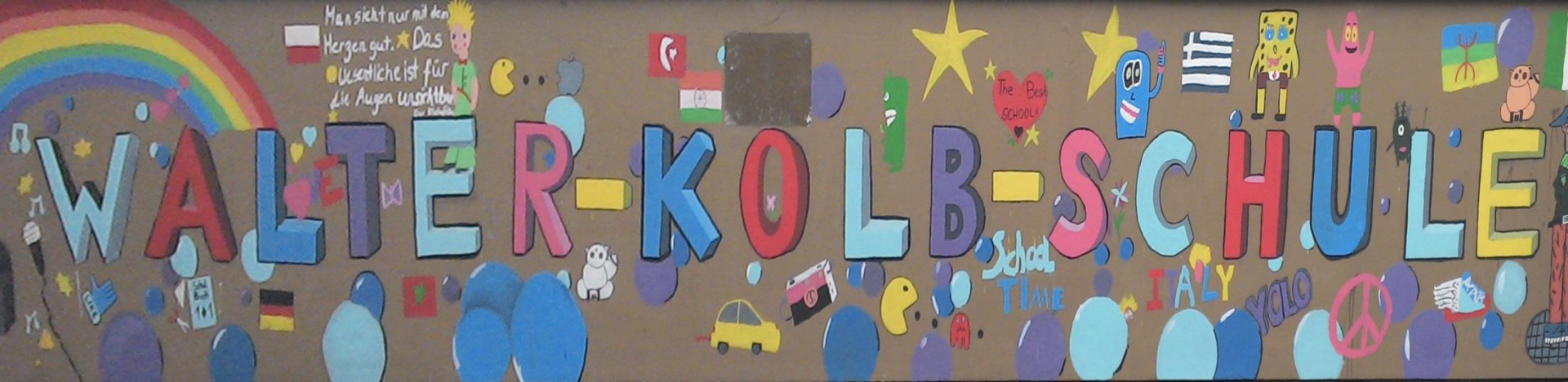




Projekt Ressourcenoptimiertes Bauen -
Energiebericht
Sanierungsmaßnahme
Walter-Kolb-Schule, Frankfurt am Main

Dudek Vanessa, Jurak Maren, Pankraz Anna
SoSe 2014

Walter-Kolb-Schule, Frankfurt am Main

Inhalt

- ▶ 1. Allgemeine Daten Walter-Kolb-Schule
- ▶ 2. Bestandsaufnahme – Allgemeine Angaben, Zonierung, Gebäudehülle
- ▶ 3. Anlagentechnik
- ▶ 4. Energiebilanz
- ▶ 5. Sanierungsmaßnahmen – Kurzfristige und investive Maßnahmen
- ▶ 6. Ergebnis
- ▶ 7. Förderprogramme

1.
Allgemeine Daten
der Walter-Kolb-Schule

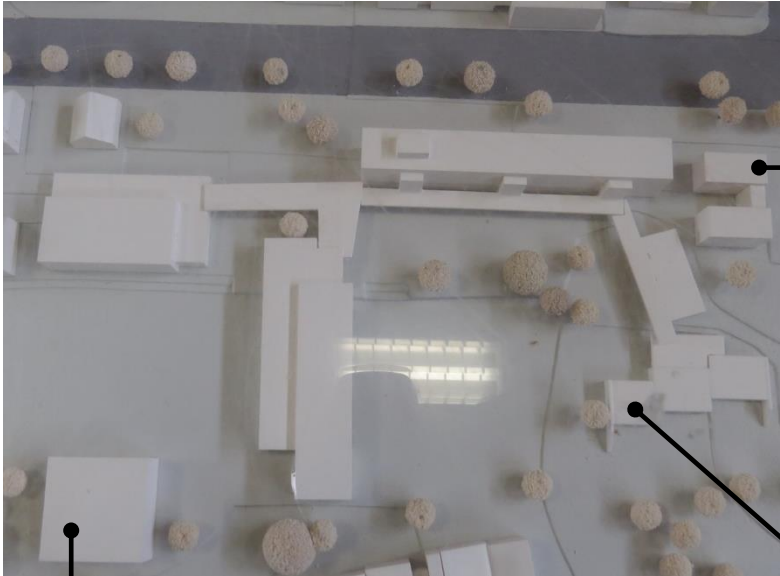
Lage



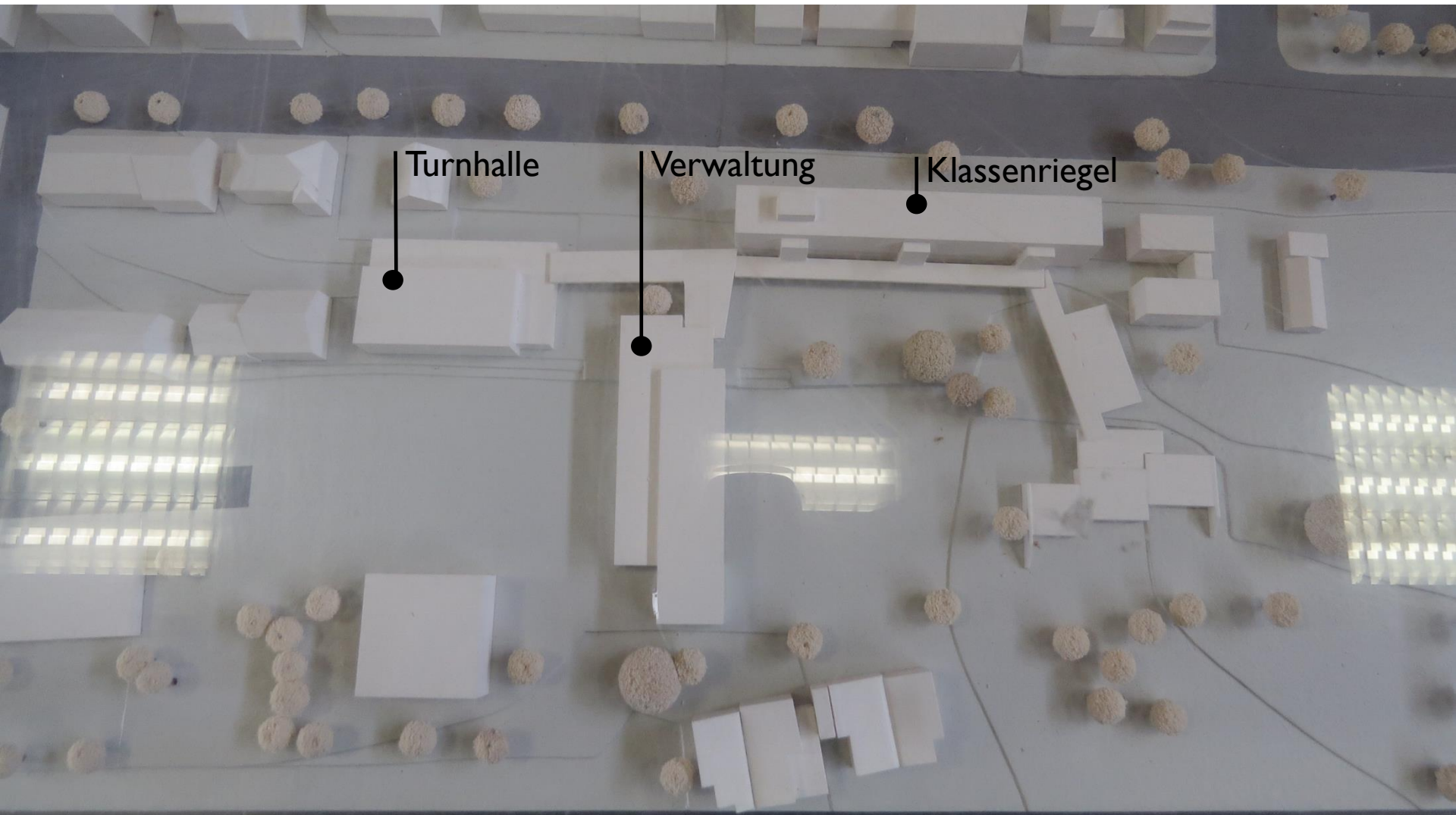
Allgemeines

- ▶ 7 Gebäudeteile
 - ▶ Baujahr: 1961, Anbau Kantine 2009
 - ▶ Bauweise: Massiv
 - ▶ Angebot: Grund- (1-4), Haupt- (5-9) und Realschule (5-10)
-
- ▶ Schüleranzahl: etwa 750

