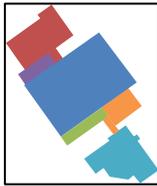


**Gemeinde Wendtorf
Sport- und Freizeithalle, Kita,
Dorfgemeinschaftshaus**

**Sanierungsfahrplan (BAFA)
ENW 10186**

Stand 13.11.2018



KApplus

ingenieurbüro vollert

Mühlenstraße 29, 24340 Eckernförde

Tel.: 04351 / 88 00-10, Fax: 04351 / 88 00-11

Email: info@kaplus.de, www.kaplus.de

Inhalt

1	Projekt	2
2	Analyse IST-Zustand	4
2.1	Allgemeine Informationen / Bauabschnitte	4
2.2	Energieverbrauch Ist-Zustand.....	5
2.3	Analyse Gebäudehülle.....	11
2.4	Dämmstandard Gebäudehülle	16
2.5	Wärmeversorgung	19
2.6	Lüftung	20
2.7	Beleuchtung.....	21
3	Energiebilanz IST	21
3.1	Zonierung	21
3.2	Abgleich Verbrauch / Bedarf	23
4	Sanierungskonzept.....	24
4.1	Anforderungen energetische Maßnahmen	24
4.2	Sanierungsfahrplan Hauptmaßnahmen	25
4.3	Weitere Planungshinweise.....	27
4.4	Einsparpotentiale Hauptmaßnahmen.....	28
4.5	Wirtschaftlichkeit Hauptmaßnahmen	32
4.6	Geringinvestive kurzfristige Maßnahmen	37
4.7	Weitere Vorteile der energetischen Sanierung.....	37
5	Anhang	38
5.1	Zonierung	38
5.2	Bauteilzuordnung.....	42
5.3	CO2-Faktoren gemäß KfW	45
5.4	Übersicht KfW Förderprogramme für Kommunen	45

Anlagen

Projektdokumentation Energiebilanzierung gemäß DIN V 18599

1 Projekt

Im Auftrag der Gemeinde Wendtorf wird ein energetisches Sanierungskonzept für den Gebäudetrakt der Sporthalle, der KITA und des Dorfgemeinschaftshauses(Sportlerheim) in Wendtorf erstellt.

Aufgabenstellung

Ziel der Beratung ist es, sinnvolle Maßnahmen zu identifizieren und eine Aussage zu den Einsparpotentialen zu geben. Grundlage ist das Förderprogramm des Bundes (Richtlinie - Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vom 24.02.2017).

Folgende Abbildung gibt einen Überblick zum betrachteten Gebäudekomplex mit den einzelnen Bauabschnitten.

Kürzel	Bauteil	Baujahr			
SH	Sporthalle	1973			
DGH	Dorfgemeinschaftshaus	Ende 70er			
SR	Schützenraum	1997			
SH-L	Sporthalle Lager	1990er			
KI-H	KITA Hauptgebäude	1990er			
KI-G	KITA Gruppenraum	2013			

Abbildung 1: Schematischer Lageplan und Foto Halle/ KITA (oben) / Dorfgemeinschaftsraum (unten)

Da sämtliche Gebäudeteile baulich miteinander verbunden sind, ist eine gesamte Energiebilanz aufzustellen. Zunächst erfolgt eine Bewertung des Ist-Zustandes. Die Bilanzierung dient zur Abschätzung der Energie-Einsparpotenziale verschiedener Varianten.

Projektdaten

Projekt	Energiekonzept Sport- und Freizeithalle, Kita, Dorfgemeinschaftshaus Gemeinde Wendtorf	
Projektnummer	2018-99-24-JK, SV	
Projektadresse	Promenadenweg 7 24235 Wendtorf	
Auftraggeber	Gemeinde Wendtorf über Amt Probstei Knüll 4 24217 Schönberg	
BAFA Förderung, Nr.	ENW 10186 (Bescheid vom 22.06.18, eingegangen 10.07.18)	
BWZ	5130 Sporthallen mit Mehrzwecknutzung	
Regionalschlüssel	010575755073	
Seitenanzahl	Energiekonzept S. 0-46	Projektdokumentation energetische Bilanzierung Anlage 1: S. 1-51
Aufstellendes Büro	KAplus - Ingenieurbüro Vollert Mühlenstr. 29 24340 Eckernförde	
Aufgestellt	Sören Vollert (Dipl.-Ing.)	
Beraternummer BAFA	22 41 08	
Ort, Datum Unterschrift	Eckernförde 23.10.2018 	
Mitarbeit	Juri Koeppen (B. Eng. Bauing. / M. Eng. Energieeffizientes Bauen).	

Tabelle 1: Allgemeine Projektdaten

Förderprogramm

Das vorliegende Energiegutachten wurde im Rahmen der „Richtlinie - Energieberatung für Nichtwohngebäude von Kommunen und gemeinnützigen Organisationen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie vom 24.02.2017“ aufgestellt.

2 Analyse IST-Zustand

2.1 Allgemeine Informationen / Bauabschnitte

Der Gebäudetrakt besteht aus verschiedenen Bauabschnitten unterschiedlicher Nutzung und Bauart. Die Analyse wird entsprechend der Bauabschnitte untergliedert.

Der Zustand der einzelnen Bauabschnitte und Bauteile entspricht weitgehend dem Baualter bzw. dem den Sanierungen. Aus bautechnischer und aus energetischer Sicht besteht an verschiedenen Stellen Handlungsbedarf auf die im Rahmen dieses Konzeptes eingegangen wird.

Übersicht Bauabschnitte

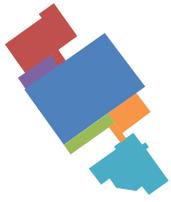
			<h2>Übersicht Bauabschnitte</h2>		
SH	Sporthalle	BJ 1973	DGH	Dorfgemeinschaftshaus	BJ 1978
					
SR	Schützenraum	BJ 1997	SH-L	Sporthalle Lager	BJ 1990er
					
KI-H	KITA Hauptgebäude	BJ 1990er	KI-G	KITA Gruppenraum	BJ 2013
					

Abbildung 2: Schematischer Lageplan mit Angabe des Baujahres und Fotos der einzelnen Bauabschnitte

Übersicht Sanierungen

	Bauteil	BJ Bauabschnitt	Bereits durchgeführte Sanierungsmaßnahme (nur energetisch relevante Sanierungen)
SH	Sporthalle	1973	-1989: Außenwände mit 6 cm MIWO gedämmt und mit Blech verkleidet / Fenstertausch Nebenräume -1997: Dach Hauptdach neu aufgebaut und gedämmt (i.d.S 14 cm Dämmung Dach Nebenräume als Pultdach mit 10 cm Dämmung ausgebildet
DGH	Dorfgemeinschaftshaus Sportlerheim	Ende 70er	-2000er: Erweiterung Sportlerheim Westfassade -1994-99: Teilweise Fenstererneuerung
SR	Schützenraum	1997	-Keine energetische Sanierung bekannt
SH-L	Sporthalle Lager	1990er	-Keine energetische Sanierung bekannt
KI-H	KITA Hauptgebäude	1990er	-Keine energetische Sanierung bekannt
KI-G	KITA Gruppenraum	2013	-Keine energetische Sanierung bekannt

Abbildung 3: Schematischer Lageplan mit Angabe zu Baujahr und energetischen Sanierungen
WSV=Wärmeschutzverglasung mit Edelgasfüllung

2.2 Energieverbrauch Ist-Zustand

- Die Heizwärme und das Warmwasser werden mit einer Erdgas-Brennwerttherme in der KITA (Therme versorgt Kitabereiche) und einem zweiten alten Erdgaskessel von 1988 (versorgt übrige Bereiche) erzeugt. KITA und übrige Bereiche werden getrennt abgerechnet.
- Für den Stromverbrauch liegen drei Verbrauchsabrechnungen vor. Es wird getrennt abgerechnet nach KITA, Sporthaus und Sporthalle.
- Im Folgenden werden die vorliegenden Wärme- und Stromverbräuche ausgewertet, witterungsbereinigt und mit Durchschnittsverbräuchen von Bestandsgebäuden ähnlicher Nutzung verglichen. Eine erste Einordnung des Verbrauchs wird so möglich (eher hoch oder eher niedrig im Vergleich).
- Als Bezugsfläche wird entsprechend der später folgenden Bilanz gemäß DIN V 18599 die beheizte NGF verwendet.

Wärmeverbrauch KITA (H+G)

- Die Heizwärme und das Warmwasser werden mit einer Erdgas-Brennwerttherme in der KITA erzeugt.
- Der spezifische **Wärmeverbrauch** der Jahre 2015 - 2017 liegt mit ca. **123 kWh/m²_{NGFA}** bzw. **52 MWh/a** unter den Mittelwerten durchschnittlicher Kitagebäude im Bestand.

- Die spezifischen Bruttokosten für Erdgas liegen bei 64 €/MWh brutto. Bei diesem Preis ergeben sich durchschnittliche **jährliche Kosten von 3.314 €/a** für die Wärmebereitstellung der Kita (Hauptgebäude und Gruppenraum).

