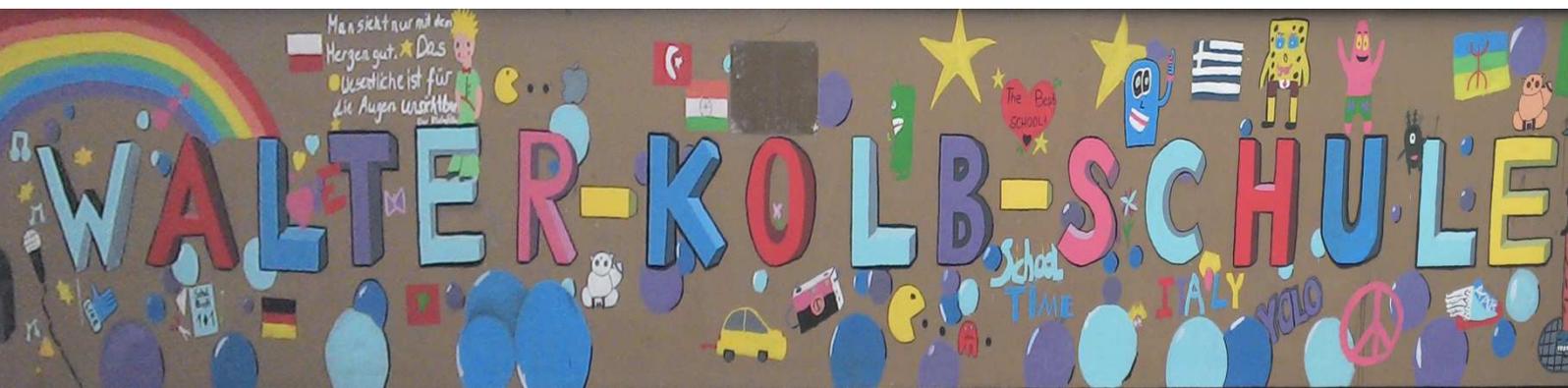


ENERGIEBERICHT



Gebäude	Walter-Kolb-Schule Sossenheimer Weg 50 65929 Frankfurt am Main
Eigentümer	Stadtschulamt Seehofstraße 41 60594 Frankfurt am Main
Energie- beraterinnen	Vanessa Dudek 1024250 Maren Jurak 1006469 Anna Pankraz 1024276
	Datum 30.06.2014 SoSe 2014

Vorbemerkungen

Der vorliegende Energieberatungsbericht soll den Energiebedarf und Energieverbrauch Ihres Gebäudes aufzeigen und bewerten. Hierzu werden Ihre Gebäudehülle, Heizungsanlage und das individuelle Nutzerverhalten genau analysiert. Aus diesen Daten werden dann verschiedene Sanierungsvarianten mit den dazu empfehlenden Maßnahmenpaketen erstellt, die in Bezug auf die zu erzielende Energieeinsparung und die damit verbundenen Kosten und Förderungen beurteilt und verglichen werden. Damit bekommen Sie für Ihr Gebäude eine Entscheidungshilfe für ökologische und wirtschaftliche sinnvollen Energiesparmaßnahmen an die Hand.

Hinweise:

- Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten.
- Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlung, Ausführungsplanung oder Bauphysik. Die Ergebnisse der Berechnungen wurden mit der Hausbegehung, Ihren Angaben sowie schriftlichen Unterlagen wie Bauzeichnungen, Verbrauchsabrechnungen etc. bestimmt und ermittelt. Dabei wurden sowohl Umweltgesichtspunkte als auch Nutzerverhalten sowie Behaglichkeits- und Komfortansprüche berücksichtigt. Somit sind sie weitgehend realistisch durchgeführt, sodass sie für die Zukunft verwendbar sind.
- Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung der Durchführungsbeteiligten. Bitte wenden Sie sich an die jeweiligen Fachleute, um eine bauphysikalisch und technisch einwandfreie Konstruktion zu erhalten. Die angegebenen Investitionskosten sind grobe Schätzungen. Bei künftigen Investitionen sollten immer mehrere Vergleichsangebote eingeholt werden. Die Annahmen zu Baukonstruktion und Anlagentechnik sind bei Durchführung der Maßnahmen vor Ort zu prüfen.

- Die Berechnung des Energiebedarfs und der Wirtschaftlichkeit von Energieeinsparmaßnahmen beruht auf der Energieeinsparverordnung (EnEV) 2009 in Verbindung mit der DIN V 18599 mit angepassten Randbedingungen und erfolgte mit der Software Energieberater 18599 von Hothgenroth.
- Eine Rechtsverbindlichkeit folgt aus meinem Beratungsbericht nicht. Der Energieberatungsbericht ist urheberrechtlich geschützt und alle Rechte bleiben dem Ersteller vorbehalten. Der Beratungsbericht ist nur für den Auftraggeber bestimmt. Eine Vervielfältigung oder Verwertung durch Dritte ist nicht gestattet. Der Energieberatungsbericht wurde dem Auftraggeber in einfacher Ausfertigung übergeben.
- Bei diesem Energieberatungsbericht handelt es sich um eine studentische Leistung.

Ziele des Vorhabens

Seit Beginn des industriellen Zeitalters leitete die immer stärkere Nutzung von fossilen Brennstoffen einen Prozess ein, der das Klima stört und zu globalen Klimaänderungen führt. Rund ein Drittel der gesamten CO₂-Emissionen werden durch das Beheizen von Gebäuden verursacht. Daher ist vor allem die Verminderung der CO₂-Emissionen, nicht nur durch die Verringerung des zusätzlichen Energiebedarfs von Neubauten, sondern auch die Reduzierung des Energieverbrauchs im Gebäudebestand wichtig.

Energie und Rohstoffe werden zudem immer teurer. Durch einen verbesserten Wärmeschutz der Gebäudehülle, eine neue Heizungsanlage und/oder einer modernen Heizungsregelung kann der Energieeinsatz im Gebäude maßgeblich verringert werden.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkungen	II
Ziele des Vorhabens	IV
Inhaltsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
1 Zusammenfassung	1
1.1 Empfehlung für Gesamtanierung in einem Zug	1
1.1.1 Verwaltungsgebäude	1
1.1.2 Klassenriegel	2
1.1.3 Turnhalle.....	2
1.2 Vorteile der energetischen Sanierung	3
1.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	3
1.3.1 Kosten- / Nutzenverhältnis der Maßnahmen	4
1.4 Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen	5
1.4.1 Reduktion der Transmissionswärmeverluste in kWh/a	5
1.4.2 Reduktion des Endenergiebedarfs (Brennstoffbedarf) in kWh/a.....	5
1.4.3 Reduktion des Primärenergiebedarfs in kWh/a	5
1.4.4 Reduktion der Schadstoffemissionen in kg/a.....	6
1.4.5 Reduktion der Brennstoffkosten in €/a.....	6
2 Bestandsaufnahme	7
2.1 Verwaltungsgebäude.....	7
2.1.1 Allgemeine Angaben zum Gebäude	7
2.1.2 Ansichten	8
2.1.3 Zonierung	9
2.1.4 Baulicher Zustand der Gebäudehülle	10
2.1.5 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle.....	10
2.1.6 Anlagentechnik	11
2.1.7 Energiebilanz des IST-Zustandes.....	14
2.2 Klassenriegel.....	16
2.2.1 Allgemeine Angaben zum Gebäude	16
2.2.2 Ansichten	16

2.2.3	Zonierung	17
2.2.4	Baulicher Zustand der Gebäudehülle	18
2.2.5	Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle.....	19
2.2.6	Anlagentechnik	20
2.2.7	Energiebilanz des IST-Zustandes.....	21
2.3	Turnhalle	23
2.3.1	Allgemeine Angaben zum Gebäude	23
2.3.2	Ansichten.....	23
2.3.3	Zonierung	24
2.3.4	Baulicher Zustand der Gebäudehülle	25
2.3.5	Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle.....	26
2.3.6	Anlagentechnik	26
2.3.7	Energiebilanz des IST-Zustandes.....	28
3	Sanierungsmaßnahmen.....	30
3.1	Variante 1: Kurzfristige Maßnahmen.....	31
3.1.1	Senkung der durchschnittlichen Raumtemperatur	31
3.1.2	Lampen ersetzen	31
3.1.3	Überprüfung der Technischen Anlagen	32
3.2	Variante 2: Investive Maßnahmen – Verwaltungsgebäude	33
3.2.1	Dämmung der Außenwände	33
3.2.2	Austausch der Fenster und Eingangstür.....	34
3.2.3	Wärmedämmung des Daches	36
3.2.4	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.....	36
3.2.5	Pelletheizung mit Solaranlage	37
3.2.6	Lampen ersetzen	38
3.2.7	Sanierung in einem Zug.....	39
3.2.8	Energetische Bewertung.....	40
3.3	Variante 2: Investive Maßnahmen – Klassenriegel	41
3.3.1	Dämmung der Außenwände	41
3.3.2	Austausch der Fenster und Eingangstüren.....	41
3.3.3	Wärmedämmung des Daches	42
3.3.4	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.....	42

3.3.5	Pelletheizung mit Solaranlage	42
3.3.6	Lampen ersetzen	43
3.3.7	Sanierung in einem Zug.....	43
3.3.8	Energetische Bewertung.....	44
3.4	Variante 2: Investive Maßnahmen – Turnhalle	45
3.4.1	Wärmedämmung der Gebäudehülle.....	45
3.4.2	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.....	46
3.4.3	Pelletheizung mit Solaranlage	47
3.4.4	Einbau von Präsenzmeldern.....	47
3.4.5	Sanierungsvorschlag	48
3.4.6	Energetische Bewertung.....	50
4	Förderung	52
4.1	KfW-Förderprogramm Energieeffizient Sanieren	52
4.2	KfW-Programm erneuerbare Energien.....	52
4.3	Marktanreizprogramm erneuerbare Energien (MAP)	53
4.4	Förderung der Wibank für kommunale Nichtwohngebäude	53
4.4.1	Allgemeines	53
4.4.2	Förderung der Turnhalle	55
	Anlageverzeichnis.....	I

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ansicht Nord-Ost, Verwaltungsgebäude.....	8	
Abbildung 2: Ansicht Süd-West, Verwaltungsgebäude	8	
Abbildung 3: Ansicht Süd-Ost, Verwaltungsgebäude	Abbildung 4: Ansicht Nord-West, Hauptein-.....	8
Abbildung 5: Energiebilanz - Verwaltungsgebäude	14	
Abbildung 6: Energetische Bewertung – Ist-Zustand des Verwaltungsgebäudes.	15	
Abbildung 7: Ansicht Süd-Ost, Klassenriegel	16	
Abbildung 8: Ansicht Nord-West, Klassenriegel	17	
Abbildung 9: Ansicht Nord-Ost, Klassenriegel	Abbildung 10: Ansicht Süd-West, Klassenriegel.....	17
Abbildung 11: Energiebilanz - Klassenriegel	21	
Abbildung 12: Energetische Bewertung – Ist-Zustand des Klassenriegels.....	22	
Abbildung 13: Ansicht Nord-Ost, Eingang Turnhalle	Abbildung 14: Ansicht Süd-Ost, Eingang Turnhalle	23
Abbildung 15: Ansicht Süd-West, Turnhalle	Abbildung 16: Ansicht Nord-West, Turnhalle	24
Abbildung 17: Ansicht Nord, Turnhalle	Abbildung 18: Ansicht Ost, Turnhalle	24
Abbildung 19: Energiebilanz – Turnhalle	28	
Abbildung 20: Energetische Bewertung – Ist-Zustand der Turnhalle.....	29	
Abbildung 21: Energetische Bewertung – Sanierungsmaßnahme Verwaltungsgebäude.....	40	
Abbildung 22: Energetische Bewertung – Sanierungsmaßnahme Klassenriegel.	44	
Abbildung 23: Energetische Bewertung – Sanierungsmaßnahme Turnhalle	50	
Abbildung 24: Energetische Bewertung – Maßnahmenkombination inkl. Sanierung der Gebäudehülle, Turnhalle	51	

Abbildung 25: Verwaltungsgebäude, Nord-Ost – Nord-West	II
Abbildung 26: Verwaltungsgebäude, Süd-Ost – Süd-West	III
Abbildung 27: Verwaltungsgebäude, Grundriss mit Zonierung.....	III
Abbildung 28: Klassenriegel, Nord-West.....	IV
Abbildung 29: Klassenriegel, Süd-Ost.....	IV
Abbildung 30: Klassenriegel, Grundriss mit Zonierung.....	IV
Abbildung 31: Turnhalle, Nord.....	V
Abbildung 32: Turnhalle, Süd	V
Abbildung 33: Turnhalle, Grundriss mit Zonierung	V

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kosten-/Nutzenverhältnis der Maßnahmen	4
Tabelle 2: Zonierung Verwaltungsgebäude	9
Tabelle 3: Gebäudehülle - Verwaltungsgebäude.....	11
Tabelle 4: EnEV Anforderungen - Verwaltungsgebäude	15
Tabelle 5: Zonierung Klassenriegel	18
Tabelle 6: Gebäudehülle - Klassenriegel.....	19
Tabelle 7: EnEV Anforderungen - Klassenriegel	22
Tabelle 8: Zonierung Turnhalle.....	24
Tabelle 9: Gebäudehülle - Turnhalle	26
Tabelle 10: EnEV Anforderungen - Turnhalle.....	29
Tabelle 11: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.1 Dämmung der Außenwände	34
Tabelle 12: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.2 Austausch der Fenster und Eingangstür	35
Tabelle 13: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.3 Wärmedämmung des Daches.....	36
Tabelle 14: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	37
Tabelle 15: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.5 Pelletheizung mit Solaranlage.....	38
Tabelle 16: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.7 Sanierung in einem Zug.....	39
Tabelle 17: EnEV Anforderungen - Verwaltungsgebäude	40
Tabelle 18: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.1 Dämmung der Außenwände	41

Tabelle 19: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.2 Austausch der Fenster und Eingangstüren	41
Tabelle 20: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.3 Wärmedämmung des Daches	42
Tabelle 21: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	42
Tabelle 22: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.5 Pelletheizung mit Solaranlage	43
Tabelle 23: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.7 Sanierung in einem Zug	44
Tabelle 24: EnEV Anforderungen - Klassenriegel	44
Tabelle 25: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Dämmung der Außenwände	45
Tabelle 26: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Fenster und Eingangstüren	46
Tabelle 27: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Wärmedämmung des Daches	46
Tabelle 28: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Wärmedämmung der Kellerdecke	46
Tabelle 29: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.4.2 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	47
Tabelle 30: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.4.3 Pelletheizung mit Solaranlage	47
Tabelle 31: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme ohne Sanierung der Außenwände, der Fenster und des Daches	49
Tabelle 32: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme inkl. Sanierung der Gebäudehülle	49
Tabelle 33: EnEV Anforderungen – Turnhalle	50

Tabelle 34: EnEV Anforderungen – Turnhalle, inkl. Sanierung der Gebäudehülle⁵¹

1 Zusammenfassung

Variante 1 bezieht sich auf kurzfristige Maßnahmen, die ohne größere Investitionen und Aufwand umsetzbar sind. Dazu zählen folgende Maßnahmen:

- Senkung der durchschnittlichen Raumtemperatur
- Ersetzen von stromfressenden Lampen
- Präsenzkontrolle
- Überprüfung der technischen Anlagen

Variante 2 bezieht sich auf investive Maßnahmen. Nachfolgend wird näher auf diese Variante eingegangen.

1.1 Empfehlung für Gesamtsanierung in einem Zug

Um die Sanierungsmaßnahmen

- baulich optimal aufeinander abstimmen zu können
- die Investitionskosten für die empfohlenen Maßnahmenkombinationen so gering wie möglich zu halten und
- Förderprogramme optimal ausnutzen zu können,

wird grundsätzlich die Durchführung aller Maßnahmen in einem Zug empfohlen. Aufgrund der deutlich höheren Förderung für ein KfW-Effizienzhaus sind die energetisch bedingten Investitionskosten abzüglich Förderung deutlich niedriger als bei einer schrittweisen Sanierung.

Zur optimalen Umsetzung der Maßnahmen wird eine unabhängige Planung und Bauleitung durch einen in der energetischen Sanierung erfahrenen Architekten oder Ingenieur empfohlen.

1.1.1 Verwaltungsgebäude

Folgende Maßnahmen sollten ausgeführt werden:

- Wärmedämmung der Außenwände und der Dachfläche
- Austausch der Fenster, Glasbausteine und Eingangstür
- Erweiterung der vorhandenen Lüftungsanlage
- Einbau eines Pelletkessels, Solaranlage und Lüftungsanlage
- Überprüfung der Einstellungen der Anlage (Heizkurve, Pumpenleistung), hydraulischer Abgleich
- Austausch der Beleuchtung inkl. Präsenzmelder

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen wird ein im KfW-Förderprogramm 218 „Energieeffizient sanieren“ förderfähiges **Effizienzhaus 70** erreicht.

1.1.2 Klassenriegel

Folgende Maßnahmen sollten ausgeführt werden:

- Wärmedämmung der Außenwände und der Dachfläche
- Austausch der Fenster, Glasbausteine und Eingangstüren
- Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Einbau eines Pelletkessels, Solaranlage und Lüftungsanlage
- Überprüfung der Einstellungen der Anlage (Heizkurve, Pumpenleistung), hydraulischer Abgleich
- Austausch der Beleuchtung inkl. Präsenzmelder

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen wird ein im KfW-Förderprogramm 218 „Energieeffizient sanieren“ förderfähiges **Effizienzhaus 70** erreicht.

1.1.3 Turnhalle

Folgende Maßnahmen sollten ausgeführt werden:

- Wärmedämmung der Kellerdecke
- Einbau eines Pelletkessels, Solaranlage und Lüftungsanlage

- Überprüfung der Einstellungen der Anlage (Heizkurve, Pumpenleistung), hydraulischer Abgleich
- Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Einbau von Präsenzmeldern

Nach Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen wird ein im KfW-Förderprogramm 218 „Energieeffizient sanieren“ förderfähiges **Effizienzhaus 85** erreicht.

1.2 Vorteile der energetischen Sanierung

- Energiekosteneinsparungen
- Langfristige Absicherung Ihres Lebensstandards durch überschaubare Heizkosten
- Kostensicherheit durch geringere Abhängigkeit von Energiepreisschwankungen
- Steigerung des Wohnkomforts und höhere Behaglichkeit durch Vermeidung von Zugerscheinungen, höhere Oberflächentemperaturen, bessere Temperaturverteilung im Raum und verbesserten sommerlichen Wärmeschutz
- Geringere Gefahr von Schimmelpilzbildung durch höhere Oberflächentemperaturen
- Wertsicherung des Gebäudes durch Umwandlung von Energiekosten in Investitionen
- Ästhetische Aufwertung des Gebäudes
- Imageaufwertung und Beitrag zur Verbesserung des sozialen Umfeldes
- Gutes ökologisches Gewissen durch umweltfreundliches Gebäude

1.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Sofern Eigenkapital zur Verfügung steht, sollte bedacht werden, dass zurzeit die Rendite für sichere Geldanlagen sehr gering ist. Deshalb wäre abzuwägen, ob bei

Investitionen in energiesparende Maßnahmen nicht eine bessere Rendite erzielt werden kann, die zudem auch noch steuerfrei ist.

1.3.1 Kosten- / Nutzenverhältnis der Maßnahmen

In Tabelle 1 sind die Prognosen der Energiekosten für Heizung und Warmwasser nach Sanierung und die prognostizierte Energiekosteneinsparung den energetisch bedingten Sanierungskosten ohne öffentlichen Fördermitteln wie Zuschüsse und Zinseinsparungen durch Förderkredite gegenübergestellt. Aus dem Verhältnis der energetisch bedingten Investitionskosten ergibt sich das Kosten-/Nutzen-Verhältnis. Je kleiner das Kosten/Nutzen-Verhältnis, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme. Es entspricht einer statischen Amortisation ohne Berücksichtigung der marktüblichen Finanzierungskosten und Energiepreissteigerungen und dient dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander. Das Kosten-/Nutzenverhältnis verbessert sich zusätzlich durch die Inanspruchnahme von Förderungen.

