



Energiekonzepte  
für  
Realschule, Gymnasium und Förderschule  
Gemünden

Bauort: Kolpingstraße 7  
97737 Gemünden

Auftraggeber: Landkreis Main-Spessart  
Marktplatz 8  
97753 Karlstadt

Verfasser: Architekturbüro Werner Haase  
Architekten W. Haase / H. Kess / J. Schrauth  
Julius-Echter Straße 59  
97753 Karlstadt



## Inhaltsverzeichnis:

1. Zusammenfassung der Ausgangssituation und der Ergebnisse
2. Gesamtbetrachtung Realschule, Gymnasium und Förderschule
  - a. Potentiale der Heizenergieeinsparung
  - b. Investitionen Heizungs- und Gebäudetechnik
  - c. Energiekosten Hackschnitzel, Pellettechnik, fossile Energieträger
  - d. Vergleich der Gesamtkosten / Wirtschaftlichkeit einer Hackschnitzeltechnik gegenüber einer Pellettechnik + HKA
  - e. Vergleich der Gesamtkosten / Wirtschaftlichkeit einer Pellettechnik gegenüber dem Einsatz von fossilem Heizöl
3. Einzelbetrachtung Realschule
  - a. Investitionen Heizungs- und Gebäudetechnik
  - b. Energiekosten am Beispiel Realschule
  - c. Vergleich der Gesamtkosten / Wirtschaftlichkeit einer EneV-Sanierung mit Ölheizung gegenüber einer nachhaltigen Sanierung mit Pellettechnik, HKA und Lüftungsanlage: kumulierte Gesamtkosten
  - d. Vergleich der Gesamtkosten / Wirtschaftlichkeit einer EneV-Sanierung mit Ölheizung gegenüber einer nachhaltigen Sanierung mit Pellettechnik, HKA und Lüftungsanlage: jährliche Gesamtkosten



## 1. Zusammenfassung der Ausgangssituation und der Ergebnisse

Die in Gemünden bestehende Förderschule (Baujahr 1951, Bauweise massiv, Mauerwerk), Realschule (Baujahr 1963-65, Erweiterung 1968, Bauweise massiv, Mauerwerk) und das Gymnasium (Baujahr 1971-77, Stahlbeton, sandwichartige Bauweise) erreichen ein Gebäudealter, in dem umfassendere Sanierungen anstehen. Realschule und Gymnasium, einschl. der Turnhallen liegen benachbart und sind leicht zu verknüpfen. Der Bestand dieser beiden Schulen ist auf Dauer gesichert. Die Förderschule liegt weiter entfernt, Diskussionen über integrative Schulkonzepte zeigen, dass ihr Bestand weniger gewiss ist als der Fortbestand von Realschule und Gymnasium.

	Baujahr	Bauweise	Rechnerischer Öl-Verbrauch (Ölverbrauch nach Hausmeisterangabe)	Sanierungsbedarf
Förderschule	1951	Massiv, Mauerwerk	32.000 l (30.000 l) pro Jahr	Mittel
Realschule	1963-65; Erw. 1968	Massiv, Mauerwerk	43.000 l (40.000 l) pro Jahr	Hoch
Gymnasium	1971-1975	Skelett, Ausfachung sandwichartig	92.000 l (90.000 l) pro Jahr	Hoch

Insbesondere muss auch die Frage der Energiebereitstellung und – versorgung betrachtet werden. Hierzu werden im folgenden Energiekonzepte verglichen. Um eine Vergleichbarkeit zu erzielen, muss einheitlich von einem gleichwertigen Gebäudestandard ausgegangen werden. Hierbei wird der Standard nach einer nachhaltigen Sanierung empfohlen, da somit die geringsten Unterhalts- und Gesamt-Energiekosten angesetzt werden können.

Weiterhin wurde nur der Sektor Heizenergie betrachtet, da sich bereits hier deutlich eine Wirtschaftlichkeit abzeichnet. Zahlreiche Synergien wie Stromeinsparung infolge von Lichtlenkung usw. verbessern die Ergebnisse.

Dies bedeutet zum einen, dass die Schulen gebäudeweise saniert werden sollten und jeweils die Kesselleistung modulartig angepasst werden muss. Schrittweise können die bestehenden Heizungen zurückgebaut und die neuen, ggf. zentralen Anlagen erweitert werden. Es sind somit auch nicht Großgeräte, sondern mehrere Geräte mit auf die Gebäude abgestimmten Leistungsspektren nötig.

Werden die Geräte zentral untergebracht, können durch Vernetzung dieser Einzelgeräte geringere Leistungsanforderung durch die Wahl des spezifischen Kessels und dessen Modulation erheblich wirtschaftlicher und lebenszeitverlängernd erbracht werden.



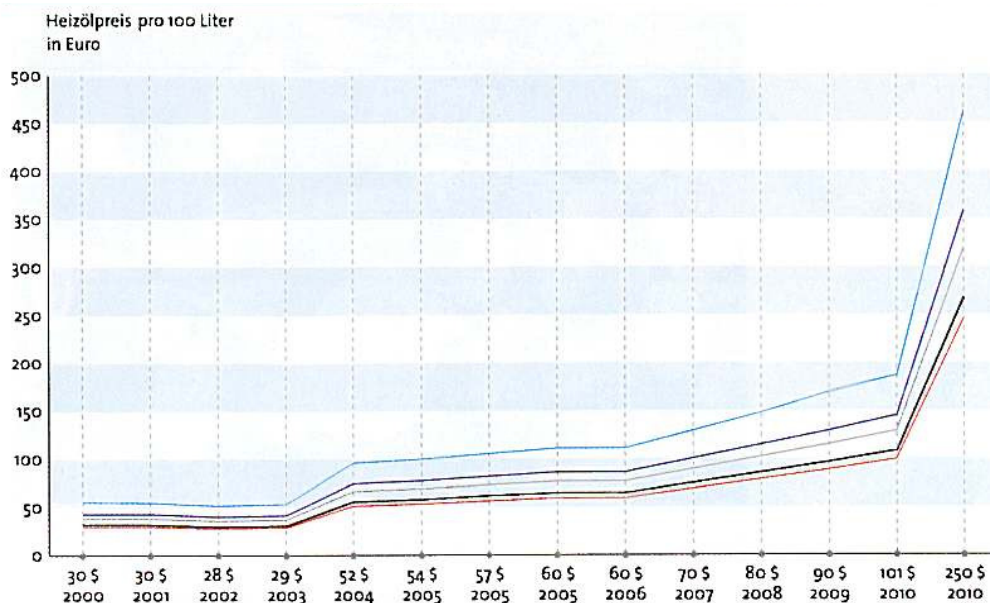
Folgende Varianten werden verglichen:

- Hackschnitzelzentrale zur Energiebereitstellung zum Heizen und Warmwasserbereitung
- Pelletheizung als Einzelheizungen ergänzt durch kleine Blockheizkraftwerke zur Warmwasserbereitung für die Turnhalle der Realschule und des Gymnasiums; der erzeugte Strom wird im Stromverbund Realschule – Gymnasium direkt verbraucht
- Pelletheizzentrale für Realschule und Gymnasium in der Realschul-Turnhalle sowie Blockheizkraftwerke zur Warmwasserbereitung für die Turnhalle der Realschule und des Gymnasiums
- Einzelölheizungen zur Energiebereitstellung zum Heizen und Warmwasserbereitung

Ergebnisse:

1. Aufgrund der hohen Investitionskosten für eine Hackschnitzelzentrale und die Nahwärmeleitungen, des geringeren Wirkungsgrades der Hackschnitzelverbrennung sowie der Leitungsverluste sind dezentralere Lösungen mit Energieträger Pellet und HKAs für Warmwasserbereitung wirtschaftlicher, obwohl die Energiekosten für Hackschnitzel mit ca. 0,025 bis 0,03 €/kWh geringer als für Pellets mit ca. 0,034 €/kWh sind. Hierbei wurde der Grundstücksverbrauch durch das Überbauen des kreiseigenen Grundstückes nicht berücksichtigt.

2. Ebenso werden Lösungen mit nachwachsenden Rohstoffen als Energieträger (Pellets) allein aufgrund des Preisvorteils gegenüber den Ölpreisen günstiger sein. Es kann eine Amortisation von 10 Jahren errechnet werden. Hierbei ist eine Ölpreissteigerung von 5 % kalkuliert, die momentanen Prognosen lassen eher eine exponentielle Preissteigerung erwarten, die Öl als Heiz-Energieträger ausschließen sollten.





Derzeitiger rechnerischer Heizenergieverbrauch der Förderschule, Realschule und des Gymnasiums:

	Rechnerischer Ölverbrauch
Realschule	ca. 43.000 L/a
Gymnasium	ca. 92.000 L/a
Förderschule	ca. 32.000 L/a
Gesamtverbrauch	ca. 167.000 L/a bzw. ca. 1.700.000 kWh/a
Järl. Verbrauchskosten	ca. 100.000 €
Verbrauchskosten in 30 Jahren bei 5 % Energiepreissteigerung pro Jahr	ca. 6.6 Mio €
Verbrauchskosten in 30 Jahren bei 7 % Energiepreissteigerung pro Jahr	ca. 9.5 Mio €

Aufgrund einer nachhaltigen Sanierung besteht ein Einsparpotential von ca. 54 % für den Heizenergieverbrauch der Förderschule, Realschule und des Gymnasiums. Es ergeben sich folgender Energiebedarf bzw. folgende Verbrauchskosten sowie Grundinvestitionen:

	Öl	Hackschnitzel	Pellets+HKA
Energieträgermenge ca.	77.000 Liter	1375 Sm <sup>3</sup> bis 1600 Sm <sup>3</sup> je nach Feuchtegehalt	145 t
Mengenpreis	0,6 €	16 €	160 €
Gesamtenergiebedarf ca.	766.000 kWh	805.000 kWh (einschl. Leitungsverluste 5 %)	708.000 kWh (Red. Aufgrund Wärmegewinn aus HKA-Stromerz.)
Preis pro kWh	0,06 €	0,027 €	0,034 €
Järl. Verbrauchskosten ca.	45.990 €	21.736 €	26.553 € (einschl. Energiebezug HKA, abzgl. Strom-Eigenverwendung)
Grundinvestition [€] ca.	200.000	700.000	460.000
Kumulierte Gesamtkosten Energie u. Kapital in 30 Jahren [Zins 5 %, Tilgung in 20 Jahren]	ca. 3.000.000 € bei 5 % Energiepreissteigerung pro Jahr	ca. 1.700.000 € bei 2 % Energiepreissteigerung pro Jahr	ca. 1.300.000 € bei 3 % Energiepreissteigerung pro Jahr



Die kumulierten Gesamtkosten für 30 Jahre weisen deutlich geringere Kosten für eine Pellettechnik aus. Weiterhin müssten folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- der zukünftige Wert des kreiseigenen Grundstücks - im Falle einer Hackschnitzelzentrale auf diesem Grundstück wäre dieses nicht mehr verfügbar
- Nutzung momentaner Leerstände z.B. in der Schwimmhalle (Gesamtunterhalt des Gebäudes)
- Rücklagenbildung für zukünftige Maßnahmen ist bei Nutzung eines Bestandsgebäudes geringer als bei Schaffung eines weiteren, zusätzlichen Gebäudes

Wird die Förderschule aufgrund der unter 1. erwähnten Diskussion nicht in die Gesamtkostenbetrachtung einbezogen, so reduzieren sich die Investitionskosten bei der ‚Pellet+HKA-Lösung‘ um 80.000 € auf 380.000 €. Die Investitionskosten der Hackschnitzelzentrale können lediglich durch den Wegfall der Wärmeleitungen reduziert werden um ca. 25.000 € auf 675.000 €.

3. Im Vergleich der beiden Lösungen mit Pellets als Energieträger (Pelletseinzelheizungen in der Realschule u. im Gymnasium bzw. Pelletszentrale in der Turnhalle), die lediglich um 10.000 € in der Investition differieren, liegen die Vorteile eher bei der zentralen Lösung, da sich zum einen die Wartungskosten geringer erweisen, zum anderen der Gebäudebestand optimal genutzt werden kann: die ehemalige Schwimmhalle wird zu Pelletlager, Heizzentrale und zentrale Hausmeisterei umstrukturiert, die derzeitigen Heizräume in den Schulen können schulintern genutzt werden. Weiterhin kann bei einer zentralen Lösung die Energieträger-Umstellungen auf Biomasse früher vollzogen und die niedrigeren Energiekosten früher verbucht werden. Der Ölkessel des Gymnasiums wird in der Umstellungszeit als Redundanzkessel genutzt.

Eine Nutzung der Turnhalle als ‚Hackschnitzel‘-Zentrale wird sich wesentlich teurer erweisen. Die Hackschnitzel müssen in einem separaten Neubau-Bunker vor der Turnhalle vorgehalten werden. Pellets können unproblematisch über Förderband oder einen Schlauch eingebracht werden.