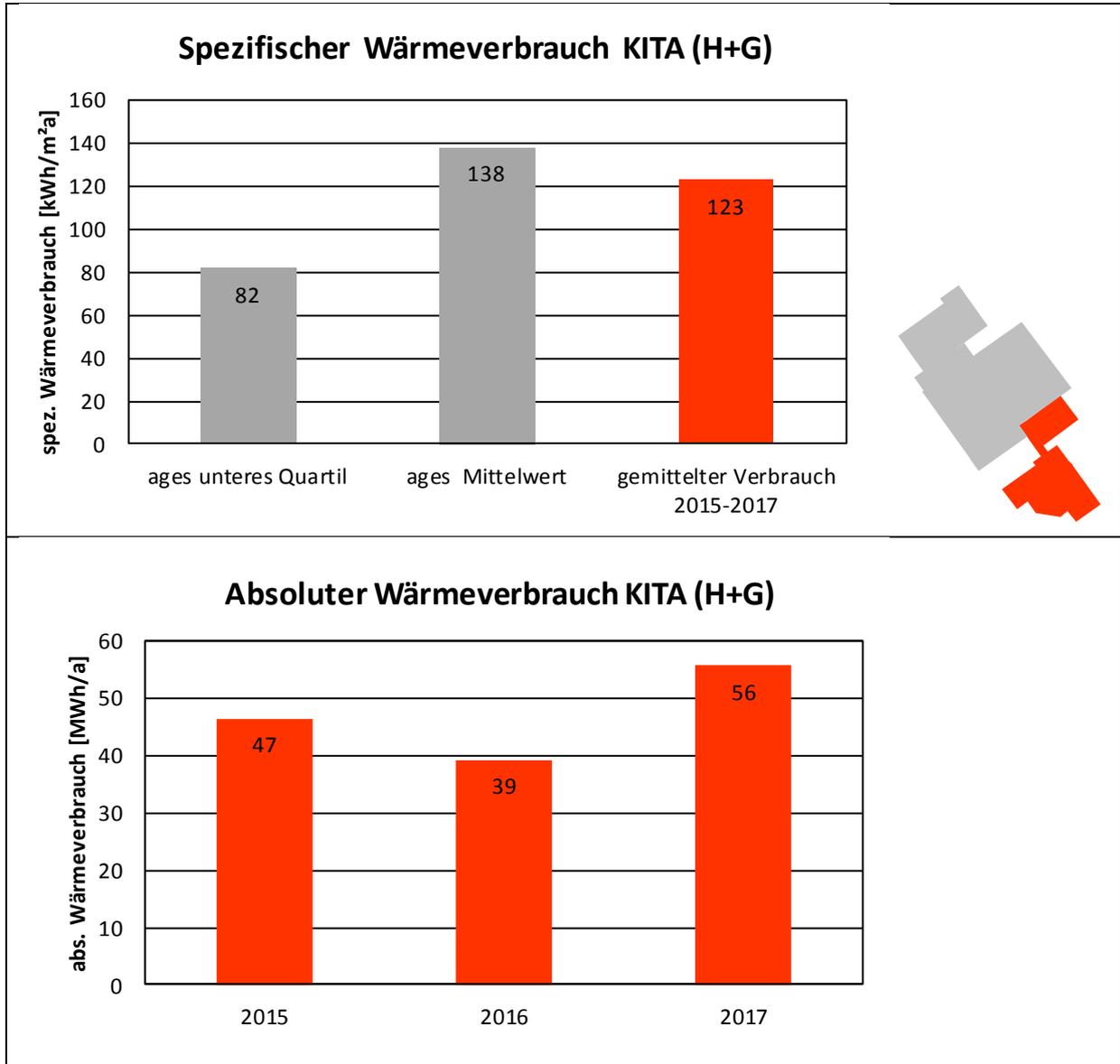


Abbildung 4: Vergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs (Mittelwerte Wärme 2015-17) mit ages Kennzahlen 2005 / ages Vergleichswerte: KITA / Bezugsfläche 420 m² NGF / Witterungskorrektur Heizwärme durchgeführt

Stromverbrauch

- Der spezifische **Stromverbrauchskennwert** der Jahre 2015 - 2017 liegt mit ca. **18 kWh/m²_{NGFa}** im Bereich durchschnittlicher Kitagebäude im Bestand.
- Der Gesamtverbrauch der Liegenschaft liegt bei 8 MWh/a.
- Die spezifischen Bruttokosten für Strom liegen bei 276 €/MWh. Bei diesem Preis ergeben sich durchschnittliche **jährliche Kosten von 2.092 €/a** für die Strombereitstellung bei dem Kita Hauptgebäude und dem Kita Gruppenraum.

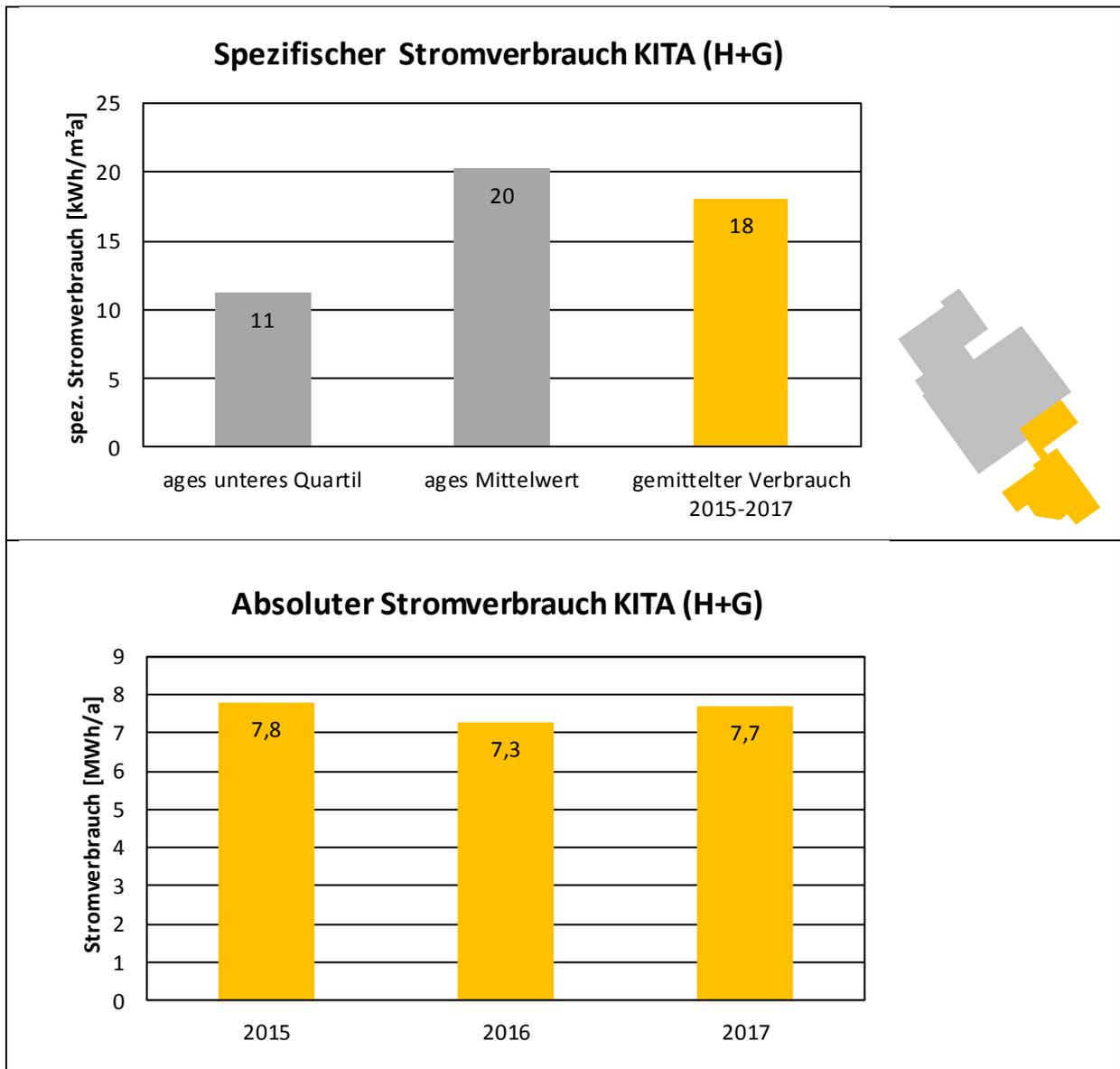


Abbildung 5: Vergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs (Mittelwerte Strom 2015-17) mit ages Kennzahlen 2005 / ages Vergleichswerte: KITA / Bezugsfläche 420 m² NGF

Wärmeverbrauch Mehrzweckhalle und übrige Bereiche (SH / DGH / SR / SH-L)

- Die Heizwärme und das Warmwasser der Halle, des Dorfgemeinschaftsbereichs, des Schützenraums und des Sporthallenlagers werden mit einem veraltetem Erdgaskessel erzeugt (Standort Nebenraum Sporthalle).
- Der spezifische **Wärmeverbrauch** der Jahre 2015 - 2017 liegt mit ca. **131 kWh/m²_{NGFA}** bzw. **199 MWh/a** zwischen Mittelwert und unterem Vergleichswert durchschnittlicher Mehrzweckhallen im Bestand also trotz Baualter und veralteter Heiztechnik relativ niedrig. Vermutlich ist der Verbrauch auf die Teilsanierungen und vor allem eine Teilbeheizung mit abgesenkten Temperaturen zurückzuführen.
- Die spezifischen Bruttokosten für Erdgas liegen bei 60 €/MWh brutto. Bei diesem Preis ergeben sich durchschnittliche **jährliche Kosten von 11.843 €/a** für die Wärmebereitstellung der Gebäudeteile.

