

# Energieberatungsbericht - Zusammenfassung

EnEV - 30 %, EnEV - 50 % Kindertagesstätte



Gebäude: Ehemaliges Schulgebäude in Wangen

Auftraggeber: Stadtverwaltung Starnberg  
Vogelanger 2  
82319 Starnberg

Erstellt von: Kutschker Leischner Architekten GmbH  
Hauptstr. 3  
82319 Starnberg

Erstellt am: 26. Februar 2008

# Energetische Sanierung der Kindertagesstätte

Die Analyse des Bestands zeigt, dass das untersuchte Gebäude hinsichtlich der Hüllfläche und des Energieverbrauchs nicht mehr dem heutigen Stand der Technik entspricht. Durch geeignete Sanierungsmaßnahmen kann das Gebäude auf einen modernen und zukunftsfähigen Standard gebracht werden. Die Energiekosten werden dabei erheblich reduziert. Um die Grundlage für ein nachhaltiges Sanierungskonzept zu finden, wurden drei Varianten bezüglich des finanziellen und baulichen Aufwands untersucht. Folgende Varianten werden in dieser Zusammenfassung beschrieben.

Variante 2: EnEV 2007 - 30 %

Variante 3: EnEV 2007 - 50 %

## Sanierungsvorschläge

### Variante 2 : EnEV 2007 -30 %

#### Modernisierung der Gebäudehülle - EnEV 2007 -30% Kita

Dämmung der obersten Geschossdecke oberseitig mit 20 cm WLG 035

Dämmung der Außenwände mit 16 cm WLG 035

Dämmung der Kellerwände gegen Erdreich mit 14 cm WLG 035

Dämmung der Kellerwände zum unbeheizten Bereich mit 10 cm WLG 035

Dämmung der Kellerdecke mit 8 cm WLG 035

Dämmung der Holzwände zum Keller und zum Dachboden mit 5 cm WLG 035

Dämmung der Bodenplatte mit 8 cm WLG 035

Austausch der Fenster gegen Zweifach-Wärmeschutzverglasung  $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Austausch der Glasbausteine gegen Zweifach-Wärmeschutzverglasung  $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Folgende U-Werte sind dabei einzuhalten:

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U-Wert Passivhaus max in W/m <sup>2</sup> K
OG	Decke über OG Altbau - Dämmung oberste Geschoßdecke	133	0,16	0,30	0,15-0,10
OG	Decke über OG Neubau - Dämmung oberste Geschoßdecke	215	0,18	0,30	0,15-0,10
OG	Holztreppe - Dämmung Holzwand	4	0,59	0,30	0,15-0,10
TA	Haustür - Tür	4	2,30	2,90	0,15-0,10
WA	Außenwand Altbau - Dämmung Außenwand	124	0,19	0,35	0,15-0,10
WA	Außenwand Neubau - Dämmung Außenwand	252	0,19	0,35	0,15-0,10
WA	Kellerwand Außenluft - Dämmung Kellerwand	18	0,21	0,35	0,15-0,10
WE	Kellerwand Erdreich - Dämmung Kellerwand	35	0,21	0,40	0,15-0,10
WK	Holzwand - Dämmung Holzwand	5	0,52	0,40	0,15-0,10
WK	Kellerwand z. unbeheizten Bereich - Wand zum unbeheizten Keller	38	0,28	0,40	0,15-0,10

FA	Fenster - Austausch Fenster	8	1,30	1,70	< 0,8
FA	Fenster EG - Austausch Fenster	36	1,30	1,70	< 0,8
FA	Fenster OG - Austausch Fenster	57	1,30	1,70	< 0,8
FA	Glasbaustein OG - Ausbau Glasbausteine	2	1,30	1,70	< 0,8
BE	Bodenplatte - Bodenplatte	61	0,38	0,40	0,15-0,10
BK	Kellerdecke Neubau - Fußboden zum unbeheizten Keller	94	0,34	0,40	0,15-0,10

\*) 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/m<sup>2</sup>K. 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/m<sup>2</sup>K.