Schulgebäude



gewählte Schulgebäude



2.
Bestandsaufnahme –
Allgemeine Angaben, Zonierung,
Gebäudehülle

Verwaltung + Werkräume + Kantine

Geometrie:

- ▶ Länge: ca. 51 m
- ▶ Breite: ca. 23 m
- ▶ Höhe: ca. 8 m

- ▶ Vollgeschosse: 2

- ▶ V_e : 4 643 m³
- ▶ A_{NGF} : 1 438 m²
- ▶ A_{Huell} : 2 786 m²



Verwaltung - Gebäudehülle

Außenwände Altbau:

- ▶ Stahlbeton
- ▶ ohne Wärmedämmung

Außenwände Anbau:

- ▶ KS + Holzfachständer mit Zellulose gedämmt
- ▶ hinterlüftet

Fenster Altbau:

- ▶ Überwiegend 1-fach verglast (Holz/Kunststoff)

Fenster Anbau:

- ▶ 3-fach Isolierverglast, Holz-Alu

Kategorie	U-Wert
	[W/m²K]
Wand – Altbau	1,39
Wand – Anbau	0,17
Wand – Altbau, gegen Erdreich	1,40
Dach – Altbau	1,40
Flachdach – Anbau	0,30
Bodenplatte – Altbau	1,00
Bodenplatte – Anbau	0,60
Fenster – Altbau	5,00/3,00
Fenster – Anbau	0,90
Eingangstür - Altbau	5,00
Eingangstür - Anbau	1,90

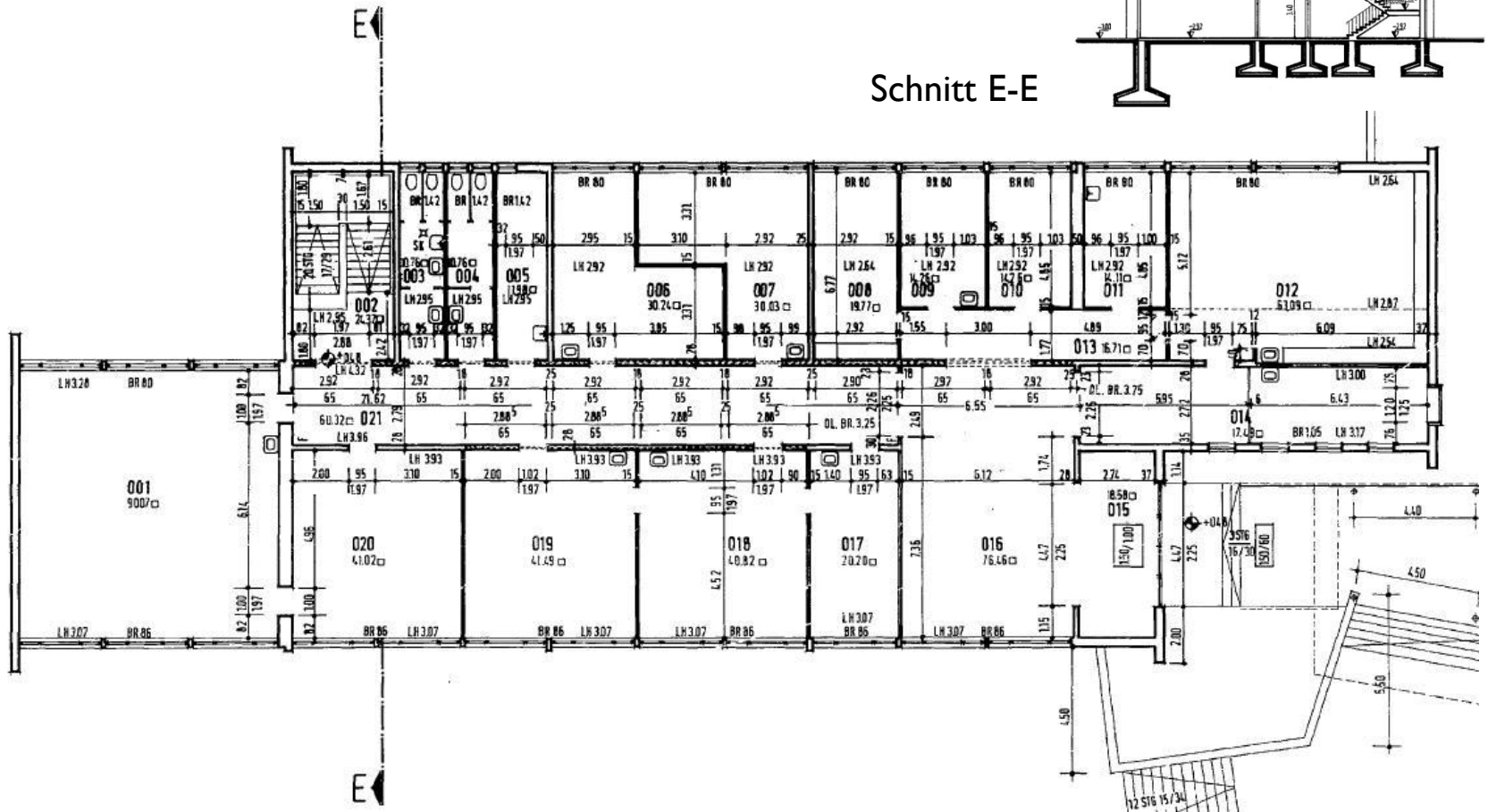
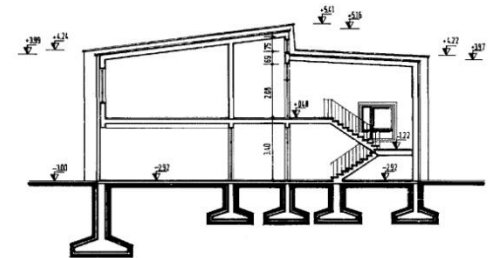
Verwaltung - Gebäudehülle

- ▶ Risse des Putzes auf der Süd-Westseite
- ▶ teilweise Durchfeuchtung der Außenwände



