgt über einen Kreuz-Gegenstrom-Wärmetauscher mit einem Wärmerückgewinnungsgrad von ca. 65%. Die Auslegung des Lüftungsgerätes mit einem Nennvolumenstrom von ca. 4.200 m³/h wurde über die Anzahl der Klassen-/Unterrichtsräume und der WC-Anlagen ermittelt. Eine Nachheizung der Zuluft nach der Wärmerückgewinnung bringt eine Grundheizlast in die Räume und auch die höhere Zulufttemperatur wird nicht als Zugluft empfunden. Die Lüftung wird nach Anwesenheit und dem CO₂-Gehalt der Luft bedarfsgerecht geregelt. Somit können die einzelnen Unterrichtsräume unabhängig voneinander bedarfsgerecht be- und entlüftet werden. Die WC-Anlagen werden entlüftet, die nachströmende Luft erfolgt aus dem Verkehrsraum (Flure, Treppenhäuser etc.). Hier wird das bisher übermäßige, unregelmäßige Lüften der WCs vermieden.

Anstatt der zentralen Lüftungsanlage sind auch einzelne dezentrale Lüftungsanlagen in den Klassenräumen denkbar. Der Effekt und die Kosten sind ähnlich.

Variante 5: Gesamtkonzept (Variante 1+2+3+4).

Variante 6: Gesamtkonzept + Holzpelletsheizung

Dies ist unsere empfohlene Variante. Bewertung nach der EnEV:



	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV - 15%	EnEV - 30%	EnEV - 50%
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	66,95	189,20	135,14	114,87	94,60	67,57
Mittlere U-Werte [W/(m ² K)]						
- Opake Außenbauteile	0,33	0,49	0,35	0,30	0,26	0,19
- Transparente Außenbauteile	1,39	2,66	1,90	1,61	1,42	1,04

Abb. 2 Bewertung der Variante 6 „Schulgebäude“ nach der EnEV

Ökologische Verbesserung:

Die größte Verbesserung im ökologischen Bereich wird durch den Einbau der Pelletsheizung in der Variante 6 erzielt. Nach Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen können der Primärenergiebedarf und die CO₂-Emissionen wie folgt eingeordnet werden (freie Randbedingungen)

CO ₂ -Emissionen:	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	43986			
Var.1 - Oberste Geschossdecke	37827		6159	14,0%
Var.2 - Fassade	26806		17180	39,1%
Var.3 - Optimierung Heizungsanlage	42631		1354	3,1%
Var.4 - Lüftungskonzept	45474		-1489	-3,4%
Var.5 - Gesamtkonzept Var. 1-4	26834		17152	39,0%
Var.6 - Var. 5 + Pellet	12363		31623	71,9%

Primärenergiebedarf q _p pro m ² :	kWh/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	196			
Var.1 - Oberste Geschossdecke	169		28	14,2%
Var.2 - Fassade	119		78	39,6%
Var.3 - Optimierung Heizungsanlage	190		6	3,1%
Var.4 - Lüftungskonzept	202		-5	-2,8%
Var.5 - Gesamtkonzept Var. 1-4	117		79	40,3%
Var.6 - Var. 5 + Pellet	53		144	73,3%

Wirtschaftliche Verbesserung:

Die Gesamtwirtschaftlichkeit kann nur aufgrund eines genauen Liquiditätsplanes (Geldflüsse) über die Dauer der Investition (Nutzungszeit) unter Berücksichtigung der steuerlichen Situation (Steuer-sätze, Abschreibungen) betrachtet werden. Die kostengünstigste Maßnahme ist die Dämmung der Decke über dem Haupthaus. Am wirtschaftlichsten erscheint die Dämmung der Fassade und das Gesamtkonzept Variante 5.

Mittlere Kosteneinsparung pro Jahr:	EUR/a			
Var.1 - Oberste Geschossdecke	1758			
Var.2 - Fassade	3998			
Var.3 - Optimierung Heizungsanlage	-747			
Var.4 - Lüftungskonzept	432			
Var.5 - Gesamtkonzept Var. 1-4	3592			
Var.6 - Var. 5 + Pellet	507			

Gesamtinvestitionskosten:	EUR			
Var.1 - Oberste Geschossdecke	22381			
Var.2 - Fassade	195180			
Var.3 - Optimierung Heizungsanlage	30000			
Var.4 - Lüftungskonzept	82000			
Var.5 - Gesamtkonzept Var. 1-4	331343			
Var.6 - Var. 5 + Pellet	393843			