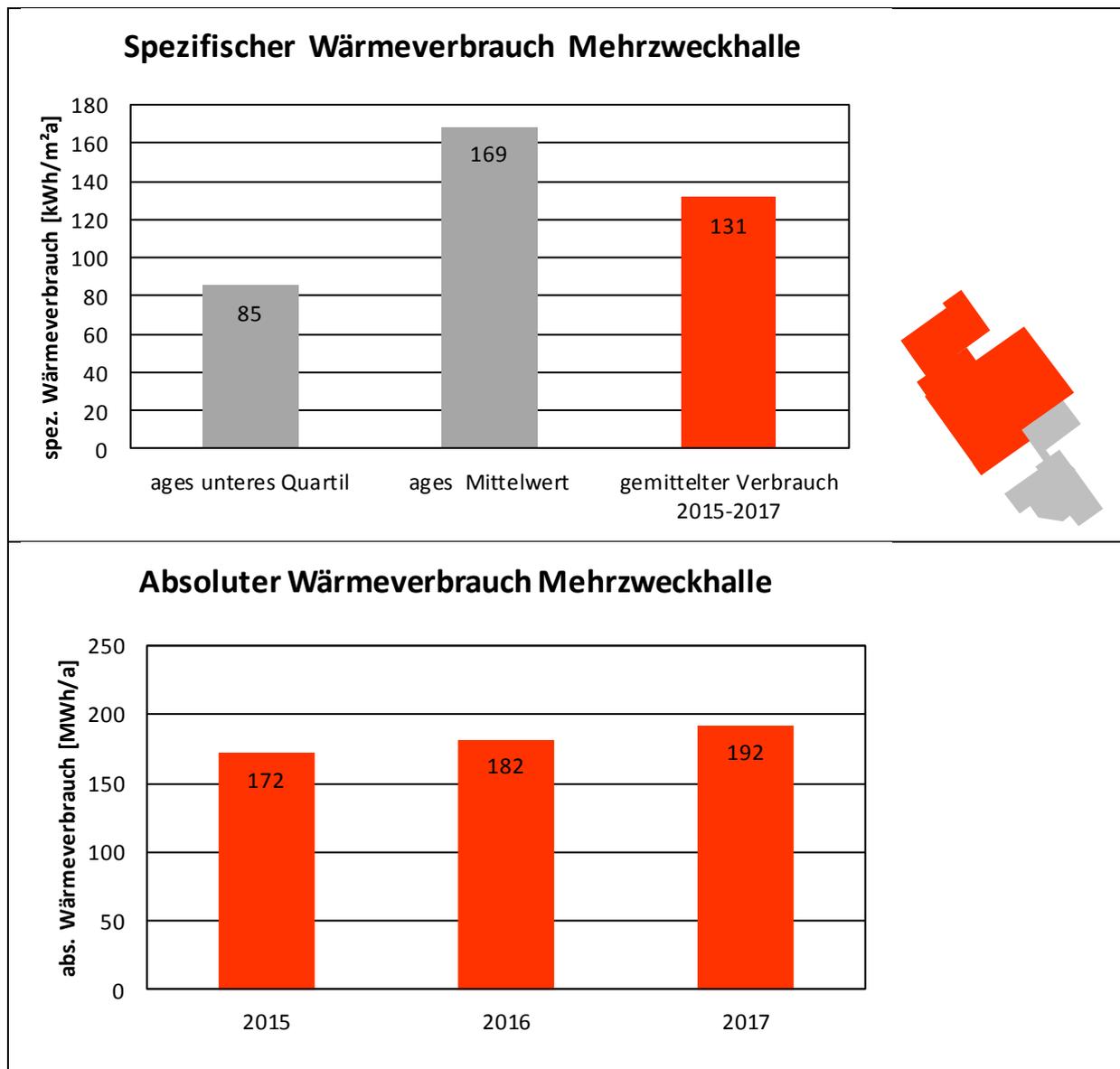


Abbildung 6: Vergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs (Mittelwerte Wärme 2015-17) mit ages Kennzahlen 2005 / ages Vergleichswerte: Mehrzweckhalle / Bezugsfläche 1.515 m² NGF / Witterungskorrektur Heizwärme durchgeführt

Stromverbrauch Mehrzweckhalle (SH / SR / SH-L)

- Der spezifische **Stromverbrauchskennwert** der Jahre 2015 - 2017 liegt mit ca. **15 kWh/m²_{NGF}a** unter dem Mittelwert durchschnittlicher Mehrzweckhallen. Der Dorfgemeinschaftsbereich ist nicht enthalten (eigene Abrechnung Strom unten).
- Der Gesamtverbrauch der gekennzeichneten Gebäudeteile liegt bei 15 MWh/a. Die Verbräuche schwanken extrem in den Jahren. Ein Grund für diese Schwankung konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.
- Die spezifischen Bruttokosten für Strom liegen bei 300 €/MWh. Bei diesem Preis ergeben sich durchschnittliche **jährliche Kosten von 4.554 €/a** für die Strombereitstellung.

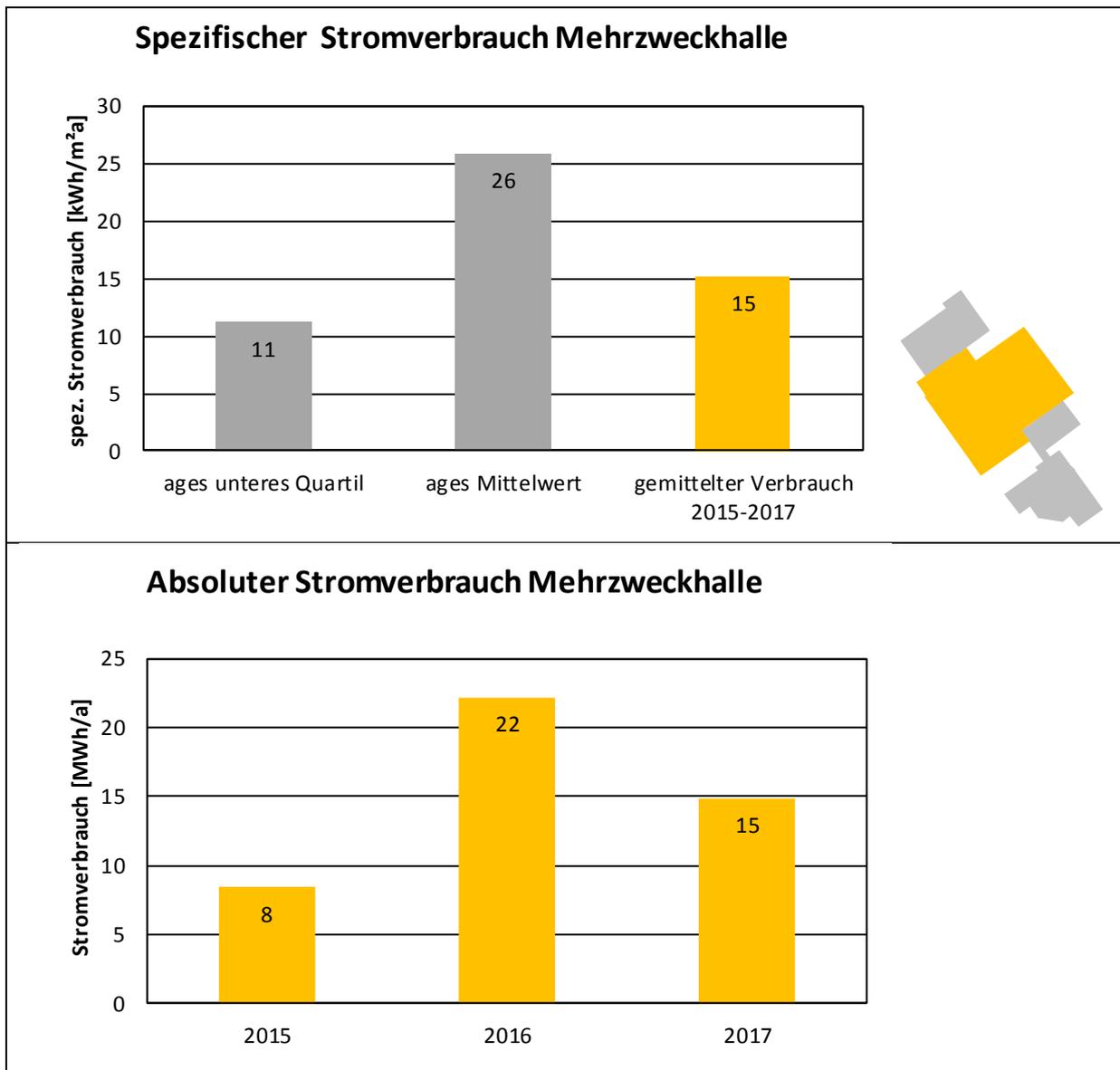


Abbildung 7: Vergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs (Mittelwerte Strom 2015-17) mit ages Kennzahlen 2005 / ages Vergleichswerte: Mehrzweckhalle / Bezugsfläche 996 m² NGF

Stromverbrauch Dorfgemeinschaftsbereich / Sportheim

- Der spezifische **Stromverbrauchskennwert** des Dorfgemeinschaftsbereiches (Sportheim, Umkleiden, Kitarraum KG, Versammlung KG) der Jahre 2015 - 2017 liegt mit ca. **22 kWh/m²_{NGF}a** im Bereich durchschnittlicher Sportheime im Bestand.
- Der Gesamtverbrauch der Liegenschaft liegt bei 12 MWh/a.
- Die spezifischen Bruttokosten für Strom liegen bei 272 €/MWh. Bei diesem Preis ergeben sich durchschnittliche **jährliche Kosten von 3.170 €/a** für die Strombereitstellung.