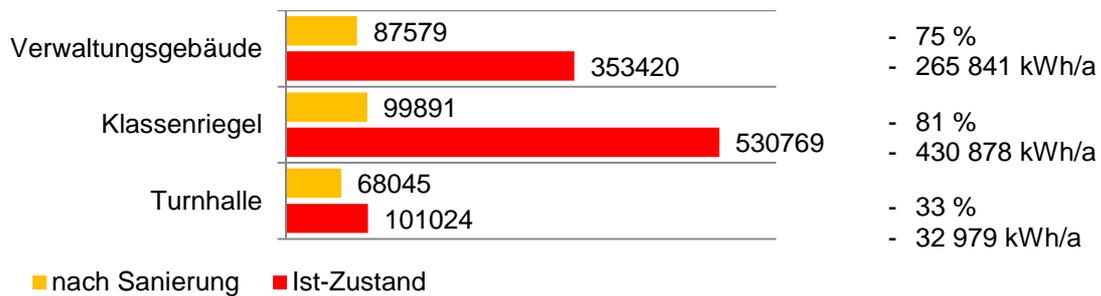
Tabelle 1: Kosten-/Nutzenverhältnis der Maßnahmen

Maßnahme	Energiekosten nach der Sanierung	Energetisch bedingte Investitionskosten	Prognostizierte Einsparungen			Kosten-/Nutzen
	[€/a]		Energiebedarf	Energiekosten		
Verwaltungsgebäude KfW 70	17 213	350 000	351 012	24 847	59	14 : 1
Klassenriegel KfW 70	13 244	672 700	574 999	33 250	72	20 : 1
Turnhalle KfW 85	7 586	122 373	375 989	22 668	75	5 : 1

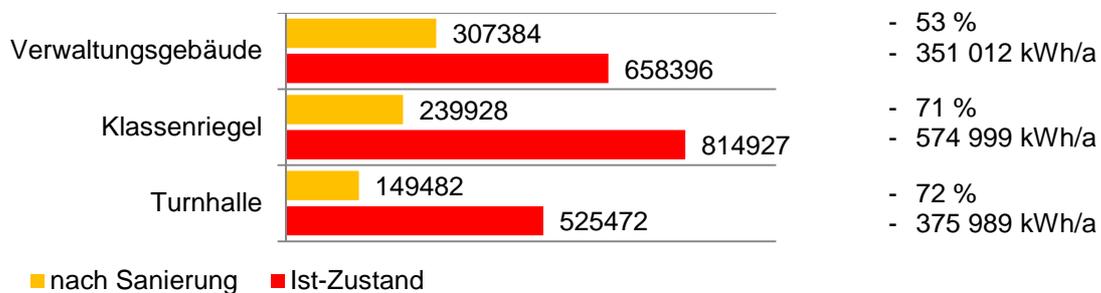
1.4 Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen

In den nachfolgenden Diagrammen werden die Energie-, Schadstoff- und Kosteneinsparungen grafisch dargestellt. Diese beziehen sich auf die Umsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen.

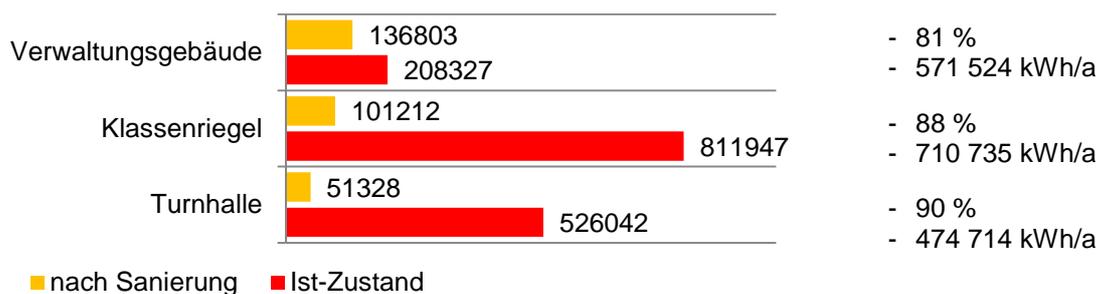
1.4.1 Reduktion der Transmissionswärmeverluste in kWh/a



1.4.2 Reduktion des Endenergiebedarfs (Brennstoffbedarf) in kWh/a

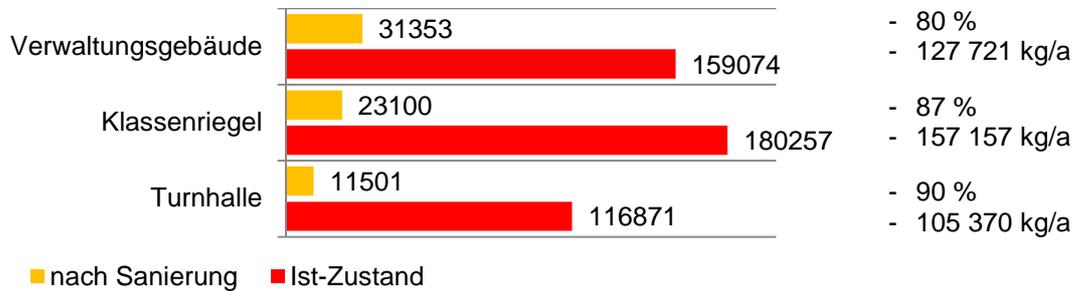


1.4.3 Reduktion des Primärenergiebedarfs in kWh/a

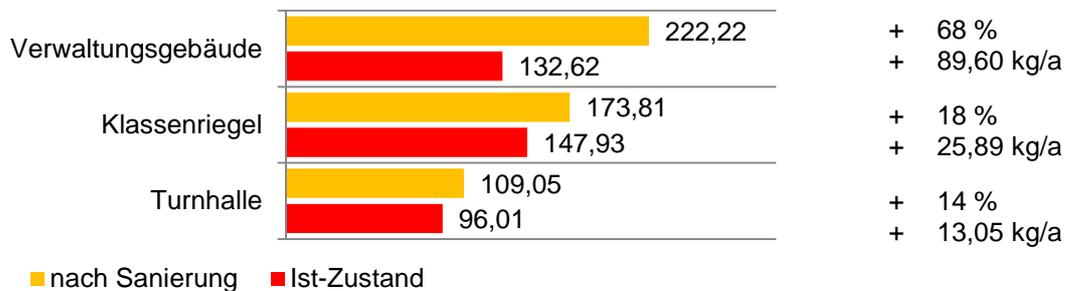


1.4.4 Reduktion der Schadstoffemissionen in kg/a

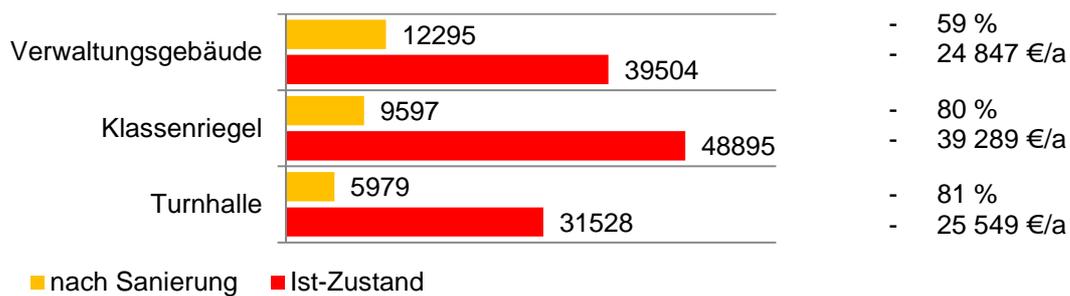
CO₂-Emissionen:



NO_x-Emissionen:



1.4.5 Reduktion der Brennstoffkosten in €/a



2 Bestandsaufnahme

Die Walter-Kolb Schule unterteilt sich in sieben freistehenden Gebäuden. In diesem Kapitel werden folgende Gebäudeteile untersucht und hinsichtlich des Baukörpers, der Anlagentechnik und der Nutzung näher vorgestellt:

- Verwaltungsgebäude
- Klassenriegel
- Sporthalle

2.1 Verwaltungsgebäude

2.1.1 Allgemeine Angaben zum Gebäude

Gebäudetyp:	freistehendes Schulgebäude
Baujahr:	1961, Anbau Kantine 2009
Bauweise:	Massivbauweise, Flachdach mit einer Neigung von ca. 4° nach Süd-West, Pultdach mit einer Neigung von ca. 9° nach Nord-Ost, Flachdach Anbau Kantine
Vollgeschosse:	2
Bauliche Besonderheiten:	Kellergeschoss nur teilweise gegen Erdreich, Anbau Kantine wurde gem. Passivhausstandard errichtet
Bruttovolumen V_e :	4 643 m ³
Nettogrundfläche A_{NGF} :	1 438 m ²
Hüllfläche $A_{Hüll}$:	2 786 m ²

Der beheizte/gekühlte Bereich ist eingeschlossen von:

- der Bodenplatte als untere Abgrenzung
- den Dachschrägen und dem Flachdach als obere Abgrenzung
- den Wänden, Fenstern und Türen

2.1.2 Ansichten



Abbildung 1: Ansicht Nord-Ost, Verwaltungsgebäude



Abbildung 2: Ansicht Süd-West, Verwaltungsgebäude



Abbildung 3: Ansicht Süd-Ost, Verwaltungsgebäude



Abbildung 4: Ansicht Nord-West, Haupteingang, Verwaltungsgebäude

2.1.3 Zonierung

Kriterien für die Unterteilung des Gebäudekomplexes in einzelne Zonen sind unter anderem eine differenzierte Nutzung, eine abweichende Konditionierung einzelner Räume oder aber auch große Unterschiede bezüglich der jeweiligen Raumtiefe. Zur Vereinfachung der Gebäudebilanzierung sollten nach DIN V 18599-1 Abs. 6 nur so viele Zonen gebildet werden, dass die wichtigsten Unterschiede innerhalb eines Gebäudes angemessen berücksichtigt werden können.

Das Gebäude wurde entsprechend Tabelle 2 aufgeteilt. Ein Zonenmodell ist in Anlage A beigefügt.

Tabelle 2: Zonierung Verwaltungsgebäude

Nr.	Zone	Fläche A_{NGF} (netto) [m ²]	Hüll- fläche A_{Huell} [m ²]	Volumen V_{Luft} (netto) [m ³]	Konditionierung
1	Kantine	153	409	436	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
2	Küche	60	77	152	Heizung + Lüftung + TWW + Beleuchtung
3	Küche – Vorberei- tung	33	38	83	Heizung + Lüftung + Kälte + Be- leuchtung
4	Sonst. Aufenthalts- räume	9	11	23	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
5	WC	36	59	91	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
6	Verkehrsfläche	361	637	959	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
7	Klassenzimmer	410	800	1028	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
8	Großraumbüro	82	162	206	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
9	Lager, Technik, Archiv	28	76	70	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
10	Serverraum	8	33	20	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
11	Bibliothek	9	23	23	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
12	Gruppenbüro	119	202	299	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
13	Einzelbüro	37	91	94	Heizung + Lüftung + Beleuchtung
14	Besprechung	93	168	232	Heizung + Lüftung + Beleuchtung

2.1.4 Baulicher Zustand der Gebäudehülle

Allgemein:	Es sind Risse des Putzes auf der Süd-Westseite ersichtlich, teilweise Durchfeuchtung der Außenwände
Außenwände:	<u>Kellergeschoss:</u> Wände aus 37 cm Stahlbeton, beidseitig verputzt, teilweise außen verklinkert, ohne Wärmedämmung; Wände des Anbaus aus 24 cm Kalksandsteinen und 24 cm Holzfachwerkständer mit einer Zwischendämmung aus Zellulose, innen verputzt, außen mittels einer hinterlüfteten Fassade mit Holz verkleidet <u>Erdgeschoss:</u> Wände aus 37 cm Stahlbeton, beidseitig verputzt, teilweise außen verklinkert, ohne Wärmedämmung
Innenwände:	Mauerwerk aus Stahlbeton, teilweise verputzt, teilweise verklinkert
Fenster:	überwiegend 1-fach-Verglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen, Baujahr 1961, starke Zugscheinungen; Fenster des Anbaus mittels 3-fach-Isolierverglasung aus Holz-Alu, Baujahr 2009; Fenster der Oberlichter aus Glasbausteinen, Baujahr 1961
Eingangstüren:	Teilweise neu mit Alurahmen und 3-fach-Verglasung, teilweise Blech-Rahmen mit 1-fach-Verglasung
Bodenplatte:	vermutlich Betonbodenplatte auf Kiesschüttung, Fussbodenaufbau mit schwimmendem Estrich
Dach:	Betondach ohne Wärmedämmung. Der genaue Aufbau ist unbekannt.

2.1.5 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

In Tabelle 3 finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit Ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforde-

rungen angegeben, die die EnEV bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt und die Mindestanforderung für eine Förderung von einzelnen Sanierungsmaßnahmen durch die KfW-Förderbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau). Eine detaillierte Auflistung aller Bauteile finden Sie in Anlage B.

Tabelle 3: Gebäudehülle - Verwaltungsgebäude

Kategorie	Fläche in [m ²]	U-Werte in [W/m ² K]		
		Ist-Zustand	U _{max} -EnEV ¹	KfW – Förderung ²
Wand – Altbau	496,17	1,39	0,28	0,20
Wand – Anbau	76,14	0,17		
Wand – Altbau, gegen Erdreich	103,96	1,40	0,35	0,25
Dach – Altbau	766,08	1,40	0,20	0,14
Flachdach – Anbau	114,32	0,30		
Bodenplatte – Altbau	760,18	1,00	0,35	0,25
Bodenplatte – Anbau	123,68	0,60		
Fenster – Bestand, 1-fach / 2-fach	282,15	5,00 / 3,00	1,30	0,95
Fenster – Anbau	36,28	0,90		
Eingangstür neu (Nord-Ost, Süd-Ost)	25,17	1,90	1,80	1,30
Eingangstür alt (Nord-West – Seite)	10,06	5,00		

¹ Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden, außer wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenwandseite.

² Die Mindestanforderung an U-Werte für die KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern, sondern nur bei Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen können jederzeit aktualisiert werden. Stand 06/2014.

2.1.6 Anlagentechnik

Das Gebäude wird hinsichtlich der technischen Versorgung von der gleichen Technik versorgt (Anlage C).

Wärme:

Allgemein: voll funktionsfähig, aber veraltet und ineffizient

Bestandsaufnahme

Versorgte Zonen:	Nr. 1 bis 14
Versorgte Fläche in m ² :	1 438
Lage:	zentral, im Klassenriegel (unbeheizter Keller)
Wärmeerzeuger:	2 Standardkessel, Baujahr 1989, Nennwertleistung je 454 kW davon pauschal ca. 20 % für das Verwaltungsgebäude – 182 kW
Energieträger:	Erdgas
Verteilung:	Vor- und Rücklaufemperatur 80/80°C, Dämmung der Leitungen: gedämmt vor 1980, kein hydraulischer Abgleich der Anlage, Umwälzpumpe nicht leistungsgeregelt
Übergabe:	über freie Heizkörper, Anordnung im Außen- und Innenwandbereich, Thermostatventile, ohne Temperaturvorregelung, Nachtabstaltung vorhanden
Speicher:	kein Heizungspufferspeicher

Trinkwarmwasserversorgung:

Versorgte Zonen:	Nr. 2
Versorgte Fläche in m ² :	60
Lage:	zentral, im Klassenriegel (unbeheizter Keller)
Erzeuger:	zentrale Warmwasserbereitung, Kombierzeuger über Heizungsanlage
Zirkulation:	ja
Verteilung:	Dämmung der Leitungen: teilweise gedämmt nach 1995, teilweise gedämmt vor 1980
Speicherung in Liter:	200, Lage in Zone Nr. 9

Raumluftechnik (RLT):

Die Raumluftechnik dient der Versorgung bestimmter Bereiche mit Luft. Die Luftförderung erfolgt mit Hilfe von Ventilatoren (Gebläse). Damit ist es möglich, definierte Luftmengen und Druckverhältnisse bereit zu stellen, um die gewünschten Luftzustände beizubehalten. Das sind ideale Voraussetzungen, um die Luft hinsichtlich Reinheit, Temperatur und Feuchte weiter aufzubereiten.

Bestandsaufnahme

Versorgte Zonen:	Nr. 1 bis 3
Versorgte Fläche in m ² :	246
Anlagentyp:	Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung
Heiz- / Kühlregister:	ja / nein
Feuchteanforderung:	keine

Kältetechnik:

Versorgte Zonen:	Nr. 3
Versorgte Fläche in m ² :	33
Maschinentyp:	Kompressionskälteanlage, luftgekühlt
Teillastregelung:	2-Punktregelung getaktet
Baujahr:	2009
Übergabe:	Ventilatorikonvektor, Luftverteilung über Kanäle

Beleuchtung:

Die Beleuchtung wird bereichsweise betrachtet. Ein Beleuchtungsbereich ist eine Zone (oder ein Teil von ihr), in der spezifische Beleuchtungsverhältnisse herrschen.

Beleuchtungsbereich 1: Leuchtstoffröhren mit KVG, Beleuchtungsstärke von ca. 500 lx

versorgte Zonen:	Nr. 4 bis 14
Präsenzmelder:	nur in Zone Nr. 6
Tageslichtsteuerung:	nein

Beleuchtungsbereich 2: Energiesparlampen, Beleuchtungsstärke von ca. 300 lx

Versorgte Zonen:	Nr. 1 bis 3
Präsenzmelder:	nein
Tageslichtsteuerung:	nein

2.1.7 Energiebilanz des IST-Zustandes

Die Energiebilanz gibt Aufschluss darüber, in welchen Bereichen hauptsächlich die Energie verloren geht bzw. wo zurzeit die größten Einsparpotenziale in Ihrem Gebäude liegen. Berücksichtigt werden dabei die Wärmeverluste und -gewinne der Gebäudehülle, sowie die Verluste der Anlagen zur Raumheizung und -kühlung, Trinkwarmwasserbereitung und Lüftungstechnik. Die Energiemengen werden in kWh pro Jahr angegeben. Zur groben Abschätzung kann man annehmen, dass 10 kWh einem m³ Erdgas entsprechen.

