

LUDWIG-ERHARDT-SCHULE



Gliederung

1. Einleitung
2. Ist-Zustand
 - Zonierung
 - Gebäudehülle
 - Anlagentechnik
 - Bedarfszahlen
3. Sanierungsmaßnahmen
 - Heizungsanlage
 - Solaranlage
 - Kältemaschine
 - Lüftungsanlage
 - Beleuchtung
 - Gebäudehülle
 - Bewertung
4. Kosten
5. Fördermöglichkeiten
6. Fazit

Einleitung

- ⦿ Freistehendes Schulgebäude
- ⦿ Hauptnutzung: Berufliche Schulen
- ⦿ Sonderzone: Sporthalle
- ⦿ Anzahl der Schüler: ca. 1.500
- ⦿ Standort: Frankfurt Unterliederbach, Legienstr. 5
- ⦿ Nettogrundfläche Gesamt: 6.868 qm²
 - Sporthalle: 515 qm²
 - Schule: 6.353 qm²

Objektbeschreibung



☉ Schule:

- Erbaut um 1978
- Drei Vollgeschosse
- Unterkeller (Technikzentrale)
- Flachdach



☉ Turnhalle:

- Erbaut um 1978
- Ein Vollgeschoss
- Flachdach
- Stahlbetonbauweise

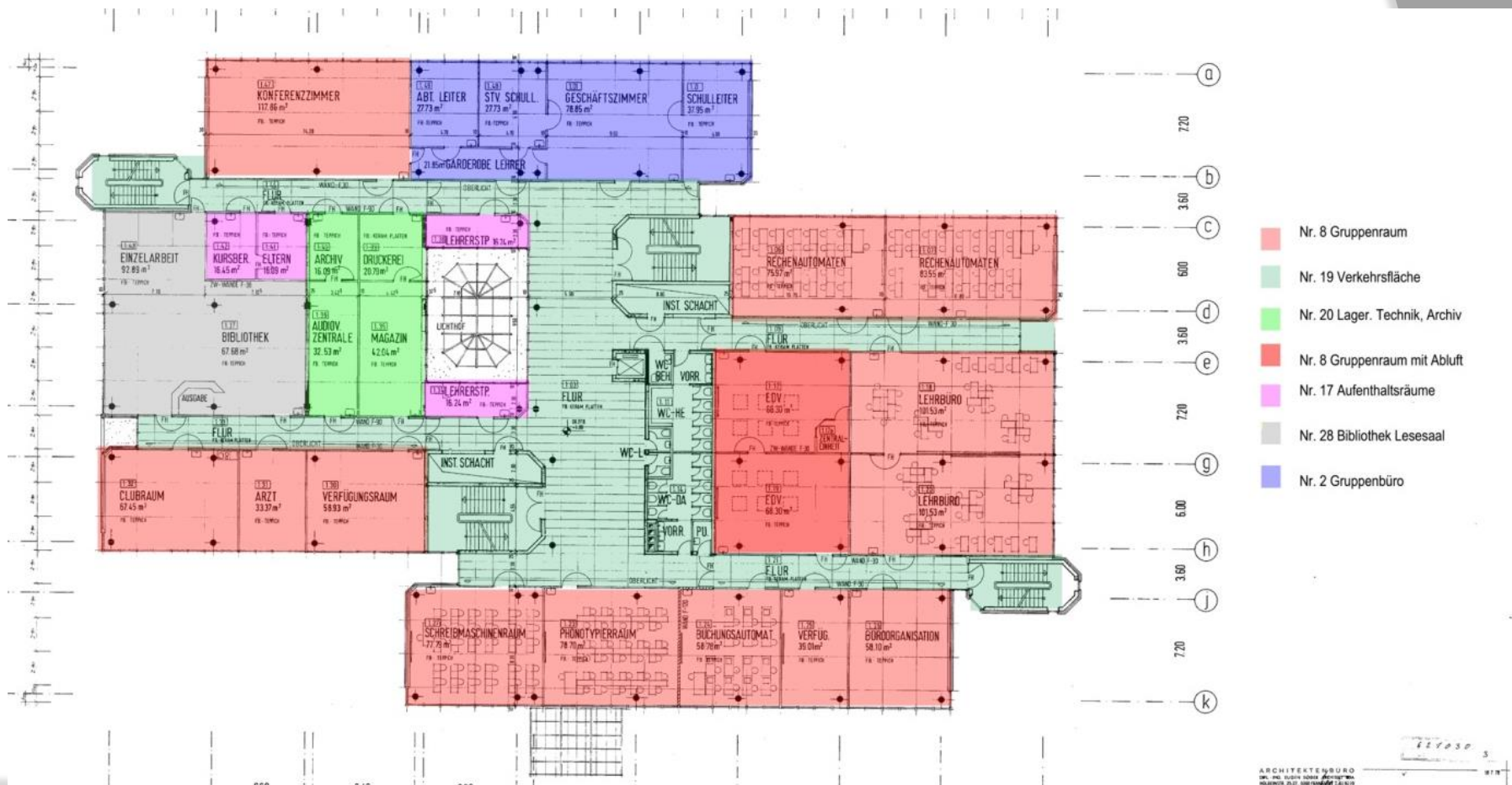
Ist-Zustand - Zonierung

● Erdgeschoss



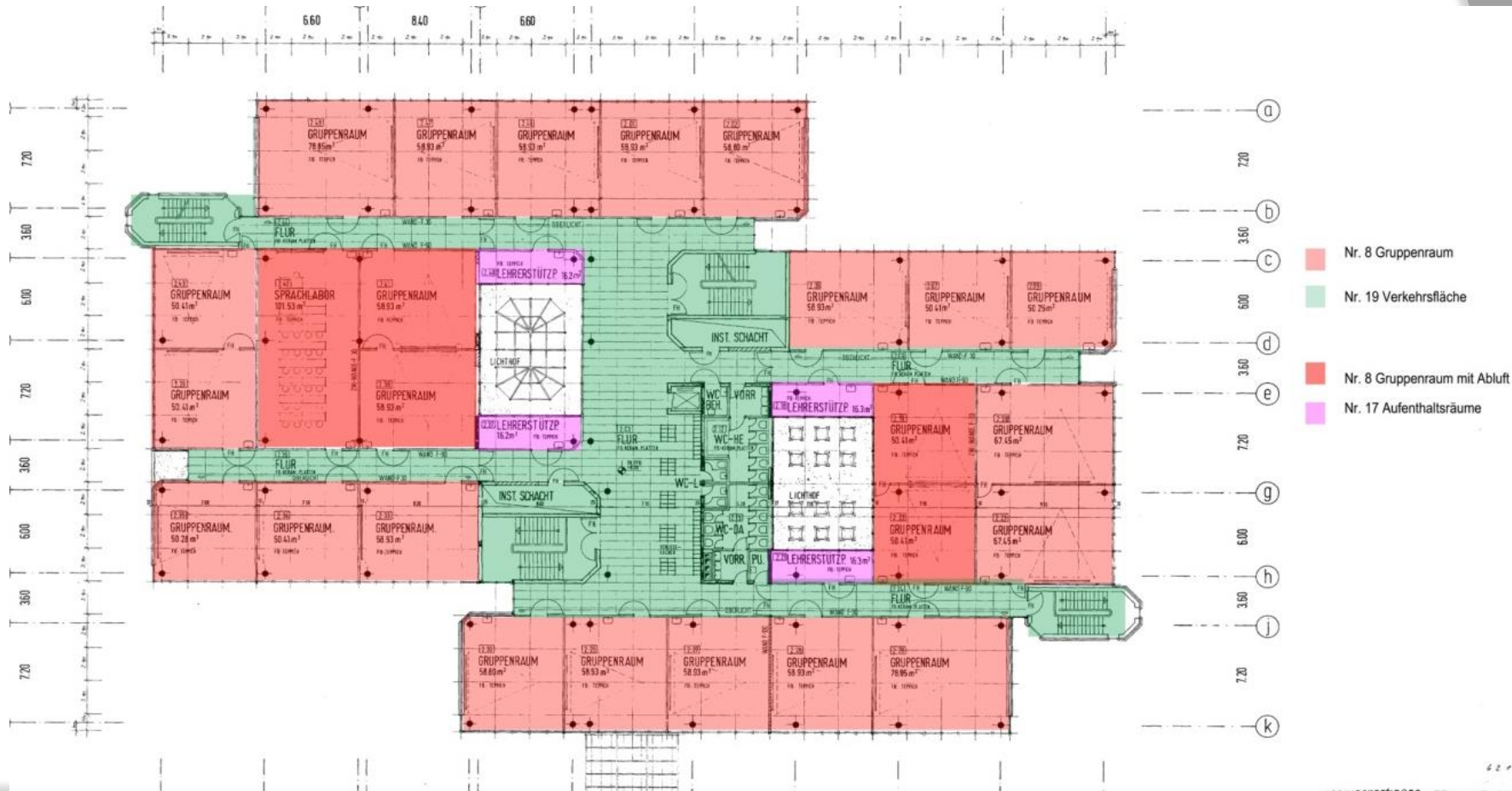
Ist-Zustand - Zonierung

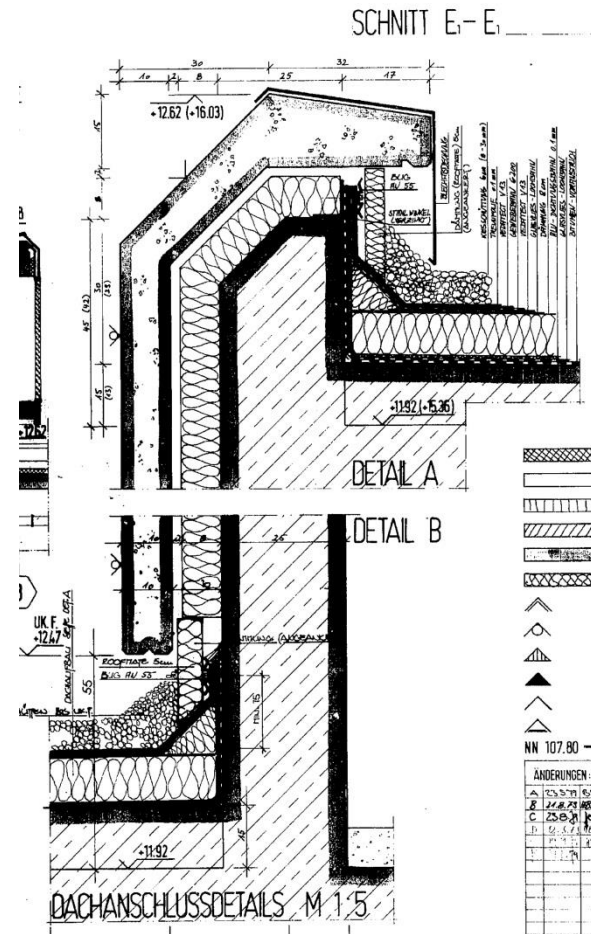
1. Obergeschoss



Ist-Zustand - Zonierung

2.Obergeschoss





Ist-Zustand - Gebäudehülle

- Wandaufbau:

Schule → Die Wände bestehen aus Stahlbeton mit Putz an der Innenseite.

Turnhalle → Die Wände bestehen aus Stahlbeton mit Putz an der Innenseite.

Ist-Zustand - Gebäudehülle

- ⊙ Fenster der Schule:
 - 3-Fach Verglasung (Aluminium)
- ⊙ Fenster der Turnhalle:
 - überwiegend um Glasbausteine
 - Einfach-Verglasung



Ist-Zustand - Gebäudehülle

Bauteiltyp		Aktueller U-Wert [W/m²K]
1	Bodenplatte Schule	1,00
2	Bodenplatte Turnhalle	1,00
3	Außenwand Schule	1,00
4	Außenwand Turnhalle	1,00
5	Fenster (Dreifach-Verglasung „Alt“)	2,57
6	Fenster (Glasbausteine)	3,00
7	Tür Schule	3,50
8	Tür Turnhalle	3,50
9	Dach Schule	0,60
7	Dach Turnhalle	0,60

Ist-Zustand

○ Heizungsanlage:

- Hersteller: Viessmann
- Typ: Brennwert-Kessel
- Baujahr: 1987 - 1994
- Brennstoff: Erdgas E
- Aufstellort: Keller
 - Außerhalb thermischer Hülle
- Nennleistung: 297 kW



- Rohrleitungen befinden sich teilweise außerhalb thermischen Hülle
- Abgabe erfolgt über Radiatoren

Ist-Zustand

⦿ Beleuchtung:

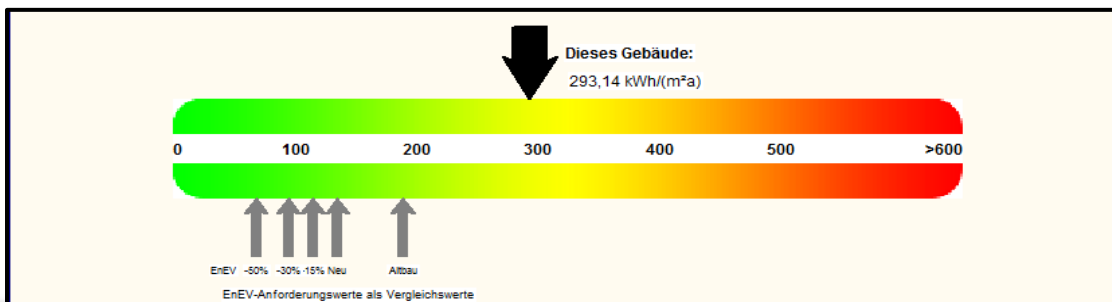
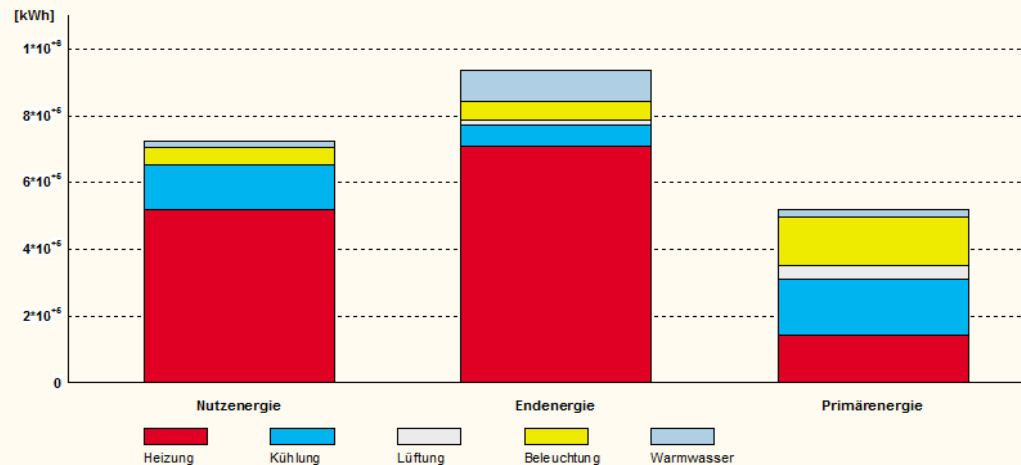
Die Beleuchtung ist überall mit üblichen Leuchtstoffröhrenleuchte ausgestattet
(Sehr Energieaufwendig und nicht Effektiv)



Bedarfszahlen

Energiebilanz für das erfasste Gebäude:

	Gesamt [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Heizung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Kühlung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Lüftung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Beleuchtung [kWh/a] [kWh/(m²a)]	Warmwasser [kWh/a] [kWh/(m²a)]
Nutzenergie	724477 96,18	517483 68,70	133876 17,77	0 0	55894 7,42	17224 2,29
Endenergie	934677 124,08	706819 93,83	63618 8,45	16013 2,13	55894 7,42	92333 12,26
Primärenergie	518341 68,81	145302 19,29	165407 21,96	41635 5,53	145325 19,29	20672 2,74



Bedarfszahlen

CO2-Emissionen

175.283 kg



SO2-Emissionen

138,84 kg



NOx-Emissionen

146,05 kg



Brennstoff-Bedarf

Erdgas E

145.524 m³



Strom-Mix

42.951 kWh



Strom

(Hilfsenergie)

164.795 kWh



Energiekosten

(inkl. Betriebskosten)

135.013 €



Sanierungsmaßnahmen Heizungsanlage

- ⦿ Untersuchung einer Heiz Variante durch Kraft-Wärme-Kopplung
 - Höhere Umweltbelastungen
 - Kein Einsatz von natürlichen Ressourcen
- ⦿ Umtausch des alten Kessel durch eine neue Holzpellettheizung
 - Co 2 Neutral und Umweltschonend
 - Holz als nachwachsendes Rohstoff in Deutschland Ideal
 - Vorhandene 20 Jahre alte Gasheizung wird somit durch einen neuen Biomassen Heizung ersetzt

Sanierungsmaßnahmen Solaranlage

- ◉ Untersuchung der Nutzung einer Solaranlage durch Photovoltaik
 - Höhere Anschaffungskosten von Effektiv 20.000 Euro
 - Niedrigere Energieeffizienz durch die Sonnenstrahlen
 - Verzicht auf Elektrischen Strom gegenüber Nutzwärme
- ◉ Einbau einer Solaranlage in Form von Solarthermie
 - Kosten/Nutzen Verhältnis höher ca. 14.000 Euro
 - Höhere Effektivität
 - Ziel: durch Nutzwärme die Heizung und Warmwasserbereitung durch natürliche Mittel unterstützen