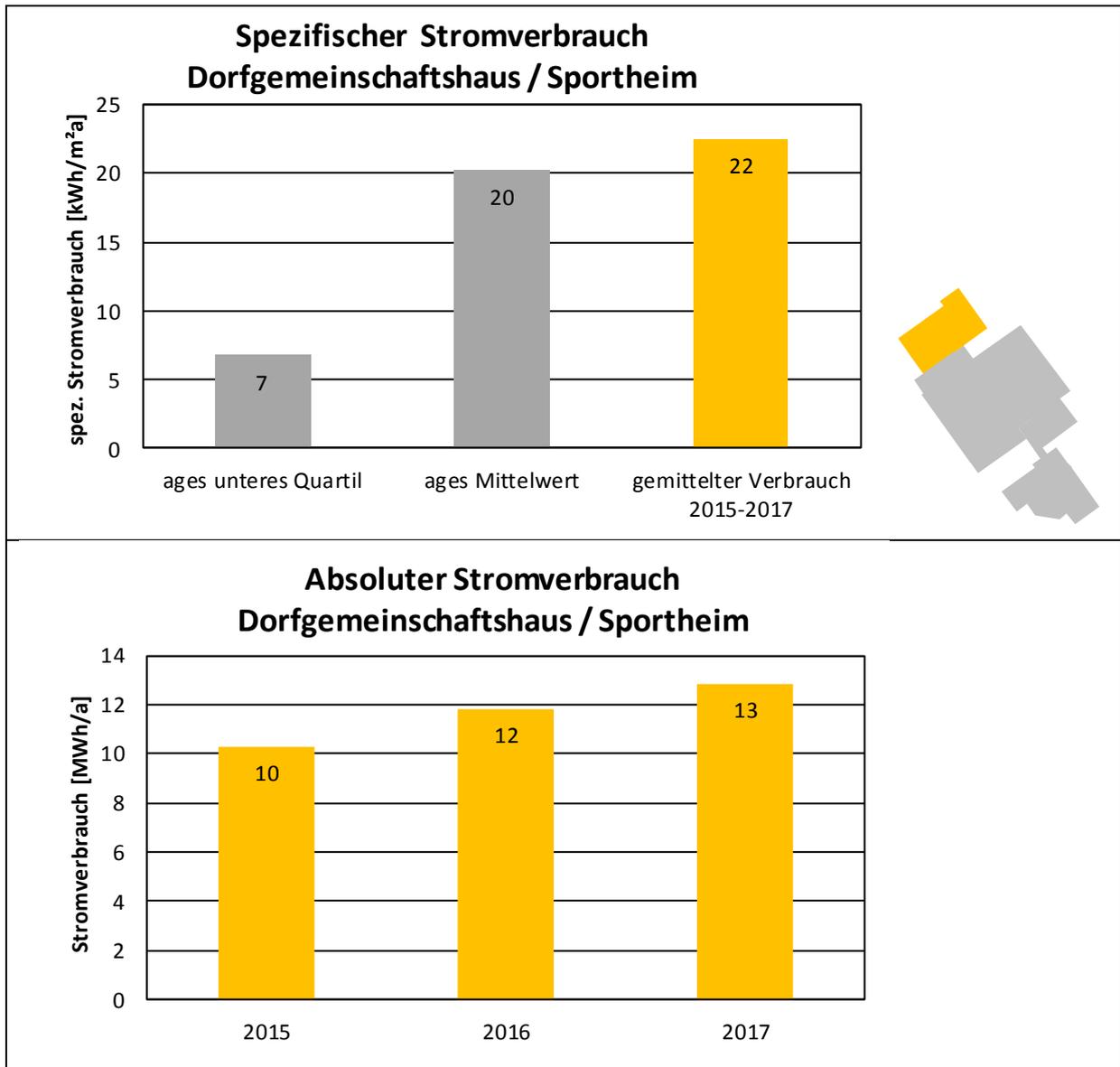


Abbildung 8: Vergleich des spezifischen Endenergieverbrauchs (Mittelwerte Strom 2015/ 16/ 17) mit ages Kennzahlen 2005 / ages Vergleichswerte: Sportheim / Bezugsfläche 519 m² NGF

Energieverbrauch und Energiekosten Gesamtliegenschaft

- Für die gesamte Liegenschaft ergibt sich im Mittel ein Wärmeverbrauchskennwert von 129 kWh/m²_{NGfA} (250 MWh/a). Der Stromverbrauch liegt i.M. bei 18 kWh/m²_{NGfA} (34 MWh/a).
- Die **Energiekosten** teilen sich auf gemäß untenstehender Abbildung. In der Summe werden knapp **25.000 €/a** an die Energielieferanten gezahlt.

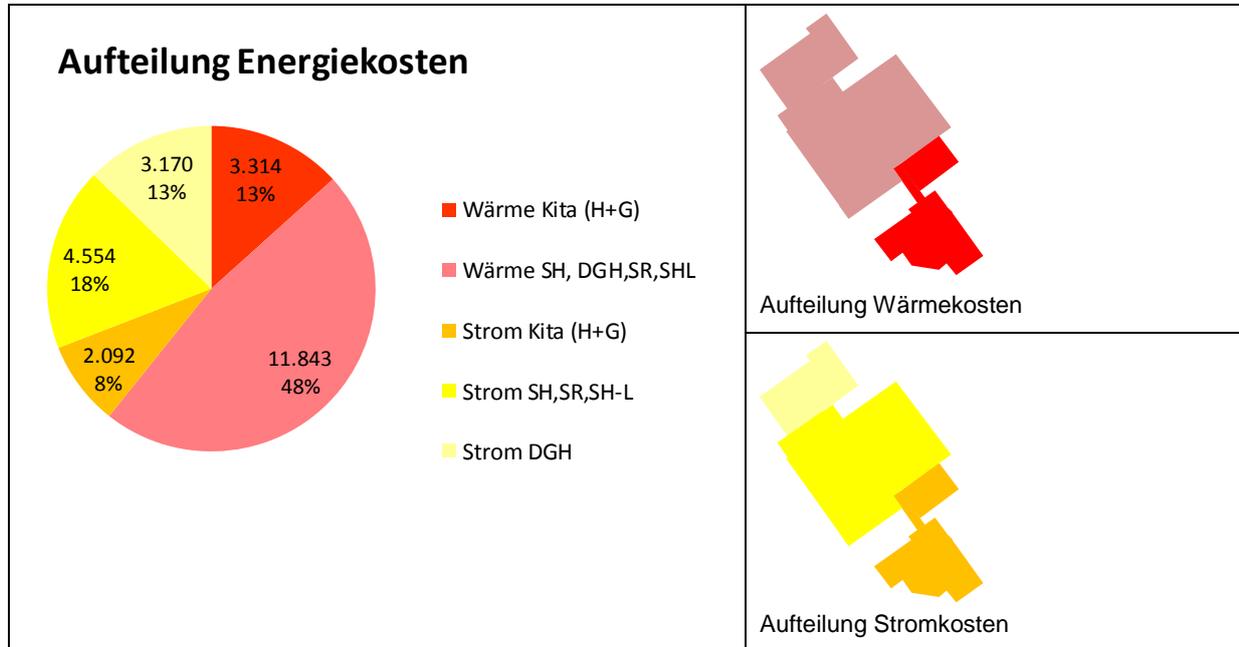


Abbildung 9: Energiekosten im Vergleich (Jährliche Bruttokosten i.M. auf Grundlage Witterungsbereinigter Daten)

2.3 Analyse Gebäudehülle

Planstand

Die Informationen in diesem Bericht wurden aus den vorliegenden Unterlagen wie Plänen und Baubeschreibungen, dem Vor-Ort-Termin, der Baualtersklasse im Zusammenhang mit der Bauart, Bauteilöffnungen und durch den Einsatz der Bauhofleitung und des Bürgermeisters zusammengetragen.

Es stehen keine zusammenhängenden Pläne zur Verfügung. Die zur Verfügung stehenden eingescannten Pläne werden im Rahmen dieser Untersuchung über Referenzmaße in ein digitales Gebäudemodell übertragen. Aufgrund der begrenzten Planlage werden zum Teil Abschätzungen getroffen werden.