## Modernisierung der Anlagentechnik - EnEV 2007 -30% Kita

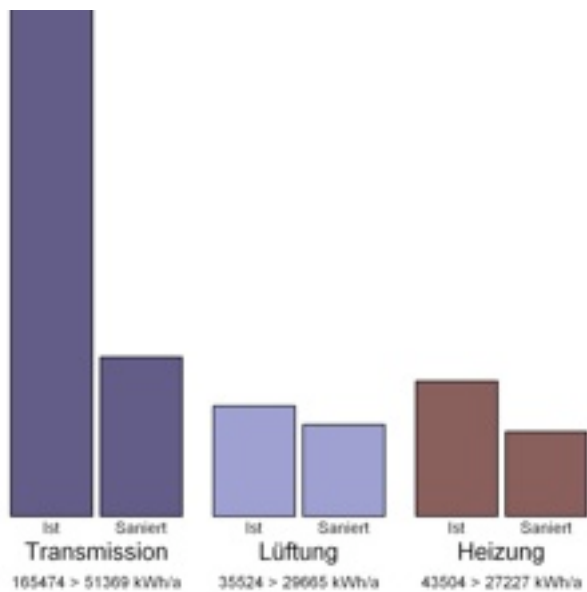
Austausch des Viessmann Niedertemperaturkessels und Umstellung vom Brennstoff Erdöl zu Holzpellets.

## Energieeinsparung - EnEV 2007 -30% Kita

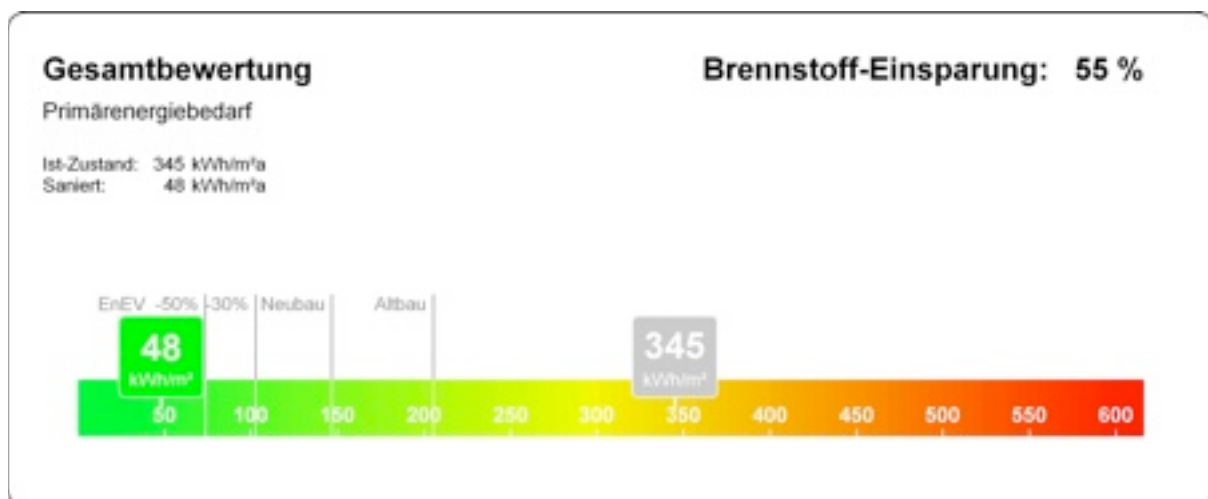
Die folgende Tabelle zeigt, dass die erforderlichen Werte mit den vorgeschlagenen Maßnahmen eingehalten werden können:

	Ergebnis Variante 2	EnEV - 30 Anforderung
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	48,07	102,68
Transmissionswärmeverlust $H_i$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,37	0,39

Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 55 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 180820 kWh/Jahr reduziert sich auf 82114 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 98706 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 48138 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 48 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



### Hinweis zu den Einsparungen - EnEV 2007 -30% Kita

Nach der Standardrechenmethode der EnEV können mit dieser Variante ca. 55 % Brennstoffeinsparungen erzielt werden. Der tatsächliche Verbrauch ist wie schon erwähnt wesentlich geringer, was sich auch auf die tatsächlich zu erwartenden Einsparungen auswirkt. Nach unserer Einschätzung ist bei der Variante 2 mit einer Brennstoffeinsparung von 50% bis 55% zu rechnen. 50% Brennstoffeinsparung bedeutet bei 8000 l Heizölverbrauch in Zukunft nur noch ca. 4000 l. Der Pelletsverbrauch wird dann bei ca. 8000 kg liegen. (Brennwert Heizöl: 10 kWh/l und Pellets 5 kWh/kg).