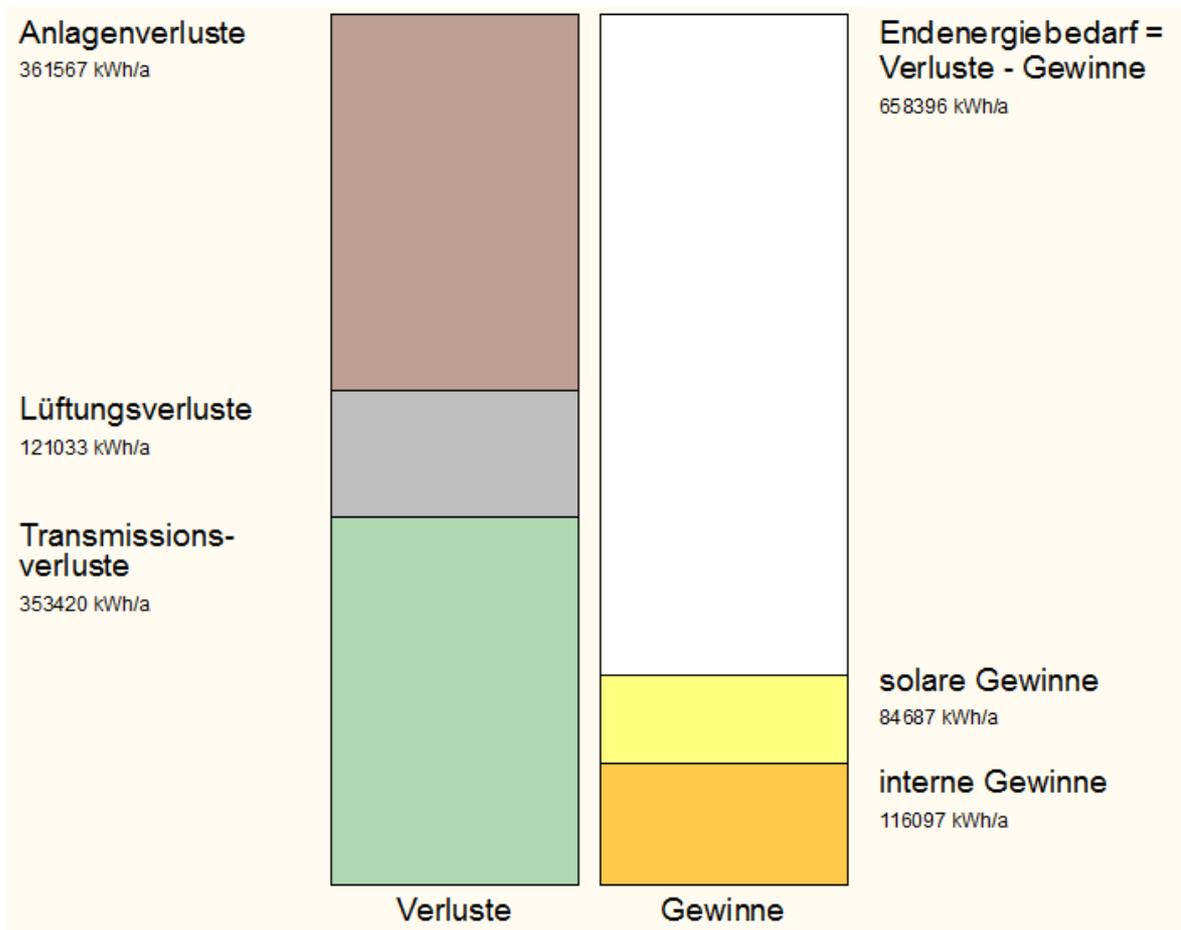


Abbildung 5: Energiebilanz - Verwaltungsgebäude

Die energetische Bewertung eines Nichtwohngebäudes erfolgt auf der Grundlage des Primärenergiebedarfs bezogen auf die Nettogrundfläche sowie des spezifischen Transmissionswärmetransferkoeffizienten der wärmeübertragenden Umfas-

sungsfläche des Gebäudes. Der Primärenergiebedarf umfasst das Heizen, Kühlen, Lüften, Beleuchten sowie die Trinkwarmwasserbereitstellung im Gebäude. Der spezifische Transmissionswärmetransferkoeffizient macht eine Aussage über die energetische Qualität der Gebäudehülle.

Abbildung 6 zeigt die Einordnung des Verwaltungsgebäudes der Walter-Kolb-Schule.

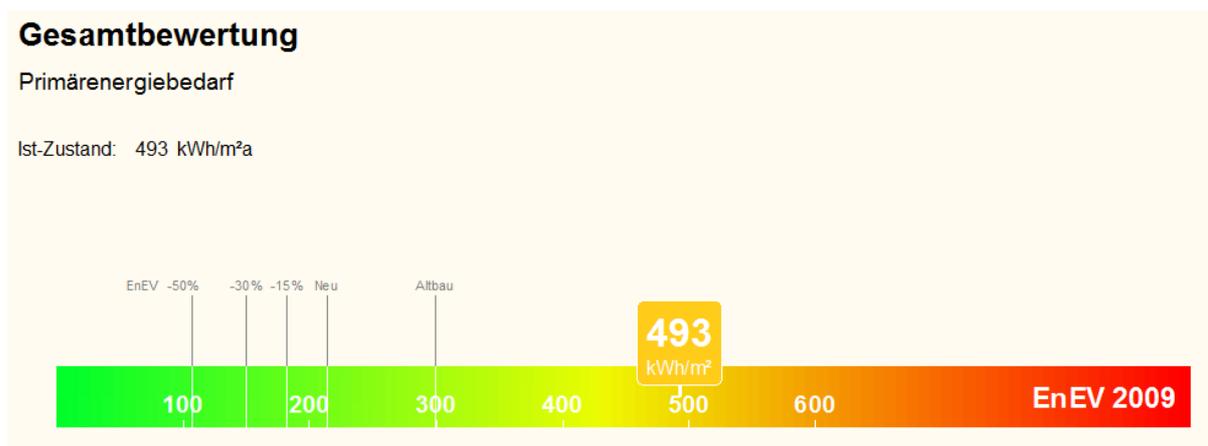


Abbildung 6: Energetische Bewertung – Ist-Zustand des Verwaltungsgebäudes

Tabelle 4: EnEV Anforderungen - Verwaltungsgebäude

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	492,67	299,00	213,57	181,54	149,50	106,79
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	1,355		0,491	0,427	0,363	

2.2 Klassenriegel

2.2.1 Allgemeine Angaben zum Gebäude

Gebäudetyp: freistehendes Schulgebäude

Baujahr: 1961

Bauweise: Massivbauweise, Flachdach

Vollgeschosse: 3

Bauliche Besonderheiten: Kellergeschoss nur teilweise gegen Erdreich

Bruttovolumen V_e : 6.288 m³

Nettogrundfläche A_{NGF} : 1.705 m²

Hüllfläche $A_{Hüll}$: 2.664 m²

Der beheizte/gekühlte Bereich ist eingeschlossen von:

- der Bodenplatte als untere Abgrenzung
- dem Flachdach als obere Abgrenzung
- den Wänden, Fenstern und Türen
- ausgeschlossen wird der Bereich der Technik und des großen Lagers im Kellergeschoss

2.2.2 Ansichten



Abbildung 7: Ansicht Süd-Ost, Klassenriegel



Abbildung 8: Ansicht Nord-West, Klassenriegel

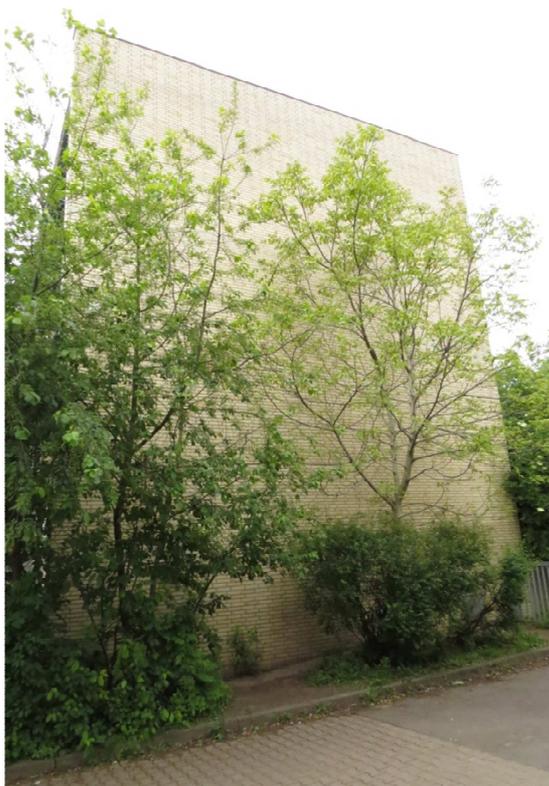


Abbildung 9: Ansicht Nord-Ost, Klassenriegel



Abbildung 10: Ansicht Süd-West, Klassenriegel

2.2.3 Zonierung

Kriterien für die Unterteilung entsprechend Kapitel 2.1.3 Zonierung, Seite 9.

Das Gebäude wurde entsprechend Tabelle 5 Tabelle 2 aufgeteilt. Ein Zonenmodell ist in Anlage A beigefügt.

Tabelle 5: Zonierung Klassenriegel

Nr.	Zone	Fläche A_{NGF} (netto) [m ²]	Hüll- fläche A_{Huell} [m ²]	Volumen V_{Luft} (netto) [m ³]	Konditionierung
1	Einzelbüro	6	17	19	Heizung + Beleuchtung
2	Gruppenraum	121	237	357	Heizung + Beleuchtung
3	Küche – Vorberei- tung	59	149	174	Heizung + TWW + Beleuchtung
4	Klassenzimmer	1063	1553	3137	Heizung + Beleuchtung
5	Lager	6	17	19	Heizung + Beleuchtung
6	Verkehrsfläche	449	749	1325	Heizung + Beleuchtung
7	Lager 2	121	-	358	Beleuchtung
8	Technik	215	-	556	Beleuchtung

2.2.4 Baulicher Zustand der Gebäudehülle

- Allgemein: Die Fenster sind in einem sehr schlechten Zustand. Rahmen sind marode, sodass Löcher erkennbar sind.
- Außenwände: Wände aus Stahlbeton, beidseitig verputzt, Treppenhäuser, Süd-West- und Nord-Ost-Wände verklinkert, ohne Wärmedämmung.
- Innenwände: Mauerwerk aus Stahlbeton, teilweise verputzt, teilweise verklinkert (Treppenhäuser).
- Fenster: überwiegend 1-fach-Verglasung in Holzrahmen, Baujahr 1961, starke Zugscheinungen;
Fenster der Klassenräume nach Süd-Ost sind mit variablem Sonnenschutz ausgestattet;

Fenster der Küche und des Gruppenraumes 2-fach Verglasung in Holzrahmen.

Fenster der Treppenhäuser aus Glasbausteinen, Baujahr 1961

Eingangstüren: Alurahmen mit 1-fach-Verglasung

Bodenplatte: vermutlich Betonbodenplatte auf Kiesschüttung

Dach: Betondach ohne Wärmedämmung. Der genaue Aufbau ist unbekannt.

2.2.5 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

In Tabelle 6 finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit Ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die EnEV bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt und die Mindestanforderung für eine Förderung von einzelnen Sanierungsmaßnahmen durch die KfW-Förderbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau). Eine detaillierte Auflistung aller Bauteile finden Sie in Anlage B.

Tabelle 6: Gebäudehülle - Klassenriegel

Kategorie	Fläche in [m ²]	U-Werte in [W/m ² K]		
		Ist-Zustand	U _{max} -EnEV ¹	KfW – Förderung ²
Wand	1812,07	1,40	0,28	0,20
Wand gegen Erdreich	373,78	1,40	0,35	0,25
Flachdach	540,53	2,10	0,20	0,14
Bodenplatte	564,59	1,00	0,35	0,25
Fenster – 1-fach / 2-fach	489,29	5,00 / 2,50	1,30	0,95
Fenster – Glasbausteine	68,89	3,50		
Eingangstüren (Süd -Ost –Seite)	11,76	3,50		

¹ Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden, außer wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenwandseite.

² Die Mindestanforderung an U-Werte für die KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern, sondern nur bei Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen können jederzeit aktualisiert werden. Stand 06/2014.

2.2.6 Anlagentechnik

Das Gebäude wird hinsichtlich der technischen Versorgung von der gleichen Technik versorgt (Anlage C).

Wärme:

Allgemein:	voll funktionsfähig, aber veraltet und ineffizient
Versorgte Zonen:	Nr. 1 bis 6
Versorgte Fläche in m ² :	1 704
Lage:	zentral, im Klassenriegel (unbeheizter Keller)
Wärmeerzeuger:	2 Standardkessel, Baujahr 1989, Nennwertleistung je 454 kW davon pauschal ca. 25 % für den Klassenriegel – 225 kW
Energieträger:	Erdgas
Verteilung:	Vor- und Rücklauf Temperatur 80/80°C, Dämmung der Leitungen: gedämmt vor 1980, kein hydraulischer Abgleich der Anlage, Umwälzpumpe nicht leistungsgeregt
Übergabe:	über freie Heizkörper, Anordnung im Außen- und Innenwandbereich, Thermostatventile, ohne Temperaturvorregelung, Nachtabstaltung vorhanden
Speicher:	kein Heizungspufferspeicher

Trinkwarmwasserversorgung:

Versorgte Zonen:	Nr. 3
Versorgte Fläche in m ² :	59
Lage:	zentral, im Klassenriegel (unbeheizter Keller)
Erzeuger:	zentrale Warmwasserbereitung, Kombierzeuger über Heizungsanlage
Zirkulation:	ja
Verteilung:	Dämmung der Leitungen: teilweise gedämmt nach 1995, teilweise gedämmt vor 1980
Speicherung in Liter:	200, Lage in Zone Nr. 8

Beleuchtung:

Die Beleuchtung wird bereichsweise betrachtet. Ein Beleuchtungsbereich ist eine Zone (oder ein Teil von ihr), in der spezifische Beleuchtungsverhältnisse herrschen.

Beleuchtungsbereich 1: Leuchtstoffröhren mit KVG, Beleuchtungsstärke von ca. 500 lx

versorgte Zonen: Nr. 1 bis 8

Präsenzmelder: nein

Tageslichtsteuerung: nein

2.2.7 Energiebilanz des IST-Zustandes

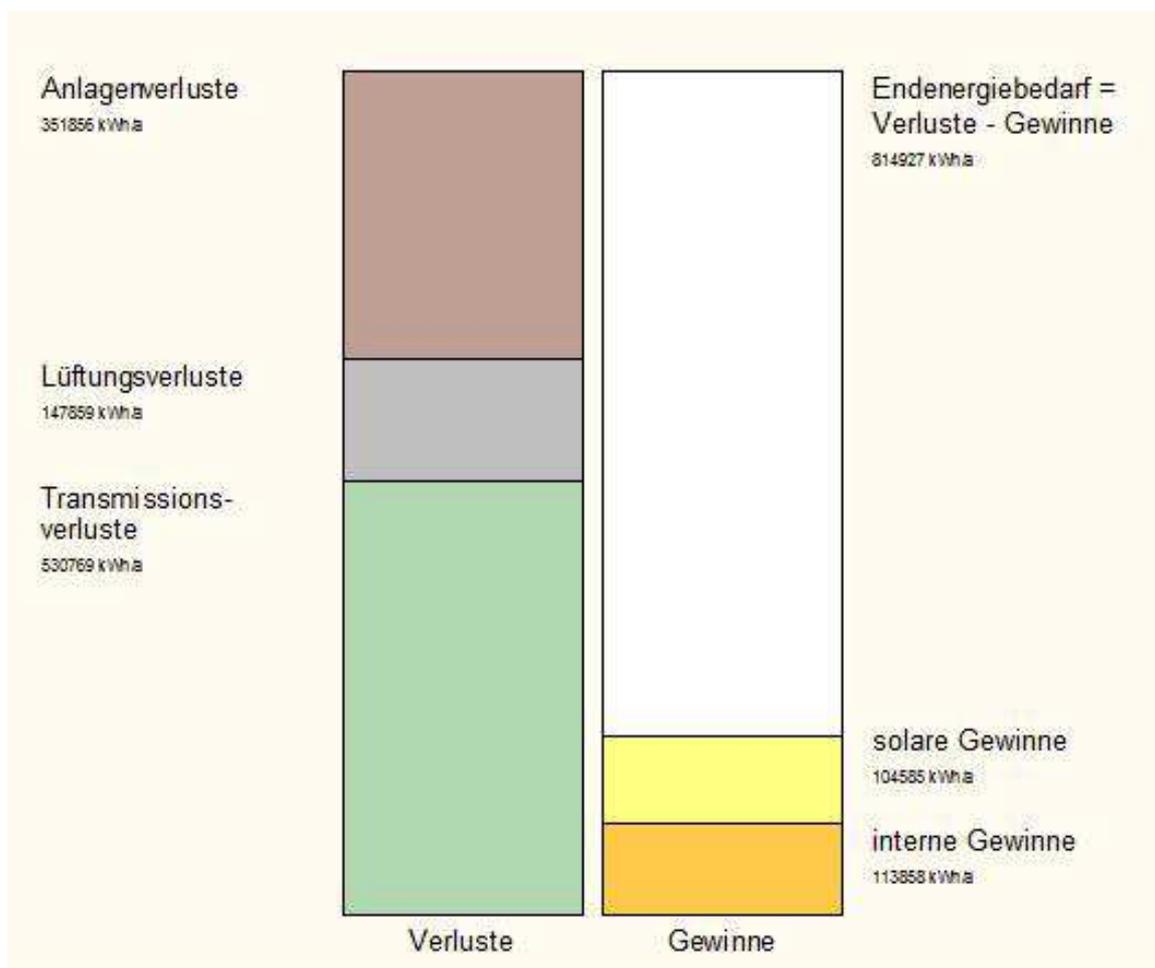


Abbildung 11: Energiebilanz - Klassenriegel

Abbildung 12 zeigt die Einordnung des Klassenriegels der Walter-Kolb-Schule.

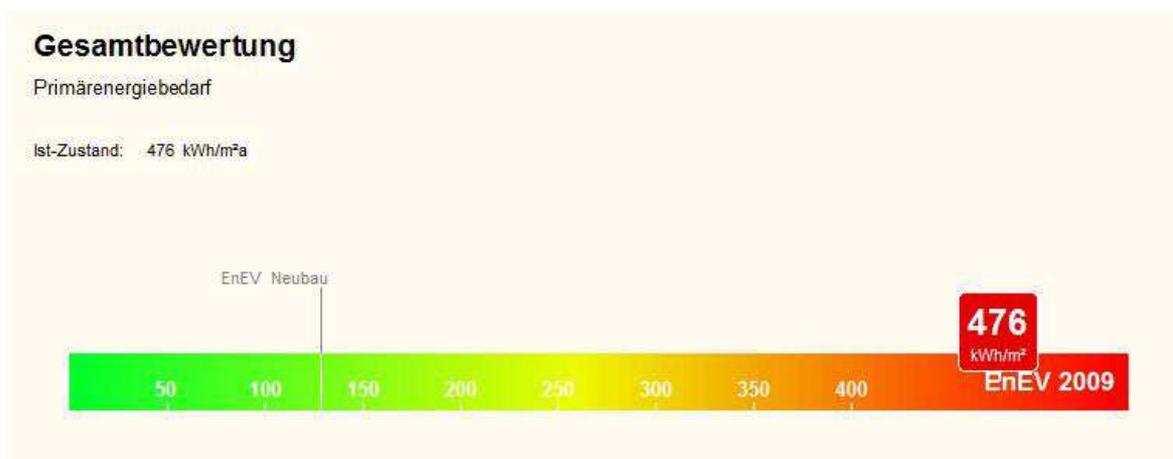


Abbildung 12: Energetische Bewertung – Ist-Zustand des Klassenriegels

Tabelle 7: EnEV Anforderungen - Klassenriegel

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	476,13	179,57	128,27	109,03	89,79	64,13
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	2,141		0,581	0,505	0,429	

2.3 Turnhalle

2.3.1 Allgemeine Angaben zum Gebäude

Gebäudetyp:	freistehendes Gebäude
Baujahr/Sanierung:	1961/2004
Bauweise:	Massivbauweise, Pultdach (Halle und Nebenräume) mit einer Neigung von 5% nach Nord-West und Nord-Ost
Vollgeschosse:	1, Kriechkeller ohne Nutzung, nur Technik
Bruttovolumen V_e :	3.455 m ³
Grundfläche A_{NGF} :	572 m ²
Hüllfläche $A_{Hüll}$:	1 857 m ²

Der beheizte/gekühlte Bereich ist eingeschlossen von:

- der Kellerdecke (Boden gegen unbeheizten Kriechkeller) als untere Abgrenzung
- den Flachdachschrägen als obere Abgrenzung
- den Wänden, Fenstern und Türen

2.3.2 Ansichten



Abbildung 13: Ansicht Nord-Ost, Eingang Turnhalle



Abbildung 14: Ansicht Süd-Ost, Eingang Turnhalle



Abbildung 15: Ansicht Süd-West, Turnhalle



Abbildung 16: Ansicht Nord-West, Turnhalle



Abbildung 17: Ansicht Nord, Turnhalle



Abbildung 18: Ansicht Ost, Turnhalle

2.3.3 Zonierung

Kriterien für die Unterteilung entsprechend Kapitel 2.1.3 Zonierung, Seite 9. Das Gebäude wurde entsprechend Tabelle 8 aufgeteilt. Ein Zonenmodell ist in Anlage A beigefügt.