Sanierungsmaßnahmen Kältemaschine

- Untersuchung der Nutzung einer neuen Kältemaschine
 - Aufgrund der Umsetzung zahlreicher Maßnahmenpakete eine sehr Kostenintensive Maßnahme
 - Kältemaschine Technisch in einem guten Zustand (34 Jahre)
 - Durch neue Dämmung, Wärmeschutz Gläser sinkt der Kühlbedarf
 - Dadurch senken sich auch die Kosten für die teure Maschine
 - Aufgrund hoher Gesamtkosten des Sanierungsprojekt - vorrübergehend keine Sanierung der Anlage
 - Vorschlag: Wenn das Kosten/Nutzen Verhältnis sich rentiert empfehlen wir eine Sanierung der Lüftungsanlage in Form einer RLT-Anlage

Diese würde zum kühlen reichen und man könnte auf die Kältemaschine vollständig verzichten

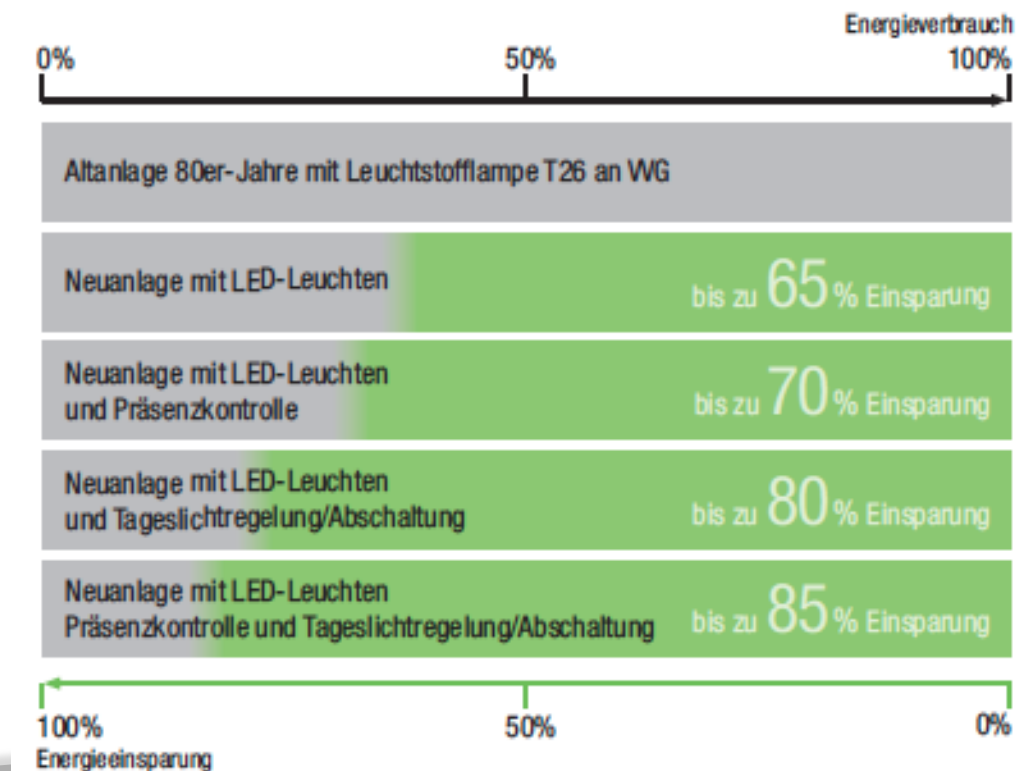
Sanierungsmaßnahmen Lüftungsanlage

- Vorschlag einer neuen Lüftungsanlage als RLT (Raum-Luft-Technischen Anlage)
 - Aufgrund der Luftundurchlässigkeit durch die Sanierungsmaßnahmen Empfehlenswert gegen Schimmel
 - RLT in Kombination mit der neuen Pelletheizung würde das Gebäude nur noch über die Lüftungsanlage Heizen. Die Erwärmte Luft würde über das Verteilernetz direkt in die Klassenräume geleitet werden.
 - Um die Effizienz zu steigern, wird ein Wärmetauscher mit 80% Wirkung
 - Abbau der Kältemaschine
 - Diese Sanierungsmaßnahme würde eine großes Potenzial an Effizienz aufweisen, aber aufgrund der extrem hohen Kosten, lediglich ein Vorschlag die Zukunft

Außer den einmaligen Kosten müssen die Betriebs-, Reinigungs-, Reparatur-, Energie-, Instandhaltungs- und Inspektionskosten berücksichtigt werden. (Diese können sehr hoch anfallen)

Sanierungsmaßnahmen Beleuchtung

- Austausch der alten Leuchtstofflampen (58 Watt) durch 10 Watt LED's
 - Sanierung aller Beleuchtungsbereiche der Schule mit 10 Watt LED's
 - Die neuen Energiesparenden LED's amortisieren sich nach 3 Mon.
 - Eine LED mit 10 Watt ersetzt eine 60 Watt Glühlampe