Beispiel:

Preise: 8000l Heizöl 90ct/l:	7200 EUR
4000l Heizöl 90ct/l:	3600 EUR
4000l Heizöl 55ct/l:	2200 EUR
8 t Holzpellets 200 EUR/t:	1600 EUR

## Variante 3 : EnEV 2007 -50 %

### Modernisierung der Gebäudehülle - EnEV 2007 -50% Kita

Dämmung der obersten Geschossdecke oberseitig mit 30 cm WLG 035

Dämmung der Außenwände mit 22 cm WLG 035

Dämmung der Kellerwände gegen Erdreich mit 14 cm WLG 035

Dämmung der Kellerwände zum unbeheizten Bereich mit 12 cm WLG 035

Dämmung der Kellerdecke mit 14 cm WLG 035

Dämmung der Holzwände zum Keller und zum Dachboden mit 5 cm WLG 035

Dämmung der Bodenplatte mit 8 cm WLG 035

Austausch der Fenster gegen Dreifach-Wärmeschutzverglasung  $U_w = 0,9 \text{ W/m}^2 \text{ k}$

Austausch der Glasbausteine gegen Dreifach-Wärmeschutzverglasung  $U_w = 0,9 \text{ W/m}^2 \text{ k}$

Folgende U-Werte sind dabei einzuhalten

#### U-Wert-Übersicht der einzelnen Bauteile im modernisierten Zustand

Typ	Bauteil	Fläche in m <sup>2</sup>	U-Wert in W/m <sup>2</sup> K	U <sub>max</sub> EnEV* in W/m <sup>2</sup> K	U-Wert Passivhaus max in W/m <sup>2</sup> K
OG	Decke über OG Altbau - Dämmung oberste Geschoßdecke	133	0,11	0,30	0,15-0,10
OG	Decke über OG Neubau - Dämmung oberste Geschoßdecke	215	0,12	0,30	0,15-0,10
OG	Holztreppe - Dämmung Holzwand	4	0,59	0,30	0,15-0,10
TA	Haustür - Tür	4	2,30	2,90	0,15-0,10
WA	Außenwand Altbau - Dämmung Außenwand	124	0,14	0,35	0,15-0,10
WA	Außenwand Neubau - Dämmung Außenwand	252	0,14	0,35	0,15-0,10
WA	Kellerwand Außenluft - Dämmung Kellerwand	18	0,21	0,35	0,15-0,10
WE	Kellerwand Erdreich - Dämmung Kellerwand	35	0,21	0,40	0,15-0,10
WK	Holzwand - Dämmung Holzwand	5	0,52	0,40	0,15-0,10
WK	Kellerwand z. unbeheizten Bereich - Wand zum unbeheizten Keller	38	0,24	0,40	0,15-0,10
FA	Fenster - Austausch Fenster	8	0,90	1,70	< 0,8
FA	Fenster EG - Austausch Fenster	36	0,90	1,70	< 0,8
FA	Fenster OG - Austausch Fenster	57	0,90	1,70	< 0,8
FA	Glasbaustein OG - Ausbau Glasbausteine	2	0,90	1,70	< 0,8
BE	Bodenplatte	83	0,00	0,40	0,15-0,10
BE	Bodenplatte - Bodenplatte	37	0,27	0,40	0,15-0,10
BE	Bodenplatte - Bodenplatte	23	0,38	0,40	0,15-0,10
BK	Kellerdecke Neubau - Fußboden zum unbeheizten Keller	94	0,21	0,40	0,15-0,10

Da das Gebäude in dieser Variante auf Neubauniveau -50 % saniert wird, wurde hier der Wärmebrücken-zuschlag pauschal mit 0,02 angesetzt. Sollte es zur Ausführung kommen, muss ein Einzelnachweis über die Wärmebrücken erfolgen. Diese Anforderung ist sehr hoch angesetzt. Deshalb sind die Wärmebrücken unbedingt im Vorfeld zu planen! Alternativ können die Wärmebrücken schlechter angesetzt werden und dafür einzelne Bauteile noch mehr gedämmt werden.