Thermografie (Erläuterung und Hinweise zur Interpretation)

Am 26.09.2018 wurden Infrarotthermografien mit Außen- und Innenaufnahmen durchgeführt. Auf den Bildern werden Oberflächentemperaturen wiedergegeben. Die Farbgebung zwischen den Aufnahmen ist nicht vergleichbar (unterschiedliche Temperaturskala). Außerdem stellen sich unterschiedliche Oberflächen verschieden dar (z.T. auch Spiegelungen bei Glas oder blankem Metall). Die äußeren Oberflächentemperaturen von hinterlüfteten Bauteilen sind nicht aussagekräftig, da Sie mit kalter Außenluft hinterströmt sind. Die interpretierbaren Aufnahmen und Erkenntnisse werden folgend zusammengestellt.

Thermografie Dorfgemeinschaftsbereich / Sportlerheim

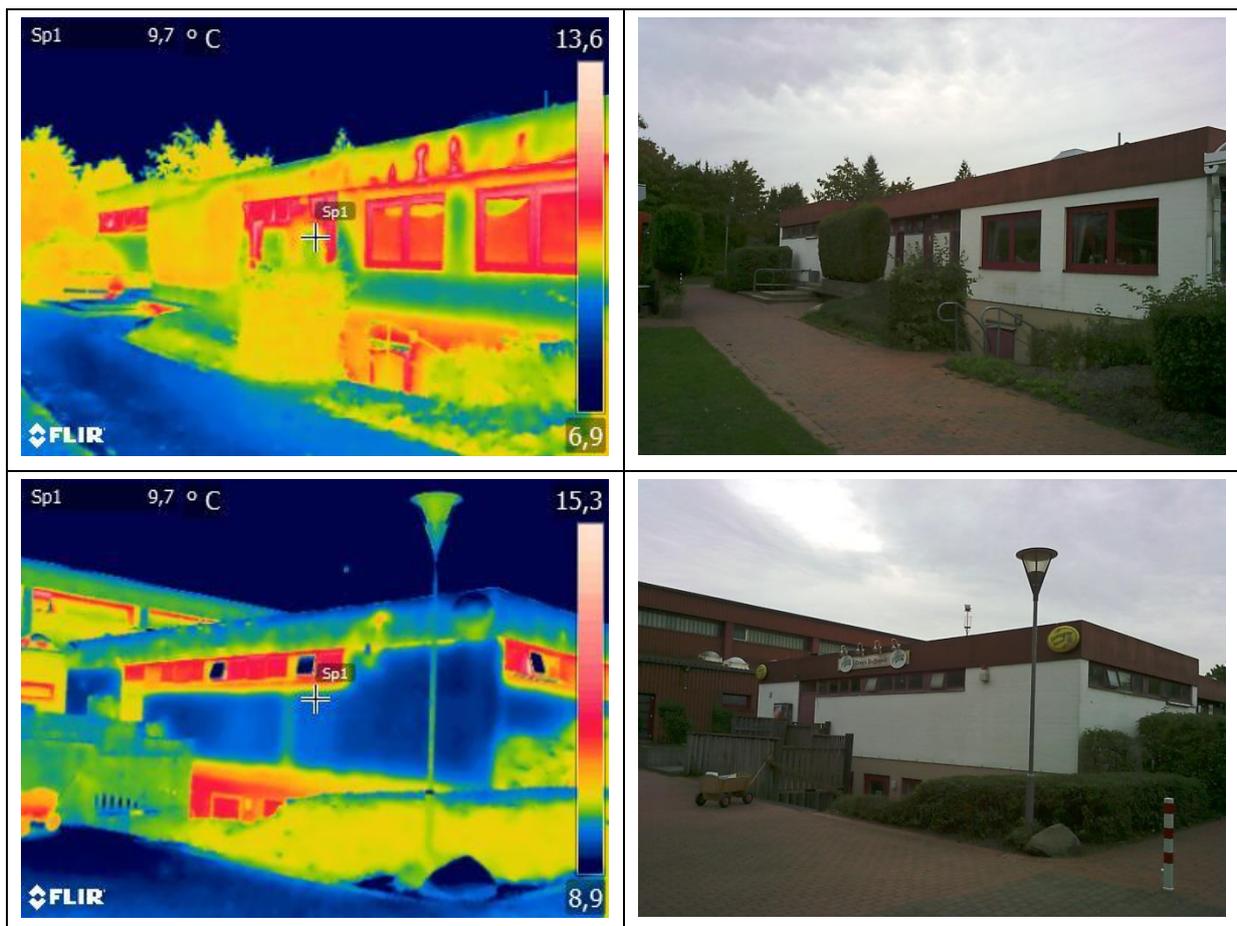


Abbildung 10: Thermografieaufnahmen Dorfgemeinschaftsbereich / Sportlerheim

- Die Außenwände des Untergeschosses sind wärmer und vermutlich deutlich schlechter gedämmt als die Wände im EG. Es wird angenommen, dass hier Massivmauerwerk vorhanden ist und im Obergeschoss ein zweischaliges Mauerwerk mit Perlite in der Zwischenschicht. Aufgrund der hochwertigen Nutzung in einem Teil des UG (Kitaräume) wird auch erkennbar geheizt. Die Wärmeverluste in diesem Bereich sind hoch.
- Die alten Holzfenster bilden den thermischen Schwachpunkt des Gebäudes.

- Im Dachbereich sind vermutlich Undichtheiten (abströmende Warmluft) zu erkennen. Im Rahmen einer Sanierung sollten neben der Verbesserung der Dämmung auch diese Schwachstellen analysiert und behoben werden.

Thermografie Sporthalle

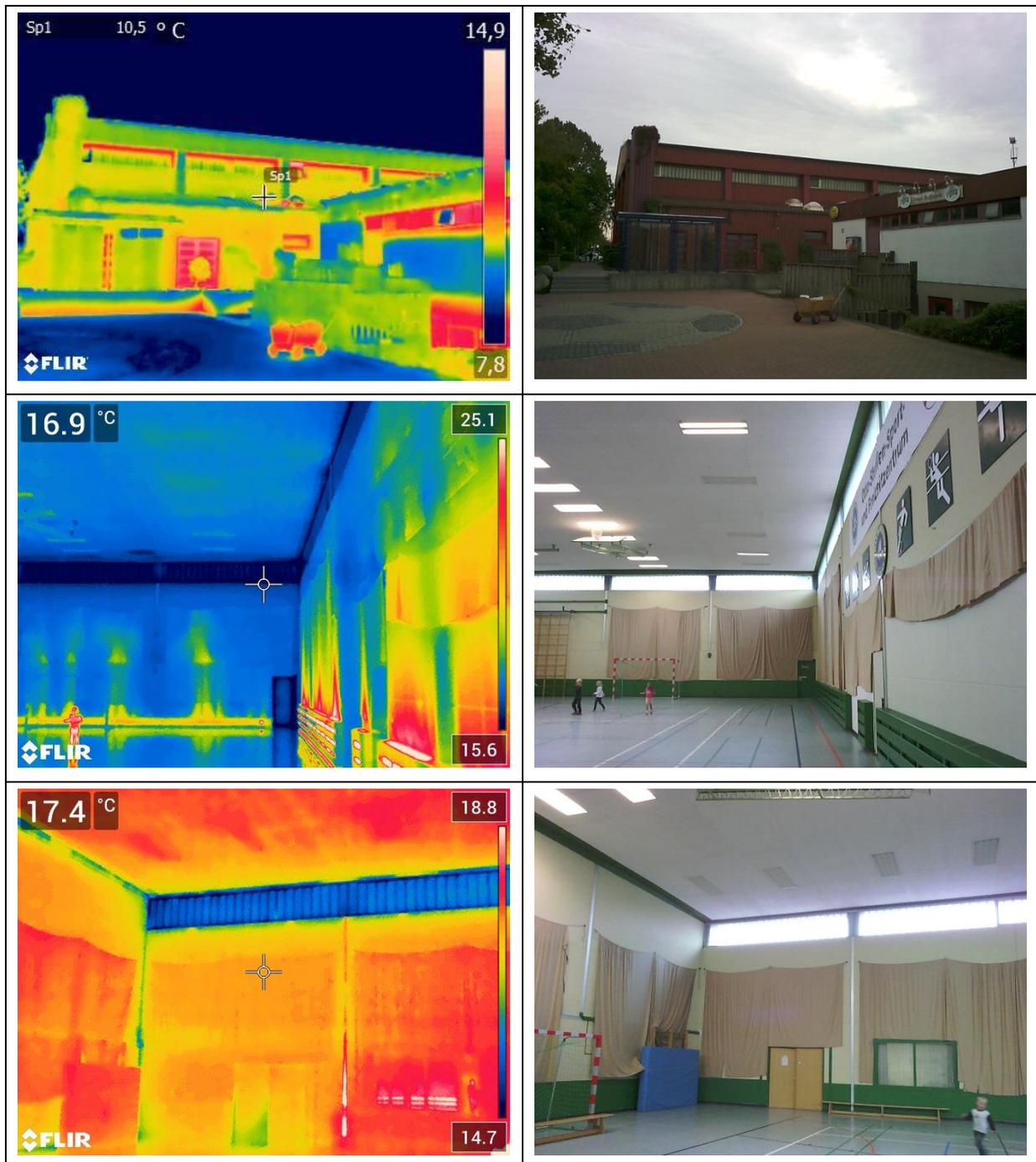


Abbildung 11: Thermografieaufnahmen Sporthalle

- Trotz des vorhandenen Stahlbetontragwerks sind keine relevanten thermischen Schwachstellen im Bereich der Stahlbetonstützen erkennbar. Es ist daher anzunehmen, dass die Träger im Rahmen der Fassadensanierung von außen mit Dämmung eingekleidet wurden (hinter Blechfassade).
- Der thermische Schwachpunkt der Sporthalle sind die Profilgläser (Lichtbänder).
- In der Halle sind die Heizkörper hinter der Holzverkleidung und die Heizverteilung an der Fassade zu erkennen.