Folgende praktikable Gesamtlösung bietet sich an:

- Realschule optimiert sanieren
- Schwimmhalle umstrukturieren, Pelletanlage und Blockheizkraftwerke (Warmwasser für Turnhallen durch HKAs ab sofort) sowie ‚Energieverbund‘ Realschule – Gymnasium installieren; derzeitige Redundanz aus Ölkessel des Gymnasiums, bis dieses ebenfalls nachhaltig saniert werden kann.
- Turnhallen gebäudeweise energetisch optimieren
- Nachhaltige Sanierung des Gymnasiums
- Förderschule nachrangig



Das vorliegende Energiekonzept ist als Versorgungs- und Zukunftskonzept für die landkreiseigenen Schulen in Gemünden erstellt. Nur in diesem Zusammenhang bzw. zu diesem Zweck darf der vorstehende Bericht verwendet werden.

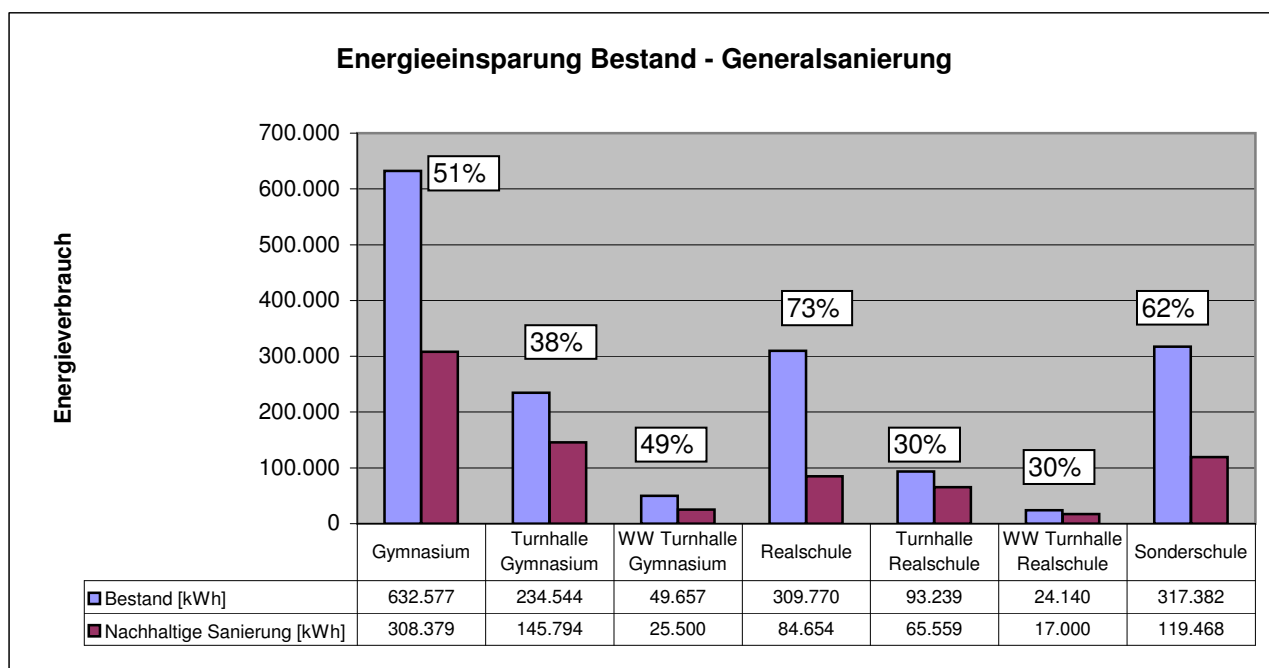
Karlstadt, 11.01.2006  
Architekt Haase

## 2. Gesamtbetrachtung Gymnasium, Realschule, Förderschule

### 2.a. Potential Heizenergieeinsparung Bestand - Nachhaltige Sanierung

Die folgende Darstellung stellt mögliche Energieeinsparungen bei Einsatz innovativer Technik (Einsatz nachwachsender Rohstoffe, kontrollierte Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, Stromerzeugung durch Blockheizkraftwerke bei Eigenverwendung des erzeugten Stroms) und bei einer nachhaltigen Sanierung der Gebäude (20 cm Wärmedämmung, hochdämmende Fenster mit Lichtlenkung usw.) dar. Fazit: Insgesamt kann der Energieverbrauch um ca. 50% gesenkt werden.

Gebäude	Bestand [kWh] rechnerisch	nachhaltig saniert [kWh]	Differenz	Einsparung
Gymnasium	632.577	308.379	324.198	51%
Turnhalle Gymnasium	234.544	145.794	88.750	38%
WW Turnhalle Gymnasium	49.657	25.500	24.157	49%
Realschule	309.770	84.654	225.116	73%
Turnhalle Realschule	93.239	65.559	27.680	30%
WW Turnhalle Realschule	24.140	17.000	7.140	30%
Sonderschule	317.382	119.468	197.914	62%
<b>Gesamt</b>	<b>1.661.309</b>	<b>766.354</b>	<b>894.955</b>	<b>54%</b>



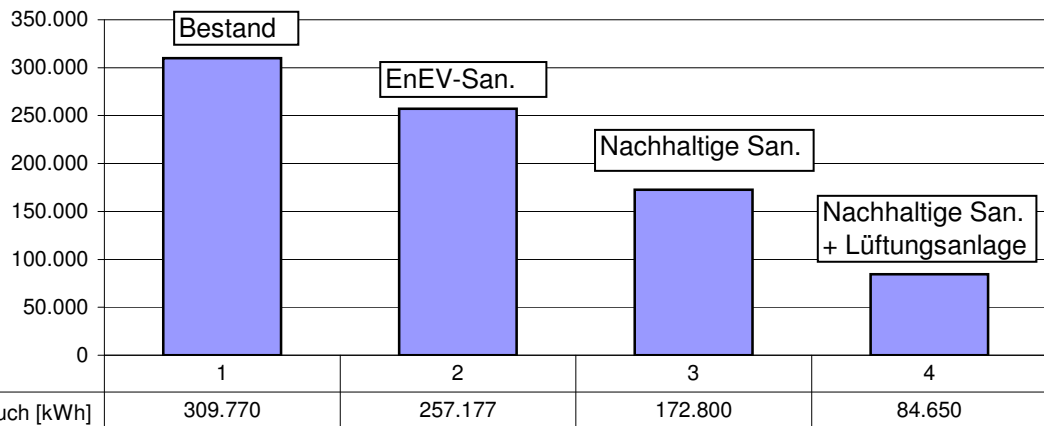


**Einzelbetrachtung Realschule: Vergleich einer Sanierung nach EnEV zu nachhaltiger Generalsanierung ohne und mit Lüftungsanlage.**

Die Einflussgrößen der Einzelmaßnahmen (Baulich als Sanierung gem. EneV 2002 bzw. nachhaltige Sanierung, Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung) zu verdeutlichen, werden die Energieeinsparung durch diese Maßnahmen am Beispiel der Realschule dargestellt.

	<b>Bestand</b>	<b>EnEV-Sanierung</b>	<b>nachhaltig saniert</b>	<b>nachhaltig saniert + Lüftung</b>
Energieverbrauch [kWh]	309.770	257.177	172.800	84.650
Masse Pellets [kg]		52.485	35.265	17.276
Energiekosten [€] (0,170€/kg)		8.922	5.995	2.937
Energie-Einsparung zu Bestand	100%	17%	44%	73%

**Energieeinsparung Realschule: Bestand - EnEV-Sanierung, Nachhaltige Sanierung - Nachh. San. + Lüftungsanlage**



## 2.b. Investitionen Heizungs- und Gebäudetechnik für Förderschule, Realschule, Gymnasium

Um eine Vergleichbarkeit zu erzielen, muss einheitlich von einem gleichwertigen Gebäudestandard ausgegangen werden. Hierbei wird der Standard nach einer nachhaltigen Sanierung empfohlen, da somit die geringsten Unterhalts- und Energiekosten angesetzt werden können. Dies bedeutet zum einen, dass die Schulen gebäudeweise optimiert saniert werden sollten und jeweils die Kesselleistung modular erweitert werden muss. Es sind somit nicht Großgeräte, sondern mehrere Geräte mit auf das Gebäude abgestimmten Leistungsspektren nötig. Werden die Geräte zentral untergebracht, können durch Vernetzung dieser Einzelgeräte geringere Leistungsanforderung durch die Wahl des spezifischen Kessels und dessen Modulation erheblich wirtschaftlicher und lebenszeitverlängernd erbracht werden.

### Vorteile Pellets im Vergleich zu Hackschnitzeln:

Geringeres Lagervolumen (ähnlich Heizöl), daher keine größeren Umbaumaßnahmen, größere Anlieferungsintervalle

Einfacheres Anliefern und Abladen: keine Zufahrt, Schlauchförderung

Gleichmäßige Brennstoffqualität, geringerer Wassergehalt, daher höherer Wirkungsgrad (Hackschnitzel dürfen mit rel. Wassergehalt von bis zu 40 %, das entspricht einer Holzfeuchte von ca. 65 %, geliefert werden.

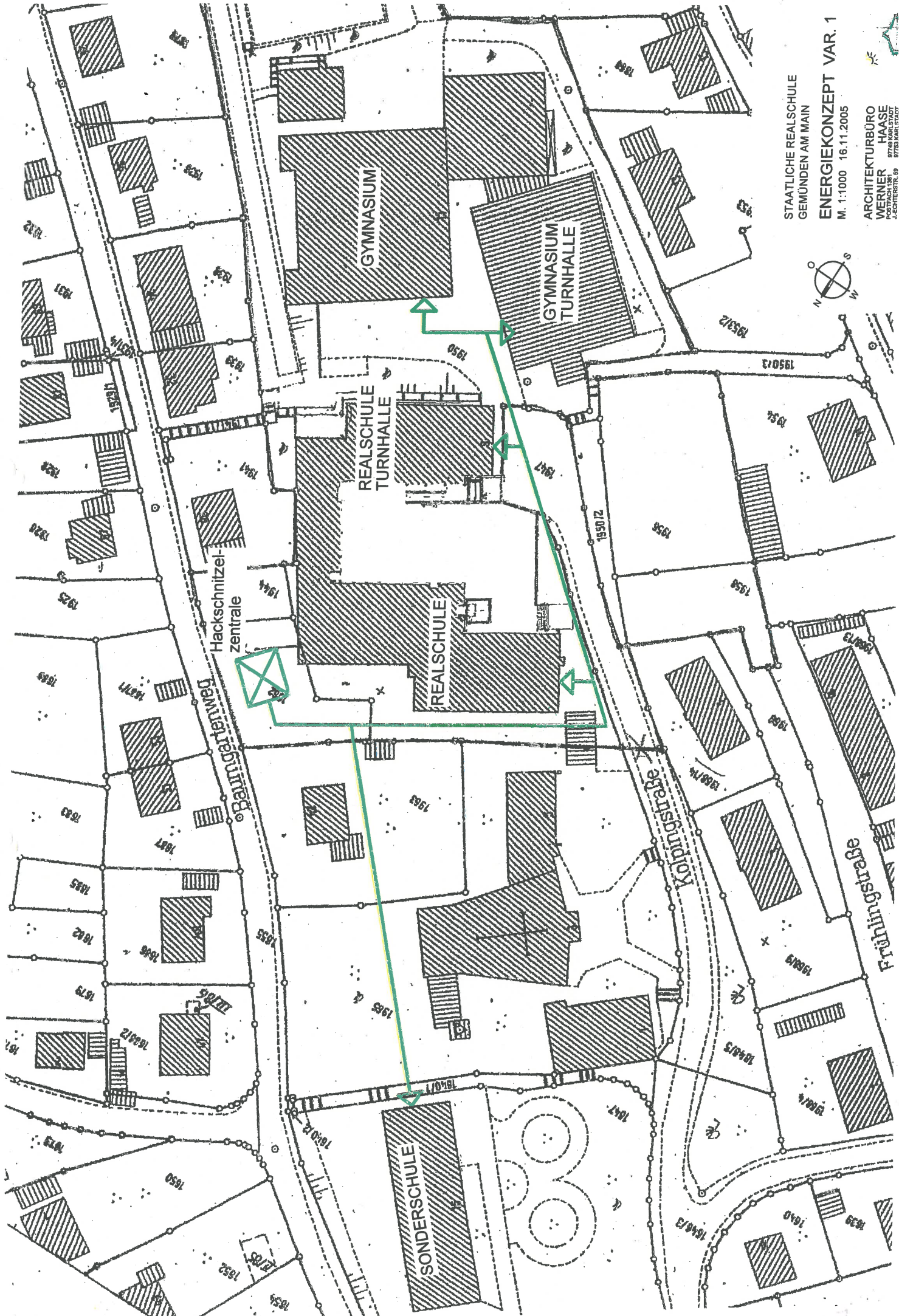
Hohe Feuchtigkeit von Hackschnitzeln führt zu Schimmelbildung, Modern/Fäulnis