Da in dieser Variante eine Lüftungsanlage vorgesehen ist, sind die Lüftungsverluste nach Kategorie 1 Gebäude mit Luftdichtheitsprüfung berechnet. Im Ausführungsfall muss ein Blower-Door-Test durchgeführt werden.

## Modernisierung der Anlagentechnik - EnEV 2007 -50% Kita

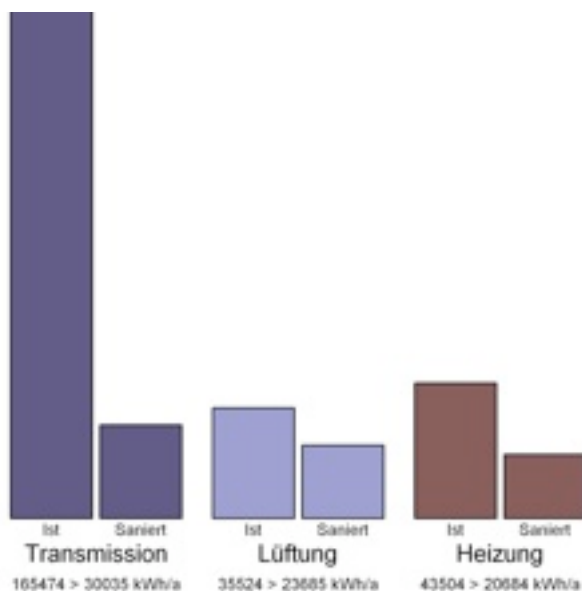
Austausch des Viessmann Niedertemperaturkessels und Umstellung vom Brennstoff Erdöl zu Holzpellets. Einbau einer dezentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

## Energieeinsparung - EnEV 2007 -50% Kita

Die folgende Tabelle zeigt, dass die erforderlichen Werte mit den vorgeschlagenen Maßnahmen eingehalten werden können:

	Ergebnis Variante 3	EnEV - 50 Anforderung
Jahres-Primärenergiebedarf $q_p$ [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	39,04	73,34
Transmissionswärmeverlust $H_t$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,23	0,28

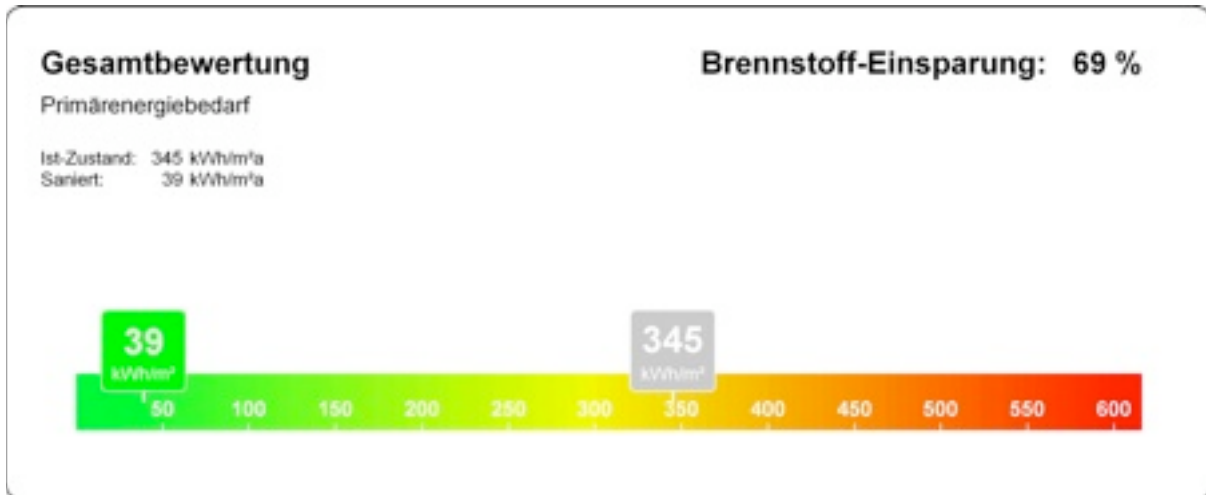
Nach Umsetzung der in dieser Variante vorgeschlagenen Maßnahmen reduziert sich der Endenergiebedarf Ihres Gebäudes um 69 %. Den Einfluss auf die Wärmeverluste über die einzelnen Bauteile und die Heizungsanlage zeigt das folgende Diagramm.