Empfehlung:

Als Mindestmaßnahmen sind die Dämmung der obersten Geschossdecke und die Verbesserung der Luftdichtheit des Gebäudes im Bereich Eingang und Aufgang zum Dachboden sinnvoll. Hier sollte über den Einbau eines Windfanges am Haupteingang oder auch zusätzlich am Nebeneingang nachgedacht werden. Für eine wesentliche Verbrauchsreduzierung ist die Dämmung der Fassade notwendig. Eine Lüftungsanlage wird im Bereich Energieverbrauch nicht wesentlich zur Reduzierung

beitragen, verbessert aber das Raumklima. Aus ökologischer Sicht ist die Umstellung auf den Brennstoff Holzpellets zu empfehlen.

1.2 Zuckerhäusl

Das Zuckerhäusl ist in einem energetisch schlechten Zustand. Zusätzlich hat es feuchte Außenmauern. Die Heizung ist teilweise defekt und falsch eingestellt. Eine energetische Komplettanierung ist empfehlenswert. Als Mindestmaßnahme sollte die Heizung überholt werden und die Decke über dem Gruppenraum/Eingang gedämmt werden.

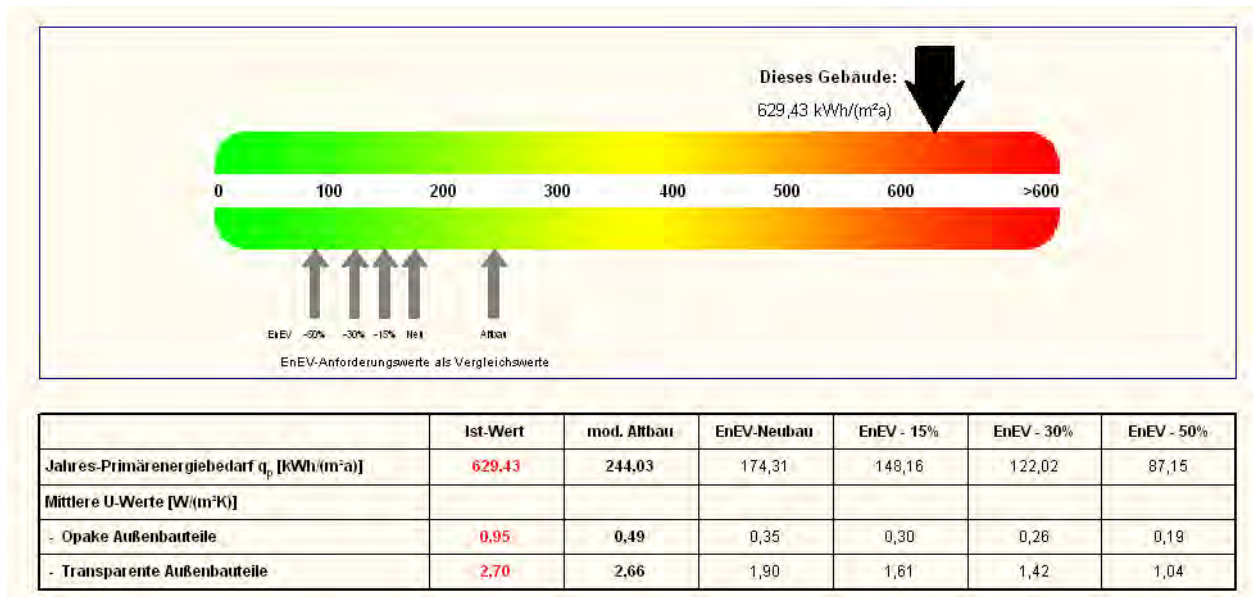


Abb. 3 Energetische Bewertung Zuckerhäusl Bestand nach der EnEV

Variante 1: Gesamtkonzept

In dieser Variante sind die Maßnahmen der Varianten 2-4 zusammengefasst. Diese Variante ist auch unsere Empfehlung.