Geringere Feinstaubemissionen, geringere Filtertechnik nötig

### Variante 1 - Hackschnitzel Heizung

Hackschnitzelkessel, mehrfach bzw. Redundanzkessel ÖL	600 kW	500	300.000,00
Hydraulik, Pufferspeicher, MSR	600 kW	100	60.000,00
Wärmeleitung Grünfläche	170 m	250	42.500,00
Wärmeleitung Straße	170 m	355	60.350,00
Gebäude / Bunker (einschl. Zufahrt)	1000 m <sup>3</sup>	150	150.000,00
<b>Technik- und Baukosten</b>			<b>612.850,00</b>
Nebenkosten (14 %)			85.799,00
Grundstückswert	680 m <sup>2</sup>	50	<u>unberücksichtigt</u>
			698.649,00

<b>Gesamtkosten Hackschnitzeltechnik rund</b>	<b>700.000,00</b>
---	-------------------



STAATLICHE REALSCHULE  
GEMÜNDEN AM MAIN

ENERGIEKONZEPT VAR. 1  
M. 1:1000 16.11.2005

ARCHITEXTURBÜRO  
HAASE  
WERNER  
POSTFACH 1381  
J. SECHTERSTR. 89  
97765 KARLSTADT

## Variante 2 - Pelletheizung in den einzelnen Schulen und HKAs in der RS-Turnhalle

Pelletheizung Realschule			
Kessel			50.000,00
Lager herrichten			10.000,00
Kaminsanierungen	1	10000	10.000,00
MSR	1	15000	15.000,00
<b>Pelletheizung Realschule</b>			<b>85.000,00</b>

Pelletheizung Gymnasium			
Kessel			80.000,00
Lager herrichten			10.000,00
Saugrüssel			10.000,00
Zwischenbehälter			5.000,00
Kaminsanierungen	1	10000	10.000,00
MSR	1	15000	15.000,00
<b>Pelletheizung Gymnasium</b>			<b>130.000,00</b>

Pelletheizung Förderschule			
Kessel			45.000,00
Lager herrichten			10.000,00
MSR	1	15000	15.000,00
Kaminsanierung	1	10000	10.000,00
<b>Pelletheizung Förderschule</b>			<b>80.000,00</b>

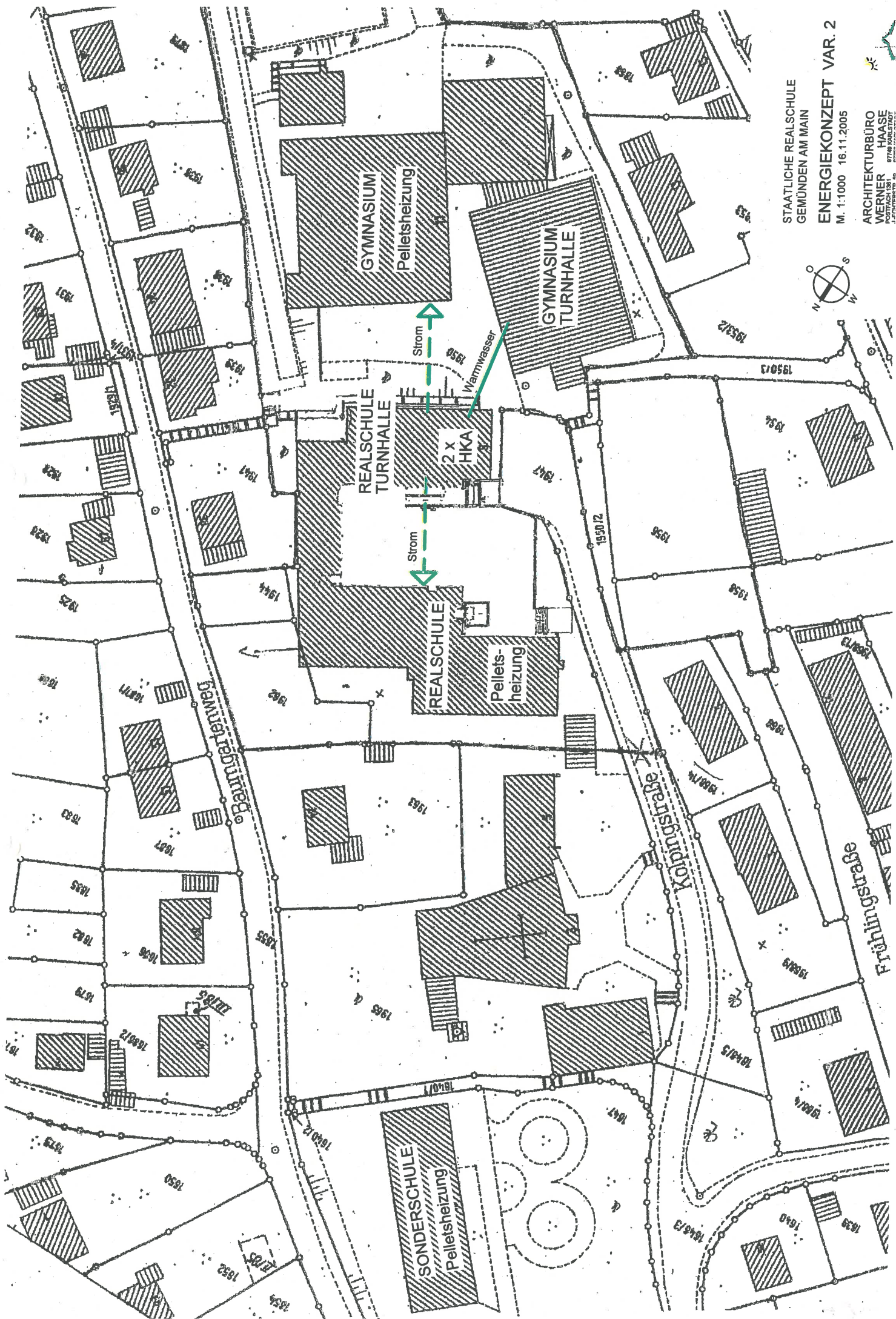
HKA Turnhalle			
BHKW, Senertec, 5,5 kW el	2	22000	44.000,00
Verbund Gym.Turnhalle	15 m	355	5.325,00
Puffer Gym.Turnhalle			5.000,00
Gasanschluss			10.000,00
Kaminsanierungen	1	4000	4.000,00
MSR	1	25000	25.000,00
HKA Turnhalle			<b>93.325,00</b>

**Technikkosten** **388.325,00**

Nebenkosten (16%) 62.132,00  
450.457,00

<b>Gesamtkosten dezentrale Technik rund</b>	<b>450.000,00</b>
---	-------------------





STAATLICHE REALSCHULE  
 GEMÜNDEN AM MAIN  
 ENERGIEKONZEPT VAR. 2  
 M. 1:1000 16.11.2005

ARCHITEKTURBÜRO  
 WERNER HAASE  
 POSTFACH 1385  
 67766 FRIEDRICHSDORF  
 LEIFRIEDRICHSDORF

### Variante 3 - Pelletheizungszentrale für Gymnasium und Realschule + HKAs und Einzelpelletheizung in der Förderschule

Pelletheizung Realschule			
Kessel RS			50.000,00
Kessel Gym			80.000,00
Saugrüssel			7.500,00
Zwischenbehälter			5.000,00

Wärmeleitung zu Gymnasium	60 m	355	21.300,00
Übergabestat.	2 psch	3000	6.000,00
Umbau Schwimmhalle - Lager (abzgl. Sowiesokosten für Hausmeisterei)	1067 m <sup>3</sup>	50	53.350,00
<b>Pelletzentrale RS-Turn-/Schwimmhalle</b>			<b>223.150,00</b>

Pelletheizung Förderschule			
Kessel			45.000,00
Lager herrichten			10.000,00
MSR	1	15000	15.000,00
Kaminsanierung	1	10000	10.000,00
<b>Pelletheizung Förderschule</b>			<b>80.000,00</b>

HKA Turnhalle			
BHKW, Senertec 5,5 kW el	2	22000	44.000,00
Verbund Gym.Turnhalle	15 m	355	5.325,00
Puffer Gym.Turnhalle			5.000,00
Gasanschluss			10.000,00
Kaminsanierungen	1	4000	4.000,00
MSR	1	25000	25.000,00
<b>HKA Turnhalle</b>			<b>93.325,00</b>

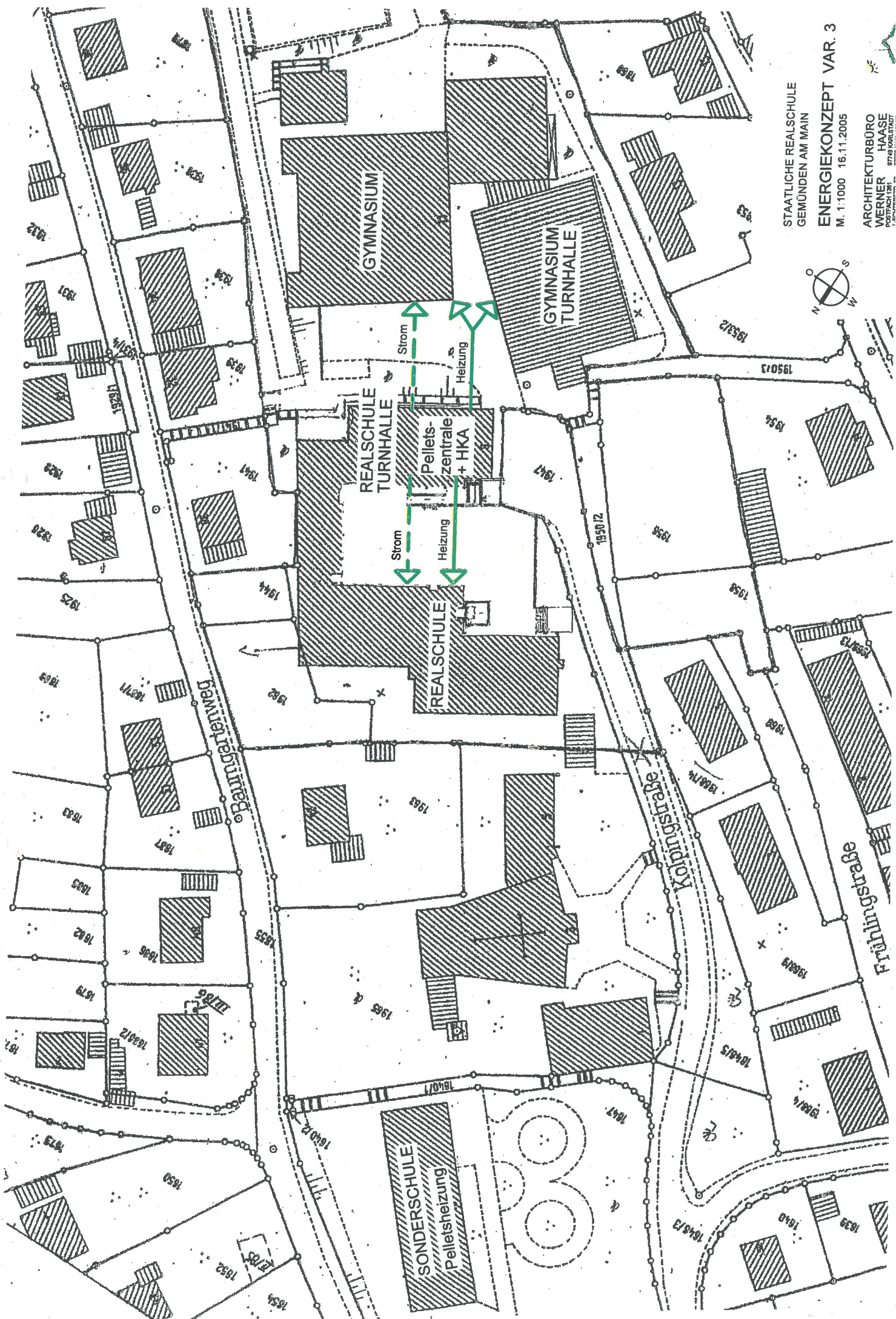
<b>Technikkosten</b>			<b>396.475,00</b>
Nebenkosten (16%)			<u>63.436,00</u>
			459.911,00

<b>Gesamtkosten dezentrale Technik rund</b>	<b>460.000,00</b>
---	-------------------

Bei Entfallen der Förderschule Gesamtkosten 380.000 €

---





STAATLICHE REALSCHULE  
 GEMÜNDEN AM MAIN  
**ENERGIEKONZEPT VAR. 3**  
 M. 1:1000 16.11.2005



ARCHITEKTURBÜRO  
**WERNER HAASE**  
 POSTFACH 1301  
 97468 WÜRZBURG

## Ölheizungen

Ölheizung Realschule			
Kessel	200 kW	150	30.000,00
Tanksanierung			10.000,00
Ölheizung Gymnasium			
Kessel	500 kW	150	75.000,00
Tanksanierung			20.000,00
Ölheizung Förderschule			
Kessel	175 kW	150	26.250,00
Tanksanierung			7.500,00
Kaminsanierungen	3	10000	<u>30.000,00</u>
			198.750,00
<b>Technikkosten</b>			<b>198.750,00</b>
Nebenkosten (10%)			<u>19.875,00</u>
			218.625,00