Der derzeitige Endenergiebedarf von 180820 kWh/Jahr reduziert sich auf 56439 kWh/Jahr. Es ergibt sich somit eine Einsparung von 124382 kWh/Jahr, bei gleichem Nutzverhalten und gleichen Klimabedingungen.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden um 49237 kg CO<sub>2</sub>/Jahr reduziert. Dies wirkt dem Treibhauseffekt entgegen und hilft unser Klima zu schützen.

Durch die Modernisierungsmaßnahmen dieser Variante sinkt der Primärenergiebedarf des Gebäudes auf 39 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr.



### Hinweis zu den Einsparungen - EnEV 2007 -50% Kita

Nach der Standardrechenmethode der EnEV können mit dieser Variante ca. 69 % Brennstoffeinsparungen erzielt werden. Der tatsächliche Verbrauch ist wie schon erwähnt wesentlich geringer, was sich auch auf die tatsächlich zu erwartenden Einsparungen auswirkt. Nach unserer Einschätzung ist bei der Variante 2 mit einer Einsparung von 60% bis 65% zu rechnen.

50% Brennstoffeinsparung bedeutet bei 8000 l Heizölverbrauch in Zukunft nur noch ca. 4000 l. Der Pelletsverbrauch wird dann bei ca. 8000 kg liegen. (Brennwert Heizöl: 10 kWh/l und Pellets 5 kWh/kg).

Beispiel:

Preise: 8000l Heizöl 90ct/l:	7200 EUR
3000l Heizöl 90ct/l:	2700 EUR
3000l Heizöl 55ct/l:	1650 EUR
6 t Holzpellets 200 EUR/t:	1200 EUR

# Investitionen

## Investitionen - Variante 2: EnEV 2007 - 30 %

Kostenschätzung EnEV 2007 - 30%: Kindergarten und Wohnung				
Maßnahme	Einheit	Anzahl	Kosten/Einheit	Gesamtkosten
<b>Fenster</b>				
Fenster Ausbauen und entsorgen	St.	43	110	4730
Neue Fenster ( Holz) $U_w=1,3$	m <sup>2</sup>	105	420	43974
Sonnenschutz	m <sup>2</sup>	30	120	3600
Verschließen der Rollläden	St	43	50	2150
Anputzen	psch	1	2500	2500
Malerarbeiten	psch	1	2500	2500
Unvorhersehbares 10 %	psch	1	1000	4397
<b>Gesamtpreis Fenster</b>				<b>63851</b>
Gesamtpreis Fenster / m <sup>2</sup>				610
<b>Türen</b>				
Türen ausbauen und entsorgen	St.	1	200	200
Neue Tür	St	1	4000	4000
Gesamtpreis Tür				4200
<b>Wärmedämmung der Außenwände</b>				
Wärmedämmverbundsystem d=16 cm	m <sup>2</sup>	459	110	50531
Gerüst inkl. Vorhaltung 4 Wochen	m <sup>2</sup>	459	17	7809
BE inkl. Schutzmassnahmen	St	1	3000	3000
Unvorhersehbares 10 %				5053
<b>Gesamtpreis Wärmedämmverbundsystem</b>				<b>66394</b>
Gesamtpreis Wärmedämmverbundsystem /m <sup>2</sup>				145
<b>Wärmedämmung der Kellerwände gegen Erdreich</b>				
Wärmedämmung 14 cm inkl Erdarbeiten	m <sup>2</sup>	35	120	4204
Unvorhersehbares 10 %				420
Gesamtpreis Wärmedämmung Kellerwände gegen Erdreich				4624
Gesamtpreis Wärmedämmung Kellerwände gegen Erdreich/m <sup>2</sup>				132
<b>Dämmung der Decke über OG</b>				
Sanierung Schadhafter Bereiche	psch	1	2000	2000
Wärmedämmung Mineralwolle d= 20 cm	m <sup>2</sup>	215	40	8594
Belag mit Unterkonstruktion	m <sup>2</sup>	215	25	5371
Unvorhersehbares				1397
<b>Gesamtpreis Dämmung der Decke</b>				<b>17362</b>
Gesamtpreis Dämmung der Decke/m <sup>2</sup>				81
<b>Heizung/ Warmwasser</b>				
Abbau und Entsorgung Öllager	St	1	3000	3000
Neubau Pelletlager	St	1	3000	3000
Pelletkessel, Wasserspeicher u.s.w.	Psch	1	20000	20000
<b>Gesamtpreis Heizung</b>				<b>26000</b>
<b>Dämmung der Decke über KG</b>				
Sanierung Schadhafter Bereiche	psch	1	2000	2000