Sanierungsmaßnahmen Beleuchtung

Kosten/Stk Leuchtstoffröhre (alte Beleuchtung)

Leuchtstoffröhre	Menge	Summe
€/Stk	Stk	€
2,74	1.200	3.288

Energieverbrauch/jährlich

Menge	Summe	Tage	Stunden	Betriebszeit	Strom	Energieverbrauch
Stk	Watt	Pro Jahr	Std/Tag	Std/Jahr	in Kwh	€
1.200	190.704	170	10,00	1.700	324.197	77.807

Kosten/Stk LED (Neu)

LED	Menge	Summe
€/Stk	Stk	€
7,6	1.200	9.120

Energieverbrauch/jährlich

Menge	Summe	Tage	Stunden	Betriebszeit	Strom	Energieverbrauch
Stk	Watt	Pro Jahr	Std/Tag	Std/Jahr	in Kwh	€
1.200	91.200	170	10,00	1.700	155.040	37.210

Amortisation:	3 Monate
Einsparung pro Jahr:	40.598 €

Sanierungsmaßnahme Gebäudehülle

- Maßnahmenpaket 1 Gebäudehülle + Kellerdecke + Dach

Außenwände (Gesamtkosten 594.400 € - 5 Jahre Amortisation)
Energiekosten Ist 135. 211€/a Kosten nach Sanierung 99.936€/a

- Bestand Stahlbeton ohne Dämmung (Massive Konstruktion)
- Einbau von einem Wärmeverbundsystem (Polystyrol Hartschaum)
- 12cm mit WLG 0,035W/m²K

U-Wert Vorher : 1,00

U-Wert Nachher : 0,23

Sanierungsmaßnahme Gebäudehülle

- Maßnahmenpaket 1 Gebäudehülle + Kellerdecke + Dach

Kellerdecke

- Lichte Höhe nur 2.30, aber trotzdem Dämmung von unten
- Einbau von einer Dämmung von unten (Polystyrol Platten)
- 8 cm mit $WLG\ 0,035W/m^2K$
- Durch Maßnahme vollständig abgeschlossene Thermische Hülle

U-Wert Vorher : 1,00

U-Wert Nachher : 0,30

Sanierungsmaßnahme Gebäudehülle

- Maßnahmenpaket 1 Gebäudehülle + Kellerdecke + Dach

Flachdach

- Da das Dachgeschoss ausgebaut ist, Dämmung von außen
- Ist-Zustand 20cm Beton, 8 cm Dämmung, 6cm Kies
- Maßnahme: 14 cm mit WLG 0,035W/m²K Polystyrol Hartschaum Platten
- Außerdem soll die Kiesschüttung auf 10 cm erhöht werden

U-Wert Vorher : 0,60

U-Wert Nachher : 0,19

(Gesamtkosten 594.400 € - 5 Jahre Amortisation)

Energiekosten Ist 135.211€/a Kosten nach Sanierung 99.936€/a

Sanierungsmaßnahme Gebäudehülle

◉ Maßnahmenpaket 2 Fenster + Türen

Fenster

- Ist-Zustand 3-Scheiben Verglasung mit einen Aluminiumrahmen
- Maßnahme: Passivhaus Fenster U-Wert 0,70
Dreischeibenisolierverglasung aus Kunststoffrahmen mit Argon
- Türen: Neue Leichtmetallrahmen Türen mit 3 Scheiben
Wärmeschutzvergasung

U-Wert Fenster Vorher : 2,57

U-Wert Türen Vorher : 3,50

U-Wert Nachher : 0,70

U-Wert Nachher : 1,10

(Gesamtkosten 517.680 € - 4 Jahre Amortisation)