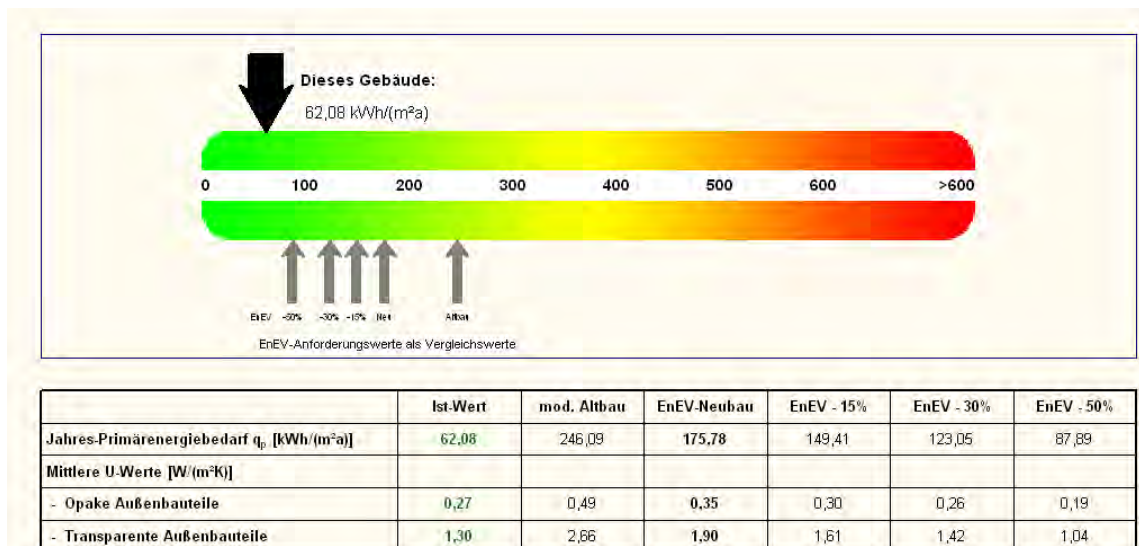


Abb. 4 Zuckerhäusl: Die Empfehlung Variante 1 nach der EnEV

Variante 2: Umstellung Heizungsanlage

Für den vorhandenen Gas-Umlaufwasserheizer wird ein Pellet-Wandheizgerät vorgesehen. Dieser Wärmeerzeuger hat eine modulierende Betriebsweise mit einer Heizleistung von 2 - 7 kW. Der notwendige Pelletlagertank könnte im Außenbereich auf der Nordseite des Gebäudes angebracht wer-

den. Über eine Saugleitung werden die notwendigen Pellets angesaugt und dem Wärmeerzeuger zugeführt. Die Abgase könnten über den vorhandenen Kamin abgeleitet werden. Um ein takten bei zu geringer Leistungsabnahme zu vermeiden, wird ein kleiner Pufferspeicher mit ca. 500 Liter Inhalt vorgesehen. Diese Variante hat das Ziel, regenerative Energie zur Beheizung einzusetzen und damit die sehr schlechte Primärenergiebilanz wesentlich zu verbessern.

Variante 3: Erneuerung der Fenster, Wärmedämmung der Fassade

Die Fenster werden erneuert. Hier ist das Ziel mindestens die geforderten Werte der Energieeinsparverordnung 2009 zu erreichen. Wir empfehlen den Austausch der Fenster und den Einbau einer zweifach Wärmeschutzverglasung U_g 1,1 W/m²K und einen neuen Holzrahmen. Bei den Fenstern sollte ein U-Wert des gesamten Fensters (U_w -Wert) von 1,3 W/m²K erreicht werden.

Die Wände werden mit 16 cm Wärmedämmung WLK 045 gedämmt. Aufgrund der Feuchte in den Wänden empfehlen wir die Holzverschalung innen abzubauen, und außen mit einem möglichst diffusionsoffenen Material zu dämmen. Sinnvoll ist z.B. Mineralschaum. Aus diesem Grund haben wir mit einer Wärmeleitgruppe von 045 gerechnet. Es wird ein neuer U-Wert von 0,24 W/m²K erreicht. Weniger empfehlenswert ist aus unserer Sicht die Dämmung mit „Styropor“. Vor der Sanierung sollte eine Feuchtsanierung durchgeführt werden. Alternativ könnte das Gebäude auch mit einer Bauteiltemperierung nach „Grosseschmidt“ ausgestattet. Hier wird das Gebäude mit in oder vor den Wänden eingebauten Kupferheizungsleitungen temperiert und getrocknet und vor allem auch trocken gehalten.

Die Wände im Spritzwasserbereich sollten mindestens mit 16 cm Perimeterdämmung der WLK 040 gedämmt werden. Es wird ein U-Wert von 0,22 W/m²K erreicht.