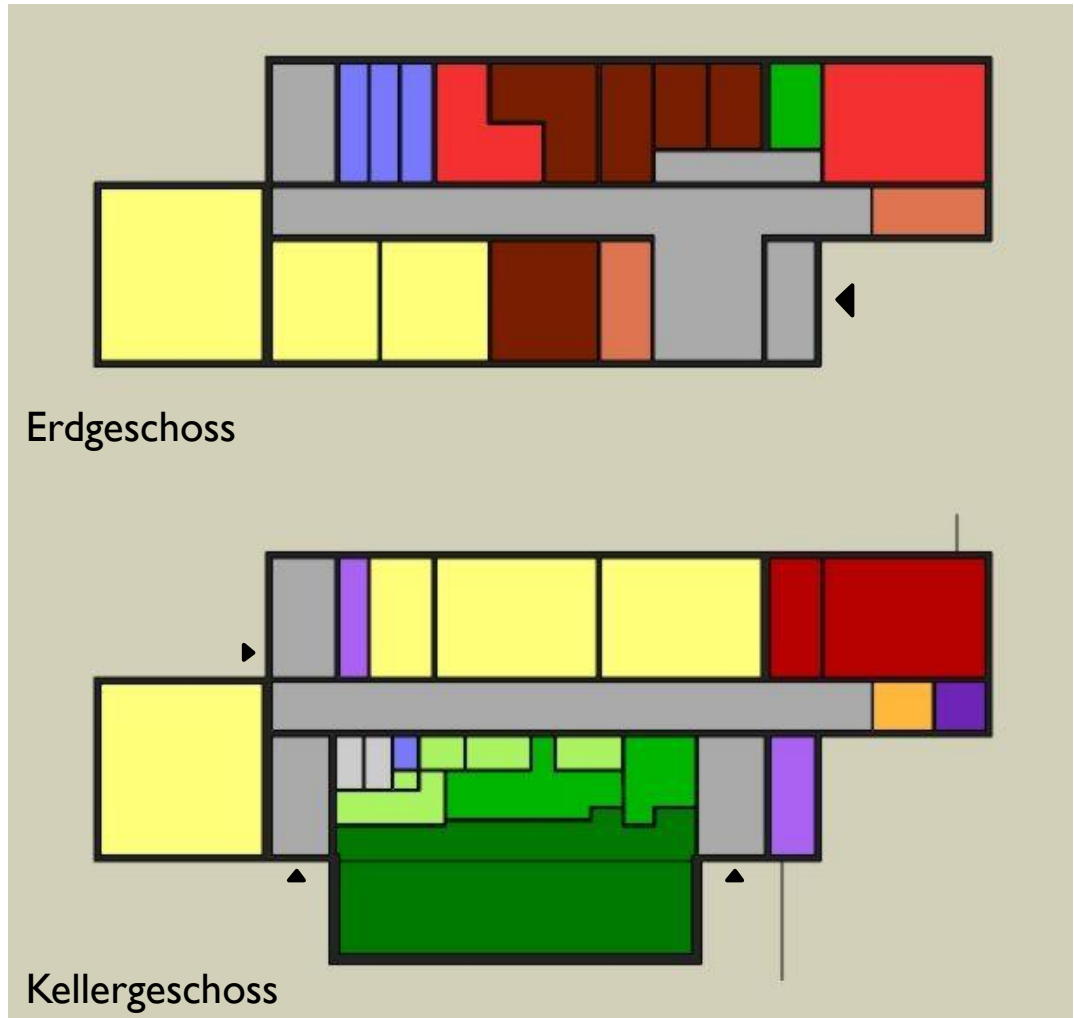
Verwaltung - Grundriss und Schnitt

Schnitt E-E



Verwaltung - Zonierung

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



Verwaltung - Zonierung

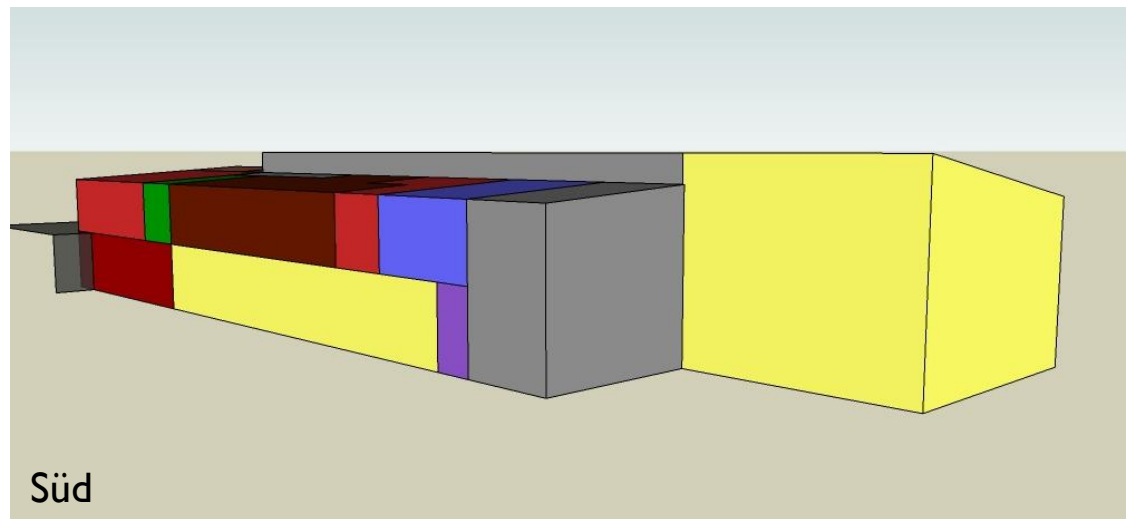
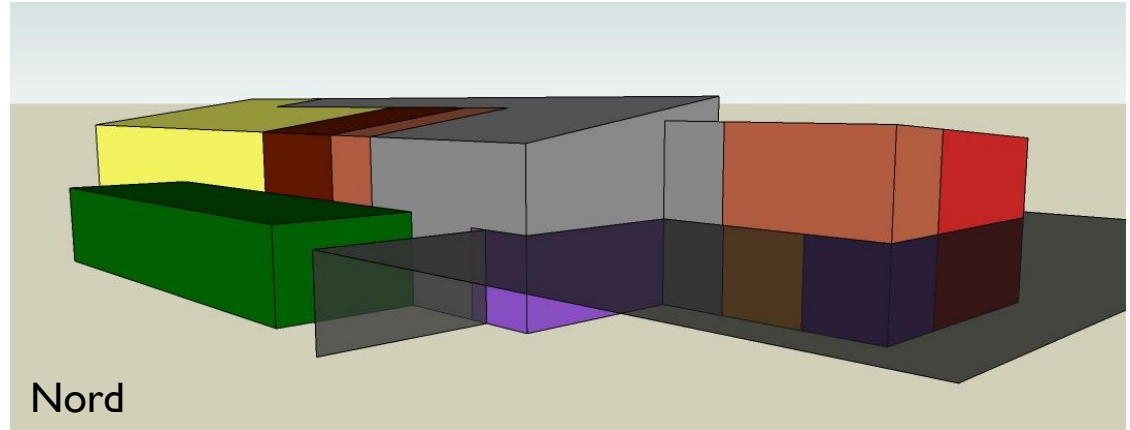
$A_{\text{Huell-Wände}}$: 677 m²

A_{Fenster} : 345 m²

$A_{\text{Huell-Dach}}$: 880 m²

A_G : 884 m²

A_{Huell} : 2 786 m²



Konditionierung - Verwaltungsgebäude

Nr.	Zone	Konditionierung
1	Kantine	Heizung + Be- und Entlüftung + Beleuchtung (ESL)
2	Küche	Heizung + Be- und Entlüftung + TWW + Beleuchtung (ESL)
3	Küche –Vorbereitung	Heizung + Be- und Entlüftung + Kälteanlage + Beleuchtung (ESL)
4	Sonst.Aufenthaltsräume	Heizung + Beleuchtung (KVG)
5	WC	Heizung + Beleuchtung (KVG)
6	Verkehrsfläche	Heizung + Beleuchtung (KVG mit. Präsenzmelder)
7	Klassenzimmer	Heizung + Beleuchtung (KVG)
8	Großraumbüro	Heizung + Beleuchtung (KVG)
9	Lager, Technik, Archiv	Heizung + Beleuchtung (KVG)
10	Serverraum	Heizung + Beleuchtung (KVG)
11	Bibliothek	Heizung + Beleuchtung (KVG)
12	Gruppenbüro	Heizung + Beleuchtung (KVG)
13	Einzelbüro	Heizung + Beleuchtung (KVG)
14	Besprechung	Heizung + Beleuchtung (KVG)

Klassenriegel



Geometrie:

- ▶ Länge: ca. 60 m
- ▶ Breite: ca. 8-11 m
- ▶ Höhe: ca. 14 m
- ▶ Vollgeschosse: 3
- ▶ V_e : 6.288 m³
- ▶ A_{NGF} : 1.705 m²
- ▶ A_{Huell} : 2.664 m²



Klassenriegel - Ansichten



Süd-Ost



Nord-West

Klassenriegel - Gebäudehülle

Außenwände:

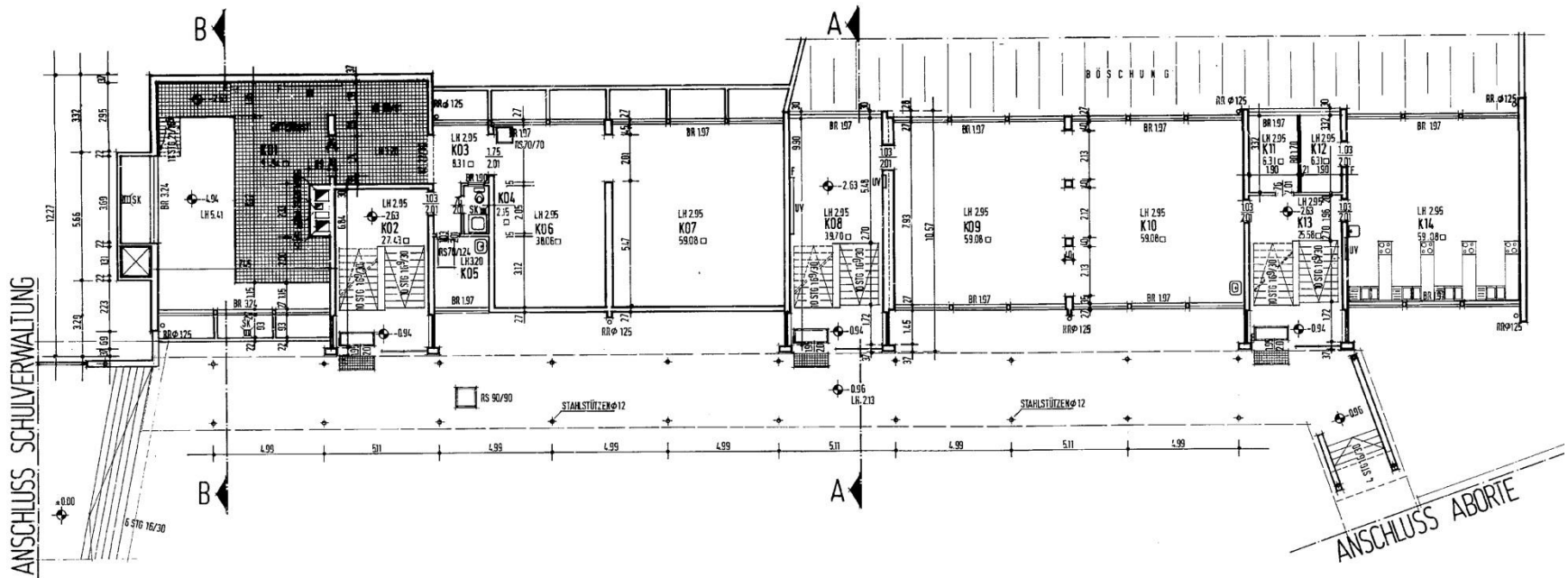
- ▶ Stahlbeton (verputzt, verklinkert)
- ▶ ohne Wärmedämmung

Fenster:

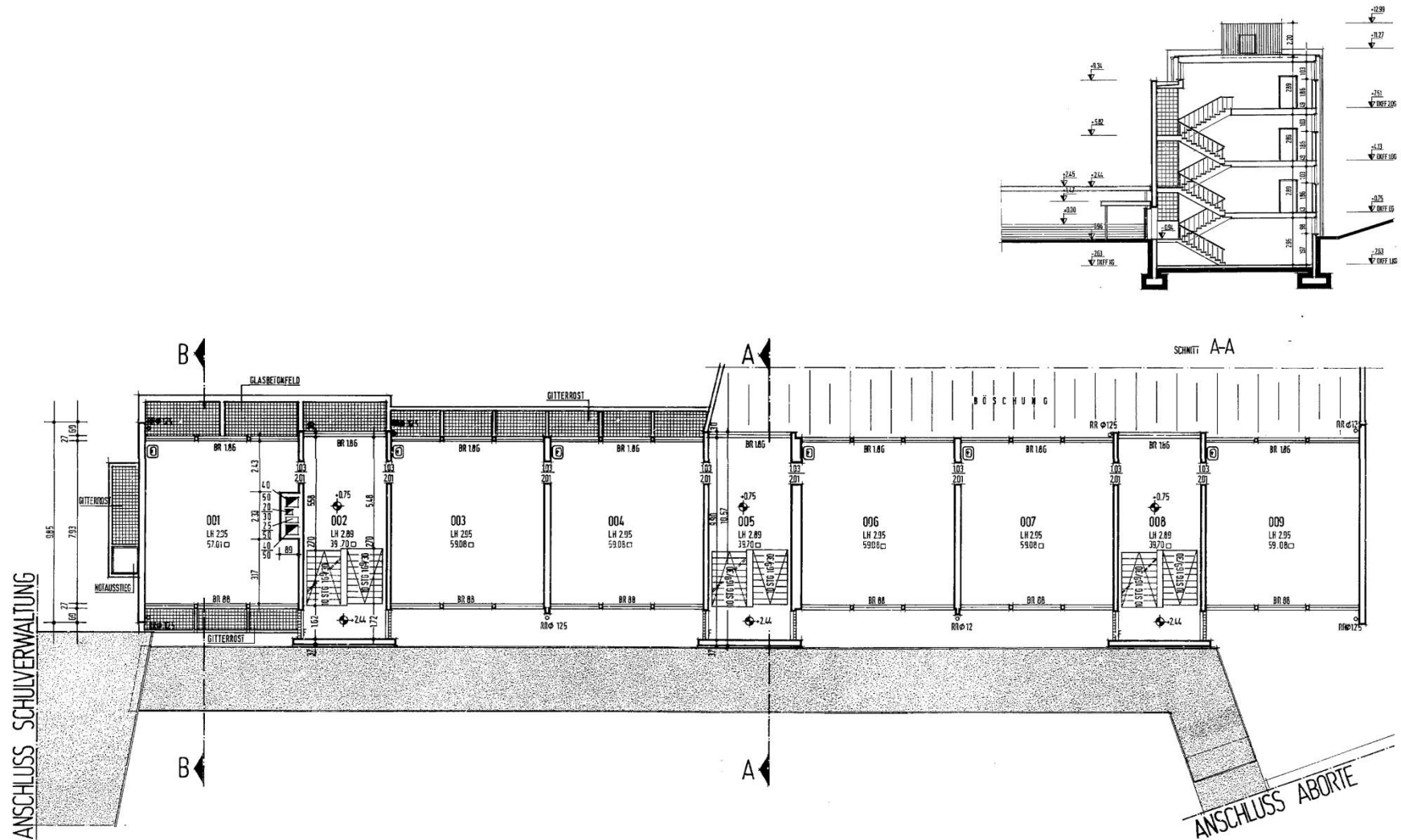
- ▶ überwiegend Holzfenster einfach-verglast
- ▶ vereinzelt neue Holzfenster 2-fach verglast
- ▶ Glasbausteine im Treppenhaus

Kategorie	U-Wert
	[W/m²K]
Wand verputzt	1,40
Wand Treppenhaus verklinkert	1,40
Wand gegen unbeheizt	1,40
Flachdach	2,10
Boden gegen unbeheizt	1,00
Bodenplatte	1,00
Glasbausteine	3,50
Fenster – Holz	5,00
Fenster – Holz	2,50
Eingangstüren	3,50