Tabelle 8: Zonierung Turnhalle

Nr.	Zone	Fläche A_{NGF} (netto) [m ²]	Hüll- fläche A_{Huell} [m ²]	Volumen V_{Luft} (netto) [m ³]	Konditionierung
1	Turnhalle	339	1.129	2.273	Heizung + Beleuchtung
2	Lager	48	146	129	Heizung + Beleuchtung
3	sonst. Aufenthaltsr.	70	209	154	Heizung + Beleuchtung

Tabelle 8: Fortsetzung

Nr.	Zone	Fläche A_{NGF} (netto) [m ²]	Hüll- fläche A_{Huell} [m ²]	Volumen V_{Luft} (netto) [m ³]	Konditionierung
4	Verkehrsfläche	39	90	106	Heizung + Beleuchtung
5	Technik	6	24	17	Heizung + Beleuchtung
6	Sanitärraum	50	171	73	Heizung + Beleuchtung
7	WC	19	85	12	Heizung + Beleuchtung

2.3.4 Baulicher Zustand der Gebäudehülle

Allgemein: Keine sichtbaren Mängel, Risse, oder Schäden sowohl an den Wänden als auch an den Fenstern zu erkennen.

Außenwände: Tunhalle – Annahme: Wände aus etwa 36 cm Stahlbeton, teilweise verputzt, teilweise außen verklindert, möglicherweise mit Wärmedämmung bei der Sanierung 2003 verkleidet

Nebenträume - Annahme: Wände aus etwa 36 cm Stahlbeton, verputzt, teilweise außen verklindert, möglicherweise mit Wärmedämmung bei der Sanierung 2003 verkleidet

Innenwände: Stahlbeton (Annahme), verputzt

Fenster: 2-fach-Verglasung in Alurahmen,
Lichtkuppeln

Eingangstüren: neuwertig mit Alurahmen und 2-fach-Verglasung

Bodenplatte: vermutlich Betonbodenplatte auf Kiesschüttung, Fussboden-aufbau mit schwimmendem Estrich

Dach: Betondach, möglicherweise mit Dämmung bei der Sanierung im Jahre 2003 bedeckt, Eindeckung

2.3.5 Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle

In Tabelle 9 finden Sie eine Zusammenstellung der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle mit Ihren momentanen U-Werten. Zum Vergleich sind die Mindestanforderungen angegeben, die die EnEV bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden stellt und die Mindestanforderung für eine Förderung von einzelnen Sanierungsmaßnahmen durch die KfW-Förderbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau). Eine detaillierte Auflistung aller Bauteile finden Sie in Anlage B.

Tabelle 9: Gebäudehülle - Turnhalle

Kategorie	Fläche in [m ²]	U-Werte in [W/m ² K]		
		Ist-Zustand	U _{max} -EnEV ¹	Förderung
Wand	413,54	0,35	0,28	0,20
Flachdach	632,35	0,25	0,20	0,14
Bodenplatte	631,74	1,0	0,35	0,25
Fenster + Lichtkuppel	175,82	1,30;1,70	1,30	0,95
Eingangstür	3,70	1,70	1,80	1,30

¹ Bei Änderungen von Bauteilen an bestehenden Gebäuden muss der von der EnEV vorgegebene maximale U-Wert eingehalten werden, außer wenn der Primärenergiebedarf des gesamten Gebäudes den Höchstwert für einen entsprechenden Neubau um nicht mehr als 40 % überschreitet. Die angegebenen Maximalwerte gelten für Dämmungen auf der kalten Außenwandseite.

² Die Mindestanforderung an U-Werte für die KfW-Förderung gelten nicht für die Förderung von KfW-Effizienzhäusern, sondern nur bei Einzelmaßnahmen. Die Anforderungen können jederzeit aktualisiert werden. Stand 06/2014.

2.3.6 Anlagentechnik

Das Gebäude wird hinsichtlich der technischen Versorgung von der gleichen Technik versorgt. Eine detaillierte Auflistung der Daten finden Sie im Anhang.

Wärme:

Allgemein: voll funktionsfähig, aber veraltet und ineffizient
 Versorgte Zonen: Nr. 1 bis 7
 Versorgte Fläche in m²: 572
 Lage: zentral, im Klassenriegel (unbeheizter Keller)

Bestandsaufnahme

Wärmeerzeuger:	2 Standardkessel, Baujahr 1989, Nennwertleistung je 454 kW davon pauschal ca. 20 % für die Turnhalle – 182 kW
Energieträger:	Erdgas
Verteilung:	Vor- und Rücklaufemperatur 80/80°C, Dämmung der Leitungen: gedämmt nach 1995, kein hydraulischer Abgleich der Anlage, Umwälzpumpe nicht leistungsgeregt
Übergabe:	über freie Heizkörper in den Nebenräumen und eine Fussbodenheizung in der Halle, Anordnung im Außen- und Innenwandbereich, Thermostatventile, ohne Temperaturvorregelung, Nachtabstaltung vorhanden
Speicher:	kein Heizungspufferspeicher

Trinkwarmwasserversorgung:

Versorgte Zonen:	Nr. 6 (Duschräume)
Versorgte Fläche in m ² :	50
Lage:	zentral, im Klassenriegel (unbeheizter Keller)
Erzeuger:	zentrale Warmwasserbereitung, Kombierzeuger über Heizungsanlage
Zirkulation:	ja
Verteilung:	Dämmung der Leitungen: teilweise gedämmt nach 1995, teilweise gedämmt vor 1980
Speicherung in Liter:	600, Lage in Zone Nr. 5

Beleuchtung:

Die Beleuchtung wird bereichsweise betrachtet. Ein Beleuchtungsbereich ist eine Zone (oder ein Teil von ihr), in der spezifische Beleuchtungsverhältnisse herrschen. Eine detaillierte Auflistung der Daten finden Sie im Anhang.

Beleuchtungsbereich 1:	Leuchtstoffröhren mit EVG, Beleuchtungsstärke von ca. 300 lx
versorgte Zonen:	Nr. 1

Bestandsaufnahme

Präsenzmelder: nein

Tageslichtsteuerung: nein

Beleuchtungsbereich 2: Leuchtstoffröhren mit EVG, Beleuchtungsstärke von ca. 200 lx

Versorgte Zonen: Nr. 2-7

Präsenzmelder: nein

Tageslichtsteuerung: nein

2.3.7 Energiebilanz des IST-Zustandes

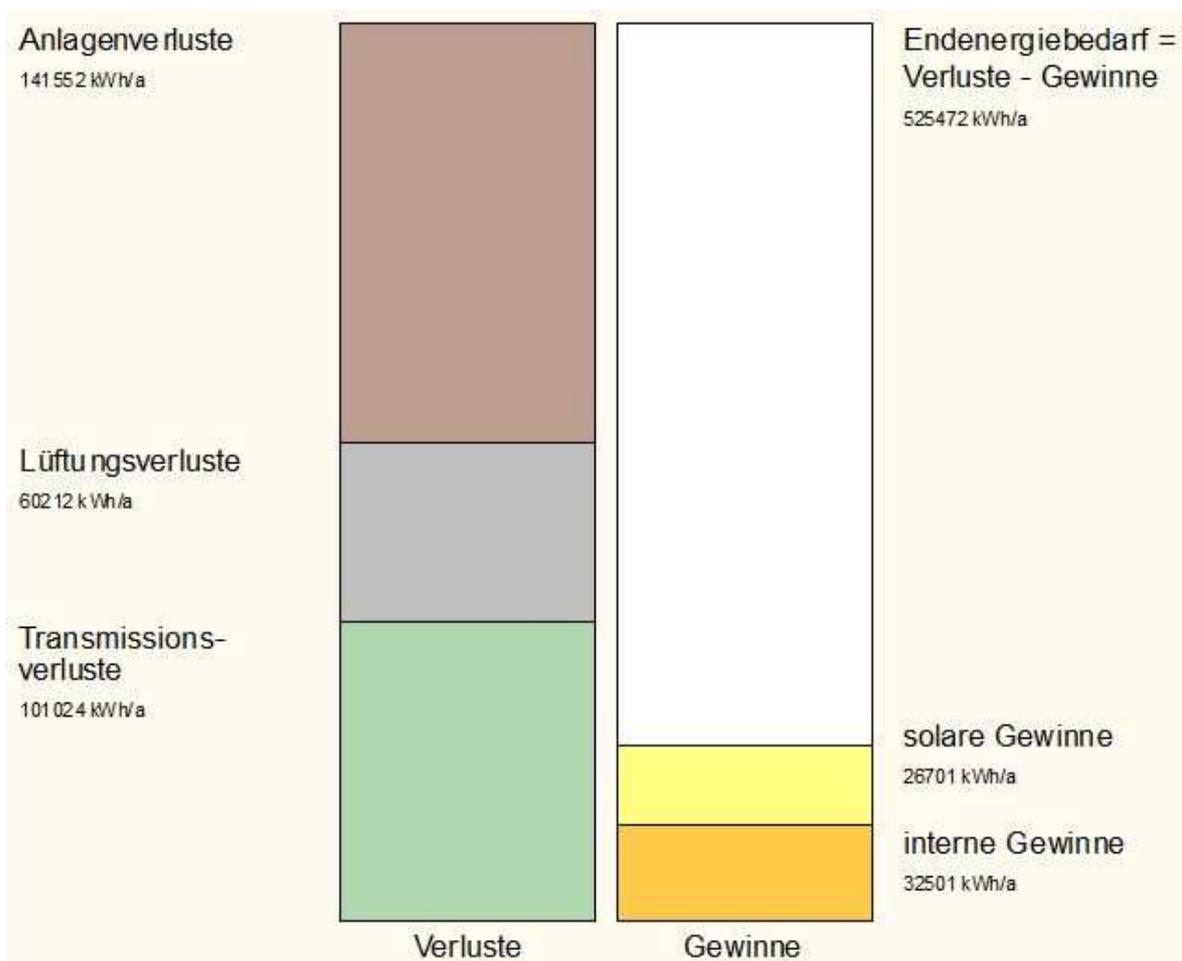


Abbildung 19: Energiebilanz – Turnhalle

Abbildung 20 zeigt die Einordnung der Turnhalle der Walter-Kolb-Schule.

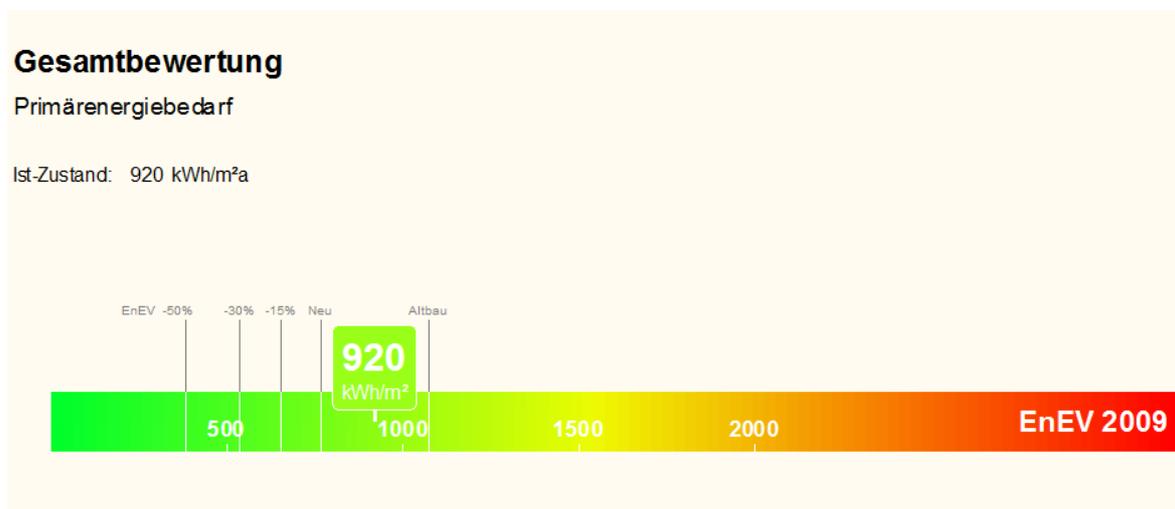


Abbildung 20: Energetische Bewertung – Ist-Zustand der Turnhalle

Tabelle 10: EnEV Anforderungen - Turnhalle

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	920,36	1074,61	767,58	652,44	537,31	383,79
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,583		0,525	0,457	0,388	

3 Sanierungsmaßnahmen

Die Analyse der drei Gebäudeteile zeigt ein erhebliches Einsparpotenzial. Eine Sanierung kann wesentlich zur Verbesserung des Gebäudestandards (energetisch, marktspezifisch) und Verringerung des Energieverbrauchs beitragen.

Nachfolgend werden zwei Varianten analysiert. Zum einen werden kurzfristige Maßnahmen, zum anderen investive Maßnahmen betrachtet. Die vorgeschlagenen Maßnahmen entsprechen jeweils den zum Zeitpunkt der Berichterstellung gültigen Anforderungen der EnEV und können vom tatsächlichen Energiebedarf abweichen.

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Energiesparmaßnahme werden allein die energetisch bedingten Investitionskosten herangezogen. Darin sind weder übliche Bauunterhaltskosten wie Maler- oder Spenglerarbeiten noch allgemeine Kosten einer Sanierung für z.B Gerüste, Baustelleneinrichtung, Planungshonorare noch diejenigen Kosten ohnehin fälliger Sanierungen enthalten, die nicht zur energetischen Verbesserung beitragen wie Abbruch und Entsorgung. Die vollständige Kostenermittlung ist eine Planungsleistung im Rahmen der Sanierung. Alle nachfolgenden Tabellen wurden ohne Förderungsgelder berechnet.

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine Kosten-Nutzen-Analyse. Die tatsächlichen Amortisationszeiten können je nach Finanzierungsbedingungen, Förderung und tatsächlichen zukünftigen Energiepreisentwicklungen auch deutlich kürzer ausfallen. Die Kosten-Nutzen-Analyse dient vor allem als Vergleichsmaßstab der Energiesparmaßnahmen untereinander. Sie beinhaltet keine Prognose der Kostenentwicklungen in der Zukunft. Als heutige Energiekosten wurden Standard-Durchschnittswerte angesetzt:

- Erdgas entspricht 0,06 €/kWh
- Holzpellets entspricht 0,04 €/kWh

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme sollte allerdings nicht allein den Ausschlag zur Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme geben. Die untersuchten Energiesparmaßnahmen sind mit vielfachem Zusatznutzen verbunden. Genannt seien insbesondere der steigende Komfort, die Wertsicherung des Gebäudes, geringere Abhängigkeit von zukünftigen Energiepreiserhöhungen so-

wie Aspekte der Ästhetik und des sozialen Umfeldes. Bei allen Entscheidungen zur Sanierung des Gebäudes sollten immer auch die größere Behaglichkeit z.B. durch höhere Wandtemperaturen oder geringere Zugeffekte durch die neuen Fenster, Türen und Dämmmaßnahmen berücksichtigt werden.

3.1 Variante 1: Kurzfristige Maßnahmen

Kurzfristige Maßnahmen sind Lösungen, die in den nächsten 4 Wochen ohne größere Investitionen und Aufwand umgesetzt werden können.

3.1.1 Senkung der durchschnittlichen Raumtemperatur

Auffällig ist, dass die Heizkörper in den Treppenträumen des Verwaltungsgebäudes sogar in den Übergangszeiten voll aufgedreht sind. Dieses bequeme Nutzerverhalten schleudert eine Menge Energie hinaus, die durch ein angemessenes Nutzerverhalten eingespart werden kann.

Im Allgemeinen bringt die Senkung der durchschnittlichen Raumtemperatur um ca. 1°C während der Heizperiode eine Energieeinsparung von mind. 6 %. Die Kosten dieser Maßnahme werden auf 0,- € veranschlagt. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von 40 Jahren ausgegangen.

3.1.2 Lampen ersetzen

In dem Objekt können sämtliche stromfressende Glühbirnen durch kompakte Energiesparlampen (ESL) mit integriertem Vorschaltgerät ersetzt werden. Die Lampen werden in die vorhandenen Fassungen der bisherigen ineffizienten Glühlampen eingeschraubt. Dabei sind keine Fachkenntnisse erforderlich. Die Kosten dieser Maßnahme müssen von einem Fachplaner individuell für jedes Gebäude berechnet werden. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von 10 Jahren ausgegangen.

Die Leuchtstoffröhren mit konventionellem Vorschaltgerät (KVG) sollten durch solche mit elektronischem Vorschaltgerät (EVG) ersetzt werden. In den Kosten enthalten ist die Lampe (einfache Ausführung mit Reflektor), das Leuchtmittel, Vorschaltgerät und Montage. Die Kosten dieser Maßnahme müssen von einem Fachplaner individuell für jedes Gebäude berechnet werden. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von 10 Jahren ausgegangen.

In den weniger frequentierten Räumen bietet sich auch eine Präsenzkontrolle an. Damit wird die Beleuchtung nur dann aktiv, wenn der Raum genutzt wird. Die Kosten dieser Maßnahme müssen von einem Fachplaner individuell für jedes Gebäude berechnet werden. Es wird von einer Mindestnutzungsdauer von 10 Jahren ausgegangen.

3.1.3 Überprüfung der Technischen Anlagen

Eine Überprüfung der Einstellungen (Heizkurve, Pumpenleistung) und ein hydraulischer Abgleich sollten zur Optimierung der Anlage durchgeführt werden. Zusätzlich sollte ein Austausch der Thermostatventile und eine außentemperaturgesteuerte Vorlauftemperaturregelung mit Nachtabsenkung vorgenommen werden. Offenliegende Leitungen sollten gedämmt werden.

3.2 Variante 2: Investive Maßnahmen – Verwaltungsgebäude

3.2.1 Dämmung der Außenwände

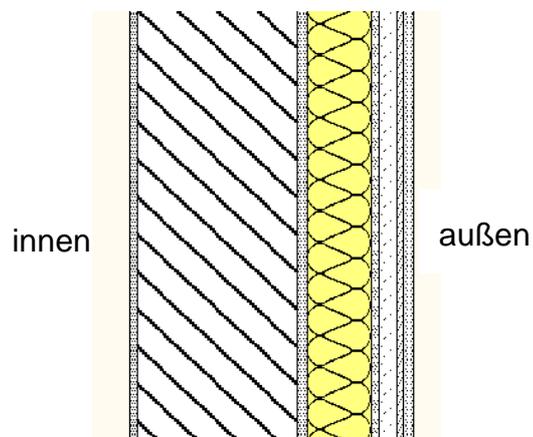
Da der Eigentümer auf jeden Fall ökologisch sanieren möchte, kommt eine kostengünstige Sanierungsmaßnahme im Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit Polystyrol nicht in Frage. Zumal auch auf den Wirtschaftlichkeitsfaktor bei der Herstellung und Entsorgung der Materialien großen Wert gelegt wird.

Vorgehängte hinterlüftete Fassade:

Auf der bestehenden Außenwand wird eine Unterkonstruktion aus Holzprofilen angebracht, an der eine Fassadenverkleidung aus unterschiedlichsten Materialien (Holzschalung oder -platten, Faserzementplatten, etc.) als Wetterschutz aufgehängt werden kann. Zwischen der Unterkonstruktion wird lückenlos Wärmedämmung als Platten oder in loser Form eingebracht. Die vorgehängte hinterlüftete Fassade ist durch eine Luftschicht gekennzeichnet, die sich zwischen dem gedämmten Gebäude und der Wetterhaut befindet. Die Luftschicht sorgt für eine ständige Hinterlüftung der Außenhaut und trennt sie im Hinblick auf Feuchte und Wärme von der gedämmten Tragstruktur. Wichtig ist die winddichte Ausführung.

Bauteilaufbau: Schichtfolge von innen nach außen

1. Innenputz (Bestand)
2. Mauerwerk (Bestand)
3. Außenputz (Bestand)
4. Zellulosedämmung, 12,0 cm
5. Holzfaserplatte, 1,6 cm
6. Hinterlüftung, 4,0 cm
7. Holzfaserplatte, 1,6 cm
8. Putzmörtel, 2,0 cm



Die Vorteile sind:

- Verwendung von natürlichen Baustoffen
- Dampfdiffusionsoffen
- Verwitterungsflächen sind getrennt von der Dämmung
- Fenster können leicht in die Dämmebene integriert werden
- Das System erlaubt die Wahl unterschiedlichster Fassadenbekleidungen

Sind keine Schäden des bestehenden Außenputzes festzustellen, kann dieser problemlos erhalten bleiben. Die Stellen, wo eine Durchfeuchtung der Außenwand zu erkennen ist, müssen austrocknen bevor sie verkleidet werden. Ist ein Schimmelbefall festzustellen, muss dieser fachgerecht entfernt werden. Bei der Ausführung müssen mit der Wärmedämmung der Außenwände die Regenrohre neu verlegt werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass der Dachüberstand an den Ortsgängen vergrößert werden muss. Zur Vermeidung der Wärmebrücken müssen die vorhandenen Fensterbänke durch neue, tiefere Fensterbänke ersetzt sowie das Vordach am Eingang abgetrennt und neu montiert werden. Gerade diese Problemzonen eines Gebäudes sollten von einer fachkundigen Person geplant und in der Ausführung überwacht werden.