Bauteilöffnung Außenwand Dorfgemeinschaftsbereich / Sportheim

Um herauszufinden inwieweit eine Luftschicht in der Fassade des Sportheims zum Ausblasen mit Dämmstoff zur Verfügung steht, wurden Testbohrungen durch den Bauhofleiter durchgeführt. Außerdem wurden Personen durch den Bauhofleiter befragt, die am Bau des Sportheims beteiligt waren.

Im Ergebnis wurde keine nutzbare Luftschicht gefunden. Die vorhandene Luftschicht wurde bereits im Bau mit Perlite verfüllt. Die Erkenntnis deckt sich mit den Thermografieaufnahmen (EG guter thermischer Standard der Außenwand).

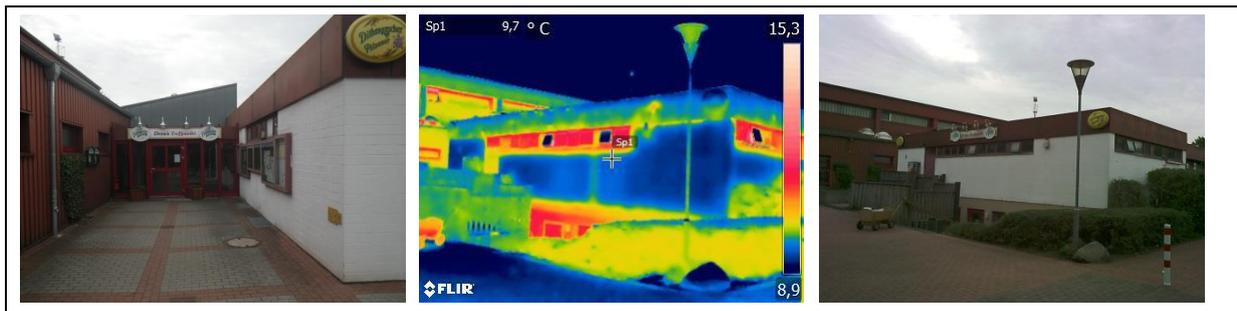


Abbildung 12: Überprüfte Außenwand des Sportheims

Übersicht Bauteile

Folgende Abbildung gibt einen Überblick zu den Außenbauteilen der Bauabschnitte und der vorliegenden Bauzeichnungen.

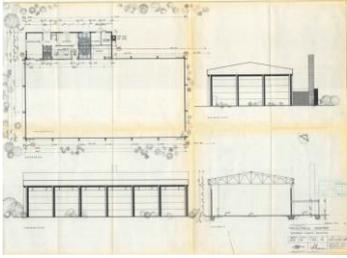
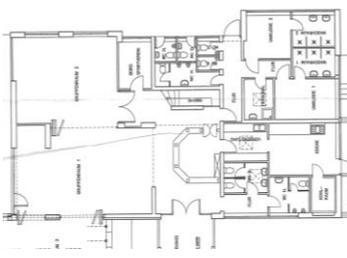
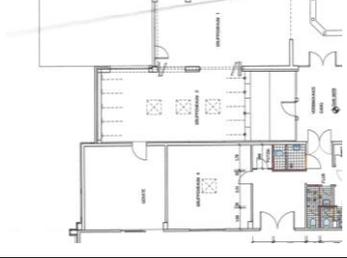
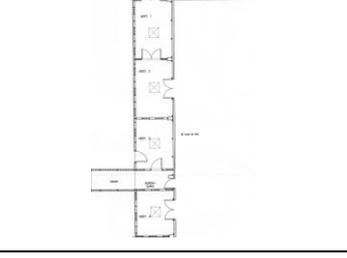
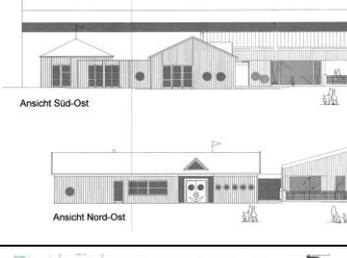
<p>SH BJ 1973</p>			
<p>DGH Ende 70er</p>			
<p>SR 1997</p>			
<p>SH-L 1990er</p>			
<p>KI-H 1990er</p>			
<p>KI-G 2013</p>	 <p>Terassenversprung nicht umgesetzt</p>		

Abbildung 13: Ausschnitt vorliegende Planlage / Fotodokumentation Bauteile

2.4 Dämmstandard Gebäudehülle

Der Dämmstandard der Gebäudehülle wird auf Basis der vorliegenden Informationen zusammengestellt. Zum Teil werden Annahmen in Anlehnung an die Baualtersklasse (BA) und der Bauart getroffen.

	Sohle	Wand	Dach
SH 1973	Halle Minimaldämmung U = 0,98 W/m²K (BA)	Porenbeton mit Stahlbetontragwerk + 6 cm / WLS 040 (Sanierung) U = 0,50 W/m²K (inkl Zuschlag 0,05 W/m²K)	Binderebene 14cm / WLS 040 / 10 % Holz U = 0,32 W/m²K (saniert)
	Sanitär 8 cm / WLS 037 U = 0,41 W/m²K	Nebenträume Porenbeton + 6 cm / WLS 040 (Sanierung) U = 0,47 W/m²K (inkl Zuschlag 0,05 W/m²K)	Nebendach Deckenebene + Lichtschächte 10 cm / WLS 040 / 10 % Holz U = 0,43 W/m²K (saniert)
	Sonstige Nebenträume 2 cm / WLS 040 U = 0,97 W/m²K (BA)		
DGH Ende 70er	Minimaldämmung 3 cm / WLS 040 U = 0,97 W/m²K (BA)	EG: Porenbeton + KS + 7 cm / WLS 060 (Perlite) U = 0,43 W/m²K	Flachdach 5 cm / WLS 040 U = 0,62 W/m²K (BA)
		UG: Annahme Porenbeton + KS U = 0,88 W/m²K	
SR 1997	Trittschalldämmung 5 cm / WLS 040 U = 0,65 W/m²K (BA)	Porenbeton 17,5 + KS 11,5 6 cm / WLS 060 U = 0,38 W/m²K (BA)	Dämmebene Decke + Lichtschächte 16 cm / WLS 040 / 10% Holz U = 0,28 W/m²K
SH-L 1990er	Trittschalldämmung 5 cm / WLS 040 U = 0,65 W/m²K (BA)	6 cm / WLS 040 (Sanierung) U = 0,47 W/m²K (BA) (inkl Zuschlag 0,05 W/m²K)	Blechdach belüftet 14 cm / WLS 035 / 10% Holz U = 0,30 W/m²K (BA)
KI-H 1990er	Trittschalldämmung 12 cm / WLS 037 U = 0,56 W/m²K (BA)	Holzrahmenbau 12 cm / WLS 040 / 10% Holz U = 0,36 W/m²K (BA)	Dämmebene Decke + Lichtschächte 14 cm / WLS 040 / 10% Holz U = 0,30 W/m²K (BA)
			Flachdach 12 cm / WLS 040 U = 0,30 (BA)
KI-G 2013	Trittschall + Wärmedämmung 10 cm / WLS 037 U = 0,28 W/m²K (BA)	Holzrahmenbau 18 cm / WLS 035 / 10% Holz + DWD 18 mm U = 0,21 W/m²K (BA)	Flachdach 16 cm / WLS 035 U = 0,20 W/m²K (BA)

Abbildung 14: Zusammenstellung Dämmstandard der Bauteile und Bauabschnitte
BA = Ansatz U-Wert gemäß Baualtersklasse (keine weiteren Informationen verfügbar)

Im Volumenmodell, das später für die Energiebilanz verwendet wird, wurden die Bauteile entsprechend der Bauabschnitte unterschieden und mit U-Werten belegt. Im Anhang ist die genaue Zuordnung nach Bauteil und Zone zu finden.

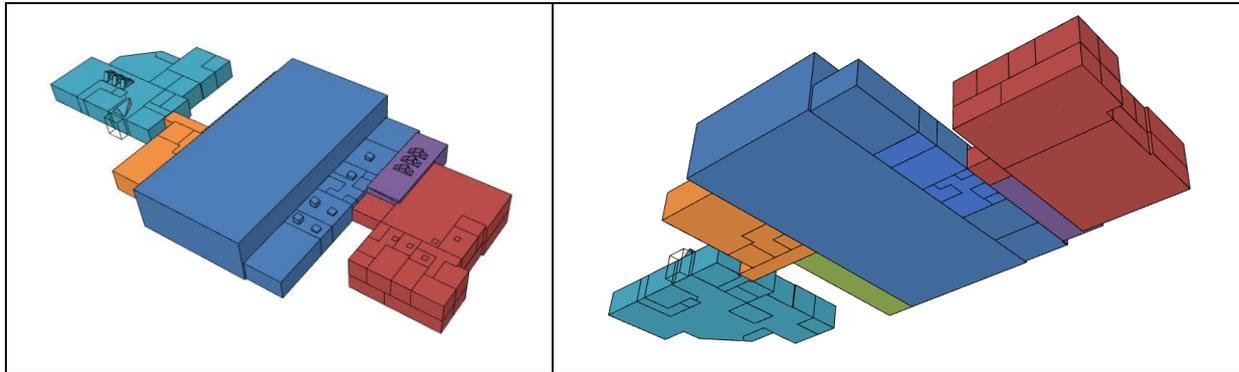


Abbildung 15: Übersicht Bauteile nach Bauabschnitten

Abschätzung Energetische Fensterqualitäten

Eine Übersicht zu den Abschätzungen der energetischen Qualität der Fenster und Dachoberlichter gibt folgendes Schema.