ANSCHLUSS SCHULVERWALTUNG



Klassenriegel – Grundriss Erdgeschoss + Schnitt



Klassenriegel - Zonierung



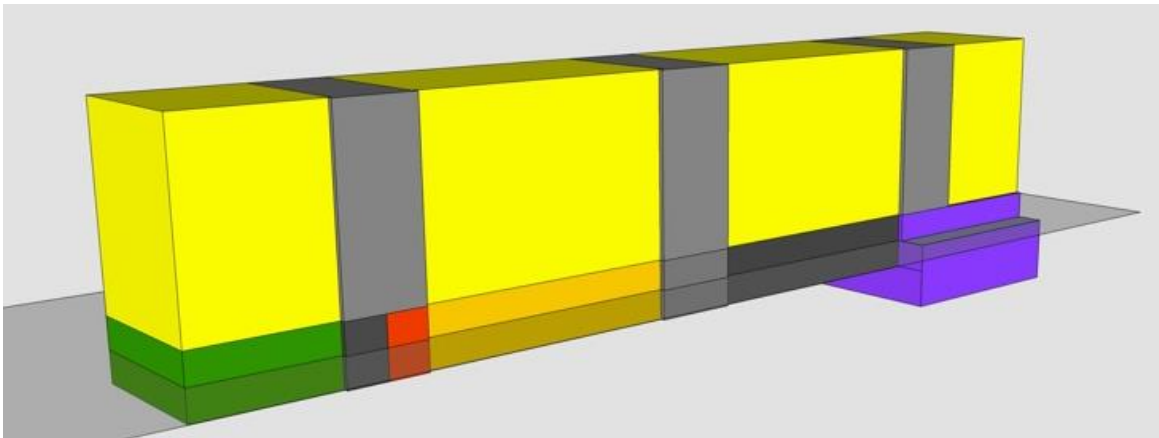
Kellergeschoss

Erdgeschoss + 1. + 2. Obergeschoss

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

Klassenriegel - Zonierung

Nord - West



$A_{\text{Huell-Wände:}} 1.288 \text{ m}^2$

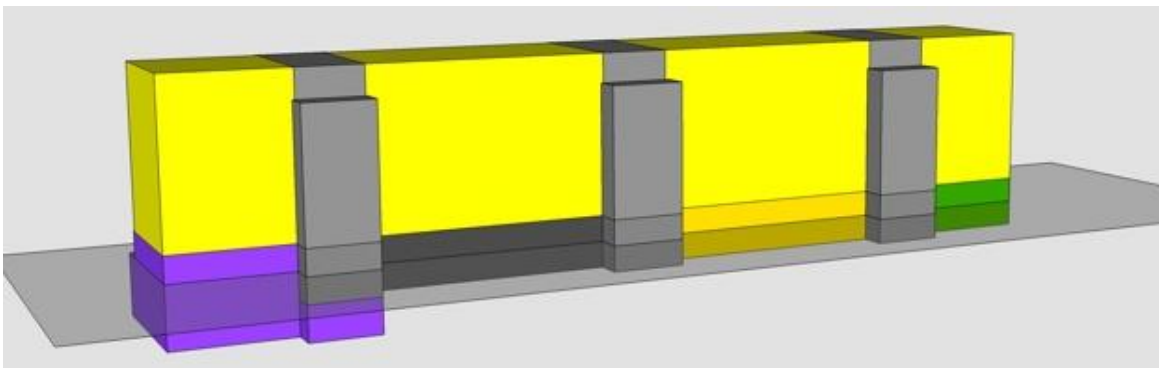
$A_{\text{Fenster:}} 540 \text{ m}^2$

$A_{\text{Huell-Dach:}} 540 \text{ m}^2$

$A_G: 296 \text{ m}^2$

$A_{\text{Huell:}} 2.664 \text{ m}^2$

Süd - Ost



Konditionierung - Klassenriegel

Nr.	Zone	Konditionierung
1	Einzelbüro	Heizung + Beleuchtung (KVG)
2	Gruppenraum	Heizung + Beleuchtung (KVG)
3	Küche – Vorbereitung	Heizung + TWW + Beleuchtung (KVG)
4	Klassenzimmer	Heizung + Beleuchtung (KVG)
5	Lager	Heizung + Beleuchtung (KVG)
6	Verkehrsfläche	Heizung + Beleuchtung (KVG)
7	Lager 2	Beleuchtung
8	Technik	Beleuchtung

Turnhalle



Geometrie:

Länge: ca. 27 – 32m

Breite: ca. 19m

Höhe: ca. 3 – 7m

Vollgeschosse: I

V_e : 3.455 m³

A_{NGF} : 572 m²

A_{Huell} : 1.857 m²

Turnhalle – Ansichten



Ost



Süd - West



Nord - Ost



Nord

Gebäudehülle

Außenwände:

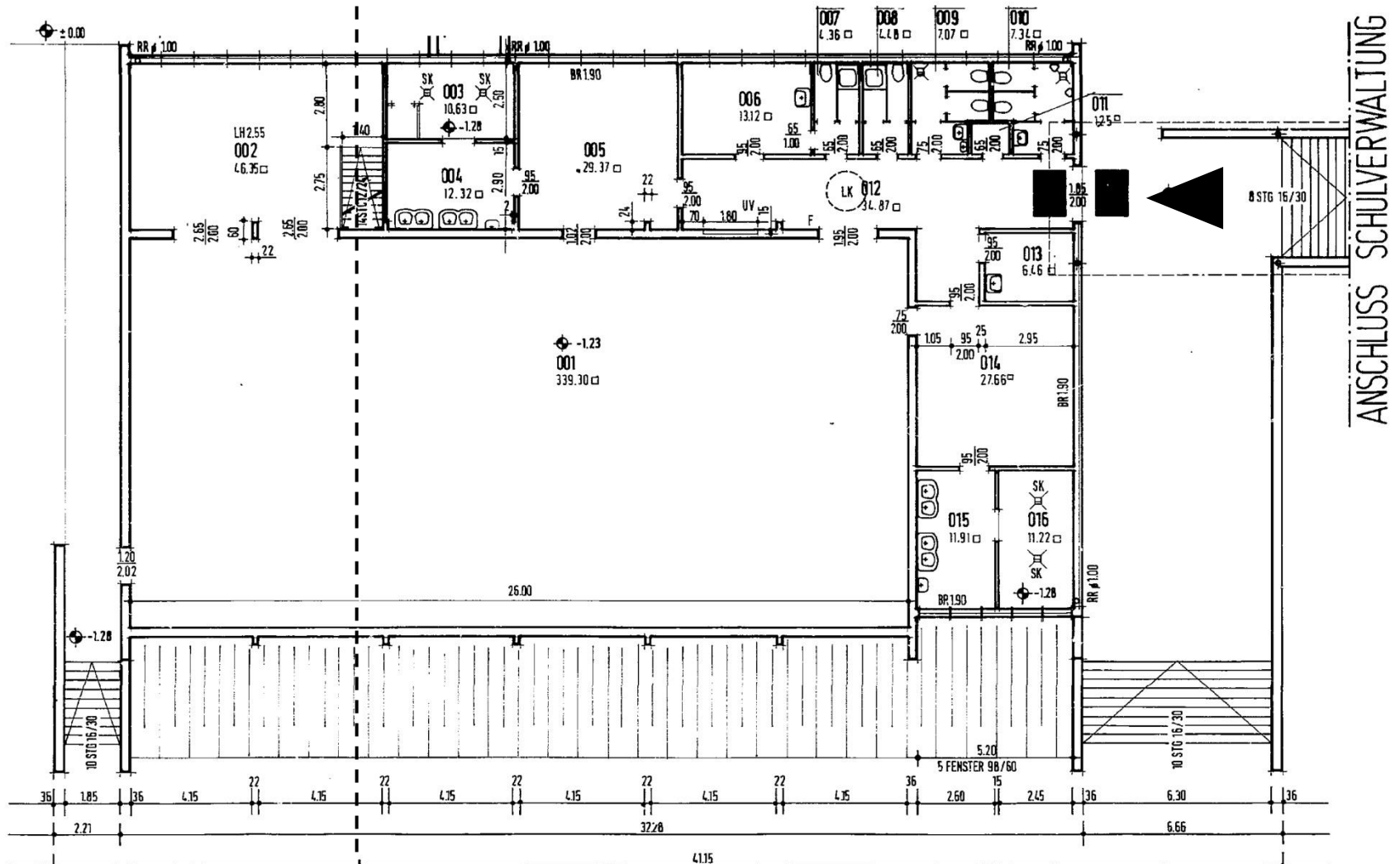
- ▶ Stahlbeton (verputzt, verklankert)
- ▶ Annahme: Wärmedämmung der Außenwand und des Daches
- ▶ niedriger Bau Nord-Ost und Süd-Ost: hinterlüftete Fassade