<b>Gesamtkosten Ölheizungstechnik</b>	<b>220.000,00</b>
---------------------------------------	-------------------

---



---



## 2.c. Energiekosten Hackschnitzel - Pellettechnik für Förderschule, Realschule und Gymnasium

### Variante 1 - Gebäude optimiert saniert, Hackschnitzelanlage

inkl. Leitungsverluste u. schlechterer Wirkungsgrad der Anlage 5%

Energiebedarf Gesamt	766.354 kWh
Wirkungsgrad- u. Leitungsverluste 5 %	38.318 kWh
Kosten Hackschnitzel	0,027 €/kWh

<b>Energiekosten pro Jahr</b>	<b>21.726 €</b>
-------------------------------	-----------------

Mehrinvestition Technik u. Gebäude	240.000 €
Wartung / Unterhalt rund (3,5%)	24.500 €

### Variante 2 - Gebäude optimiert saniert, Pellets- Einzelgeräte+HKA-Verbund der Turnhallen

Energiebedarf Gesamt Gebäude	723.854 kWh
Energiebedarf Warmwasser Turnhallen	42.500 kWh
Wärmemenge/ -gewinn aus HKA's	-58.000 kWh
Gesamtenergiebedarf	708.354 kWh

Pelletskosten	0,034 €/kWh
Verbrauch Pellets pro Jahr	24.084 €

Energiebedarf HKA	88.889 kWh
Gaskosten	0,055 €/kWh
Verbrauch Gas pro Jahr	4.889 €

Stromtarif Eigenverwendung	0,11 €/kWh
Erzeugte Strommenge HKA	22.000 kWh
Stromgutschrift HKA	2.420 €

<b>Energiekosten pro Jahr</b>	<b>26.553 €</b>
-------------------------------	-----------------

Wartung / Unterhalt rund (3,5%)	15.750 €
---------------------------------	----------

### Variante 3 - Gebäude optimiert saniert, Pellets-Zentrale in der Turnhalle+HKA-Verbund der Turnhallen

Energiebedarf Gesamt Gebäude	723.854 kWh
Energiebedarf Warmwasser Turnhallen	42.500 kWh
Wärmemenge aus HKA's	-58.000 kWh
<b>Gesamtenergiebedarf</b>	<b>708.354 kWh</b>

Pelletskosten	0,034 €/kWh
Verbrauch Pellets pro Jahr	24.084 €

Energiebedarf HKA	88.889 kWh
Gaskosten	0,055 €/kWh
Verbrauch Gas pro Jahr	4.889 €

Stromtarif Eigenverwendung	0,11 €/kWh
Erzeugte Strommenge HKA	22.000 kWh
Stromgutschrift HKA	2.420 €

<b>Energiekosten pro Jahr</b>	<b>26.553 €</b>
-------------------------------	-----------------

Wartung / Unterhalt rund (2,5%)	11.500 €
---------------------------------	----------

### Vergleich Bestand mit Ölheizung, Stand 2005

Energiebedarf Gesamt	1.661.309 kWh
----------------------	---------------

Heizöl	0,06 €/kWh
--------	------------

<b>Energiekosten pro Jahr</b>	<b>99.679 €</b>
-------------------------------	-----------------

Wartung / Unterhalt rund (2,5%)	5.500 €
---------------------------------	---------

## 2.d. Vergleich der Gesamtkosten / Wirtschaftlichkeit einer Hackschnitzeltechnik gegenüber einer Pellettechnik + HKA bei gleicher nachhaltiger Sanierung der vorgenannten Schulen

Ausgangssituation BESTAND Gesamt 167.000 Liter Öl á. 0,6 €/L 100.200,00 €

GESAMTKOSTEN PRO JAHR 100.200,00 €

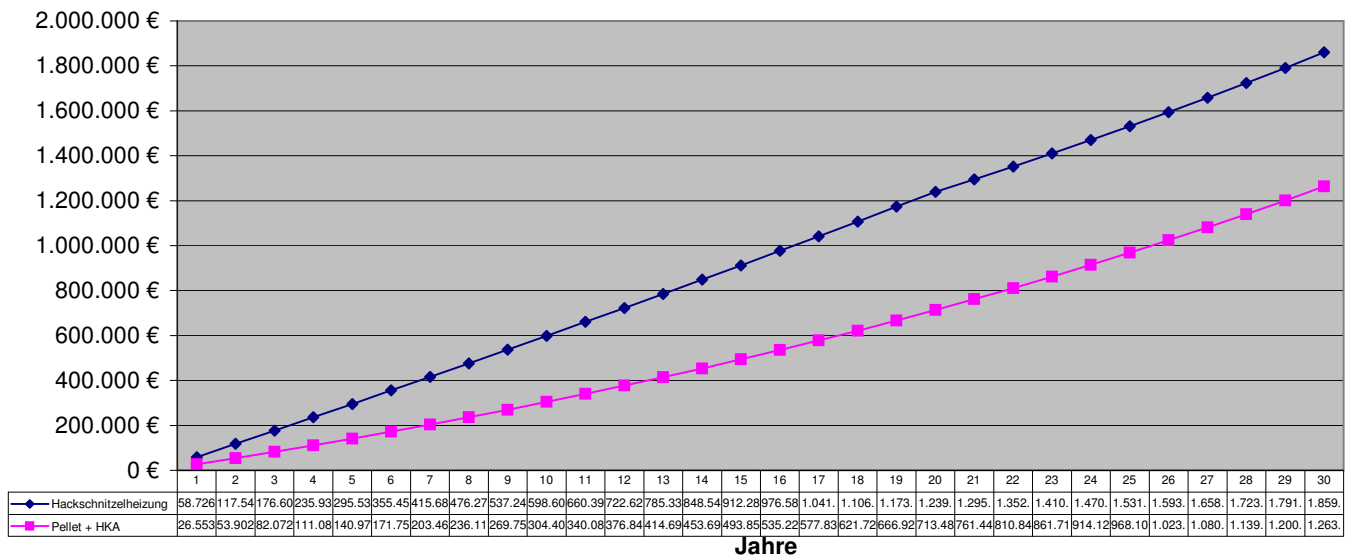
Pellet	708.354	kWh	á.	0,034 €/kWh	24.084,04 €
HKA - Gas	88.889	kWh	á.	0,055 €/kWh	4.888,90 €
HKA - Eigenverwendung Strom	22.000	kWh	á.	-0,11 €/kWh	-2.420,00 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>					<b>26.552,93 €</b>

Variante 1 - Hackschnitzelzentrale

Gesamt	766.354	kWh	á.	0,027 €/kWh	20.691,56 €
Wirkungsgrad- /Leitungsverlus- te	0,05	38.318	kWh	á.	1.034,58 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>					<b>21.726,14 €</b>

**EINSPARUNG HACKSCHNITZEL ZU PELLETS+HKA PRO JAHR 4.826,80 €**

**Kumulierte Gesamtkosten - Energie und Kapital**



Um den Gesamtsituation vergleichen zu können, wurde der Hackschnitzelzentrale für alle Schulen die Lösung mit Pellet-HKA-Verbund zwischen Realschule und Gymnasium sowie Einzelpelletheizung für die Förderschule gegenübergestellt. Die Grafik beinhaltet die jährlich kumulierten Kosten, die sich aus Energiekosten, Wartungskosten/Rücklagenbildung und den Kapitalkosten (Zins und Tilgung) aus den Mehraufwendungen für die Hackschnitzelheizung ergeben. [Eckdaten der Berechnung: 2% Energiepreissteigerung Hackschnitzel, 3 % Energiepreissteigerung Pellet und Gas, 5 % Kalkulationszins, 20 Jahre Laufzeit, Energiedaten und Kosten sind Schätzungen]

Variante Hackschnitzelzentrale

Variante  
Pellets+HKA

Bestand

Energiekosten	Wartung/Afa	Zinskosten	Tilgungskosten	Zinsvorteil	Summe:	Summe:	Summe:
21.726 €	13.000 €	12.000 €	12.000 €		58.726 €	26.553 €	100.200 €
22.161 €	13.260 €	11.400 €	12.000 €		117.547 €	53.902 €	205.410 €
22.604 €	13.658 €	10.800 €	12.000 €		176.608 €	82.072 €	315.881 €
23.056 €	14.068 €	10.200 €	12.000 €		235.932 €	111.088 €	431.875 €
23.517 €	14.490 €	9.600 €	12.000 €		295.539 €	140.973 €	553.668 €
23.987 €	14.924 €	9.000 €	12.000 €		355.450 €	171.755 €	681.552 €
24.467 €	15.372 €	8.400 €	12.000 €		415.689 €	203.461 €	815.829 €
24.957 €	15.833 €	7.800 €	12.000 €		476.279 €	236.118 €	956.821 €
25.456 €	16.308 €	7.200 €	12.000 €		537.243 €	269.754 €	1.104.862 €
25.965 €	16.797 €	6.600 €	12.000 €		598.605 €	304.400 €	1.260.305 €
26.484 €	17.301 €	6.000 €	12.000 €		660.390 €	340.085 €	1.423.520 €
27.014 €	17.820 €	5.400 €	12.000 €		722.624 €	376.840 €	1.594.896 €
27.554 €	18.355 €	4.800 €	12.000 €		785.333 €	414.698 €	1.774.841 €
28.105 €	18.906 €	4.200 €	12.000 €		848.544 €	453.692 €	1.963.783 €
28.667 €	19.473 €	3.600 €	12.000 €		912.284 €	493.856 €	2.162.172 €
29.241 €	20.057 €	3.000 €	12.000 €		976.581 €	535.224 €	2.370.481 €
29.825 €	20.659 €	2.400 €	12.000 €		1.041.465 €	577.834 €	2.589.205 €
30.422 €	21.278 €	1.800 €	12.000 €		1.106.965 €	621.722 €	2.818.865 €
31.030 €	21.917 €	1.200 €	12.000 €		1.173.112 €	666.926 €	3.060.008 €
31.651 €	22.574 €	600 €	12.000 €		1.239.938 €	713.487 €	3.313.209 €
32.284 €	23.251 €	0 €	0 €		1.295.473 €	761.445 €	3.579.069 €
32.930 €	23.949 €				1.352.352 €	810.841 €	3.858.222 €
33.588 €	24.668 €				1.410.607 €	861.719 €	4.151.334 €
34.260 €	25.408 €				1.470.275 €	914.124 €	4.459.100 €
34.945 €	26.170 €				1.531.390 €	968.100 €	4.782.255 €
35.644 €	26.955 €				1.593.989 €	1.023.696 €	5.121.568 €
36.357 €	27.763 €				1.658.109 €	1.080.960 €	5.477.846 €
37.084 €	28.596 €				1.723.789 €	1.139.942 €	5.851.939 €
37.826 €	29.454 €				1.791.069 €	1.200.693 €	6.244.736 €
38.582 €	30.338 €				1.859.990 €	1.263.267 €	6.657.173 €
<b>881.388 €</b>	<b>469.495 €</b>	<b>126.000 €</b>	<b>240.000 €</b>	<b>0 €</b>	<b>1.716.883 €</b> (brutto)	<b>1.263.267 €</b> (brutto)	<b>6.657.173 €</b> (brutto)

15 Jahre: Mehrkosten Hackschnitzeltechnik gegenüber Pellets+HKA 418.428 € (brutto)

20 Jahre: Mehrkosten Hackschnitzeltechnik gegenüber Pellets+HKA 526.450 € (brutto)

30 Jahre: Mehrkosten Hackschnitzeltechnik gegenüber Pellets+HKA 596.723 € (brutto)

Fazit: Die Energiekosten entwickeln sich für eine Hackschnitzellösung günstiger als für eine Pelletslösung. Allerdings können die wesentlich höheren Anfangsinvestitionen für eine Hackschnitzelzentrale (ca. 240.000 €) und die mit einer Kreditaufnahme verbundenen Zinseszinsseffekte nicht durch die geringeren Energiekosten im Betrachtungszeitraum von 30 Jahren ausgeglichen werden.