		Holz WSV 2012 U_w ca. 1,2 W/m ² K
		Holz WSV 90er U_w ca. 1,6 W/m ² K Tür U_D ca. 2,0
		ALU WSV 90er U_w ca. 1,8 W/m ² K
		ALU ISO 80er U_w ca. 2,9 W/m ² K
		Holz ISO 70er U_w ca. 2,7 W/m ² K Tür U_D ca. 3,5
		Profil 70er U_w ca. 3,5 W/m ² K Tür U_D ca. 3,5
		DOL 70er U_w ca. 3,5 W/m ² K
		DFF 90er U_w ca. 1,5 W/m ² K
		DOL 90er U_w ca. 2,5 W/m ² K

Abbildung 16: Schema zur energetischen Fensterqualität

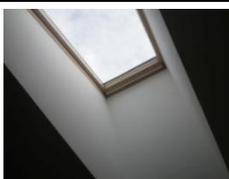
	Holz WSV 2012 Holzfenster (2012) Wärmeschutzverglasung 2-fach		U_W ca. 1,2 W/m ² K
	Holz WSV 90er Holzfenster (90er) Wärmeschutzverglasung 2-fach+		U_W ca. 1,6 W/m ² K
	ALU WSV 90er Alufenster (Ende 90er) Wärmeschutzverglasung 2-fach		U_W ca. 1,8 W/m ² K
	ALU ISO 80er Alufenster (Ende 80er) Isolierverglasung 2-fach		U_W ca. 2,9 W/m ² K
	Holz ISO 70er Holzfenster vermutlich Baualter (70er) Isolierverglasung 2-fach Technisch am Ende der Lebensdauer		U_W ca. 2,7 W/m ² K Tür U_D ca. 3,5
	Profil 70er Profilglas Baualter (70er) Technisch am Ende der Lebensdauer		U_W ca. 3,5 W/m ² K
	DOL 70er Dachoberlichter vermutlich Baualter (70er) Technisch am Ende der Lebensdauer		U_W ca. 3,5 W/m ² K
	DFF 90er Dachflächenfenster (90er) Wärmeschutzverglasung 2-fach		U_W ca. 1,5 W/m ² K
	DOL 90er Dachoberlichter (90er)		U_W ca. 2,5 W/m ² K

Abbildung 17: Ansätze und Abschätzungen zu energetischen Fensterqualitäten im Bestand

2.5 Wärmeversorgung

- Der Gebäudetrakt wird mit zwei Wärmeerzeugern versorgt. KITA und übrige Bereiche werden getrennt abgerechnet.
- Die **Erdgas-Brennwerttherme** in der **KITA** ist in einem **guten Zustand**. Die Therme versorgt das KITA Hauptgebäude und den neuen KITA Gruppenraum. Es sind Heizkörper installiert. In diesem Bereich wird kein Handlungsbedarf gesehen.
- Der **Erdgaskessel** (115 kW) in der Sporthalle, der alle **übrigen Bereiche** mit Wärme und Warmwasser versorgt steht hingegen am **Ende der Lebensdauer** (Kesselbaujahr 1988). Auch die Peripherie mit Pumpen, Verteilungen und überwiegend auch Heizkörpern entspricht dem Baualter. Zentral regelbare Heizkreise für die unterschiedlichen Bauteile sind derzeit nicht aufgebaut.

<p>Kessel 1988 / Brenner 1995</p>	<p>Warmwasserspeicher</p>	<p>Peripherie veraltet (ein Pumpe neu)</p>
<p>Brennwerttherme KITA</p>	<p>Thermografie Halle (Heizkörper und Heizleitung)</p>	
<p>Heizkörper Halle hinter Schalung</p>	<p>Heizkörper Übergang Halle / Sportheim</p>	<p>Heizkörper modernisiert Sanitär</p>

Abbildung 18: Übersicht Wärmeversorgung und Heizkörper

2.6 Lüftung

- Der Gebäudetrakt wird weitgehend natürlich über Fenster belüftet. Kleinere Teile wie die Sanitärbereiche werden mechanisch über Ablüfter versorgt.
- Die Öffnungsflächen für die Fensterlüftung sind im Bereich der Sporthalle gering. Im Rahmen einer Sanierung sollten die Öffnungsflächen vergrößert werden.
- In Teilbereichen wie Sanitär sind einfache Abluftanlagen installiert, die manuell eingeschaltet werden (teilweise über Lichtschalter). Im Sportheim und im Versammlungsraum KG sind etwas größere Ablüfter installiert. Diese Anlagen werden selten genutzt und stehen am Rande der Lebensdauer.



Abbildung 19: Übersicht Belüftungselemente

2.7 Beleuchtung

- Die Beleuchtung entspricht in großen Teilen dem Baualter.
- Überwiegend sind veraltete Leuchtstoffröhren mit KVG (konventionelles Vorschaltgerät) installiert. Eine Automatisierung ist nicht installiert.
- Durch Licht von oben ist die natürliche Belichtung in Teilbereichen gut. Teilweise ist die Natürliche Belichtung allerdings auch schlecht (z.B. UG).

Folgende Fotodokumentation gibt einen Überblick zu der Situation der Beleuchtung.



Abbildung 20: Übersicht Beleuchtung

3 Energiebilanz IST

Im Folgenden wird eine Energiebilanz auf Grundlage der DIN 18599 aufgestellt. Hierauf aufbauend wird der Effekt verschiedener Sanierungsmaßnahmen berechnet.

3.1 Zonierung

Es wurde ein Volumenmodell erstellt um relevante Flächen und die Volumina zu erfassen sowie eine Zonierung vorzunehmen. Es werden 10 Hauptnutzungsbereiche unterschieden und in der Energiebilanz als Zonen mit entsprechender Nutzung und Konditionierung abgebildet. Im 3D-Modell wird für die energetische Bilanzierung die Dämmebene abgebildet.

Bei diesem Gebäude liegt diese Ebene i.d.R. auf der Decke und nicht im Dachbereich (Ausnahme Lager Sporthalle und Lichtschächte bzw. Dachoberlichter).