Fenster :

- ▶ 2-fache Wärmeschutzverglasung (Alu-Rahmen)
- ▶ Süd-Ost und Nord-West Seite der Turnhalle: feststehender Sonnenschutz zwischen den Scheiben

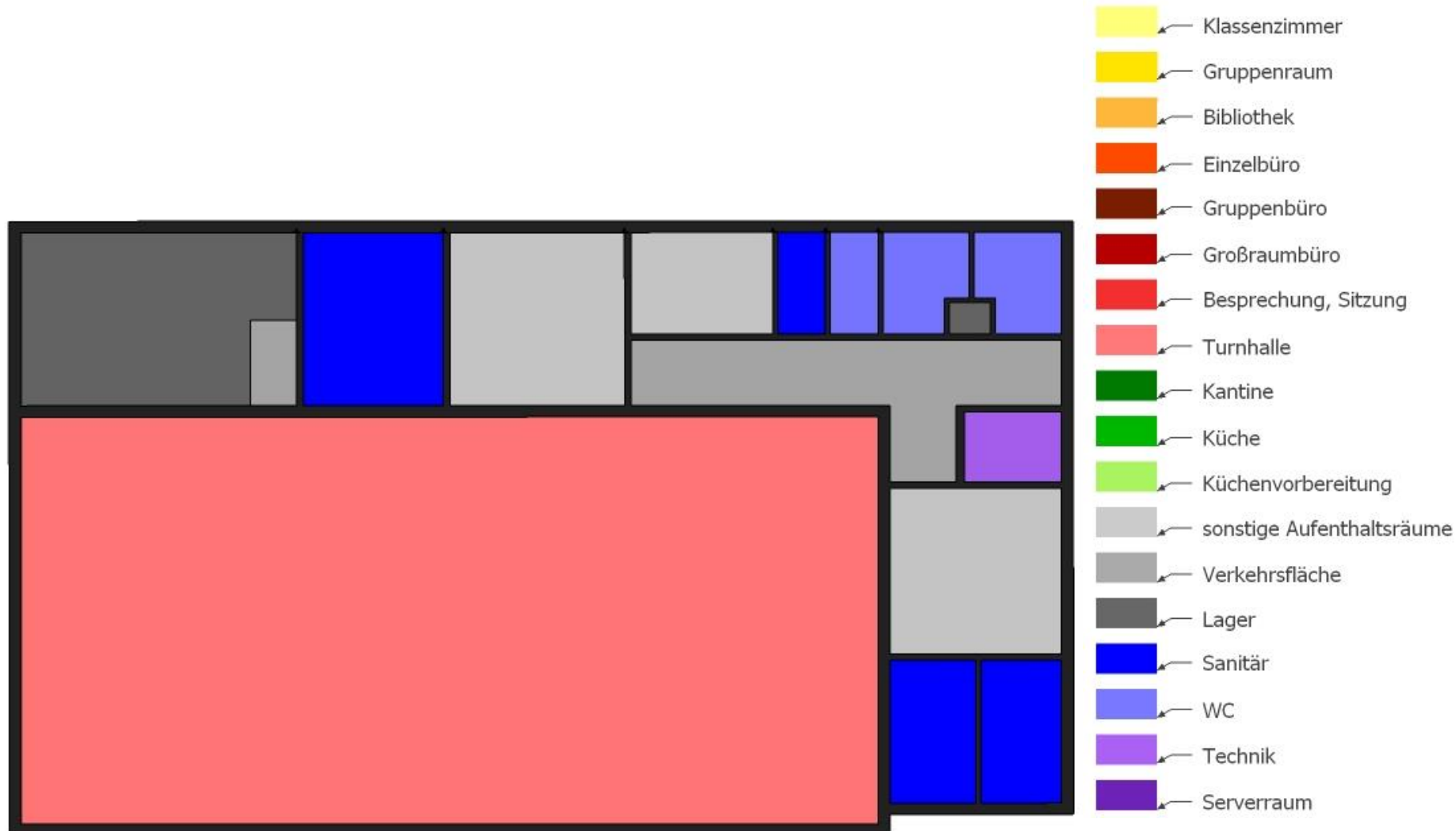
Kategorie	U-Wert
	[W/m²K]
Wand	0,35
Flachdach	0,25
Bodenplatte	1,00
Fenster und Lichtkuppel	1,30-1,70
Eingangstür	1,70