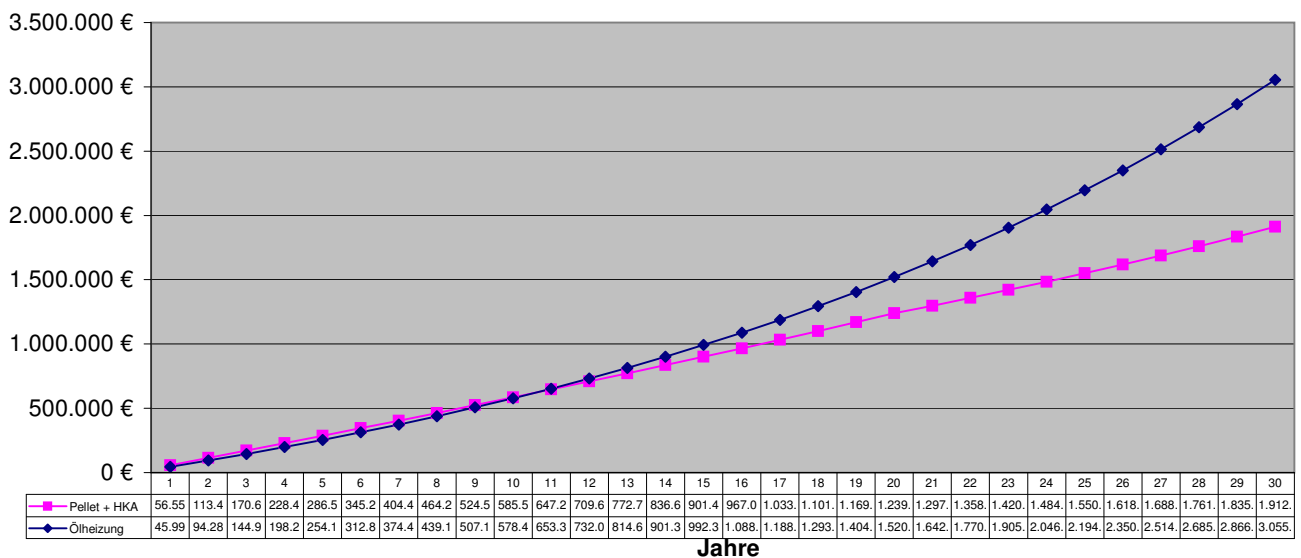
## 2.e. Vergleich der Gesamtkosten / Wirtschaftlichkeit einer Pellettechnik gegenüber dem Einsatz von fossilem Heizöl

Variante Ölheizung	Gesamt	76.650	l Öl	á.	0,6 €/L	45.990,00 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>						<b>45.990,00 €</b>

Variante Pelletszentrale + HKA	Gesamt	Pellet	708.354	kWh	á.	0,034 €/kWh	24.084,04 €
		HKA - Gas	88.889	kWh	á.	0,055 €/kWh	4.888,89 €
		HKA - Eigenverwendung Strom	22.000	kWh	á.	-0,11 €/kWh	-2.420,00 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>						<b>26.552,92 €</b>	

<b>EINSPARUNG PELLETS+HKA ZU ÖIKESSEL PRO JAHR</b>	<b>19.437,08 €</b>
--	--------------------

**Kumulierte Gesamtkosten - Energie und Kapital**



Die Grafik beinhaltet die jährlich kumulierten Kosten, die sich aus Energiekosten, Wartungskosten und den Kapitalkosten (Zins und Tilgung) aus den Mehraufwendungen für die Pelletheizung ergeben. Zinsvorteil aufgrund der ökologischen Investition und Marktsituation bei 2,5 % [Eckdaten der Berechnung: 5% Energiepreissteigerung Heizöl, 3 % Energiepreissteigerung Pellet und Gas, 7 % Kalkulationszins, 20 Jahre Laufzeit; Energiedaten und Kosten sind Schätzungen]

Variante Pellet + HKA

Ölheizung

Energiekosten	Wartung/Afa	Zinskosten	Tilgungskosten		Zinsvorteil
26.553 €	6.000 €	12.000 €	12.000 €		
27.350 €	6.120 €	11.400 €	12.000 €		
28.170 €	6.304 €	10.800 €	12.000 €		
29.015 €	6.493 €	10.200 €	12.000 €		
29.886 €	6.687 €	9.600 €	12.000 €		
30.782 €	6.888 €	9.000 €	12.000 €		
31.706 €	7.095 €	8.400 €	12.000 €		
32.657 €	7.308 €	7.800 €	12.000 €		
33.636 €	7.527 €	7.200 €	12.000 €		
34.646 €	7.753 €	6.600 €	12.000 €		
35.685 €	7.985 €	6.000 €	12.000 €		
36.755 €	8.225 €	5.400 €	12.000 €		
37.858 €	8.472 €	4.800 €	12.000 €		
38.994 €	8.726 €	4.200 €	12.000 €		
40.164 €	8.987 €	3.600 €	12.000 €		
41.369 €	9.257 €	3.000 €	12.000 €		
42.610 €	9.535 €	2.400 €	12.000 €		
43.888 €	9.821 €	1.800 €	12.000 €		
45.205 €	10.115 €	1.200 €	12.000 €		
46.561 €	10.419 €	600 €	12.000 €		
47.958 €	10.731 €	0 €	0 €		
49.396 €	11.053 €				
50.878 €	11.385 €				
52.404 €	11.727 €				
53.977 €	12.078 €				
55.596 €	12.441 €				
57.264 €	12.814 €				
58.982 €	13.198 €				
60.751 €	13.594 €				
62.574 €	14.002 €				
<b>1.263.266 €</b>	<b>216.690 €</b>	<b>126.000 €</b>	<b>240.000 €</b>		<b>0 €</b>

Summe:
56.553 €
113.422 €
170.696 €
228.404 €
286.577 €
345.247 €
404.447 €
464.212 €
524.575 €
585.573 €
647.243 €
709.624 €
772.753 €
836.673 €
901.424 €
967.050 €
1.033.594 €
1.101.103 €
1.169.623 €
1.239.202 €
1.297.891 €
1.358.341 €
1.420.604 €
1.484.735 €
1.550.790 €
1.618.827 €
1.688.904 €
1.761.085 €
1.835.430 €
1.912.006 €
<b>1.912.006 €</b>

(brutto)

Summe:
45.990 €
94.280 €
144.983 €
198.223 €
254.124 €
312.820 €
374.451 €
439.164 €
507.112 €
578.457 €
653.370 €
732.029 €
814.620 €
901.341 €
992.398 €
1.088.008 €
1.188.398 €
1.293.808 €
1.404.489 €
1.520.703 €
1.642.728 €
1.770.855 €
1.905.388 €
2.046.647 €
2.194.969 €
2.350.708 €
2.514.233 €
2.685.935 €
2.866.222 €
3.055.523 €
<b>3.055.523 €</b>

(brutto)

Amortisationszeitpunkt (Investition = Ausgaben kumuliert)	nach 10 Jahren
Kostenvorteil Pellets+HKA gegenüber Öltechnik	nach 15 Jahren 90.974 € (brutto)
Kostenvorteil Pellets+HKA gegenüber Öltechnik	nach 20 Jahren 281.501 € (brutto)
Kostenvorteil Pellets+HKA gegenüber Öltechnik	nach 30 Jahren 1.143.517 € (brutto)

### 3. Einzelbetrachtung Realschule

#### 3.a. Investitionen Heizungs- und Gebäudetechnik

##### Reparatur: Brandschutz, Anbau, WCs, Naturwissenschaften

Reparatur Anbau	1485 m³	160	237.600,00
Bauko Umbau Haupthaus			116.000,00
RS Türen			42.282,00
Fluchttreppen			60.000,00
Fluchtweg Herrichten			6.960,00
Fliesenarbeiten			39.614,00
WC Trennwände			10.353,00
Sanitärgegenstände			46.400,00
Sitzreihen Physik / Chemie			10.544,00
Baustelleneinrichtung			2.000,00
<b>Reparaturkosten</b>			<b>571.753,00</b>
Ausstattung			230.000,00
Nebenkosten aus Reparaturkosten (16 %)			91.480,48
			<b>893.233,48</b>

<b>Gesamtkosten Gebäudereparatur (brutto)</b>	<b>900.000</b>
---	----------------

---

#### Nachhaltige Generalsanierung einschl. Pelletheiztechnik für Realschule

Gesamtkosten (brutto) ca.	3.000.000
FAG-Förderung ca.	750.000

<b>Investitionssumme Landkreis (brutto)</b>	<b>2.250.000</b>
---	------------------

---

#### Wartungskosten Realschule der letzten Haushaltsjahre [€]

1997	15.235,00
1998	32.778,00
1999	19.697,00
2000	27.583,00
2001	135.708,00
2002	18.507,00
2003	45.003,00
2004	38.487,00
2005	5.554,00
Gesamt	338.552,00

<b>Aufwand pro Jahr</b>	<b>37.617</b>
-------------------------	---------------

### 3.b. Energiekosten am Beispiel Realschule

#### 1. Bestand: Heizölkessel

Gebäude	Bestand in kWh
Realschule	309.770
Turnhalle Realschule	93.239
WW Turnhalle Realschule	24.140
<b>Gesamt</b>	<b>427.149</b>

Heizölkosten 0,06 €/kWh  
 Verbrauch pro Jahr 25.629 €

#### 2. '900.000 €' - Reparatur + Heizölkessel

Gebäude	saniert in kWh
Realschule	289.933
Turnhalle Realschule	93.239
WW Turnhalle Realschule	24.140
<b>Gesamt</b>	<b>407.312</b>

Heizölkosten 0,06 €/kWh  
 Verbrauch pro Jahr 24.439 €

#### 3. EnEV-Sanierung mit Heizölkessel (Stand wie Technik 2005)

Gebäude	saniert in kWh
Realschule	257.177
Turnhalle Realschule	89.469
WW Turnhalle Realschule	17.000
<b>Gesamt</b>	<b>363.646</b>

Heizölkosten 0,06 €/kWh  
 Verbrauch Realschule 21.819 €



**4. Nachhaltige Gesamtanierung: Pelletkessel + HKA + Lüftung**

<b>Gebäude</b>	<b>saniert in kWh</b>
Realschule	84.654
Turnhalle Realschule	65.559
WW Turnhalle Realschule	17.000
<b>Gesamt</b>	<b>167.213</b>
Wärmemenge aus HKA	-29.000
<b>Gesamt</b>	<b>138.213</b>

Pelletskosten 0,034 €/kWh  
 Pelletsmenge 28 to

**Verbrauch Realschule+TH+WW 4.699 €/a**

Energiebedarf HKA 44.444 kWh  
 Gaskosten 0,055 €/kWh

**Verbrauch HKA 2.444 €/a**

Stromtarif Eigenverwendung 0,11 €/kWh  
 Erzeugte Strommenge HKA 11.000 kWh

**Stromgutschrift HKA -1.210 €/a**

**Verbrauchkosten abzgl. Stromgutschrift pro Jahr 5.934 €/a**

Wartungsmehrkosten geg. Ölheizung ohne HKA 2.000 €

**3. d. Vergleich der Gesamtkosten / Wirtschaftlichkeit einer EneV-Sanierung mit Ölheizung gegenüber einer nachhaltigen Sanierung mit Pellettechnik, HKA und Lüftungsanlage: kumulierte Gesamtkosten**

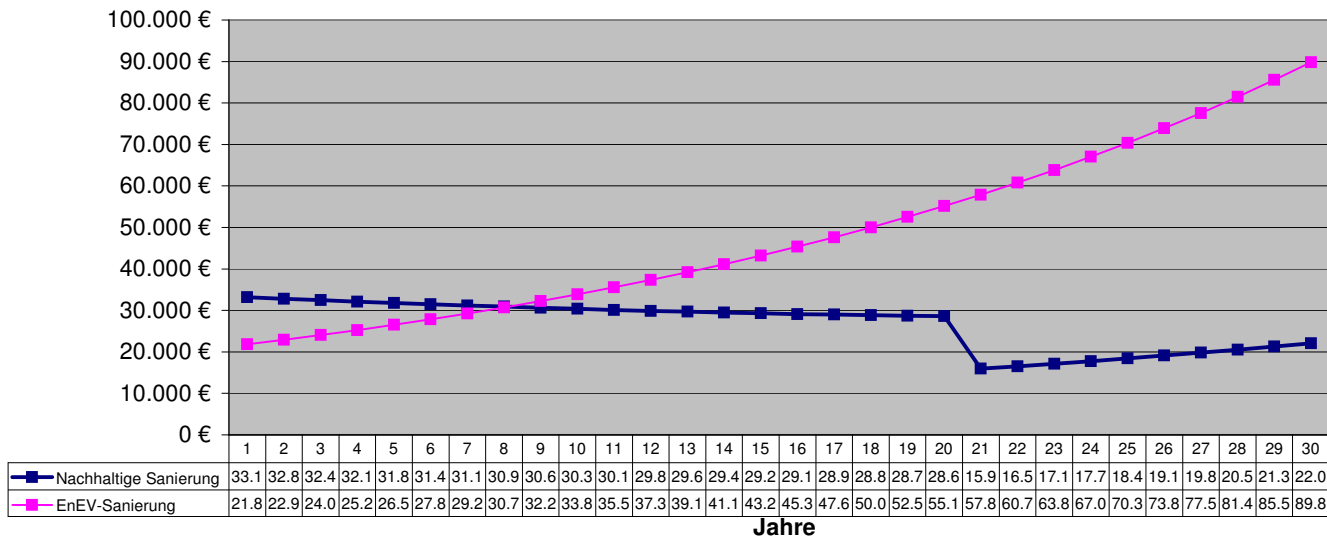
900.000 € - Reparatur	Gesamt	40.731	Liter Öl	á.	0,6 €/L	24.438,60 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>						<b>24.438,60 €</b>