Tabelle 11: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.1 Dämmung der Außenwände

Wärmedämmung der Außenwände mit 14 cm WLG 040 als vorgehängte hinterlüftete Fassade Außenwandfläche: ca. 492,55 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 0,19 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
164	80 778	593 215	65 181	3 743	21 : 1	50

3.2.2 Austausch der Fenster und Eingangstür

Die Eingangstüren befinden sich in einem sehr schlechten Zustand und sollte ausgetauscht werden. Auch die Fenster und Glasbausteine verfügen über sehr

schlechte Wärmedämmeigenschaften und sollten ersetzt werden. Zu empfehlen ist der Einbau von Fenstern in Dreifach-Isolierglas mit einem U-Wert von mind. 0,90 W/(m²K).

Durch den fachgerechten Anschluss von dichteren Fenstern und der Eingangstür an den Außenwänden werden Luftundichtigkeiten und somit unkontrollierte Lüftungswärmeverluste sowie die vor der Sanierung aufgetretenen Zugerscheinungen verringert. Beim Einbau der neuen Fenster und Eingangstür ist daher auf den luftdichten Anschluss an das Mauerwerk zu achten.

Neue Jalousien können von Außen montiert werden. Diese sollten elektrisch betrieben werden, um Undichtigkeiten über Wanddurchbrüche für Kurbeln zu vermeiden.

Tabelle 12: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.2 Austausch der Fenster und Eingangstür

Dreifach-Isolierverglasung Holzfenster und neue Aluminium-Eingangstür Fensterfläche ca. 277,40 m² (netto), U-Wert nach Sanierung: 0,90 W/(m²K) Eingangstür Fläche ca. 10,06 m² (netto), U-Wert nach Sanierung: 1,30 W/(m²K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
400	114 984	531 405	126 991	7 288	16 : 1	50

Eine gleichzeitige Sanierung von Fenster, Eingangstüre und Wände entsprechend Kapitel 3.2.1 ist aus bautechnischer Sicht auf jeden Fall zu empfehlen. Dies kann bei der Sanierung zu erheblichen Investitionskosteneinsparungen führen. Zudem kann die Lage von Fenstern und Eingangstüre zur neuen Dämmebene optimiert werden, um Wärmebrücken und Verschattung durch Laibungen zu reduzieren sowie eine luftdichte Ebene herzustellen. Es verbessern sich Schallschutz und sommerlicher Wärmeschutz.

3.2.3 Wärmedämmung des Daches

Die Wärmedämmung des Daches sollte von außen erfolgen. Dazu muss zunächst das Dach bis auf die Betondecke freigelegt werden. Zusätzlich wird auf das Betondach eine durchgangige Dämmschicht aufgebracht.

Tabelle 13: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.3 Wärmedämmung des Daches

Wärmedämmung des Daches mit 25 cm WLG 040 von außen Dachfläche: ca. 766,08 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,14 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
100	76 608	550 038	108 358	6 216	12 : 1	30

3.2.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Welche Lüftungsanlage in Ihrem Gebäude die sinnvollste Lösung wäre, muss im Zuge einer Fachplanung überprüft werden. Daher können hier auch nur sehr grobe Kostenschätzungen zugrunde gelegt werden. Grundsätzlich ist für eine Lüftungsanlage eine luftdichte Gebäudehülle wichtig und durch eine Dichtheitsmessung nachzuweisen.

Der Einbau einer kontrollierten Be- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen:

- Dezentral durch Lüftungsgerät in der Außenwand
- Gebäudezentral

Dezentral: Bei dezentralen Lüftungsanlagen werden raumweise Zu- und Abluftgeräte mit Wärmerückgewinnung in die Außenwand eingebaut. Der Einbau kann z.B. im Brüstungsbereich im Zuge eines Fensteraustauschs erfolgen. Dabei werden mehrere Einzelgeräte benötigt, was für die Lüftung insgesamt zu höherem Stromverbrauch führt.

Gebäudezentral: Für das gesamte Gebäude wird eine zentrale Zu- und Abluftanlage installiert. Dabei sind Maßnahmen zum Schall- und Brandschutz zu treffen.

Eine Lüftungsanlage ohne Dämmung der Gebäudehülle lohnt sich i.d.R. nicht, wie Tabelle 14 zeigt.

Tabelle 14: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Zentrale Lüftungsanlage zur vollständigen Be- und Entlüftung mit 65 % Wärmerückgewinnung						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	47 600	640 018	18 378	-768	-	40

Da sich durch die Sanierungsmaßnahmen die Luftdichtheit des Gebäudes erhöht und so der Mindestluftwechsel nicht mehr durch Infiltration durch die Gebäudehülle sichergestellt werden kann, wäre ein häufiges manuelles Lüften notwendig, um die notwendige Frischluftzufuhr zu gewährleisten. Eine Lüftungsanlage im Verwaltungsgebäude trägt deutlich zur Komfortverbesserung bei. Sie sorgt kontinuierlich und ohne Zugerscheinungen für frische Luft. Ein Öffnen der Fenster ist trotzdem möglich, zur ausreichenden Versorgung mit Frischluft, aber nicht mehr notwendig.

3.2.5 Pelletheizung mit Solaranlage

Die bestehende Heizungs- und Warmwasseranlage ist stark veraltet und einer der wesentlichen Schwachpunkte des Gebäudekomplexes. Mit plötzlichem Versagen ist ständig zu rechnen. Aus diesen Gründen sollte die Heizungsanlage grundsätzlich saniert werden. Zusätzlich empfehlen wir:

- Die Wärmedämmung aller zugänglichen Verteilungen,
- den Einbau geregelter Pumpen Effizienzklasse A,
- Einbau neuer Heizkörperventile und Thermostatköpfe mit hoher Regelgenauigkeit (PI-Regler mit Optimierung)

- einen hydraulischen Abgleich der Heizungsanlage
- eine Außentemperaturgesteuerte Vorlauftemperaturregelung mit Nachtabsenkung

Da der Gebäudeteil „Klassenriegel“ bereits über Räume zur Brennstofflagerung, die zudem gut erreichbar sind, verfügt, empfiehlt sich ein Pelletkessel. Dieser verbessert die Primärenergiebilanz des Gebäudes erheblich. Zur Optimierung der Pelletheizung empfiehlt sich der Einbau eines Pufferspeichers. Die Funktion kann bei entsprechender Dimensionierung ein Solarkombispeicher übernehmen. Zudem arbeitet ein Pelletkessel im Sommer zur reinen Trinkwarmwasserbereitung weniger effizient. Aus diesen Gründen ist die Kombination der Pelletheizung mit einer Solaranlage mit Heizunterstützung zu empfehlen.

Die abgeschätzten Investitionskosten beinhalten den Einbau einer Pelletsheizung und Fordertechnik. Neben der Unabhängigkeit von Gaspreisschwankungen bietet diese Variante vor allem auch den Vorteil einer komplett regenerativen Beheizung der Gebäudeteile. Nachteilig ist der etwas höhere Wartungsaufwand gegenüber einem Gaskessel.

Tabelle 15: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.5 Pelletheizung mit Solaranlage

Heizungssanierung mit Pelletheizung und Solaranlage für Trinkwarmwasserbereitung und Heizunterstützung						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	30 000	565 830	92 566	14 876	2 : 1	20

3.2.6 Lampen ersetzen

Entsprechend der Beschreibung von Kapitel 3.1.2 Lampen ersetzen, Seite 31.

3.2.7 Sanierung in einem Zug

Bei einer Sanierung in einem Zug wird ein im KfW-Förderprogramm 218 „Energieeffizient Sanieren“ förderfähiges **Effizienzhaus 70** erreicht.

Bei Sanierung in einem Zug erhalten Sie die bestmögliche Förderung und können Synergien durch Kombination von Sanierungsmaßnahmen optimal nutzen. Eine Sanierung in einem Zug ist damit das wirtschaftlichste Vorgehen bei der energetischen Gebäudesanierung.

Bei Durchführung mehrerer Maßnahmen lassen sich deren einzelnen Einsparungen nicht einfach zu einer gesamten Einsparung addieren. Daher sind im Folgenden die gesamten Einsparungen der vorgeschlagenen Maßnahmen nochmals dargestellt. Die Maßnahmenbeschreibungen entsprechen denen der jeweiligen Einzelmaßnahmen und sind hier nicht nochmals aufgeführt.

Tabelle 16: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.7 Sanierung in einem Zug

Maßnahmenkombination KfW 70						
Bestehend aus:						
<ul style="list-style-type: none"> - 3.2.1 Dämmung der (Seite 3338) - 3.2.2 Austausch der Fenster und Eingangstür (Seite 34) - 3.2.3 Wärmedämmung des Daches (Seite 36) - 3.2.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Seite 36) - 3.2.5 Pelletheizung mit Solaranlage (Seite 37) - 3.2.6 Lampen ersetzen (Seite 38) 						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	~ 350 000	307 384	351 012	24 847	14 : 1	30 - 50

3.2.8 Energetische Bewertung

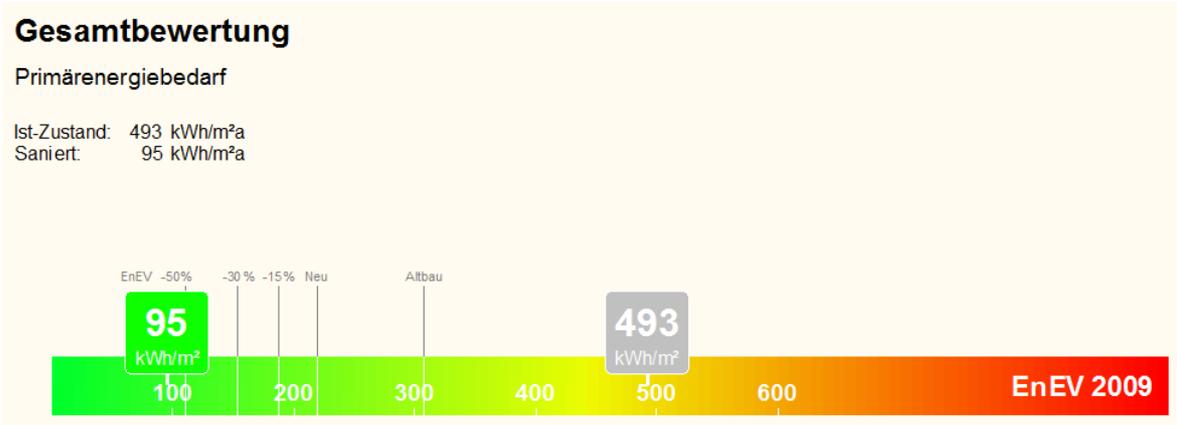


Abbildung 21: Energetische Bewertung – Sanierungsmaßnahme Verwaltungsgebäude

Tabelle 17: EnEV Anforderungen - Verwaltungsgebäude

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	95,15	307,77	219,84	186,86	153,88	120,91
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,338		0,491	0,427	0,363	

3.3 Variante 2: Investive Maßnahmen – Klassenriegel

3.3.1 Dämmung der Außenwände

Entsprechend der Beschreibung von Kapitel 3.2.1 Dämmung der Außenwände, Seite 33, mit folgenden Werten:

Tabelle 18: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.1 Dämmung der Außenwände

Wärmedämmung der Außenwände mit 16 cm WLG 035 als vorgehängte hinterlüftete Fassade Außenwandfläche: ca. 1812 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 0,19 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
164	297 200	648 574	166 352	9 426	32 : 1	50

3.3.2 Austausch der Fenster und Eingangstüren

Entsprechend der Beschreibung von Kapitel 3.2.2 Austausch der Fenster und Eingangstür, Seite 34, mit folgenden Werten:

Tabelle 19: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.2 Austausch der Fenster und Eingangstüren

Dreifach-Isolierverglasung Holzfenster und neue Aluminium-Eingangstür Fensterfläche ca. 558 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 0,90 W/(m ² K) Eingangstür Fläche ca. 11,76 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 1,10 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
400	223 300	589 717	225 209	12 760	17 : 1	50

3.3.3 Wärmedämmung des Daches

Entsprechend der Beschreibung von Kapitel 3.2.3 Wärmedämmung des Daches, Seite 36, mit folgenden Werten:

Tabelle 20: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.3 Wärmedämmung des Daches

Wärmedämmung des Daches mit 25 cm WLG 035 von außen Dachfläche: ca. 540m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,13 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
100	54 100	688 910	126 017	7 140	8 : 1	30

3.3.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Entsprechend der Beschreibung von 3.2.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Seite 36, mit folgenden Werten:

Tabelle 21: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Zentrale Lüftungsanlage zur vollständigen Be- und Entlüftung mit 65 % Wärmerückgewinnung						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	68 200	744 146	70 781	958	71 : 1	40

3.3.5 Pelletheizung mit Solaranlage

Entsprechend der Beschreibung von Kapitel 3.2.5 Pelletheizung mit Solaranlage, Seite 37, mit folgenden Werten:

Tabelle 22: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.2.5 Pelletheizung mit Solaranlage

Heizungssanierung mit Pelletheizung und Solaranlage für Trinkwarmwasserbereitung und Heizunterstützung						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	30 000	745 274	69 653	16 487	2 : 1	20

3.3.6 Lampen ersetzen

Entsprechend der Beschreibung von Kapitel 3.1.2 Lampen ersetzen, Seite 31.

3.3.7 Sanierung in einem Zug

Bei einer Sanierung in einem Zug wird ein im KfW-Förderprogramm 218 „Energieeffizient Sanieren“ förderfähiges **Effizienzhaus 70** erreicht.

Bei Sanierung in einem Zug erhalten Sie die bestmögliche Förderung und können Synergien durch Kombination von Sanierungsmaßnahmen optimal nutzen. Eine Sanierung in einem Zug ist damit das wirtschaftlichste Vorgehen bei der energetischen Gebäudesanierung.

Bei Durchführung mehrerer Maßnahmen lassen sich deren einzelnen Einsparungen nicht einfach zu einer gesamten Einsparung addieren. Daher sind im Folgenden die gesamten Einsparungen der vorgeschlagenen Maßnahmen nochmals dargestellt. Die Maßnahmenbeschreibungen entsprechen denen der jeweiligen Einzelmaßnahmen und sind hier nicht nochmals aufgeführt.

Tabelle 23: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.3.7 Sanierung in einem Zug

Maßnahmenkombination KfW 70						
Bestehend aus:						
<ul style="list-style-type: none"> - 3.3.1 Dämmung der Außenwände (Seite 41) - 3.3.2 Austausch der Fenster und Eingangstüren (Seite 41) - 3.3.3 Wärmedämmung des Daches (Seite 42) - 3.3.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Seite 42) - 3.3.5 Pelletheizung mit Solaranlage (Seite 42) - 3.3.6 Lampen ersetzen (Seite 43) 						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	672 700	239 928	574 999	33 250	20 : 1	30 - 50

3.3.8 Energetische Bewertung

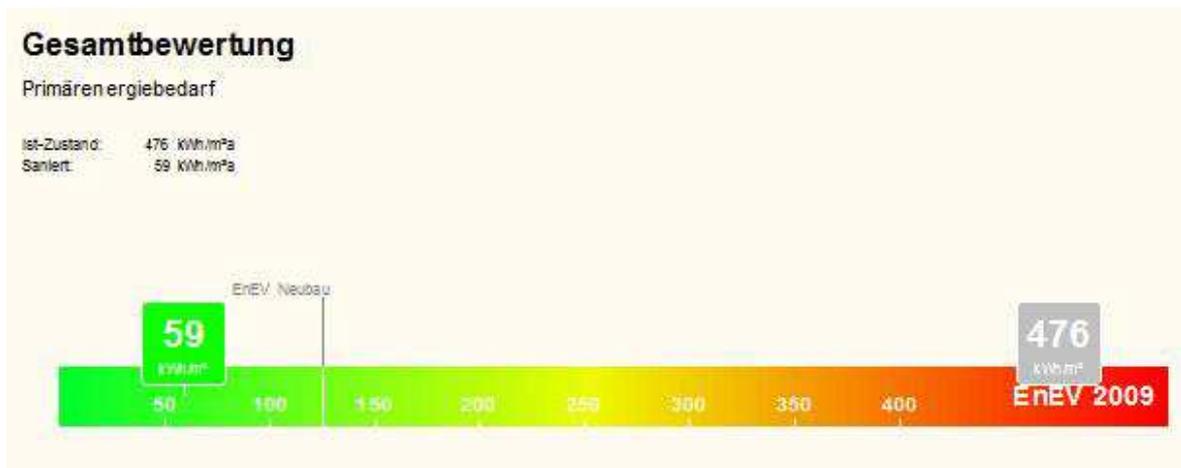


Abbildung 22: Energetische Bewertung – Sanierungsmaßnahme Klassenregel

Tabelle 24: EnEV Anforderungen - Klassenregel

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	59,35	176,08	125,77	106,90	88,04	62,88
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,402		0,581	0,505	0,429	

3.4 Variante 2: Investive Maßnahmen – Turnhalle

3.4.1 Wärmedämmung der Gebäudehülle

Die Turnhalle wurde im Jahr 2003 saniert. Leider haben wir keine genauen Angaben über die U-Werte der einzelnen Bauteile von dem zuständigen Architekten erhalten und gehen davon aus, dass im Zuge der Sanierung die U-Werte der damals geltenden EnEV 2002 eingehalten wurden. Die Außenbauteile inklusive der Fenster und des Daches schaffen auch noch nach 11 Jahren einen neuwertigen Eindruck.

Bei dem Boden zum Kriechkeller hin, gehen wir davon aus, dass dieser im Jahr 2003 nicht gedämmt wurde (U-Wert im Bestand von 1961 1,0 W/m²K) und schlagen hier eine Dämmung von unten vor und bessern diesen theoretisch auf 0,25 W/m²K auf. Diese investive Maßnahme hat das günstigste Kosten-Nutzen-Verhältnis der Einzelmaßnahmen (siehe Tabelle 28 Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Wärmedämmung der Kellerdecke).

Im Folgenden sind die Kosten-Nutzen-Berechnungen der Einzelbaumaßnahmen aufgeführt, die allerdings nicht abzüglich etwaiger Förderungsgelder berechnet wurden. Dennoch wird hier bereits ersichtlich, dass die Investition in eine Sanierung der Gebäudehülle, mit Ausnahme der Dämmung gegen unbeheizt, nicht lohnenswert ist.

Tabelle 25: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Dämmung der Außenwände

Wärmedämmung der Außenwände mit 8 cm WLG 035 als vorgehängte hinterlüftete Fassade Außenwandfläche: ca. 413,52 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 0,19 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
164	65 336	517 600	7 869	437	150 : 1	50

Tabelle 26: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Fenster und Eingangstüren

Dreifach-Isolierverglasung Holzfenster und neue Aluminium-Eingangstür Fensterfläche ca. 175,8 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 0,90 W/(m ² K) Eingangstür Fläche ca. 3,7 m ² (netto), U-Wert nach Sanierung: 1,1 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
400	71 808	521 792	3 699	199	360 : 1	50

Tabelle 27: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Wärmedämmung des Daches

Wärmedämmung des Daches mit 12 cm WLG 035 von außen, Wärmedämmung verstärken Dachfläche: ca. 632,35 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,13 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
100	63 235	516 875	8 616	479	132 : 1	30

Tabelle 28: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme Wärmedämmung der Kellerdecke

Wärmedämmung der Kellerdecke mit 12 cm WLG 035 von unten Dachfläche: ca. 631,75 m ² , U-Wert nach Sanierung: 0,23 W/(m ² K)						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
110	69 493	490 176	35 315	2 015	34 : 1	30

3.4.2 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Entsprechend der Beschreibung von 3.2.4 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Seite 36, mit folgenden Werten:

Tabelle 29: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.4.2 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Zentrale Lüftungsanlage zur vollständigen Be- und Entlüftung mit 65 % Wärmerückgewinnung						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	22 880	493 541	31 930	485	47 : 1	40

Bevor diese Maßnahme durchgeführt wird, sollte durch eine Dichtheitsmessung die Gebäudehülle auf Ihre Dichtigkeit geprüft werden. Stellt sich diese als nicht dicht dar, kann von dem Einbau einer Lüftungsanlage abgesehen werden, da diese ansonsten nicht wirtschaftlich wäre.