▶ 26



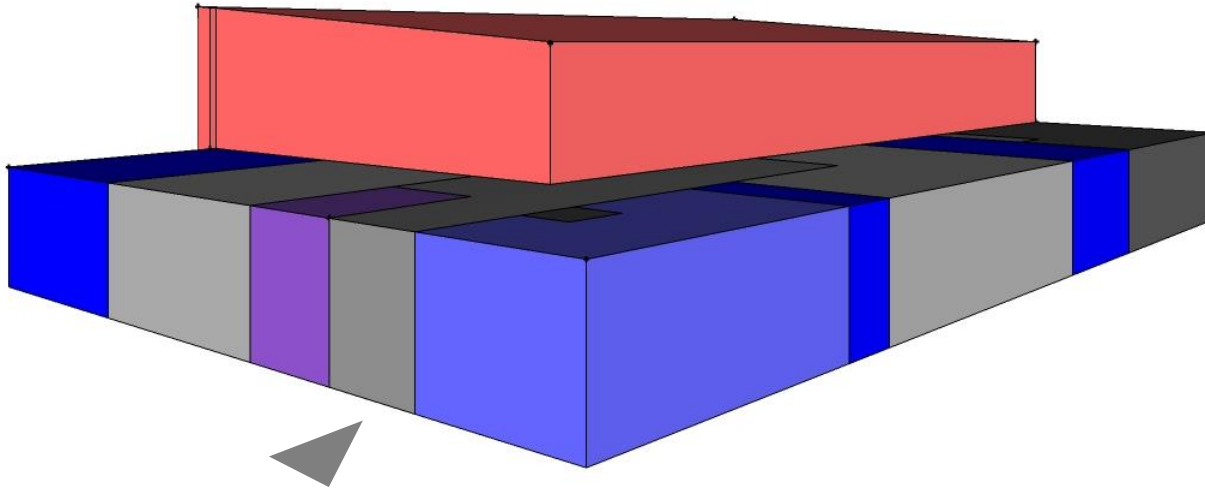


Turnhalle - Zonierung



Turnhalle – Zonierung – Perspektive

Nord



$A_{\text{Huell-Wände}}: 414 \text{ m}^2$

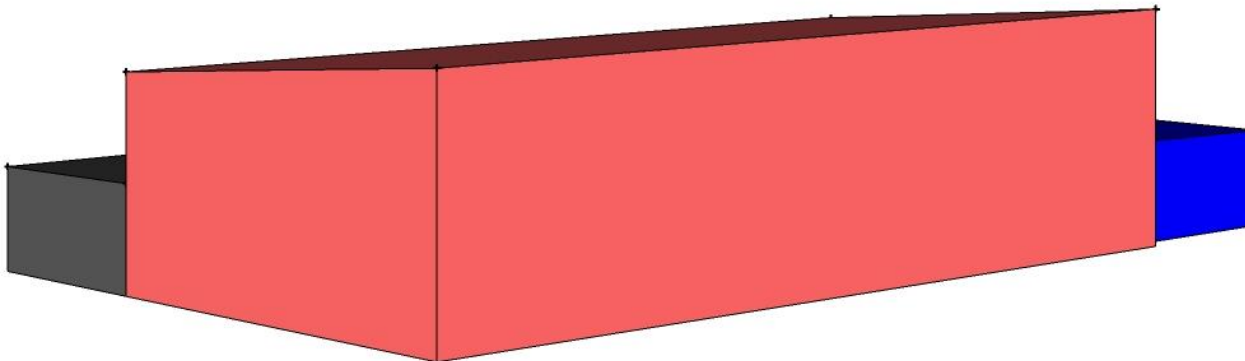
$A_{\text{Fenster}}: 180 \text{ m}^2$

$A_{\text{Huell-Dach}}: 632 \text{ m}^2$

$A_G: 631 \text{ m}^2$

$A_{\text{Huell}}: 1.857 \text{ m}^2$

Süd



Konditionierung - Turnhalle

Nr.	Zone	Konditionierung
1	Turnhalle	Heizung (Fußboden) + Beleuchtung (EVG)
2	Lager	Heizung (Radiatoren) + Beleuchtung (EVG)
3	Sonstige Aufenthaltsräume	Heizung (Radiatoren) + Beleuchtung (EVG)
4	Verkehrsfläche	Heizung (Radiatoren) + Beleuchtung (EVG)
5	Technik	Heizung (Radiatoren) + Beleuchtung (EVG)
6	Sanitärraum	Heizung (Radiatoren) + TWW + Beleuchtung (EVG)
7	WC	Heizung (Radiatoren) + Beleuchtung (EVG)

3. Anlagentechnik

Anlagentechnik

- ▶ alle Gebäude werden von zwei Standardkessel versorgt
- ▶ Lage: zentral, Klassenriegel, im unbeheizten Keller
- ▶ Anlage: Gebläsebrenner betrieben mit Erdgas
- ▶ Baujahr: 1989
- ▶ Nennwertleistung : je Anlage 454 kW
- ▶ Vorlauf-/ Rücklauftemperatur: 80°C / 80°C



Anlagentechnik

Heizung:

- ▶ Wärmeübergabe erfolgt größtenteils über Radiatoren, teilweise über Konvektoren, Turnhalle zusätzl. über Fußbodenheizung
- ▶ Dämmung der Leitungen: mäßig (Altbau)
- ▶ kein hydraulischer Abgleich

- ▶ anteilige Versorgung der einzelnen Gebäude
 - 20% Verwaltung
 - 25% Klassenriegel
 - 20% Turnhalle

Trinkwarmwasser:

- ▶ zentrale Wasserbereitung, Kombierzeuger über Heizungsanlage
- ▶ Warmwasserspeicher Kantine 200 L, Turnhalle/Lehrküche 800 L

Anlagentechnik

RLT:

- ▶ Zu- und Abluftanlage mit WRG in Kantine vorhanden

Kälteanlage:

- ▶ Versorgte Zonen: Lager- und Vorbereitungsräume der Kantinenküche
- ▶ über Kaltluft

Beleuchtung:

- ▶ Überwiegend Leuchtstoffröhren mit KVG, teilweise Glühlampen
- ▶ Annahme in der Turnhalle: Leuchtstoffröhren mit EVG
- ▶ Präsenzmelder in den Fluren des Verwaltungsgebäudes vorhanden

4. Energiebilanz

Energetische Einstufung Verwaltungsgebäude

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 493 kWh/m²a



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	

Energetische Einstufung Klassenriegel

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 476 kWh/m²a



EnEV Anforderungen - Klassenriegel

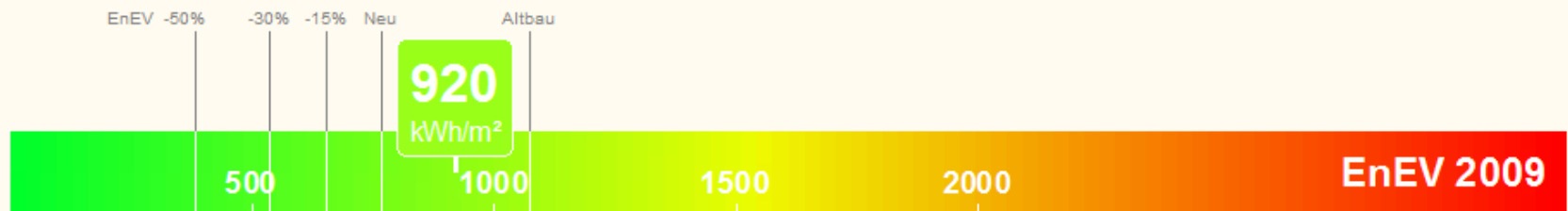
	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV- Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	476,13	179,57	128,27	109,03	89,79	64,13
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	2,141		0,581	0,505	0,429	

Energetische Einstufung Turnhalle

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 920 kWh/m²a



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	

5.
Sanierungsmaßnahmen – Kurzfristige und
investive Maßnahmen

Schwachstellen

- ▶ Allgemeiner Eindruck: Die Bausubstanz hat stark gelitten (ausgenommen Turnhalle)
- ▶ großer Anteil der Fenster mit Einfachverglasung, starke Zugscheinung, marode Holzrahmen
- ▶ Außenwände sind nicht gedämmt, Risse des Putzes ersichtlich, teilweise Durchfeuchtung
- ▶ (wenig genutzte) Treppenhäuser werden beheizt
- ▶ hoher Anteil an ineffizienten Leuchtstoffröhren
- ▶ Wärmeerzeuger zwar voll funktionsfähig, allerdings ineffizient und veraltet



Kurzfristige und investive Maßnahmen

▶ kurzfristige Maßnahmen:

- Senkung der durchschnittlichen Raumtemperatur
- Austausch der Lampen
- Überprüfung der technischen Anlagen

▶ investive Maßnahmen:

- Dämmung der Außenwände, des Daches und Kellerdecke
- Austausch der Fenster und Eingangstüren
- Lüftungsanlage mit VVRG
- Pelletheizung mit Solaranlage
- Austausch der Lampen und Überprüfung der Einstellungen der Anlagen

▶ angesetzte Energiekosten :

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

6. Ergebnisse

Maßnahmenkombination KfW 70 - Verwaltungsgebäude

Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme

Sanierung in einem Zug

Bestehend aus:

- Dämmung der Außenwände
- Austausch der Fenster und Eingangstür
- Wärmedämmung des Daches
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Pelletheizung mit Solaranlage
- Lampen ersetzen

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]
-	~ 350 000	307 384	351 012	24 847	14 : 1	30 - 50