EnEV-Sanierung	Gesamt	36.365	Liter Öl	á.	0,6 €/L	21.819,00 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>						<b>21.819,00 €</b>

Nachhaltige Generalsanierung	Pellets	138.213	kWh	á.	0,034 €/kWh	4.699,24 €
	Energiebedarf HKA	44.444	kWh	á.	0,055 €/kWh	2.444,42 €
	Stromgutschrift	-11.000	kWh	á.	0,11 €/kWh	-1.210,00 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>						<b>5.933,66 €</b>

<b>EINSPARUNG NACHHALTIGE GENERALSANIERUNG ZU EneV-SANIERUNG</b>						<b>15.885,34 €</b>
--	--	--	--	--	--	--------------------

**Jährliche Gesamtkosten - Energie und Kapital**



Die Grafik beinhaltet die jährlich kumulierten Kosten, die sich aus Energiekosten und den Kapitalkosten (Zins und Tilgung) aus den Mehraufwendungen für die optimierte Lösung (300.000 €) ergeben. [Eckdaten der Berechnung: 5% Energiepreissteigerung Öl, 3% Energiepreissteigerung Pellets, 5% Kalkulationszins, 20 Jahre Laufzeit, Mehrwartung Pellets+HKA 1000 €/a, Energiedaten und Kosten sind Schätzungen]

## Nachhaltige Generalsanierung

## EneV-Sanierung

Energiekosten	Wartung	Zins	Tilgung	Stromeinsp.	Zinsvorteil	Summe:	Summe:
5.934 €	2.000 €	12.625 €	12.625 €			33.184 €	21.819 €
6.112 €	2.070 €	11.994 €	12.625 €			32.800 €	22.910 €
6.295 €	2.174 €	11.363 €	12.625 €			32.456 €	24.055 €
6.484 €	2.282 €	10.731 €	12.625 €			32.122 €	25.258 €
6.678 €	2.396 €	10.100 €	12.625 €			31.800 €	26.521 €
6.879 €	2.516 €	9.469 €	12.625 €			31.489 €	27.847 €
7.085 €	2.642 €	8.838 €	12.625 €			31.190 €	29.240 €
7.298 €	2.774 €	8.206 €	12.625 €			30.903 €	30.702 €
7.517 €	2.913 €	7.575 €	12.625 €			30.629 €	32.237 €
7.742 €	3.058 €	6.944 €	12.625 €			30.369 €	33.848 €
7.974 €	3.211 €	6.313 €	12.625 €			30.123 €	35.541 €
8.214 €	3.372 €	5.681 €	12.625 €			29.892 €	37.318 €
8.460 €	3.540 €	5.050 €	12.625 €			29.675 €	39.184 €
8.714 €	3.717 €	4.419 €	12.625 €			29.475 €	41.143 €
8.975 €	3.903 €	3.788 €	12.625 €			29.291 €	43.200 €
9.244 €	4.098 €	3.156 €	12.625 €			29.124 €	45.360 €
9.522 €	4.303 €	2.525 €	12.625 €			28.975 €	47.628 €
9.807 €	4.519 €	1.894 €	12.625 €			28.845 €	50.010 €
10.102 €	4.744 €	1.263 €	12.625 €			28.734 €	52.510 €
10.405 €	4.982 €	631 €	12.625 €			28.643 €	55.136 €
10.717 €	5.231 €	0 €	0 €			15.948 €	57.892 €
11.038 €	5.492 €					16.531 €	60.787 €
11.370 €	5.767 €					17.136 €	63.826 €
11.711 €	6.055 €					17.766 €	67.018 €
12.062 €	6.358 €					18.420 €	70.368 €
12.424 €	6.676 €					19.100 €	73.887 €
12.796 €	7.010 €					19.806 €	77.581 €
13.180 €	7.360 €					20.541 €	81.460 €
13.576 €	7.728 €					21.304 €	85.533 €
13.983 €	8.115 €					22.098 €	89.810 €
<b>282.296 €</b>	<b>94.119 €</b>	<b>132.563 €</b>	<b>252.500 €</b>			<b>798.367 €</b>	<b>1.449.629 €</b>

(brutto)

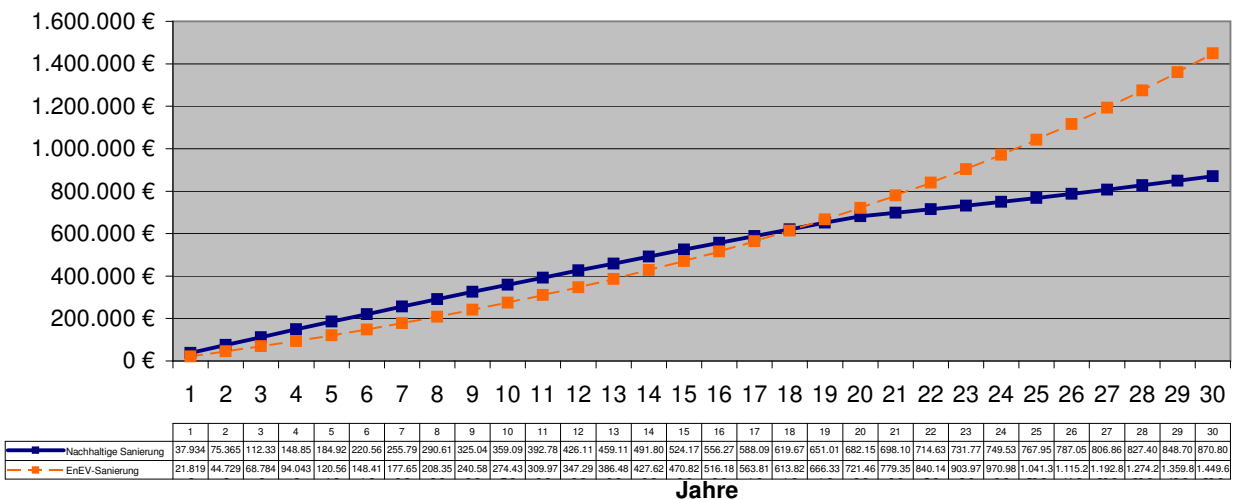
(brutto)

Die jährliche Belastung durch eine nachhaltige Sanierung gleicht sich mit den jährlichen Belastungen durch eine EneV-Standardsanierung nach 8 Jahren aus.

**3. c. Vergleich der Gesamtkosten / Wirtschaftlichkeit einer EneV-Sanierung mit Ölheizung gegenüber einer nachhaltigen Sanierung mit Pellettechnik, HKA und Lüftungsanlage: kumulierte Gesamtkosten**

Reparatur	Gesamt	40.731	Liter Öl	á.	0,6 €/L	24.438,60 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>						<b>24.438,60 €</b>
EnEV-Sanierung	Gesamt	36.365	Liter Öl	á.	0,6 €/L	21.819,00 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>						<b>21.819,00 €</b>
Nachhaltige Generalsanierung	Gesamt	138.213	kWh	á.	0,034 €/kWh	4.699,24 €
	Energiebedarf HKA	44.444	kWh	á.	0,055 €/kWh	2.444,42 €
	Eigenverwendung Strom	-11.000	kWh	á.	0,11 €/kWh	-1.210,00 €
<b>GESAMTKOSTEN PRO JAHR</b>						<b>5.933,66 €</b>
<b>EINSPARUNG NACHHALTIGE GENERALSANIERUNG ZU EneV-SANIERUNG</b>						<b>15.885,34 €</b>

**Kumulierte Gesamtkosten - Energie und Kapital**



Die Grafik beinhaltet die jährlich kumulierten Kosten, die sich aus Energiekosten und den Kapitalkosten (Zins und Tilgung) aus den Mehraufwendungen für die optimierte Lösung (300.000 €) ergeben. [Eckdaten der Berechnung: 5% Energiepreissteigerung Öl, 3 % Energiepreissteigerung Pellets, 5% Kalkulationszins, 20 Jahre Laufzeit, Mehrwartung Pellets+HKA 1000 €/a, Energiedaten und Kosten sind Schätzungen]. Eine Investition in eine nachhaltige Sanierung einschl. Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung amortisiert sich nach 17 Jahren. Hierbei sind die positiven Auswirkungen auf die Lufthygiene (z.B. Konzentrationsfähigkeit aufgrund geringer CO2-Konzentration) und die Gesundheit (z.B. Feinstaubbelastung) nicht bewertet bzw. monetarisiert. Eine nachhaltige Sanierung basiert auf einer Lebenszyklusbetrachtung von ca. 50 bis 60 Jahren. In diesem Zusammenhang ist eine Amortisation nach 1/3 der Lebenszeit vertretbar, zumal weitere Investitionen in die Lüftungstechnik nur die Zentralgeräte, nicht aber das Leitungsnetz betreffen.

Nachhaltige Generalsanierung

EneV-Sanierung

Energiekosten	Wartung	Zins	Tilgung	Stromeinsp.	Zinsvorteil	Summe:	Summe:
5.934 €	2.000 €	15.000 €	15.000 €			37.934 €	21.819 €
6.112 €	2.070 €	14.250 €	15.000 €			75.365 €	44.729 €
6.295 €	2.174 €	13.500 €	15.000 €			112.334 €	68.784 €
6.484 €	2.282 €	12.750 €	15.000 €			148.850 €	94.043 €
6.678 €	2.396 €	12.000 €	15.000 €			184.925 €	120.564 €
6.879 €	2.516 €	11.250 €	15.000 €			220.569 €	148.411 €
7.085 €	2.642 €	10.500 €	15.000 €			255.796 €	177.650 €
7.298 €	2.774 €	9.750 €	15.000 €			290.618 €	208.352 €
7.517 €	2.913 €	9.000 €	15.000 €			325.047 €	240.589 €
7.742 €	3.058 €	8.250 €	15.000 €			359.098 €	274.437 €
7.974 €	3.211 €	7.500 €	15.000 €			392.783 €	309.978 €
8.214 €	3.372 €	6.750 €	15.000 €			426.119 €	347.296 €
8.460 €	3.540 €	6.000 €	15.000 €			459.119 €	386.480 €
8.714 €	3.717 €	5.250 €	15.000 €			491.800 €	427.623 €
8.975 €	3.903 €	4.500 €	15.000 €			524.179 €	470.823 €
9.244 €	4.098 €	3.750 €	15.000 €			556.272 €	516.183 €
9.522 €	4.303 €	3.000 €	15.000 €			588.097 €	563.811 €
9.807 €	4.519 €	2.250 €	15.000 €			619.673 €	613.821 €
10.102 €	4.744 €	1.500 €	15.000 €			651.019 €	666.331 €
10.405 €	4.982 €	750 €	15.000 €			682.155 €	721.466 €
10.717 €	5.231 €	0 €	0 €			698.103 €	779.358 €
11.038 €	5.492 €					714.634 €	840.145 €
11.370 €	5.767 €					731.770 €	903.972 €
11.711 €	6.055 €					749.536 €	970.989 €
12.062 €	6.358 €					767.956 €	1.041.358 €
12.424 €	6.676 €					787.056 €	1.115.244 €
12.796 €	7.010 €					806.862 €	1.192.826 €
13.180 €	7.360 €					827.403 €	1.274.286 €
13.576 €	7.728 €					848.707 €	1.359.819 €
13.983 €	8.115 €					870.804 €	1.449.629 €
<b>282.296 €</b>	<b>94.119 €</b>	<b>157.500 €</b>	<b>300.000 €</b>			<b>870.804 €</b>	<b>1.449.629 €</b>

(brutto)

(brutto)

Amortisationszeitpunkt (Investition = Ausgaben kumuliert)	nach 17 Jahren	
Minderkosten EneV-Sanierung mit Ölheizungstechnik gegenüber	nach 15 Jahren	-53.356 € (brutto)
Kostenvorteil nachhaltige Sanierung gegenüber EneV-Sanierung mit Ölheizungstechnik	nach 20 Jahren bereits	39.311 € (brutto)
Kostenvorteil nachhaltige Sanierung gegenüber EneV-Sanierung mit Ölheizungstechnik	nach 30 Jahren	578.825 € (brutto)

# ENERGIEEFFIZIENTE SANIERUNG DER REALSCHULE GEMÜNDEN

## DENA-MODELLVORHABEN „NIEDRIGENERGIEHAUS IM BESTAND FÜR SCHULEN“



Sanierte Realschule Gemünden mit Photovoltaikanlage

(Foto: Architekturbüro Werner Haase)

Nicole Pillen ■ Stefan Schirmer ■ Holger Keß

Die steigenden Energiepreise sowie die weltweit zunehmende Energienachfrage stellen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft vor große Herausforderungen. Energieeffizienz im Gebäudesektor spielt bei der Reduzierung des Energieverbrauchs und der Sicherung einer zukunftsfähigen und bezahlbaren Versorgung eine zentrale Rolle. Um die immensen Energieeinsparpotenziale optimal zu erschließen, ist eine Strategie zur Steigerung der Energieeffizienz erforderlich, d. h. die Reduzierung des Verbrauchs bei gleichzeitiger Verbesserung des Komforts und der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien sind die richtige Antwort – auch in Bezug auf Schulen und Kindergärten.