Energiekosten Ist 135.211€/a Kosten nach Sanierung 101.113€/a

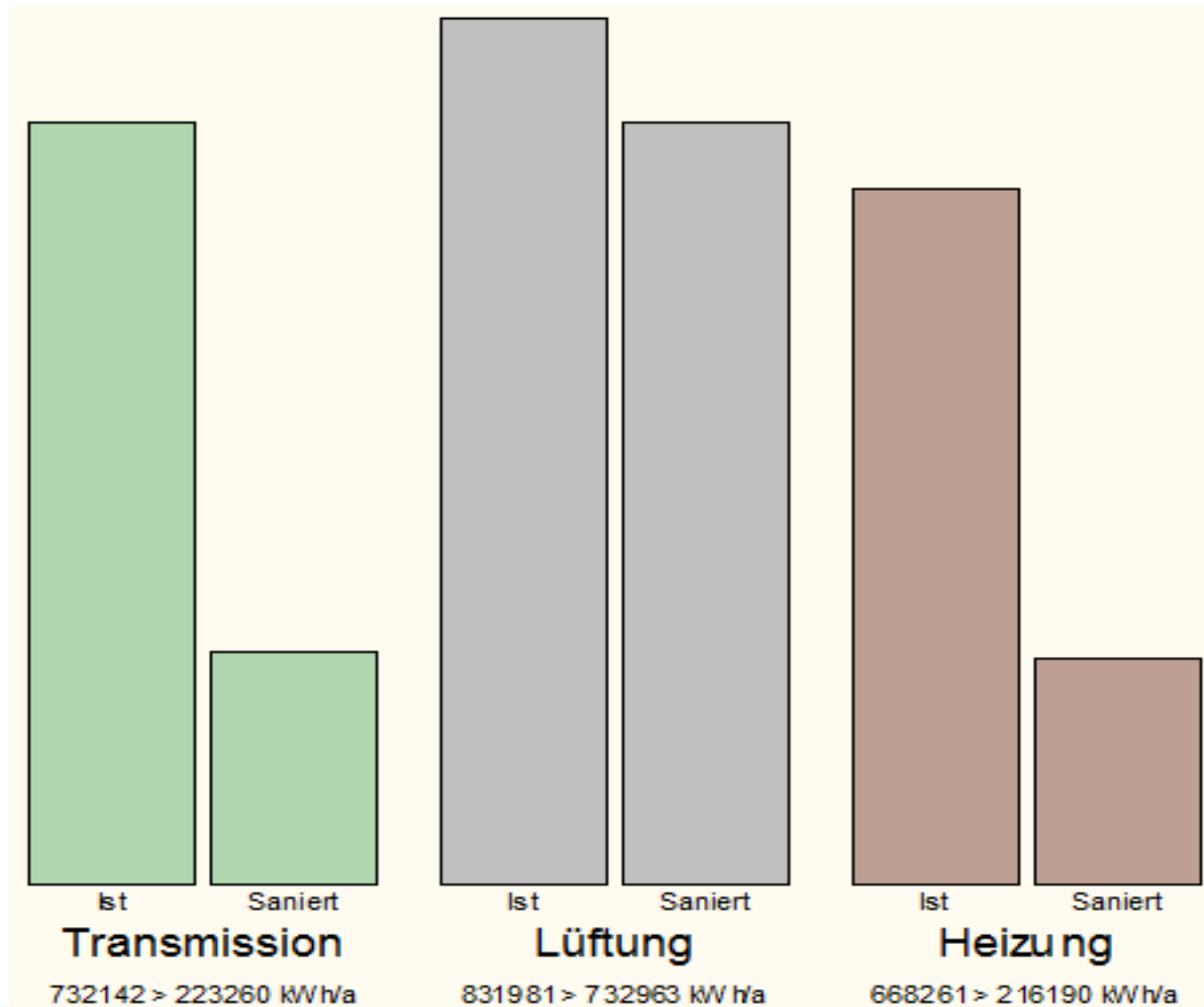
Sanierungsmaßnahme Technik

- Maßnahmenpaket 3 Heizungs- + Solar- + Beleuchtungsanlage
 - Nachdem die Gebäudehülle Luftdicht gedämmt wurde und die Fenster umgetauscht wurden – Einbau Technischer Anlagen
 - Einbau einer neuen Holzpellettheizung
 - Einbau einer neuen Beleuchtungsanlage (nicht in der Gesamtinv.)
 - Einbau einer neuen Solarthermie Anlage

(Gesamtkosten 54.508 € - 1 Jahre Amortisation)