3.4.3 Pelletheizung mit Solaranlage

Entsprechend der Beschreibung von Kapitel 3.2.5 Pelletheizung mit Solaranlage, Seite 37, mit folgenden Werten:

Tabelle 30: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme 3.4.3 Pelletheizung mit Solaranlage

Heizungssanierung mit Pelletheizung und Solaranlage für Trinkwarmwasserbereitung und Heizunterstützung						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	30 000	193 572	331 899	22 208	1 : 1	20

3.4.4 Einbau von Präsenzmeldern

Entsprechend der Beschreibung von Kapitel 3.1.2 Lampen ersetzen, Seite 31.

3.4.5 Sanierungsvorschlag

Trotz dem möglichen Förderungsanspruch der Wibank (siehe Kapitel 4.4.2 Förderung der Turnhalle) und KfW, bei einer Sanierung in Schritten, für die Gebäudehülle sehen wir davon ab, eine Sanierung der Außenwände, der Fenster und des Daches zu empfehlen, da das Kosten-/Nutzenverhältnis der Einzelmaßnahmen zu negativ ausfällt.

Bei einer Komplettsanierung in einem Zug ändert sich die End- und Primärenergie nur geringfügig (siehe Kapitel 3.4.6 Energetische Bewertung, Seite 50). Deshalb fällt der Vorschlag auf eine Sanierung ohne Sanierung der Außenwände, der Fenster und des Daches (Tabelle 31). Wir nehmen außerdem an, dass sich die Sanierung vom Jahr 2003 noch nicht oder nur teilweise amortisiert hat und somit eine jetztige Sanierung unwirtschaftlich wäre.

Bei einer Sanierung in einem Zug wird ein im KfW-Förderprogramm 218 „Energieeffizient Sanieren“ förderfähiges **Effizienzhaus 85** erreicht.

Bei Sanierung in einem Zug erhalten Sie die bestmögliche Förderung und können Synergien durch Kombination von Sanierungsmaßnahmen optimal nutzen. Eine Sanierung in einem Zug ist damit das wirtschaftlichste Vorgehen bei der energetischen Gebäudesanierung.

Bei Durchführung mehrerer Maßnahmen lassen sich deren einzelnen Einsparungen nicht einfach zu einer gesamten Einsparung addieren. Daher sind in Tabelle 31 die gesamten Einsparungen der vorgeschlagenen Maßnahmen nochmals dargestellt. Die Maßnahmenbeschreibungen entsprechen denen der jeweiligen Einzelmaßnahmen und sind hier nicht nochmals aufgeführt.

Sanierungsmaßnahmen

Tabelle 31: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme ohne Sanierung der Außenwände, der Fenster und des Daches

Maßnahmenkombination KfW 85						
Bestehend aus:						
<ul style="list-style-type: none"> - Wärmedämmung der Kellerdecke (Tabelle 28, Seite 36) - 3.4.2 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Seite 46) - 3.4.3 Pelletheizung mit Solaranlage (Seite 47) - 3.4.4 Einbau von Präsenzmeldern (Seite 47) 						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	122 373	149 482	375 989	22 668	5 : 1	30 - 50

Zum Vergleich zeigt Tabelle 32 die Sanierungsmaßnahme inkl. Sanierung der Gebäudehülle, bei einer Sanierung in einem Zug. Bei dieser Sanierung wird ein im KfW-Förderprogramm 218 „Energieeffizient Sanieren“ förderfähiges Effizienzhaus 55 erreicht.

Tabelle 32: Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme inkl. Sanierung der Gebäudehülle

Maßnahmenkombination KfW 55						
Bestehend aus:						
<ul style="list-style-type: none"> - 3.4.1 Wärmedämmung der Gebäudehülle (Tabelle 25 bis Tabelle 28, Seite 45) - 3.4.2 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (Seite 46) - 3.4.3 Pelletheizung mit Solaranlage (Seite 47) - 3.4.4 Einbau von Präsenzmeldern (Seite 47) 						
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	295.380	135.871	389.600	23.261	13:1	30 - 50

3.4.6 Energetische Bewertung

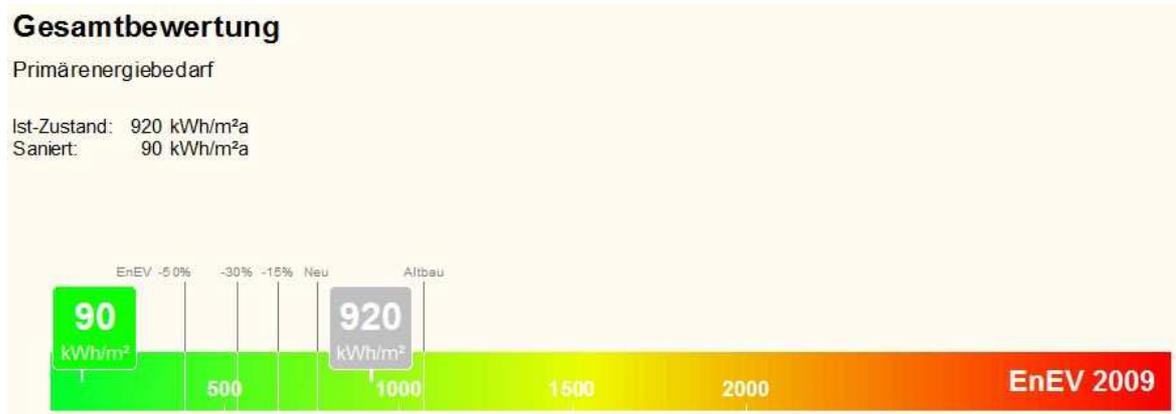


Abbildung 23: Energetische Bewertung – Sanierungsmaßnahme Turnhalle

Tabelle 33: EnEV Anforderungen – Turnhalle

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	89,80	1.072	766,04	651,14	536,23	383,02
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,389		0,525	0,457	0,388	

Zum Vergleich zeigt Abbildung 24 die Sanierungsmaßnahme inkl. Sanierung der Gebäudehülle.

Die End- und Primärenergie ändert sich nur geringfügig bei einer viel höheren Investition: 295 380 Euro für die Sanierung der Gebäudehülle und Heizungsanlage inkl. Lüftung und Solaranlage; 122 373 Euro für Kellerdecke, Heizungsanlage inkl. Lüftung und Solaranlagenanlage.

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 920 kWh/m²a
 Saniert: 85 kWh/m²a

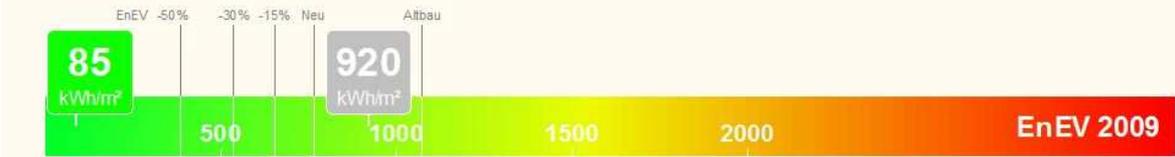


Abbildung 24: Energetische Bewertung – Maßnahmenkombination inkl. Sanierung der Gebäudehülle, Turnhalle

Tabelle 34: EnEV Anforderungen – Turnhalle, inkl. Sanierung der Gebäudehülle

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m ² a)]	85,9	1.072	766,04	651,13	536,23	383,02
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m ² K)]	0,300		0,525	0,457	0,388	

4 Förderung

Für die empfohlenen Maßnahmen können Sie nach heutigem Stand verschiedene Förderprogramme in Anspruch nehmen:

- – Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Sanieren (Kredit)
- KfW-Programm Erneuerbare Energien (Kredit)
- Marktanzreizprogramm (MAP)
- Wibank

Alle aufgeführten Programme sind grundsätzlich kumulierbar, mit Ausnahme der Heizungserneuerung als Einzelmaßnahmen im KfW-Programm „Erneuerbare Energien“ mit einem Zuschuss aus dem Marktanzreizprogramm MAP.

4.1 KfW-Förderprogramm Energieeffizient Sanieren

Die maximal förderfähigen Investitionskosten der Kreditvariante liegen für ein Effizienzhaus bei 500 € pro m² Nettogröße und für Einzelmaßnahmen 300 € pro m² Nettogröße.

Damit dürfte eine Vollfinanzierung aller förderfähigen Investitionskosten möglich sein. Zusätzlich erhalten Sie einen Tilgungszuschuss von 12,5 % bei Erreichen eines KfW-Effizienzhaus 70 und 7,5 % bei Erreichen eines KfW-Effizienzhaus 85. Das Programm kann bei einer Sanierung in Schritten auch mehrmals in Anspruch genommen werden. Der objektbezogene Förderhöchstbetrag darf jedoch insgesamt nicht überschritten werden.

4.2 KfW-Programm erneuerbare Energien

Dieses Programm wendet sich an natürliche Personen, aber auch an Unternehmen und an kommunale Antragsteller.

Gefördert werden:

- Solarkollektoranlagen mit mehr als 40m² Fläche

- Biomasseanlagen zur Verbrennung fester Biomasse für die thermische Nutzung
- Streng wärmegeführte KWK-Biomasseanlagen
- Wärmenetze, die aus erneuerbaren Energien gespeist werden
- Große Wärmespeicher mit mehr als 10m³
- Biogasleitungen für unaufbereitetes Biogas mit mindestens 300 m Luftlinie
- Große effiziente Wärmepumpen mehr als 100 kW
- Anlagen zur Erschließung und Nutzung der Tiefengeothermie

Die Kombination der aus dem KfW-Programm Erneuerbare Energien "Premium" geförderten Anlagen mit anderen KfW-Programmen ist nicht möglich.

Der Kredithöchstbetrag beträgt maximal 10 Mio. EUR pro Vorhaben, bei einer Auswahl von drei Laufzeitvarianten, wobei die ersten 1-3 Jahre tilgungsfrei sind.

4.3 Marktanreizprogramm erneuerbare Energien (MAP)

Im Marktanreizprogramm wird der Einsatz erneuerbarer Energie in Gebäuden gefördert.

Die Anlagen müssen bestimmte technische Anforderungen erfüllen, die in den Förderrichtlinien zum Marktanreizprogramm festgelegt sind. Weitere Informationen und eine Liste der förderbaren Anlagentypen finden Sie auf der Internetseite des BAFA.

4.4 Förderung der Wibank für kommunale Nichtwohngebäude

4.4.1 Allgemeines

Dieses Programm dient kommunalen Nichtwohngebäuden der sozialen Infrastruktur, sowie kommunalen Verwaltungsgebäuden im Eigentum der Kommune.

Antragssteller sind Städte, Gemeinden, Landkreise und kommunale Zweckverbände in Hessen.

Gefördert werden die folgenden energetischen Modernisierungsmaßnahmen:

Gruppe 1: Baulicher Wärmeschutz

- Wärmedämmung der Außenwände
- Wärmedämmung des Daches oder der obersten Geschossdecke
- Wärmedämmung der Kellerdecke, von erdberührten Wand- und Bodenflächen beheizter Räume oder von Wänden zwischen beheizten und unbeheizten Räumen
- Ersatz der Fenster durch Wärmeschutzfenster
- Ersatz von Außentüren durch Türen mit hohem Wärmeschutz.

Es sind grundsätzlich alle Flächen eines Bauteils vollständig zu dämmen, außer diese wurden modernisiert und überschreiten den energetischen Anforderungen nach Anlage 3, Tabelle 1 der EnEV 2009 nicht um mehr als 40 %. Dann kann von einer erneuten Modernisierung dieser Teilflächen bzw. Bauteile abgesehen werden.

Gruppe 2: Anlagen zur effizienten Wärmebereitstellung

- Brennwertkessel
- Anlagen, die zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs durch die anteilige Nutzung von Erneuerbaren Energien nach Maßgabe des Erneuerbare Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) dienen. Dazu gehören Solarkollektoren, Anlagen zur Nutzung von Biomasse, von Geothermie und Umweltwärme (Wärmepumpen) sowie Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen. Die Anlagentechnik ist so auszuführen, dass die Anforderungen der Anlage zum EEWärmeG erfüllt werden.

Gruppe 3: Sonstige Anlagentechnik

- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- Einbau von außenliegenden Sonnenschutzeinrichtungen mit Tageslichtfunktion oder Ersatz dieser Einrichtungen

- Austausch der Beleuchtung gegen ein energieoptimiertes Beleuchtungssystem

Gefördert werden kann eine umfassende oder nur die Modernisierung einzelner Bauteile oder Anlagen.

Zuwendungsfähige Ausgaben müssen einen Mindestwert von 50.000 Euro pro Gebäude betragen. Zudem ist auch eine Kombination mit Investitionsförderungen aus Förderprogrammen des Bundes oder der Europäischen Union möglich.

In der Regel liegt die Höhe der Förderung bei 50 % der ermittelten zuwendungsfähigen Ausgaben, wenn nach der Durchführung der Maßnahmen das Gebäude den energetischen Standard eines Neubaus nach EnEV erfüllt.

60% der ermittelten zuwendungsfähigen Ausgaben erhält die Gemeinde, wenn das Gebäude nach der Sanierung die Anforderungen der EnEV um mind 30% unterschreitet. Eine Modernisierung mit Passivhauskomponenten wird nachdem mit 70% der Ausgaben gefördert und eine „Verbesserung der Energieeffizienz“ (nach Maßnahme – Anforderungen des Referenzgebäude entsprechend) mit 30% der ermittelten zuwendungsfähigen Ausgaben gefördert.

4.4.2 Förderung der Turnhalle

Die WI-Bank fördert die Sanierung der Außenbauteile mit einem um 40% schlechteren U-Wert als die Werte, die in der EnEV 2009 Anlage 3 Tabelle 1 aufgeführt sind.

Das heißt für die Turnhalle:

EnEV 2009 Anforderung für **Außenwände**: 0,24 W/m²K

Rechnung: 0,24 W/m²K = 100%

0,096 W/m²K = 40%

0,24 W/m²K + 0,096 W/m²K = 0,336 W/m²K „Darf-Wert“ der WIBank

0,35 W/m²K im Ist-Zustand

→ Die Außenwände könnten somit einen U-Wert bis $0,336 \text{ W/m}^2\text{K}$ annehmen, um hier von einer Sanierung abzusehen. Der U-Wert der bestehenden Außenwände beträgt jedoch $0,35$ und ist somit schlechter als 40% . Dieser liegt knapp darunter und somit könnte eine Sanierung der Außenwände durchgeführt werden.

EnEV 2009 Anforderung für **Dach**: $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rechnung: $0,20 \text{ W/m}^2\text{K} = 100\%$

$0,08 \text{ W/m}^2\text{K} = 40\%$

$0,20 \text{ W/m}^2\text{K} + 0,08 \text{ W/m}^2\text{K} = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ „Darf-Wert“ der WIBank

$0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ im Ist-Zustand

→ Das Dach müsste nicht gedämmt werden.

EnEV 2009 Anforderung für **Fenster**: $1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rechnung: $1,3 \text{ W/m}^2\text{K} = 100\%$

$0,52 \text{ W/m}^2\text{K} = 40\%$

$1,30 \text{ W/m}^2\text{K} + 0,52 \text{ W/m}^2\text{K} = 1,82 \text{ W/m}^2\text{K}$ „Darf-Wert“ der WIBank

$1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ im Ist-Zustand

→ Fenster müssen nicht ausgetauscht werden.

EnEV 2009 Anforderung für **Kellerdecke**: $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rechnung: $0,30 \text{ W/m}^2\text{K} = 100\%$

$0,12 \text{ W/m}^2\text{K} = 40\%$

$0,30 \text{ W/m}^2\text{K} + 0,12 \text{ W/m}^2\text{K} = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$ „Darf-Wert“ der WIBank

$1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ im Ist-Zustand

→ Kellerdecke müsste saniert werden.

Anlageverzeichnis

Anlage A: Detaillierte Daten zu den Zonen	II
Anlage B: Bauteilauflistung IST-Zustand	VI
Anlage C: Anlagentechnik – IST-Zustand	XIII
Anlage D: Grundrisse, Schnitte, Ansichten	XV

Anlage A: Detaillierte Daten zu den Zonen

Zonenmodell Legende

Serverraum	→	■
Technik	→	■
WC	→	■
Sanitär	→	■
Lager	→	■
Verkehrsfläche	→	■
sonstige Aufenthaltsräume	→	■
Küchenvorbereitung	→	■
Küche	→	■
Kantine	→	■
Turnhalle	→	■
Besprechung, Sitzung	→	■
Großraumbüro	→	■
Gruppenbüro	→	■
Einzelbüro	→	■
Bibliothek	→	■
Gruppenraum	→	■
Klassenzimmer	→	■