Als Ausgangspunkt für die Strategie, durch mehr Energieeffizienz die Klimaschutzziele zu erreichen, hat die Bundesregierung mit ihrem Integrierten Energie- und Klimaprogramm ambitionierte Klimaschutzziele formuliert:

- bis 2020: Reduktion des Treibhausgasausstoßes um 40 % unter den Stand von 1990
- bis 2030: Steigerung des Anteils der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung auf 25–30 %
- bis 2020: Steigerung des Anteils von Strom aus Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung auf 25 %.

Für den Gebäudesektor sind folgende Rahmenbedingungen vorgesehen:

- Novellierungen der Energieeinsparverordnung (EnEV)
- Verschärfung des Anforderungsniveaus in 2 Stufen: 2009 um durchschnittlich 30 % und voraussichtlich 2012 um weitere 30 %
- Ausweitung der Nachrüstverpflichtungen
- Ersatz von Nachtstromspeicherheizungen (nur wenn wirtschaftlich)



- Nutzungspflicht von erneuerbaren Energien bei Neubauten (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz)
- Verstärkung des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms bis 2011 auf heutigem Niveau (Wohngebäude 700 Millionen €/a)
- Förderung der energetischen Sanierung von Schulen und Kitas sowie von Bundesgebäuden
- Aufstockung des Marktanzreizprogramms auf bis zu 500 Millionen €.

Sowohl die Verschärfung des Ordnungsrechts als auch die Verlässlichkeit von Förderprogrammen sind wichtige Instrumente, um das enorme Energieeinsparpotenzial des Gebäudebestandes zu erschließen. Doch Ordnungsrecht und Förderung allein sind nicht ausreichend. Ebenso wichtig ist es, kosteneffiziente und innovative Angebote für den flächendeckenden Markt verstärkt zu entwickeln.

Mit der EnEV-Verschärfung wird vorausgesetzt, dass der Massenmarkt die passenden innovativen Technologien bietet, um die geforderten Standards umzusetzen. Die erste Verschärfung um 30 % ist problemlos einzuhalten. Um die zweite Stufe im Jahre 2012 erreichen zu können, sind die technischen Voraussetzungen bereits heute gegeben. Allerdings erfordert es von allen am Bau Beteiligten jetzt Anstrengungen, um die erforderlichen Neuerungen auf breiter Basis in den Markt zu bringen. Nur mit einer Erhöhung des Innovationstempos und mehr Informationen für Fachakteure, Hausbesitzer und Mieter können weitere Verbesserungen der energetischen Qualität von Gebäuden erreicht werden. Gleichzeitig müssen die unterschiedlichen Akteure des Bauprozesses, vom Bauherren bis zum Planer, Architekten und Handwerker, angemessen geschult werden. Denn nur so kann die wachsende Nachfrage nach energieeffizienten Produkten zukünftig qualifiziert bedient werden.

Alle vier Faktoren – Ordnungsrecht, Förderung, Innovation und Information – werden in den dena-Modellvorhaben zur energieeffizienten Sanierung berücksichtigt und vorangetrieben. Bis heute wurden bundesweit mehr als 250 Gebäude mit dem Einsatz von Passivhaustechnologien energetisch hocheffizient saniert. Der Energiebedarf der Bestandsgebäude liegt bei durchschnittlich 55 % unter dem eines vergleichbaren Neubaus. Seit dem letzten Jahr ist der energetische Standard der dena „EnEV-Neubau minus 30 %“ fest in das Förderprogramm der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) integriert. Das neue dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ richtet sich an zukunftsorientierte öffentliche und gemeinnützige Gebäudeeigentümer. Die Sanierungsvorhaben

neuzulassung

# DIE REINE AKUSTIK ENTDECKEN





Ob Oper, Hörsaal oder Kino: Wer stilvolle Architektur und hervorragende Akustik in Einklang bringen will, gibt Gebäuden mit Akustikdecken von Rockfon die besondere Note. Zum guten Ton gehören auch die Vielfalt des Designs, die erstklassige Feuchte- und Formstabilität, der herausragende Brandschutz und nicht zuletzt die Leichtigkeit der Montage. Entscheiden Sie sich für Rockfon – und man wird in jeder Hinsicht zu Ihrer Arbeit aufschauen. [www.rockfon.de](http://www.rockfon.de)

ROCKWOOL  
**Rockfon**<sup>®</sup>  
ACTIVATE YOUR CEILING



wirken als Multiplikatoren in den Regionen, beschleunigen den Know-how-Transfer im Markt und sind vorbildliche Beispiele, mit regionaler Ausstrahlungskraft.

### dena-Modellvorhaben

#### „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“

##### *Energetisches Gesamtsystem Haus*

Um die Energieeffizienz von Gebäuden zu erhöhen, ist es wichtig, das Gebäude als Gesamtsystem zu betrachten. Denn eine sinnvolle Sanierungsstrategie senkt zunächst den Energiebedarf, um anschließend eine effiziente Anlagentechnik möglichst mit erneuerbaren Energien einzusetzen. Grundsätzlich sollte man folgende Maßnahmen einer wirksamen, energetischen Planung umsetzen:

- guter Wärmeschutz, möglichst lückenlos als Außenwanddämmung (außen, im Wandaufbau integriert oder innen), des Daches bzw. der obersten Geschossdecke sowie der Kellerdecke/Fußboden
- Fenster mit möglichst geringen Gesamt-U-Werten (Ersatz alter Fenster durch neue Fenster oder Einbau zusätzlicher Isolierglasfenster hinter denkmalgeschützte Fenster)
- Vermeidung/Dämmung von Wärmebrücken, mit nachträglicher Überprüfung durch eine Thermographie, um innerhalb der Gewährleistungszeit Nachbesserungen durchführen zu können
- lückenlose Luftdichtung innen und Winddichtung außen, mit Überprüfung durch mindestens zwei Blower-Door-Tests (nach Herstellen der luftdichten Schicht/nach dem Innenausbau)
- Einbau einer Lüftungsanlage (möglichst mit Wärmerückgewinnung) zur Vermeidung von Lüftungswärmeverlusten sowie zum Abtransport der feuchten und verbrauchten Raumluft (Bauschadensvermeidung)

Diese bereits vor über 15 Jahren für den Passivhausneubau entwickelten und langfristig in der Praxis erprobten Konstruktionsgrundsätze werden seit mehreren Jahren in der energetischen Sanierung erfolgreich umgesetzt und sind Stand der Bautechnik. Der minimierte restliche Wärmebedarf lässt sich dann mit moderner Technik und der Integration erneuerbarer Energien besonders effizient bereitstellen. Zu diesem Zweck ist eine genaue Planung und Kombination der verschiedenen, aufeinander abgestimmten Maßnahmen notwendig. Zum Einsatz kommen innovative Bauelemente wie Passivhausfenster mit 3-Scheiben-Verglasung und gedämmtem Rahmen mit Gesamt- $U_w$ -Werten von 0,7–0,9 W/(m<sup>2</sup>K), Vakuumdämmelemente zur Reduzierung der Dämmstärken um den Faktor 6-10, Nutzung von Solar- und Geothermie zur regenerativen Heizung und – als Nebenprodukt – Kühlung im Sommer sowie Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung zur Vermeidung der Lüftungswärmeverluste. Auch energieeffiziente Leuchten sind in Nichtwohngebäuden relevante Bestandteile, um den Energiebedarf zu reduzieren.

Durch diese gesamtheitliche Betrachtung und den optimalen Einsatz der am Markt erhältlichen Technologien lassen sich Gebäude bauen oder sanieren, die nur noch 10 % des Energiebedarfs eines durchschnittlichen Bestandsgebäudes aufweisen.

##### *Energieeffiziente Schulsanierungen:*

##### *gut für die Haushaltskassen und das Klima*

Öffentliche Liegenschaften wie Schulen, Sporthallen, Museen, Gerichts- und Verwaltungsgebäude bieten enorme Einsparpotenziale – jedoch ist hier der Sanierungstau besonders groß. Trotz oftmals angespannter Haushaltslage muss in den kommenden Jahren verstärkt in die Gebäudequalität investiert werden. Zumal steigende Energiepreise den Handlungsbedarf verstärken.

Zwei Faktoren belegen die Einsparpotenziale in kommunalen Liegenschaften:

- Insgesamt gibt es ca. 176000 öffentliche Liegenschaften im kommunalen Bereich.
- Mehr als 60 % des Energieverbrauchs und der Energiekosten im öffentlichen Sektor entstehen in den kommunalen Liegenschaften der Gemeinden, Landkreise und kreisfreie Städte.

Im Bereich der allgemeinbildenden Schulen sind die Zahlen noch gravierender:

- Schulen stellen etwa ein Drittel der kommunalen Gebäude – Gesamtbestand 1999: 52013 Schulen, davon 42433 allgemeinbildende Schulen und 9580 Berufsschulen.
- Auf diese entfällt mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs (19 TWh von ca. 37 TWh) und der Energiekosten (1,1 Mrd. €/a von 2,2 Mrd. €/a). Damit verbrauchen die Schulen im Durchschnitt ca. 70 % mehr Energie als andere kommunale Gebäude wie Verwaltungsgebäude.
- Gleichzeitig wird in den Schulen seit 1986 in Deutschland mehr Geld in Bestandsmaßnahmen investiert als in Neubauten – Tendenz steigend.

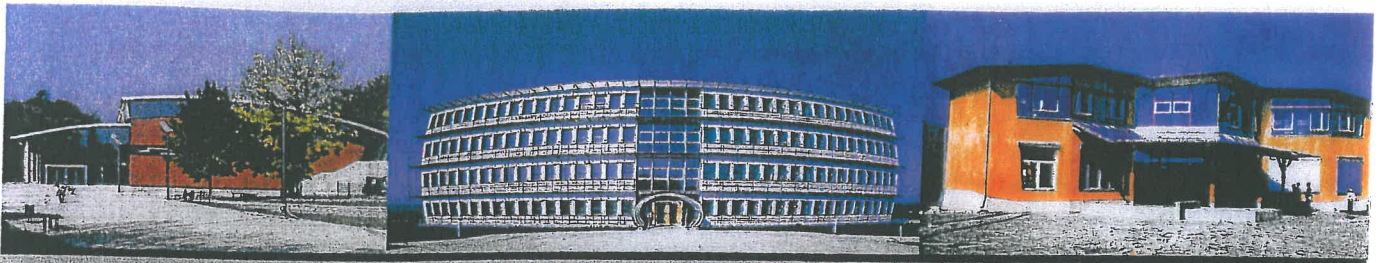
Im Durchschnitt belaufen sich die Energiekosten für ein Gymnasium auf ca. 120000 €/a, bei einer Grundschule auf weniger als 20000 €/a. Ca. 90 % der von Allgemeinbildenden Schulen benötigten Energie und 80 % der Energiekosten entfallen auf die Wärmeversorgung. Gründe hierfür liegen oft in der geringen technischen Ausstattung der Schulen und unvorteilhafter baulicher Substanz, insbesondere bei Bauten der 60er und 70er Jahre. Angesichts des Baualters der Schulen wird deutlich, dass enorme Energieeinsparpotenziale vorhanden sind, die durch energetische Sanierungen gut erschlossen werden können: 30 % der Schulbauten stammen aus den Jahren 1870–1945, 10 % aus der Zeit zwischen 1945 und 1960 und mehr als die Hälfte sind nach 1960 errichtet worden. Besonders die Stahlbetonskelettbauten der 1960er–1970er Jahre eignen sich gut für standardisierte Sanierungsempfehlungen. Dies ist ein Ziel des dena-Modellvorhabens.

Zudem sind die Schulen für den Know-how-Transfer von besonderem Interesse, um in der Region über die energetischen Vorbildprojekte zu informieren und die Nachfrage nach innovativen Niedrigenergiehäusern im Markt anzuregen. Daher werden Schüler, Lehrer und Eltern bei der Sanierung der eigenen Schule aktiv eingebunden, indem die Themen Energieeffizienz und Klimaschutz im Unterricht, bei Arbeitsgemeinschaften und bei Ausstellungen intensiv thematisiert werden.