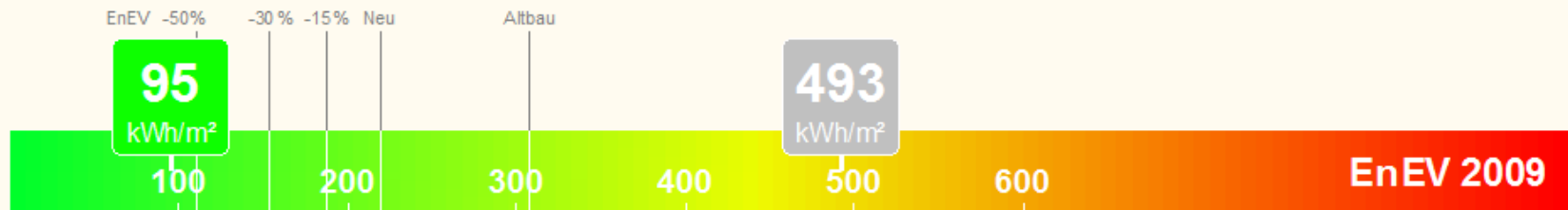
Maßnahmenkombination KfW 70 - Verwaltungsgebäude

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 493 kWh/m²a

Saniert: 95 kWh/m²a



EnEV Anforderungen - Verwaltungsgebäude

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV-Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	95,15	307,77	219,84	186,86	153,88	120,91
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,338		0,491	0,427	0,363	

Maßnahmenkombination KfW 70 - Klassenriegel

Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme

Sanierung in einem Zug

Bestehend aus:

- Dämmung der Außenwände
- Austausch der Fenster und Eingangstür
- Wärmedämmung des Daches
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Pelletheizung mit Solaranlage
- Lampen ersetzt

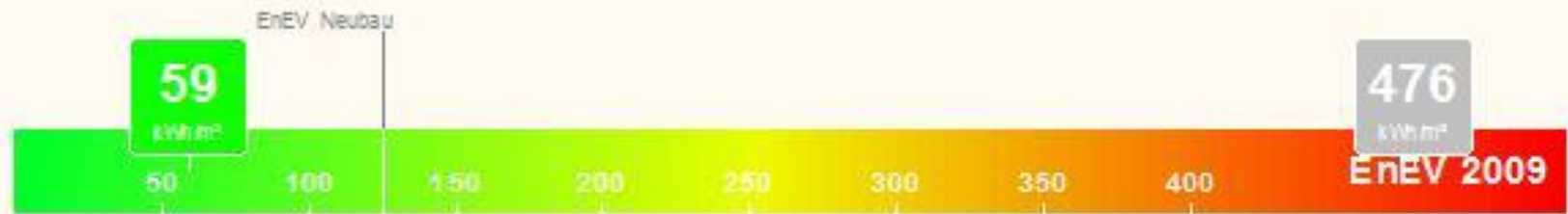
Energetisch bedingte Investitionskosten		Energiebedarf nach Sanierung	Prognostizierte Einsparungen		Kosten / Nutzen	Lebensdauer (bei regelmäßigem Unterhalt)
pro m ²	gesamt		Energie / Energiekosten			
[€/m ²]	[€]	[kWh/a]	[kWh/a]	[€/a]	[-]	[Jahre]
-	672 700	239 928	574 999	33 250	20 : 1	30 - 50

Maßnahmenkombination KfW 70 - Klassenriegel

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 476 kWh/m²a
Saniert: 59 kWh/m²a



EnEV Anforderungen - Klassenriegel

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV- Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	59,35	176,08	125,77	106,90	88,04	62,88
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,402		0,581	0,505	0,429	

Maßnahmenkombination KfW 85 - Turnhalle

Kosten und Lebensdauer der Sanierungsmaßnahme

Sanierung in einem Zug

Bestehend aus:

- Dämmung der Kellerdecke
- Lüftungsanlage mit WRG
- Pelletheizung mit Solaranlage
- Einbau von Präsenzmeldern

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

Maßnahmenkombination KfW 55, zusätzl. Wärmedämmung der ges. Gebäudehülle

-	295 380	135 871	389 600	23 261	13 : 1	30 - 50
---	----------------	----------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Maßnahmenkombination KfW 85 - Turnhalle

Gesamtbewertung

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 920 kWh/m²a

Saniert: 90 kWh/m²a



bei Gesamtmaßnahme: Primärenergiebedarf **85 kWh/ m²a**

EnEV Anforderungen - Turnhalle

	Ist-Wert	Mod. Altbau	EnEV- Neubau	EnEV -15 %	EnEV -30 %	EnEV -50 %
Jahresprimärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	89,80	1072	766,04	651,14	536,23	383,02
Transmissionswärmeverlust H_T [W/(m²K)]	0,389		0,525	0,457	0,388	

7. Förderprogramme

Förderprogramme für NWG

- ▶ – Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Sanieren (Kredit)
- ▶ KfW-Programm Erneuerbare Energien (Kredit)
- ▶ Marktanreizprogramm (Zuschuss)
- ▶ WIBank – Wirtschafts- und Infrastrukturbank – Förderung von kommunalen NWG (Kredit)
- ▶ kumulierbar – Ausnahme: Heizungserneuerung als Einzelmaßnahme im KfW-Programm „Erneuerbare Energien“ mit einem Zuschuss aus dem Marktanreizprogramm MAP

KfW-Förderprogramm Energieeffizient Sanieren

- ▶ maximale förderfähige Investitionskosten:
 - Gesamtmaßnahme Effizienzhaus 500€/ m² Nettofläche
 - Einzelmaßnahme 300€/ m² Nettofläche

- ▶ Vollfinanzierung möglich

- ▶ Tilgungszuschuss bei KfW-Effizienzhaus 70 - 12,5%
 KfW-Effizienzhaus 85 - 7,5 %

KfW-Programm Erneuerbare Energien

- ▶ Privatpersonen, Unternehmen und Kommunen
- ▶ Maximale förderfähige Investitionskosten: 10 Mio. €/Vorhaben
- ▶ „große“ ...
 - Solarkollektoranlagen
 - Anlagen zur Verbrennung fester Biomasse
 - Biogasleitungen
 - Wärmespeicher
 - effiziente Wärmepumpen
 - KWK – Anlagen
- ▶ mit bis zu 3 tilgungsfreien Anlaufjahren

Marktanreizprogramm erneuerbare Energien (MAP) - BAFA

- ▶ Zusatzanspruch bei Verwendung eines KfW-Förderprogramms (z.B. „Energieeffizient Sanieren – Kommunen“, 218)
- ▶ maximale förderfähige Investitionskosten:
 - Solarkollektoranlagen bis zu 50% der Nettoinvestitionskosten
 - Biomasseanlagen bis zu 3.600€
 - Wärmepumpen bis zu 12.300€

Förderung der WIBank für kommunale Nichtwohngebäude

- ▶ Antragsteller: Städte, Gemeinde und Landkreise in Hessen
- ▶ Mindestinvestitionssumme: 50.000€/ Gebäude
- ▶ förderfähige Maßnahmen:
 - Baulicher Wärmeschutz (Dämmung und Austausch von Bauteilen der Hüllfläche), Erfüllung Anlage 3, Tabelle I der EnEV 2009 („40% Ausnahme-Regel“)
 - Anlagen zur effizienten Wärmebereitstellung
 - sonstige Anlagentechnik, wie Lüftung und Sonnenschutz
- ▶ Förderung
 - 50% der Investitionskosten bei Erreichen des Neubaustandards
 - 60% bei Erreichen eines KfW-70-Hauses

Quellen

- ▶ [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energetische-Stadtsanierung/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kommunen-\(218\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/%C3%96ffentliche-Einrichtungen/Energetische-Stadtsanierung/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kommunen-(218)/)
- ▶ [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-\(271-281\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Erneuerbare-Energien-Premium-(271-281)/)
- ▶ http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/
- ▶ <https://www.wibank.de/de/Foerderprogramme/BauenUndWohnen/SB-EEM-kommunale-Nichtwohngbaeude.html>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.