Zonenmodell Verwaltungsgebäude

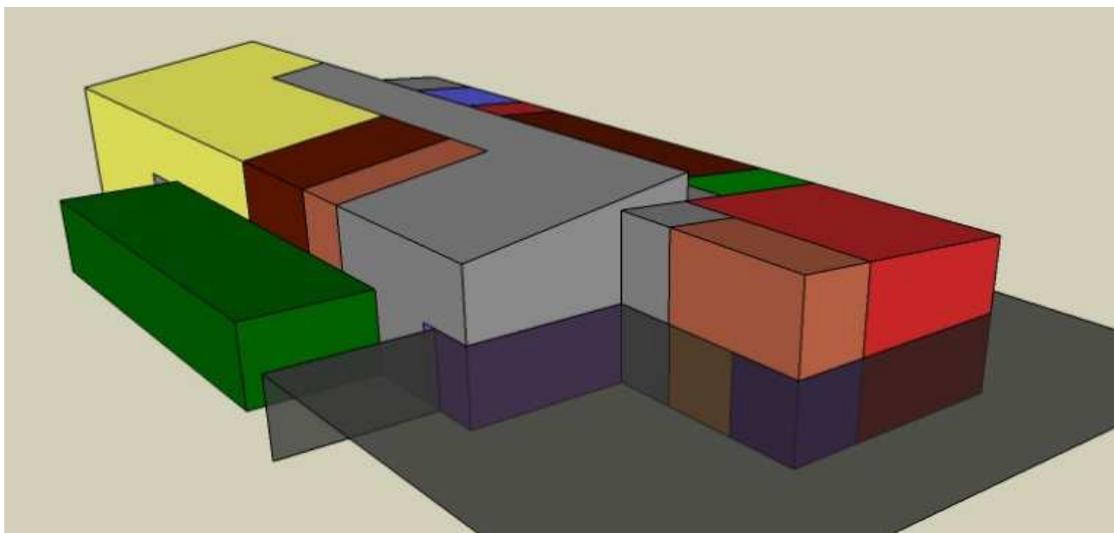


Abbildung 25: Verwaltungsgebäude, Nord-Ost – Nord-West

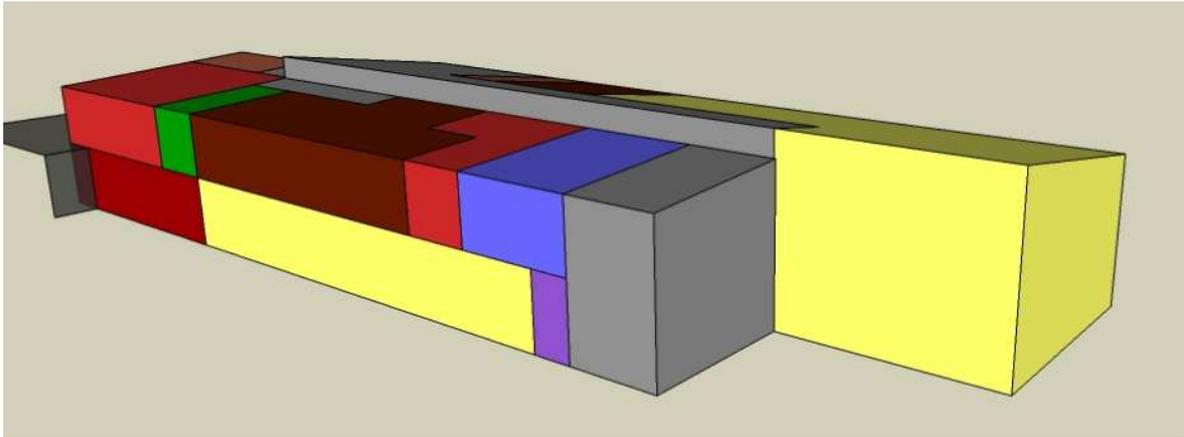


Abbildung 26: Verwaltungsgebäude, Süd-Ost – Süd-West

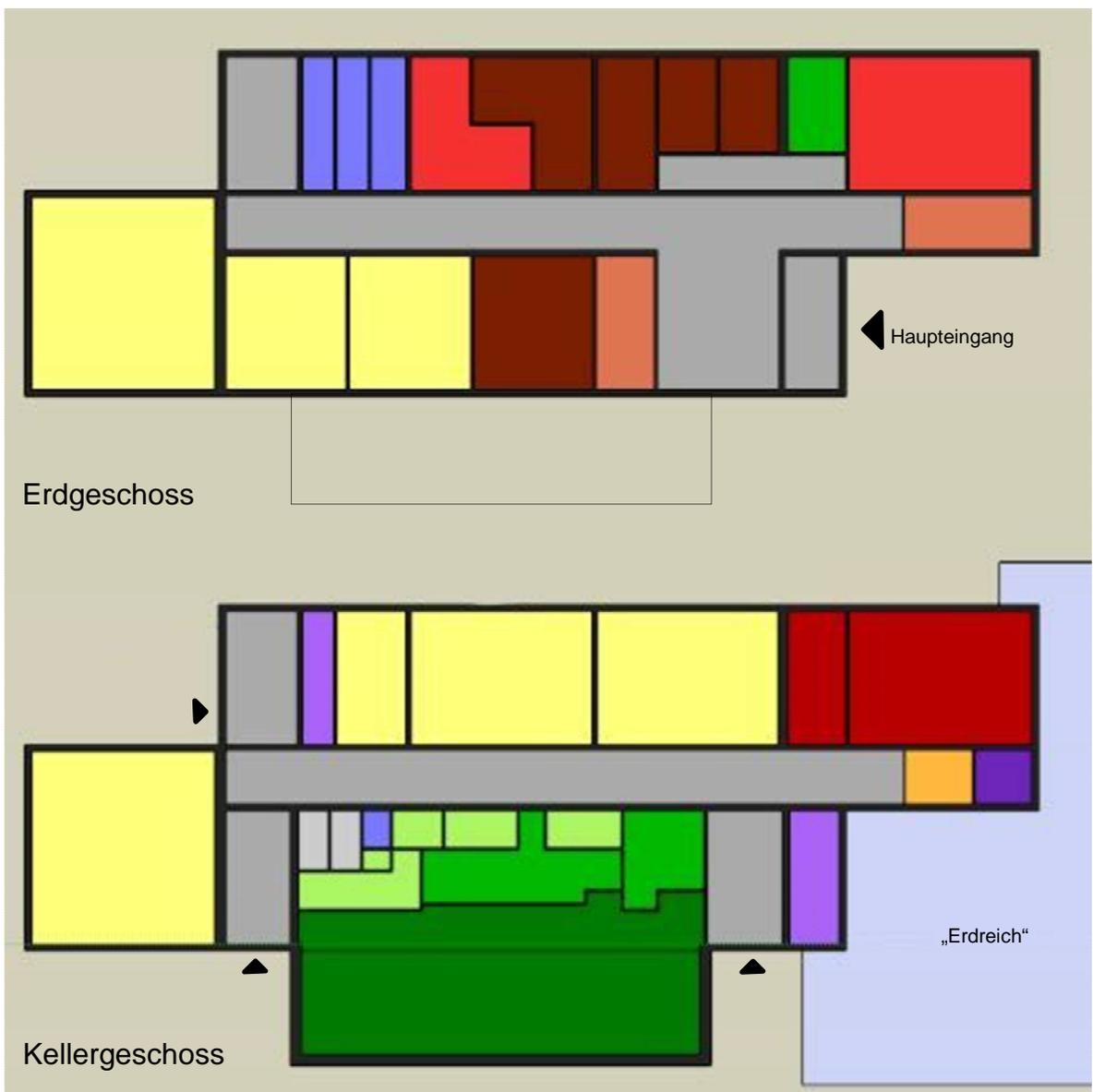


Abbildung 27: Verwaltungsgebäude, Grundriss mit Zonierung

Zonenmodell Klassenriegel

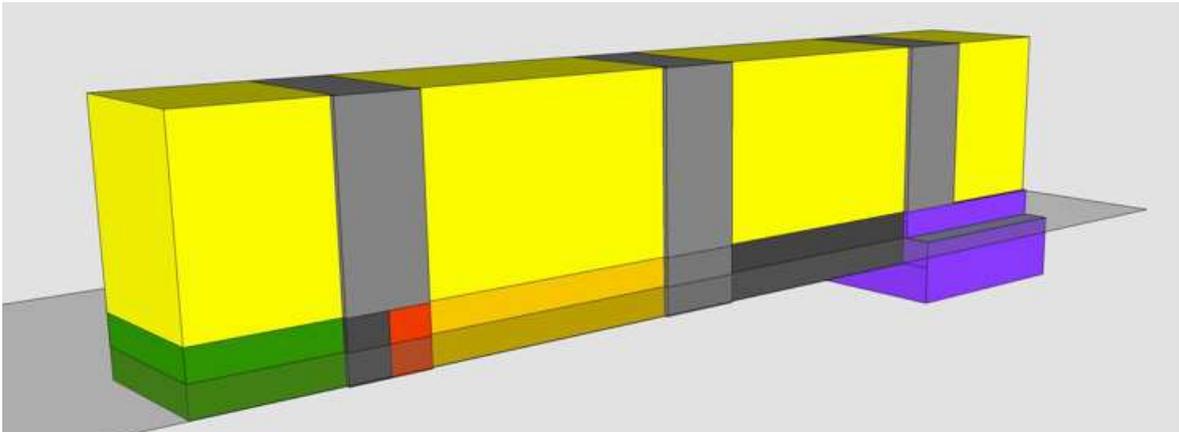


Abbildung 28: Klassenriegel, Nord-West

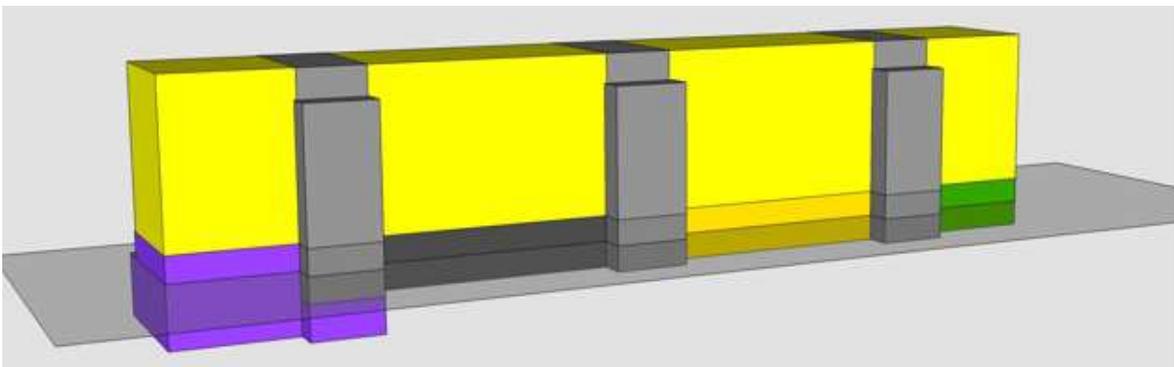


Abbildung 29: Klassenriegel, Süd-Ost

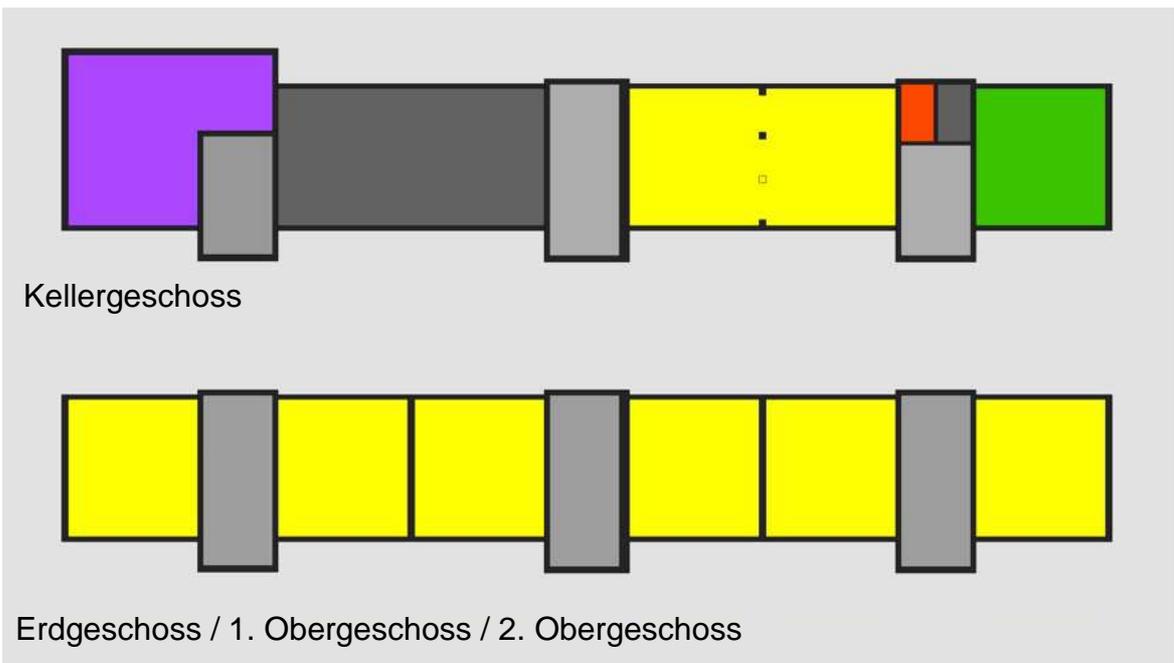


Abbildung 30: Klassenriegel, Grundriss mit Zonierung

Zonenmodell Klassenriegel

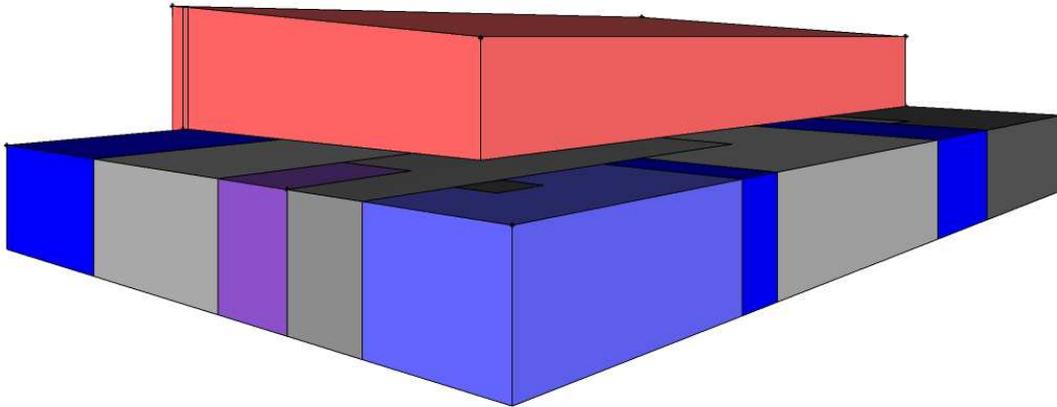


Abbildung 31: Turnhalle, Nord

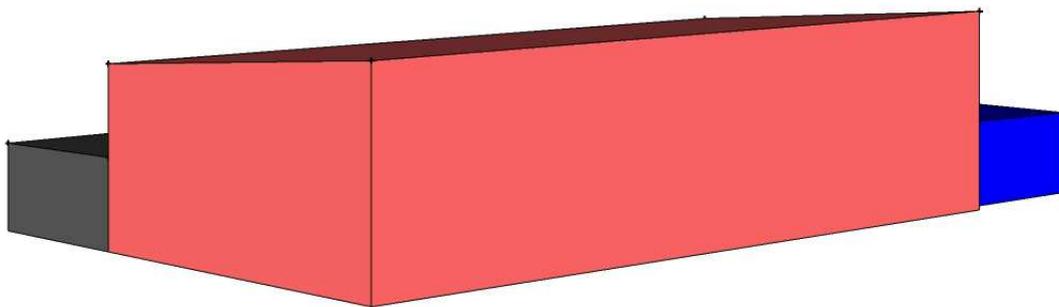


Abbildung 32: Turnhalle, Süd

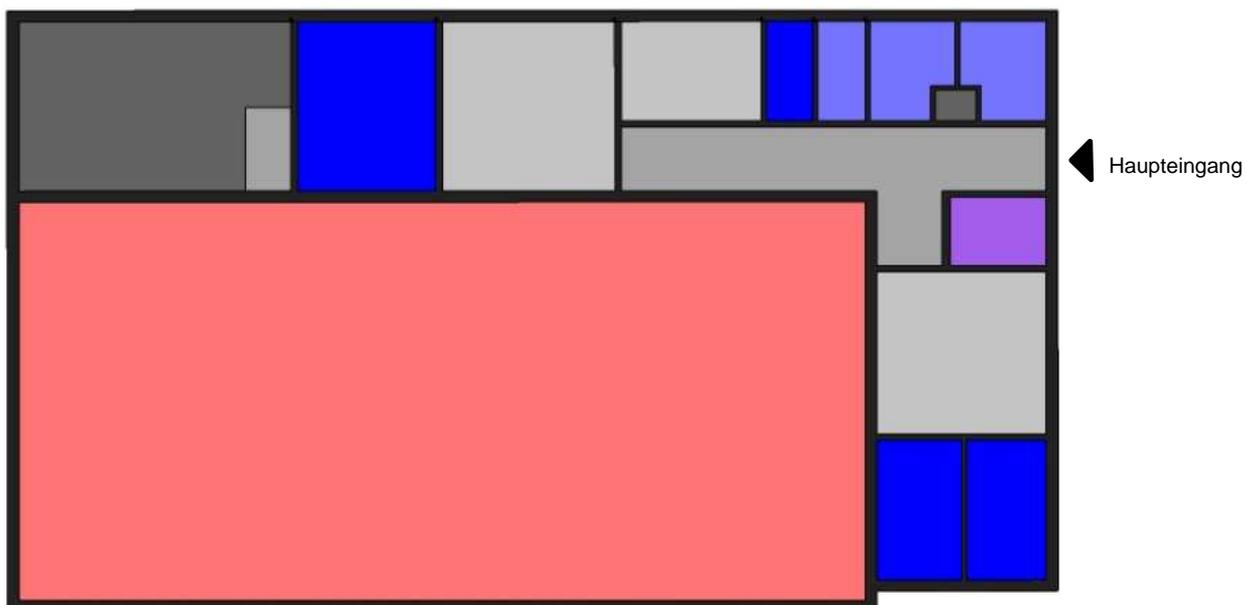


Abbildung 33: Turnhalle, Grundriss mit Zonierung

Anlage B: Bauteilaufstellung IST-Zustand

Verwaltungsgebäude

Gebäudegeometrie		
Objekt: Sossenheimerweg 50-54, 65929 Frankfurt/Main		
Gebäudehüllfläche $\Sigma A_i = 2785,83 \text{ m}^2$		
Ausrichtung und Bauteil	Fläche A_i m ²	U_i -Wert W/m ² K
Dach		
102 NO Dach - Luft	198,16	1,400
103 NO Dach - Luft	45,61	1,400
104 NO Dach - Luft	22,84	1,400
105 NO Dach - Luft	172,16	1,400
106 SW Flachdach - Luft	114,32	0,300
107 SW Dach - Luft	21,97	1,400
108 SW Dach - Luft	9,23	1,400
109 SW Dach - Luft	70,45	1,400
110 SW Dach - Luft	17,10	1,400
111 SW Dach - Luft	89,63	1,400
112 SW Dach - Luft	17,65	1,400
113 SW Dach - Luft	32,96	1,400
114 SW Dach - Luft	39,10	1,400
115 SW Dach - Luft	29,22	1,400
Wand gegen Außenluft		
15 NO Wand - Luft	8,69	1,389
17 NO Wand - Luft	22,13	1,389
20 NO Wand - Luft	7,01	1,389
22 NO Wand - Luft	3,61	1,389
24 NO Wand - Luft	18,77	1,389
26 NO Wand - Luft	2,16	1,389
28 NO Wand - Luft	2,69	1,389
30 NO Wand - Luft	2,81	1,389
32 NO Wand - Luft	42,00	0,169
38 NO Wand - Luft	8,13	1,389
40 NO Wand - Luft	1,94	1,389
41 NO Wand - Luft	18,81	1,389
43 NO Wand - Luft	4,62	1,389
47 SO Wand - Luft	16,59	1,389
50 SO Wand - Luft	22,29	1,389
51 SO Wand - Luft	1,64	1,389
52 SO Wand - Luft	35,63	1,389
53 SO Wand - Luft	32,80	1,389
54 SO Wand - Luft	8,54	1,389
55 SO Wand - Luft	21,51	0,168
57 SW Wand - Luft	21,30	1,389
60 SW Wand - Luft	43,93	1,389
64 SW Wand - Luft	5,26	1,389
66 SW Wand - Luft	13,92	1,389
67 SW Wand - Luft	12,82	1,389
68 SW Wand - Luft	15,13	1,389
70 SW Wand - Luft	4,60	1,389
72 SW Wand - Luft	22,89	1,389
75 SW Wand - Luft	4,91	1,389
77 SW Wand - Luft	19,71	1,389
79 SW Wand - Luft	17,25	1,389
82 SW Wand - Luft	14,62	1,389

Anlageverzeichnis

84	SW	Wand - Luft	8,70	1,389
86	SW	Wand - Luft	14,94	1,389
92	NW	Wand - Luft	12,63	0,168
94	NW	Wand - Luft	12,26	1,389
96	NW	Wand - Luft	6,64	1,389
97	NW	Wand - Luft	8,55	1,389
99	NW	Wand - Luft	1,84	1,389
100	NW	Wand - Luft	22,72	1,389
101	NW	Wand - Luft	1,70	1,389
Wand gegen Erdreich				
31	NO	Wand - Erdreich	7,55	1,400
44	NO	Wand - Erdreich	9,96	1,400
45	NO	Wand - Erdreich	11,89	1,400
46	NO	Wand - Erdreich	11,16	1,400
56	SW	Wand - Erdreich	6,80	1,400
88	NW	Wand - Erdreich	24,24	1,400
89	NW	Wand - Erdreich	7,68	1,400
91	NW	Wand - Erdreich	24,68	1,400
Fenster (nach außen)				
16	NO	Fenster - 3 Stück - Holz	24,78	5,000
18	NO	Fenster - 4 Stück - Holz	21,02	5,000
19	NO	Fenster - 3 Stück - Holz	24,78	5,000
21	NO	Fenster - 2 Stück - Holz	10,51	5,000
23	NO	Fenster - 1 Stück - Holz	5,17	5,000
25	NO	Fenster - 2 Stück - Holz	10,51	5,000
33	NO	Fenster - 1 Stück - Holz/Alu	3,72	0,900
34	NO	Fenster - 1 Stück - Holz/Alu	8,51	0,900
35	NO	Fenster - 1 Stück - Holz/Alu	7,04	0,900
36	NO	Fenster - 1 Stück - Holz/Alu	8,88	0,900
37	NO	Fenster - 1 Stück - Holz/Alu	8,14	0,900
39	NO	Fenster - 1 Stück - Holz	0,86	5,000
42	NO	Fenster - 3 Stück - Holz	2,57	5,000
48	SO	Fenster - 1 Stück - Kunststoff	4,00	5,000
58	SW	Fenster - 2 Stück - Holz	10,51	5,000
59	SW	Fenster - 1 Stück - Holz	5,22	5,000
61	SW	Fenster - 5 Stück - Holz	26,28	5,000
62	SW	Fenster - 1 Stück - Holz	5,22	5,000
63	SW	Fenster - 3 Stück - Holz	1,21	5,000
65	SW	Fenster - 2 Stück - Holz	0,81	5,000
69	SW	Fenster - 5 Stück - Holz	2,02	5,000
71	SW	Fenster - 1 Stück - Holz	5,26	5,000
73	SW	Fenster - 4 Stück - Holz	21,02	5,000
74	SW	Fenster - 1 Stück - Holz	5,22	5,000
76	SW	Fenster - 1 Stück - Holz	5,22	5,000
78	SW	Fenster - 2 Stück - Holz	10,51	5,000
80	SW	Fenster - 2 Stück - Holz	10,62	5,000
81	SW	Fenster - 1 Stück - Kunststoff	5,31	3,000
83	SW	Fenster - 3 Stück - Holz	15,93	5,000
85	SW	Fenster - 15 Stück - Glasbausteine	7,31	5,000
87	SW	Fenster - 45 Stück - Glasbausteine	21,94	5,000
90	NW	Fenster - 1 Stück - Holz	3,23	5,000
93	NW	Fenster - 1 Stück - Holz	8,88	5,000
98	NW	Fenster - 1 Stück - Holz	1,50	5,000
Tür (nach außen)				
27	NO	Tür	10,50	1,900
29	NO	Tür	11,05	1,900
49	SO	Tür	3,62	1,900
95	NW	Tür	10,06	5,000