Wärmedämmung Mineralwolle d= 8 cm	m <sup>2</sup>	94	35	3276
Unvorhersehbares				<u>328</u>
<b>Gesamtpreis Dämmung der Decke</b>				<b>5604</b>
Gesamtpreis Dämmung der Decke/m <sup>2</sup>				60

<b>Dämmung der Bodenplatte</b>				
Sanierung Schadhafter Bereiche	psch	1	2000	2000
Wärmedämmung Polystyrol d= 8 cm	m <sup>2</sup>	215	40	8594
Belag	m <sup>2</sup>	215	50	10743
Unvorhersehbares				<u>1934</u>
<b>Gesamtpreis Dämmung der Bodenplatte</b>				<b>23270</b>
Gesamtpreis Dämmung der Bodenplatte/m <sup>2</sup>				108
<b>Dämmung der Kellerwände zum unbeheizten Bereich</b>				
Sanierung Schadhafter Bereiche	psch	1	2000	2000
Wärmedämmung d0 10 cm	m <sup>2</sup>	38	40	1500
Putz	m <sup>2</sup>	38	25	938
Unvorhersehbares				<u>1934</u>
<b>Gesamtpreis Dämmung der Wände</b>				<b>6371</b>
Gesamtpreis Dämmung der Wände/m <sup>2</sup>				170
<b>Gesamtpreis Sanierung Netto</b>				<b>217676</b>

### Investitionen - Variante 3: EnEV 2007 - 50 %

<b>Kostenschätzung EnEV 2007 - 50 %: Kindergarten und Wohnung</b>				
<i>Maßnahme</i>	<i>Einheit</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Kosten/Einheit</i>	<i>Gesamtkosten</i>
<b>Fenster</b>				
Fenster Ausbauen und entsorgen	St.	43	110	4730
Neue Fenster ( Holz) $U_w=0,9$	m <sup>2</sup>	105	520	54444
Sonnenschutz	m <sup>2</sup>	30	120	3600
Verschließen der Rollläden	St	43	50	2150
Anputzen	psch	1	2500	2500
Malerarbeiten	psch	1	2500	2500
Unvorhersehbares 10 %	psch	1	1000	5444
<b>Gesamtpreis Fenster</b>				<b>75368</b>
Gesamtpreis Fenster / m <sup>2</sup>				720
<b>Türen</b>				
Türen ausbauen und entsorgen	St.	1	200	200
Neue Tür	St	1	4000	4000
<b>Gesamtpreis Tür</b>				<b>4200</b>
<b>Wärmedämmung der Außenwände</b>				
Wärmedämmverbundsystem d=22 cm	m <sup>2</sup>	459	130	59719
Gerüst inkl. Vorhaltung 4 Wochen	m <sup>2</sup>	459	17	7809
BE inkl. Schutzmassnahmen	St	1	3000	3000
Unvorhersehbares 10 %				5972
<b>Gesamtpreis Wärmedämmverbundsystem</b>				<b>76500</b>
Gesamtpreis Wärmedämmverbundsystem /m <sup>2</sup>				167
<b>Wärmedämmung der Kellerwände gegen Erdreich</b>				
Wärmedämmung 14 cm inkl Erdarbeiten	m <sup>2</sup>	35	120	4204
Unvorhersehbares 10 %				420
<b>Gesamtpreis Wärmedämmung Kellerwände gegen Erdreich</b>				<b>4624</b>
Gesamtpreis Wärmedämmung Kellerwände gegen Erdreich/m <sup>2</sup>				132
<b>Dämmung der Decke über OG</b>				
Sanierung Schadhafter Bereiche	psch	1	2000	2000
Wärmedämmung Mineralwolle d= 30 cm	m <sup>2</sup>	215	60	12891
Belag mit Unterkonstruktion	m <sup>2</sup>	215	45	9668
Unvorhersehbares				2256
<b>Gesamtpreis Dämmung der Decke</b>				<b>26815</b>
Gesamtpreis Dämmung der Decke/m <sup>2</sup>				125
<b>Heizung/ Warmwasser</b>				
Abbau und Entsorgung Öllager	St	1	3000	3000
Neubau Pelletlager	St	1	3000	3000
Pelletkessel, Wasserspeicher u.s.w.	Psch	1	20000	20000
<b>Gesamtpreis Heizung</b>				<b>26000</b>
<b>Dämmung der Decke über KG</b>				
Sanierung Schadhafter Bereiche	psch	1	2000	2000
Wärmedämmung Mineralwolle d= 14 cm	m <sup>2</sup>	94	50	4681
Unvorhersehbares				468
<b>Gesamtpreis Dämmung der Decke</b>				<b>7149</b>
Gesamtpreis Dämmung der Decke/m <sup>2</sup>				76