Variante 4: Wärmedämmung der Decke über dem Gruppenraum und des Daches

Zu dieser Variante ist anzumerken, dass der Dachraum Anbau nicht eingesehen werden konnte. Wir haben bauzeittypische Annahmen getroffen und sind beim Anbau davon ausgegangen, dass bei der Sanierung des Daches bereits etwas Wärmedämmung eingebaut worden ist. Dies kann jedoch nur mit einer Beschädigung der Untersicht genau analysiert werden. Sollten sich bei einer Öffnung des Daches vor Ort gravierend andere Aufbauten ergeben, muss die Variante entsprechend überprüft werden. Wir empfehlen eine Dämmung der Decke über dem Eingang und dem Gruppenraum. Die Dämmung sollte mindestens 16 cm der WLK 040 betragen. Damit wird ein sehr guter U-Wert von 0,19 W/m²K erreicht. Diese muss nicht unbedingt begehbar ausgeführt werden. Diese Maßnahme ist gemäß EnEV eine Nachrüstpflicht, die erfüllt werden muss.

Über dem Nebenraum kann das Dach von unten gedämmt werden. Dazu muss die raumseitige Verkleidung entfernt und wieder hergestellt werden. Wir empfehlen dann eine Gesamtdämmstärke von mindestens 20 cm. Damit wird ein sehr guter U-Wert von 0,14 W/m²K erreicht. Ist im Dach bereits ausreichend Dämmung vorhanden, sollte keine Sanierung erfolgen.

Ökologische Verbesserung:

Nach Durchführung der vorgeschlagenen Maßnahmen können der Primärenergiebedarf und die CO₂-Emissionen wie folgt eingeordnet werden: (Freie Randbedingungen, keine EnEV-Randbedingungen)

Primärenergiebedarf q_p pro m ² :	kWh/m ² a		Einsparung	
Ist-Zustand	302	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>		
Var.1 - Gesamtkonzept	17	<div style="width: 5%; height: 10px; background-color: green;"></div>	285	94,4%
Var.2 - Umstellung Heizungsanlage	66	<div style="width: 22%; height: 10px; background-color: green;"></div>	236	78,2%
Var.3 - Fenster, Fassade	129	<div style="width: 43%; height: 10px; background-color: green;"></div>	173	57,2%
Var.4 - Decke, Dach	263	<div style="width: 87%; height: 10px; background-color: green;"></div>	39	13,0%

CO ₂ -Emissionen:	kg/a		Einsparung	
Ist-Zustand	6163			
Var.1 - Gesamtkonzept	348		5815	94,3%
Var.2 - Umstellung Heizungsanlage	1329		4835	78,4%
Var.3 - Fenster, Fassade	2653		3510	57,0%
Var.4 - Decke, Dach	5365		798	13,0%

Wirtschaftliche Verbesserung:

Die Gesamtwirtschaftlichkeit kann nur aufgrund eines genauen Liquiditätsplanes (Geldflüsse) über die Dauer der Investition (Nutzungszeit) unter Berücksichtigung der steuerlichen Situation (Steuer-sätze, Abschreibungen) betrachtet werden. Diese Aspekte würden sowohl die Kenntnisse des Ener-gieberaters übersteigen, als auch den Rahmen dieser Untersuchung sprengen. Da überdies die zu-grunde gelegten Aspekte der Energiepreissteigerung, der Verteuerung von Wartungsaufwendungen und die Kapital- bzw. Kreditverzinsung hier nur abgeschätzt werden können, ergibt sich hier nur eine Abschätzung der Wirtschaftlichkeit, die ggf. durch einen entsprechenden Sachverständigen er-gänzt werden kann. Nähere Angaben zu den Einzelheiten der Wirtschaftlichkeit finden Sie im Ab-schnitt "Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen". Die kostengünstigste Maßnahme ist die Dämmung der Decke über dem Haupthaus.

Brennstoffkosten:	EUR/a		Einsparung	
Ist-Zustand	1748			
Var.1 - Gesamtkonzept	432		1316	75,3%
Var.2 - Umstellung Heizungsanlage	1315		433	24,8%
Var.3 - Fenster, Fassade	860		888	50,8%
Var.4 - Decke, Dach	1546		202	11,6%

Gesamtinvestitionskosten:	EUR			
Var.1 - Gesamtkonzept	72980			
Var.2 - Umstellung Heizungsanlage	23000			
Var.3 - Fenster, Fassade	44560			
Var.4 - Decke, Dach	5420			