Anlageverzeichnis

Boden gegen Erdreich			
1	Boden - Erdreich - neu	123,68	0,600
2	Boden-Erdreich - alt	49,48	1,000
3	Boden - Erdreich	49,80	1,000
4	Boden - Erdreich	37,83	1,000
5	Boden - Erdreich	3,17	1,000
6	Boden - Erdreich	11,01	1,000
7	Boden - Erdreich	103,18	1,000
8	Boden - Erdreich	12,96	1,000
9	Boden - Erdreich	163,64	1,000
10	Boden - Erdreich	93,58	1,000
11	Boden - Erdreich	10,54	1,000
12	Boden - Erdreich	11,19	1,000
13	Boden - Erdreich	22,24	1,000
14	Boden - Erdreich	191,56	1,000

Klassenriegel

Gebäudegeometrie			
Objekt: , Frankfurt-Höchst			
Gebäudehüllfläche		$\Sigma A_s = 2994,48 \text{ m}^2$	
Ausrichtung und Bauteil		Fläche A_s	U_s-Wert
		m²	W/m²K
Dach			
148	NW Klassenzimmer 1a Dach	67,51	2,100
149	NW TRH 1	37,80	2,100
150	NW TRH 1	8,11	2,100
151	NW Klassenzimmer 1b+c	132,13	2,100
152	NW TRH 2	39,06	2,100
153	NW TRH 2	8,90	2,100
154	NW Klassenzimmer 1d+e	133,32	2,100
155	NW TRH 3	37,80	2,100
156	NW TRH 3	8,39	2,100
157	NW Klassenzimmer 1f	67,51	2,100
Zwischensumme =		540,53	
Wand gegen Außenluft			
49	SW TRH 1 KG	2,28	1,400
51	SO TRH 1	3,87	1,400
53	NO TRH 1	2,28	1,400
56	SW TRH 2	2,39	1,400
58	SO TRH 2	4,34	1,400
60	NO TRH 2	2,39	1,400
62	SO Gruppenraum	11,26	1,400
64	SW TRH 3	2,39	1,400
66	SO TRH 3	3,87	1,400
68	NO TRH 3	2,39	1,400
70	SO Küche	5,92	1,400
72	NO Küche	14,31	1,400
73	NW Küche	5,92	1,400
75	NO Lager	0,47	1,400
76	NW Lager	2,04	1,400
78	NW Einzelbüro	2,04	1,400
80	SW Einzelbüro	0,47	1,400
81	NW Gruppenraum	11,26	1,400
83	NO TRH 2	0,47	1,400
84	NW TRH 2	4,33	1,400
86	SW TRH 2	0,47	1,400

Anlageverzeichnis

91	SW	Klassenzimmer 1a	89,10	1,400
92	SO	Klassenzimmer 1a	39,42	1,400
94	SW	TRH 1	4,33	1,400
97	SO	TRH 1	39,60	1,400
98	NO	TRH 1	4,33	1,400
101	SO	Klassenzimmer 1b+c	75,26	1,400
103	SW	TRH 2	4,84	1,400
106	SO	TRH 2	42,01	1,400
107	NO	TRH 2	4,84	1,400
110	SO	Klassenzimmer 1d+e	75,54	1,400
112	SW	TRH 3	4,84	1,400
115	SO	TRH 3	39,60	1,400
116	NO	TRH 3	4,84	1,400
119	SO	Klassenzimmer 1f	39,42	1,400
121	NO	Klassenzimmer 1f	89,10	1,400
122	NW	Klassenzimmer 1f	57,91	1,400
124	NO	TRH 3	2,95	1,400
125	NW	TRH 3	35,39	1,400
127	SW	TRH 3	2,95	1,400
128	NW	Klassenzimmer 1e+d	136,60	1,400
130	NO	TRH 2	2,95	1,400
131	NW	TRH 2	38,33	1,400
133	SW	TRH 2	2,95	1,400
134	NW	Klassenzimmer 1c+b	136,49	1,400
136	NO	TRH 1	2,95	1,400
137	NW	TRH 1	35,39	1,400
139	SW	TRH 1	2,95	1,400
140	NW	Klassenzimmer 1a	57,91	1,400
142	SO	TRH 1	4,19	1,400
144	SO	TRH 2	4,46	1,400
146	SO	TRH 3	4,19	1,400
Zwischensumme =			1170,77	
Wand gegen Außenluft				
45	SW	Technik AL	7,52	1,400
47	SO	Technik	5,25	1,400
55	SO	Lager 2	25,86	1,400
87	NW	Lager 2	11,26	1,400
89	NO	Technik	0,47	1,400
90	NW	Technik	21,01	1,400
Zwischensumme =			71,37	
Wand gegen Erdreich				
11	SW	TRH 1	2,97	1,400
13	SO	TRH 1	7,79	1,400
15	NO	TRH 1	2,97	1,400
18	SW	TRH 2	3,08	1,400
19	SO	TRH 2	8,26	1,400
20	NO	TRH 2	3,08	1,400
21	SO	Gruppenraum	25,86	1,400
22	SW	TRH 3	3,08	1,400
23	SO	TRH 3	7,79	1,400
24	NO	TRH 3	3,08	1,400
25	SO	Küche	13,22	1,400
26	NO	Küche	14,31	1,400
27	NW	Küche	13,22	1,400
28	NO	Lager	0,47	1,400
29	NW	Lager	3,90	1,400
30	NW	Einzelbüro	3,90	1,400
31	SW	Einzelbüro	0,47	1,400
32	NW	Gruppenraum	25,86	1,400
33	NO	TRH 2	0,47	1,400
34	NW	TRH 2	8,26	1,400
35	SW	TRH 2	0,47	1,400
Zwischensumme =			152,51	

Anlageverzeichnis

Wand gegen Keller/unbeheizten Raum				
43	SW	Wand Technik zu TRH	10,09	1,400
44	SW	Wand Lager zu TRH	13,41	1,400
Zwischensumme =			23,50	
Fenster (nach außen)				
46	SW	Fenster	7,27	5,000
48	SO	Fenster	7,97	5,000
50	SW	Glasbausteine TRH I	0,70	3,500
54	NO	Glasbausteine	0,70	3,500
57	SW	Glasbausteine	0,70	3,500
61	NO	Glasbausteine	0,70	3,500
63	SO	Fenster	14,60	2,496
65	SW	Glasbausteine	0,70	3,500
69	NO	Glasbausteine	0,70	3,500
71	SO	Fenster	7,30	2,496
74	NW	Fenster	7,30	2,496
77	NW	Fenster	1,86	5,000
79	NW	Fenster	1,86	5,000
82	NW	Fenster	14,60	5,000
85	NW	Fenster	3,93	5,000
88	NW	Fenster	14,60	5,000
93	SO	Fenster	43,14	5,000
95	SW	Glasbausteine	9,40	3,500
96	SW	Glasbausteine	1,39	3,500
99	NO	Glasbausteine	9,40	3,500
100	NO	Glasbausteine	1,39	3,500
102	SO	Fenster	86,27	5,000
104	SW	Glasbausteine	9,40	3,500
105	SW	Glasbausteine	1,39	3,500
108	NO	Glasbausteine	9,40	3,500
109	NO	Glasbausteine	1,39	3,500
111	SO	Fenster	86,27	5,000
113	SW	Glasbausteine	9,40	3,500
114	SW	Glasbausteine	1,39	3,500
117	NO	Glasbausteine	9,40	3,500
118	NO	Glasbausteine	1,39	3,500
120	SO	Fenster	43,14	5,000
123	NW	Fenster	24,36	5,000
126	NW	Fenster	13,11	5,000
129	NW	Fenster	24,36	5,000
132	NW	Fenster	13,11	5,000
135	NW	Fenster	24,36	5,000
138	NW	Fenster	13,11	5,000
141	NW	Fenster	24,36	5,000
143	SO	Fenster	4,13	5,000
145	SO	Fenster	4,13	5,000
147	SO	Fenster	4,13	5,000
Zwischensumme =			658,18	
Tür (nach außen)				
52	SO	Tür	3,92	3,500
59	SO	Tür	3,92	3,500
67	SO	Tür	3,92	3,500
Zwischensumme =			11,76	
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum				
40		Decke über Technik zu beheizt	104,82	1,000
41		Decke unter TRH zu beheizt	33,93	1,000
42		Decke über Lager zu beheizt	129,59	1,000
Zwischensumme =			268,34	

Anlageverzeichnis

Boden gegen Erdreich			
2	Boden TRH 3	30,07	1,000
3	Boden Gruppenraum	133,32	1,000
4	Boden Einzelbüro	8,06	1,000
5	Boden Lager	8,06	1,000
6	Boden Küche	67,51	1,000
Zwischensumme =		247,02	
Boden gegen Außenluft			
39	Decke Technik gg Außenluft	21,88	2,100
Zwischensumme =		21,88	

Turnhalle

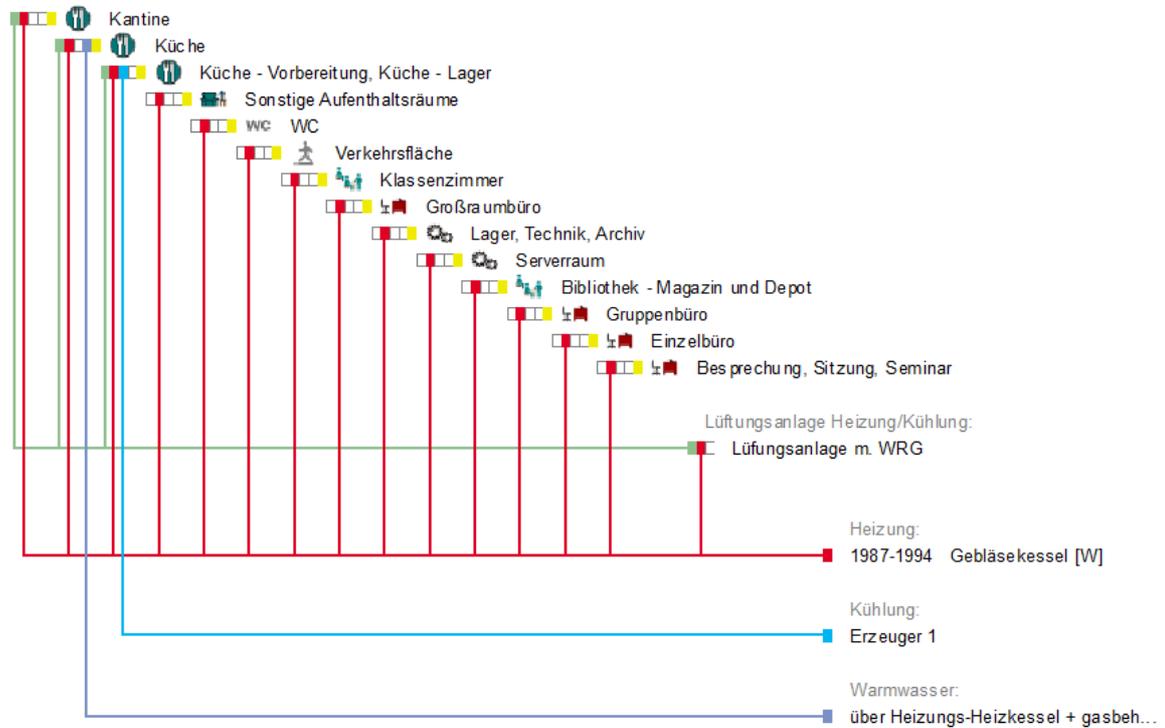
Gebäudegeometrie			
Objekt: ,			
Gebäudehüllfläche $\Sigma A_i = 1857,14 \text{ m}^2$			
Ausrichtung und Bauteil		Fläche A_i	U_f-Wert
		m²	W/m²K
Dach			
29	NW Dachfläche Turnhalle	361,77	0,250
30	NW Dachfläche Lager - Turngeräte	49,36	0,250
31	NW Dachfläche Verkehrsfläche Treppe in Keller	4,40	0,250
32	NW Dachfläche Sanitärräume - Waschen und Duschen 1	27,12	0,250
33	NW Dachfläche Sonstige Aufenthaltsräume - Umkleide 1 + Umkleide ...	50,14	0,250
34	NW Dachfläche Sanitärraum - Dusche Lehrer	5,87	0,250
35	NW Dachfläche WC - Lehrer, Mädchen und Jungs	26,04	0,250
36	NW Dachfläche Lager - Abstellraum	1,65	0,250
37	NW Dachfläche Verkehrsfläche - Flur	37,05	0,250
39	NW Dachfläche Technik - Heizungsraum	8,33	0,250
40	NW Dachfläche Sonstige Aufenthaltsräume - Umkleiden 2	31,69	0,250
41	NW Dachfläche Sanitärräume - Waschen und Duschen 2	28,93	0,250
Wand gegen Außenluft			
1	SO Wandfläche Turnhalle	88,24	0,350
3	SO Wandfläche Sanitärraum - Waschen und Duschen 2	13,01	0,350
5	NO Wandfläche Turnhalle	49,56	0,350
6	NO Wandfläche Sanitärraum - Waschen und Duschen 2	11,82	0,350
8	NO Wandfläche Sonstige Aufenthaltsräume - Umkleide 2	12,94	0,350
10	NO Wandfläche Technik - Heizungsraum	5,75	0,350
12	NO Wandfläche Verkehrsfläche - Flur	3,09	0,350
14	NO Wandfläche WC - Jungs	10,96	0,350
15	NW Wandfläche WC - Jungs, Mädels und Lehrer	17,48	0,350
17	NW Wandfläche Turnhalle	35,51	0,350
19	NW Wandfläche Sanitärraum - Dusche Lehrer	3,70	0,350
21	NW Wandfläche Sonstige Aufenthaltsräume - Umkleide 1 + Lehrer	23,39	0,350
23	NW Wandfläche Sanitärräume - Waschen und Duschen 1	10,44	0,350
25	NW Wandfläche Lager - Turngeräte	20,68	0,350
27	SW Wandfläche Lager - Turngeräte	18,22	0,350
28	SW Wandfläche Turnhalle	88,74	0,350

Anlageverzeichnis

Fenster (nach außen)				
2	SO	Fensterfläche Turnhalle	99,60	1,300
4	SO	Fensterfläche Sanitärraum - Waschen und Duschen 2	3,61	1,700
7	NO	Fensterfläche Sanitärraum - Waschen und Duschen 2	3,05	1,700
9	NO	Fensterfläche Sonstige Aufenthaltsräume - Umkleide 2	3,34	1,700
11	NO	Fensterfläche Technik - Heizungsraum	1,48	1,700
16	NW	Fensterfläche WC - Jungs, Mädels und Lehrer	4,51	1,700
18	NW	Fensterfläche Turnhalle	44,82	1,300
20	NW	Fensterfläche Sanitärraum - Dusche Lehrer	0,96	1,700
22	NW	Fensterfläche Sonstige Aufenthaltsräume - Umkleide 1 + Lehrer	6,04	1,700
24	NW	Fensterfläche Sanitärräume - Waschen und Duschen 1	2,69	1,700
26	NW	Fensterfläche Lager - Turngeräte	5,34	1,700
38	NW	Lichtkuppel Verkehrsfläche Flur	0,38	1,700
Tür (nach außen)				
13	NO	Eingangstür	3,70	1,700
Boden gegen Keller/unbeheizten Raum				
42		Bodenplatte Turnhalle	360,80	1,000
43		Bodenplatte Lager - Turngeräte	49,35	1,000
44		Bodenplatte Verkehrsfläche Treppe in Keller	4,40	1,000
45		Bodenplatte Sanitärräume - Waschen und Duschen 1	27,12	1,000
46		Bodenplatte Sonstige Aufenthaltsräume - Umkleide 1 + Umkleid...	50,14	1,000
47		Bodenplatte Sanitärraum - Dusche Lehrer	5,87	1,000
48		Bodenplatte WC - Lehrer, Mädchen und Jungs	26,04	1,000
49		Bodenplatte Lager - Abstellraum	1,65	1,000
50		Bodenplatte Verkehrsfläche - Flur	37,34	1,000
51		Bodenplatte Technik - Heizungsraum	8,42	1,000
52		Bodenplatte Sonstige Aufenthaltsräume - Umkleiden 2	31,68	1,000
53		Bodenplatte Sanitärräume - Waschen und Duschen 2	28,93	1,000

Anlage C: Anlagentechnik – IST-Zustand

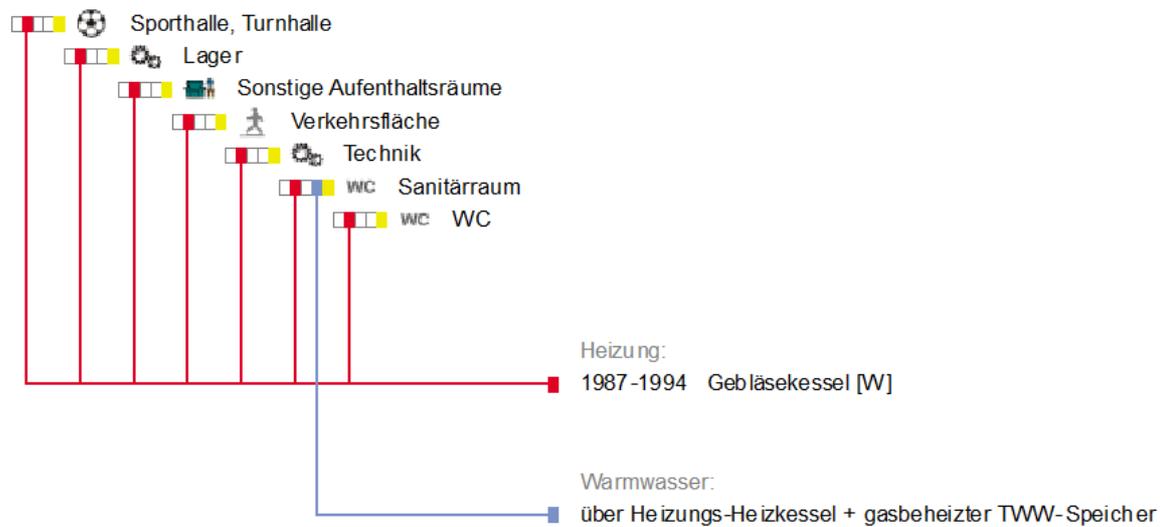
Versorgungsschema Verwaltungsgebäude



Versorgungsschema Klassenriegel



Versorgungsschema Turnhalle



Anlage D: Grundrisse, Schnitte, Ansichten