<b>Dämmung der Bodenplatte</b>				
Sanierung Schadhafter Bereiche	psch	1	2000	2000
Wärmedämmung Polystyrol d= 8 cm	m <sup>2</sup>	215	40	8594
Belag	m <sup>2</sup>	215	50	10743
Unvorhersehbares				1934
<b>Gesamtpreis Dämmung der Bodenplatte</b>				<b>23270</b>
Gesamtpreis Dämmung der Bodenplatte/m <sup>2</sup>				108
<b>Dämmung der Kellerwände zum unbeheizten Bereich</b>				
Sanierung Schadhafter Bereiche	psch	1	2000	2000
Wärmedämmung d= 12 cm	m <sup>2</sup>	38	45	1688
Putz	m <sup>2</sup>	38	25	938
Unvorhersehbares				1934
<b>Gesamtpreis Dämmung der Wände</b>				<b>6559</b>
Gesamtpreis Dämmung der Wände/m <sup>2</sup>				175
<b>Dezentrale Lüftungsanlage</b>				
Dezentrale Lüftungsanlage mit WRG	psch	1	6000	5000
Unvorhersehbares				1934
<b>Gesamtpreis Lüftungsanlage</b>				<b>6934</b>
<b>Gesamtpreis Sanierung Netto</b>				<b>257419</b>

## Zusammenfassung der Ergebnisse Kindertagesstätte

### Primärenergiebedarf $q_p$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a	Einsparung
Ist-Zustand	345	
Var.2 - EnEV 2007 -30%	48	297 86,1%
Var.3 - EnEV 2007 -50 %	39	306 88,7%

### Endenergiebedarf $Q_E$ :

	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	180820	
Var.2 - EnEV 2007 -30%	82114	98706 54,6%
Var.3 - EnEV 2007 -50 %	56439	124382 68,8%

### Endenergiebedarf $q_E$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a	Einsparung
Ist-Zustand	323	
Var.2 - EnEV 2007 -30%	147	176 54,6%
Var.3 - EnEV 2007 -50 %	101	222 68,8%

### Heizwärmebedarf $q_h$ pro $m^2$ :

	kWh/m <sup>2</sup> a	Einsparung
Ist-Zustand	245	
Var.2 - EnEV 2007 -30%	98	147 60,0%
Var.3 - EnEV 2007 -50 %	64	181 74,0%

### CO<sub>2</sub>-Emissionen:

	kg/a	Einsparung
Ist-Zustand	54407	
Var.2 - EnEV 2007 -30%	6270	48138 88,5%
Var.3 - EnEV 2007 -50 %	5170	49237 90,5%