##### *Das dena-Modellvorhaben zeigt die Richtung*

Nach erfolgreich durchgeführten Modellvorhaben im Wohngebäudebereich startete die Deutsche Energie-Agentur





Passiv- und EnEV-Standard | Projektentwicklung | Planung | Ausführung | Betreuung

Die Systeme im Massivholzbau und Holzrahmenbau sind sehr flexibel. Dadurch lassen sich mit diesen Systemen alle Projektarten und Größen verwirklichen.

- Schulbau      ■ Sporthallen      ■ Wohnungsbau      ■ mehrgeschossiger Bau
- Gewerbebau      ■ Zweckbau      ■ Modulbau      ■ thermische Gebäudehülle

projekt holzbau merkle, k.o.m. gmbh  
Fabrikstraße 31, 73266 Bissingen u. Teck

Tel. 07023 / 74 929 74  
Fax: 07023 / 74 929 75

info@projekt-holzbau.de  
www.projekt-holzbau.de

**PROJEKT  
HOLZBAU**  
GmbH

Dienstleister | Generalunternehmer

GmbH (dena) 2007 das bundesweite Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand“ für Schulen, an dem sich ehrgeizige und zukunftsorientierte öffentliche und gemeinnützige Gebäudeeigentümer beteiligen. Innerhalb des Modellvorhabens werden 85 Nichtwohngebäude, überwiegend Schulen, energetisch hocheffizient saniert – auch um innovative Bau- und Sanierungsstandards zu erproben und zu etablieren. Denn mit der Verschärfung der EnEV in zwei Stufen wird künftig vorausgesetzt, dass die geforderten ordnungsrechtlichen Standards durch massenmarktfähige Technologien erreicht werden. Die dena-Modellhäuser sind Vorbilder nicht nur für das Ordnungsrecht und die damit zusammenhängende Förderung, sondern zeigen heute schon, mit welchen Produkten – meist Passivhaustechnologien – die Gebäude zukunftssicher saniert werden können. Damit trägt das Modellvorhaben entscheidend zur Marktvorbereitung und Markteinführung energieeffizienter Produkte bei und zeigt, welche innovativen Technologien künftig dem Massenmarkt zur Verfügung stehen.

Bis zum 31. 10. 2007 konnten sich Bauherren von Nichtwohngebäuden, speziell von Schulen, bei der dena um Aufnahme in das Modellvorhaben bewerben. Entscheidendes Kriterium war u. a. der energetische Standard nach der Sanierung: mindestens 20 % unter Neubauniveau nach EnEV 2007 für den Primärenergiebedarf und den spezifischen Transmissionswärmeverlust. Mit 65 Gebäuden hat sich ein Großteil der Projekte für den ambitionierten Standard entschieden: Unterschreitung der EnEV um 40 %. Es ist geplant, ab Frühjahr 2009 neue Bewerber für das Modellvorhaben aufzunehmen.

### Projektbericht Realschule Gemünden, Landkreis Main-Spessart

Ein besonders interessantes und ambitioniertes Projekt ist die Sanierung der Realschule Gemünden in Mainfranken, die im Folgenden von Architekt Holger Keß (Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt) beschrieben wird.

Der Sanierung der Realschule Gemünden, Baujahr 1963–1968, ging ein reger Diskussionsprozess über die Entwicklungsmöglichkeiten der Realschule und des benachbarten Gymnasiums an einem topographisch und städtebaulich schwierigen Standort voraus. Beide Schulen liegen in einer Sackstraße in einem steilen Gelände oberhalb des Mains. Daher stehen kaum freie Erweiterungsflächen zur Verfügung. Frühzeitig wurde klar, dass nur eine Gesamtschau, die beide Schulen und das gesamte Gelände erfasst, die problematische städtebauliche Situation lösen kann. Mit den grundlegenden Betrachtungen (und der Generalsanierung der eigentlichen Realschule) wurde das Architekturbüro Werner Haase beauftragt.

Angesichts knapper Haushaltskassen soll die Sanierung vor allem unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit durchgeführt werden. Dabei bezieht sich die Wirtschaftlichkeit nicht nur auf die Errichtungs- bzw. Sanierungskosten, sondern insbesondere auf die Kosten des gesamten Lebenszyklus des Gebäudes. Ein erheblicher Anteil dieser Kosten sind Energiekosten, die mit steigenden Energiepreisen noch mehr Haushaltsmittel in Anspruch nehmen. Es soll heute ein Gebäude gebaut werden, dass durch vorweggedachte Anforderungen wieder Jahrzehnte ohne tiefgreifende Baumaßnahmen fortbesteht. Zusätzlich leistet die Sanierung einen Beitrag zur Erreichung der ehrgeizigen Klimaschutzziele der Bundesregierung.

Die Bestandsuntersuchung des maroden Anbaus aus den 60er Jahren ließ sehr schnell die Überlegung wachsen, diesen nach der Sanierung nicht weiter zu nutzen, sondern den südwestlichen Gebäudeflügel auf die Höhe des nordöstlichen Gebäudetraktes aufzustocken. Das Gebäude gewinnt entscheidend an Kompaktheit. Die Vorgabe, die Schule im laufenden Betrieb zu sanieren, kann somit leichter umgesetzt werden, da die Aufstockung zusätzlichen Raum schafft. Somit kann jeweils ein Geschoss pro Gebäudeflügel saniert werden, wobei die Kosten für zusätzliche Klassencontainer eingespart werden können.

Sämtliche Außenbauteile entstammen der Bauzeit. Lediglich die Flachdächer wurden mit neuen Schichten abge-



dichtet. Die thermische Hülle wird entscheidend verbessert, so dass insgesamt warme Oberflächen innen eine thermische Behaglichkeit garantieren. Die Fassaden werden mit einem mineralischen Dämmstein (silikatische Mineraldämmplatte) mit mineralischem Putz ( $U_W = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ertüchtigt. Besondere Sorgfalt gilt den Wärmebrücken: Fensteranschlüsse, Dachränder, Türaustritte usw. Die erdberührten Wandabschnitte erhalten Dämmschürzen bis auf Fundamenttiefe. Die Flachdächer werden durch flachgeneigte Aluminiumdächer als Warmdächer ( $U_W = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ersetzt.

Die Fenster werden als Holz-Aluminium-Verbundfenster (2+1-Verglasung,  $U_W = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ausgeführt. Im äußeren Zwischenraum des Verbundfensters liegen Sonnenschutzjalousien. Diese Konstruktion erlaubt eine wetterunabhängige Funktion der Jalousien, so dass im Sommer unnötige Solareinträge vermieden werden. Der Bauunterhalt wird vereinfacht, da eine Wartung von innen ohne jeden Hubsteiger in den höher gelegenen Geschossen erfolgen kann. Die schmalen Fensterflügel erlauben ein ungestörtes Öffnen und Fensterlüften, wenn dies trotz der maschinellen Lüftung gewünscht wird.

Ansonsten weist der massive Mauerwerksbau mit Stahlbetonrippendecken geringe Schäden auf, so dass das baukonstruktive Augenmerk der Neuorganisation der verschiedenen Funktionen, der Verwirklichung einer Barrierefreiheit mit der Integration eines Aufzuges, der Raumakustik und dem Brandschutz dient. Brandschutzertüchtigung und Raumakustik werden mit abgehängten Unterdecken gelöst.

Für die Gebäudetechnik an diesem Schulstandort müssen Lösungen erarbeitet werden, die es erlauben, das Gebäude bzw. sämtliche Schulgebäude an diesem Standort in Abschnitten zu sanieren. Die anfängliche Planung einer gemeinsamen Energieversorgung beider Schulen – Realschule und Gymnasium – soll weiter vertieft werden, hier ist eine gemeinsame Lösung mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW) insbesondere für die Turnhallen beider Schulen anvisiert. Der im BHKW produzierte Strom soll nicht in das Stromnetz eingespeist werden, sondern selbst in den Schulen genutzt werden.

In der waldreichen Region des Spessarts liegt eine Energieversorgung mit dem nachwachsenden Rohstoff Holz auf der Hand. Da für den Bau einer Hackschnitzelzentrale kein geeigneter Platz gefunden werden konnte – die Konversion eines aufgegebenen Schwimmbeckens erwies sich als zu aufwändig –, fiel die Wahl nach ausführlichen Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf eine Holzpelletanlage (Reduktion von ehemals 280 kW auf 70 kW, regenerativ erzeugt) mit Plattenheizkörpern. Ein Teil des nicht mehr nötigen Heizöllagers kann problemlos zu einem Pelletlager umgebaut werden.

Die maximale Leistung der Heizungsanlage wird durch die Dämmmaßnahmen der Gebäudehülle verringert. Einen weiteren, wesentlichen Anteil leistet die Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (sichtbare Zu- und Abluftkanäle pro Raum). Die Wärme der verbrauchten Abluft wird in den zentralen Lüftungsgeräten zurückgewonnen und der Zuluft zugeführt. So werden Wärmeverluste durch Fensterlüftung vermieden.

#### Bautafel

##### Realschule Gemünden, Landkreis Main-Spessart

- Nutzer: ca. 550 Schüler in 18 Klassen
- Bauherr: Landkreis Main-Spessart
- Baujahr: Gebäudeteil A 1963-1965, Erweiterungsbau B 1968
- Nettogeschossfläche: 3853 m<sup>2</sup>
- Gesamtprojektkosten: 5 Millionen €
- Förderung: Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ der Deutschen Energie-Agentur dena Freistaat Bayern/Regierung von Unterfranken im Rahmen des kommunalen Finanzausgleichs Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- Beteiligte: Architektur/Energiekonzept: Architekturbüro Werner Haase, Karlstadt
- HLS: Ingenieurbüro Merholz&Zinsser, Marktheidenfeld
- Elektrotechnik: Ingenieurbüro Barz, Lohr
- Statik: Ingenieurbüro Hilpert, Gemünden

CO<sub>2</sub>-geführte Volumenstromregler regulieren eine ausgleichende Frischluftzufuhr. Die relativ geringe Luftmenge garantiert eine Geräusch- und Zugfreiheit im Klassenraum sowie eine kontrollierte Feuchtigkeit im Winterbetrieb. Im Sommerbetrieb (Sommer-Bypass) trägt die Lüftungsanlage zur aktiven Nachtkühlung bei, indem die zwischengespeicherte Wärme aus den massiven Wänden nachts über die maschinelle Lüftung abgeführt wird.

Die Elektroplanung verfolgt den Anspruch einer kostenoptimierten und stromsparenden Auslegung. Flure werden mit Bewegungsmeldern ausgestattet. Die Klassenraumbeleuchtung wird mit Energiesparleuchten (T8 mit EVG) sowie Tageslicht- und Präsenzsteuerung gestaltet. Die klassischen Kreidetafeln werden durch innovative Medienboards abgelöst.

Auf den südorientierten Dachflächen wird eine Fotovoltaikanlage (50 kWp) errichtet, die nahezu die komplette Dachfläche erfasst.

Trotz der maschinellen Kühlung der intensiv genutzten EDV-Räume einschl. Serverraum wird ein spezifischer Primärenergiebedarf von 44 kWh/m<sup>2</sup>a erreicht. Dieser unterschreitet den zulässigen Höchstwert für einen vergleichbaren Neubau von 144 kWh/m<sup>2</sup>a um 69,5 %. Der Transmissionswärmeverlust liegt bei 0,356 W/m<sup>2</sup>K, dies entspricht einer Unterschreitung des zulässigen Höchstwerts von 0,85 W/m<sup>2</sup>K um 58 %. Die Anforderungen des Modellvorhabens „Niedrigenergiehaus im Bestand für Schulen“ mit Unterschreitung der EnEV-Neubau-Vorgaben um mindestens 40 % werden deutlich erfüllt. Der Ausstoß an CO<sub>2</sub>-äquivalenten Treibhausgasen wird von 216370 kg/a um 81 % auf 41520 kg/a gesenkt. Damit werden über die Lebenszeit der Bauteile über 5000 t CO<sub>2</sub> eingespart.

#### Weitere Informationen:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Nicole Pillen, Chausseestraße 128a, 10115 Berlin, Tel. (030) 72 61 65-660, Fax (030) 72 61 65-699, [www.zukunft-haus.info](http://www.zukunft-haus.info)  
 Architekturbüro Werner Haase, Holger Keß, Julius-Echter-Straße 59, 97753 Karlstadt, Tel. (09353) 98 28-0, Fax (09353) 63 75, [info@arch-haase-karlstadt.de](mailto:info@arch-haase-karlstadt.de), [www.arch-haase-karlstadt.de](http://www.arch-haase-karlstadt.de)





GREENBUILDING

WINNER OF THE  
GREENBUILDING  
PARTNER AWARD 2011

COMPANY

Landratsamt Main-Spessart (Germany)

The European GreenBuilding Programme

A pollution prevention initiative promoted by the European Commission, where organisations commit to reducing energy consumption in buildings

EUROPEAN COMMISSION



PAOLO BERTOLDI  
GreenBuilding Manager

Brussels, 12 April 2011