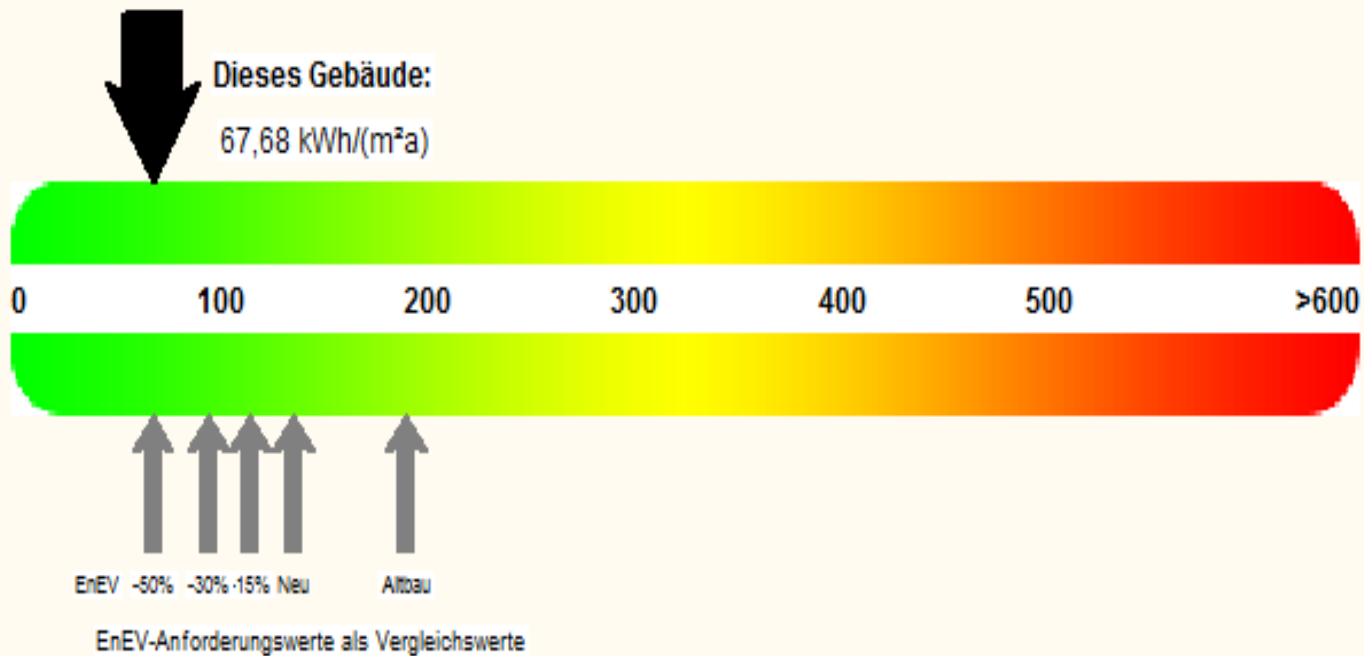
Energiekosten Ist 135.211€/a Kosten nach Sanierung 76.966€/a

Sanierungsmaßnahme Bewertung



Sanierungsmaßnahme Bewertung

- Jahresprimärenergiebedarf von 294 kWh/m² pro Jahr auf **67,68 kWh/m² pro Jahr**.



68

kWh/m²

294

kWh/m²

50

100

150

200

250

300

350

400

450

500

Kosten bei Sanierung in einem Zug

Vollständige Sanierungskosten **1.142.910 €**

Amortisationszeitraum **15 Jahre**

Kosten der Energiesparmaßnahme **719.187€**

Energiekosten vor Sanierung **135.211,28 €**

Energiekosten nach Sanierung 58.237,28 €

KFW-Förderprogramm „Sozial Investieren - Energetische Gebäudesanierung“

- ⊙ Zinsgünstiges Darlehen
- ⊙ Planungs- und Beratungsleistungen
 - (Architekt, Energieeinsparberatung, Sachverständiger)
- ⊙ Nebenarbeiten und Materialkosten für
Eigenleistungen

KfW-Förderprogramm „Erneuerbare Energien - Standard“

- ⊙ Zinsgünstiger Kredit für die Installation einer Solaranlage
- ⊙ Kaufpreis und die Kosten für den Aufbau werden gefördert
- ⊙ Keine Kombination mit anderen KfW-Programmen möglich

KFW-Förderprogramm „Erneuerbare Energien – Premium“

- ⊙ Pelletheizung > 100 kW
- ⊙ Zinsgünstiges Darlehen
- ⊙ Tilgungszuschuss
 - 20 € je kW installierte Leistung
 - 20 € je kW Bonus bei niedrigen Staubemission (max. 15 mg/m³)
 - 10 € je kW Bonus bei Errichtung eines Pufferspeichers (min. 30 l/kW)

Förderprogramm der Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen von Biomassefeuerungsanlagen

- ⦿ Pelletheizung > 100 kW
- ⦿ 30 % Zuschuss
- ⦿ Kombination mit dem KfW-Programm „Erneuerbare Energien –Premium“ ist möglich
- ⦿ Prüfung durch hessenENERGIE Gesellschaft für rationelle Energienutzung mbH
- ⦿ kostenlose Vorfeldberatung

Fazit

- ⊙ Datengrundlage schwierig
- ⊙ Kosten / Amortisation
- ⊙ Gebäude Qualität verbessert sich
- ⊙ Beitrag zum Schutz der Umwelt