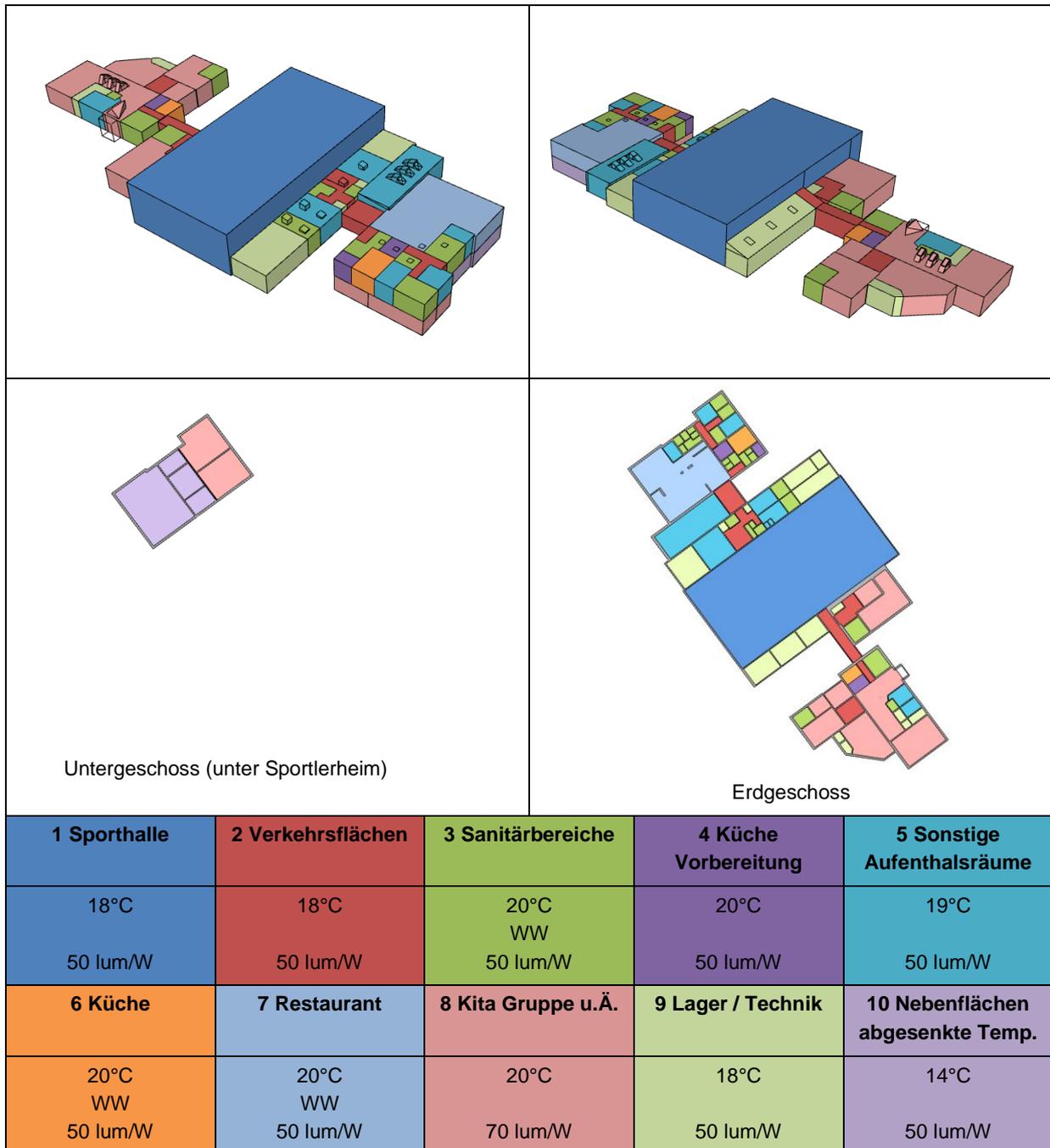


Abbildung 21: Zoniertes Volumenmodell thermische Hülle

3.2 Abgleich Verbrauch / Bedarf

Erläuterung Energieverbrauch

Der Energieverbrauch stellt den realen gemessenen und abgerechneten Verbrauch dar. Dieser wurde unter Kapitel 3.2 ausgewertet und witterungsbereinigt.

Erläuterung Energiebedarf

Der Energiebedarf hingegen ist eine berechnete Größe der mithilfe einer Energiebilanz und unter Ansatz von Randbedingungen (Klima, Nutzung etc.) bestimmt wird (Hier Bilanz auf Grundlage der DIN V 18599).

Abweichung Energieverbrauch zu Energiebedarf

Die EnEV und die DIN V 18599 geben für die Erstellung von Energieausweisen Standardrandbedingungen vor. Um eine möglichst realitätsnahe Aussage über die Einsparpotentiale zu ermöglichen wird der berechnete Energiebedarf an den ausgewerteten Energieverbrauch angepasst.

Konkrete Anpassungen Energiebilanz

Der ausgewertete Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser (Erdgas) liegt bei 129 kWh/m²a (Erdgasverbrauch). Unter Ansatz der standardisierten Randbedingungen gemäß ENEC wäre der Bedarf in etwa doppelt so hoch. Eine Beratung auf dieser Basis würde zu übertrieben hohen Einsparungen führen.

Folgende Anpassungen wurden durchgeführt, um den berechneten Bedarf mit dem Energieverbrauch abzugleichen und eine realistische Beratung bzw. Einsparberechnung durchzuführen:

- Verwendung der Klimadaten Kiel
- Anpassung der Temperaturen im Heizfall (s. Zonierungstabelle)
- Anpassung der Luftmengen (Reduzierung von 1,5 h⁻¹ auf 0,7 h⁻¹ i.M.)
- Reduzierung der Nutzungstage und Anpassung der Nutzungszeiten entsprechend einer abgeschätzten Realnutzung
- Anpassung des Warmwasserbedarfs
- Ansatz einer mittleren Luftdichtheit von 2,0 h⁻¹ (n₅₀)
- Ansatz eines Wärmebrückenzuschlags von 0,05 W/m²K.

Durch die durchgeführten Anpassungen konnte der Bedarf mit dem Verbrauch abgeglichen werden. Diese Bilanz bildet die Grundlage der weiteren Analysen.

4 Sanierungskonzept

4.1 Anforderungen energetische Maßnahmen

- Im Rahmen einer Bauteilsanierung greifen die Mindestanforderungen der **EnEV 2016**. Hier werden einzuhaltende U-Werte von Sanierungsbauteilen definiert.
- Ob Anforderung gemäß **EEWärmeG** greifen, hängt vom Umfang der Sanierung des gesamten Gebäudes ab. Erneuerbare Energien oder Ersatzmaßnahmen sind im Bestand anteilig vorzusehen falls mehr als 20 % der gesamten Gebäudehülle saniert werden und die Heizungsanlage erneuert wird (beides in einem Zeitraum von zwei Jahren). Das EEWärmeG muss also nur bei umfassenden Sanierungen inkl. zeitnaher Heizungssanierung betrachtet werden. Mit Blick auf die Situation vor Ort wird vorgeschlagen die **Maßnahmen zeitlich auseinanderzuziehen** und so die Anforderungen des **EEWärmeG zu umgehen**.
- Bei Nutzung von **Fördermitteln der KfW** gelten verschärfte Anforderungen. Je nach Förderprogramm gibt es unterschiedliche Konditionen und Anforderungen. Bei Sanierungen gibt es neben vergünstigten Krediten Tilgungszuschüsse (Programm 218):

Sanierung:		
• KfW-Effizienzgebäude 70	17,5 % des Zusagebetrages	maximal 175 Euro pro Quadratmeter
• KfW-Effizienzgebäude 100	10,0 % des Zusagebetrages	maximal 100 Euro pro Quadratmeter
• KfW-Effizienzgebäude Denkmal	7,5 % des Zusagebetrages	maximal 75 Euro pro Quadratmeter
• Einzelmaßnahmen	5,0 % des Zusagebetrages	maximal 50 Euro pro Quadratmeter

Abbildung 22: Übersicht mögliche Tilgungszuschüsse durch die KfW

Hinweis Effizienzhaus: Mit den in diesem Konzept vorgesehenen Maßnahmen sind die Effizienzhausniveaus nicht erreichbar. Sollte entgegen der bisherigen Überlegungen eine erweiterte Sanierung des Gebäudetraktes geplant werden, sollte geprüft werden ob ein Effizienzhaus 100 erreichbar ist.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Aufstellung eines Sanierungsfahrplans.

Nachfolgend werden die aktuellen Anforderungen an Bauteile der EnEV (gilt nur wenn das Bauteil wirklich saniert wird) und der KfW bei den unterschiedlichen Förderungsstufen gegenübergestellt. Es werden die Anforderungen der ENEV und der KfW für normal beheizte Bereiche ($\geq 19^\circ\text{C}$ gemäß ENEV-Standardrandbedingungen) aufgeführt.

Hinweis niedrig beheizte Bereiche: Bei langfristig niedrig beheizten Bereichen sind geringere Anforderungen auch förderfähig.

	EnEV-SAN U-Wert [W/m ² K]	KfW-Einzel U-Wert [W/m ² K]	KfW 100 U-Wert [W/m ² K]	KfW 70 U-Wert [W/m ² K]
AW-Außenwand	$\leq 0,24$	$\leq 0,20$	$\geq 19^\circ\text{C}$ $U_{\text{opak i.M.}}$ $\leq 0,34$	$\geq 19^\circ\text{C}$ $U_{\text{opak i.M.}}$ $\leq 0,26$
FD-Flachdach/ Dächer	$\leq 0,20$	$\leq 0,14$		
DE-Decke zum Dach	$\leq 0,24$	$\leq 0,14$		
SO-Sohle	$\leq 0,30$ bzw. $\leq 0,50$ (Fußboden)	$\leq 0,25$		
Fenster	$\geq 19^\circ\text{C} \leq 1,3$	$\geq 19^\circ\text{C} \leq 0,95$	$\geq 19^\circ\text{C}$ $U_{\text{transparent i.M.}}$ $\leq 1,8$	$\geq 19^\circ\text{C}$ $U_{\text{transparent i.M.}}$ $\leq 1,4$
Tür	$\leq 1,8$	$\leq 1,3$		
Dachflächenfenster	$\geq 19^\circ\text{C} \leq 1,4$	$\geq 19^\circ\text{C} \leq 0,95$		
Dachoberlichter/ Glasdach	$\geq 19^\circ\text{C} \leq 2,0$	$\geq 19^\circ\text{C} \leq 1,5$		
Fenster bei Glasaustausch		$\geq 19^\circ\text{C} \leq 1,3$		

Tabelle 2: Gegenüberstellung U-Werte EnEV-Mindestanforderungen bei Bauteilsanierung (EnEV: Anlage 3 Tab. 1), KfW Anforderungen Programm 218 - Sanierung Nichtwohngebäude: Einzelmaßnahmen / Effizienzhaus 100 / Effizienzhaus 70

4.2 Sanierungsfahrplan Hauptmaßnahmen

In einigen Bereichen ist die energetische Qualität aufgrund des Baualters oder bereits durchgeführter Sanierungen zu hoch um ökonomisch sinnvolle Sanierungen umzusetzen.

Im Rahmen des folgenden Sanierungsfahrplans werden die aus Sicht des Verfassers sinnvoll umsetzbaren Hauptmaßnahmen zusammengestellt und untersucht. Zusätzlich werden Hinweise zu einer möglichen Umstrukturierung gegeben. Als Ziel mit Blick auf die Effizienz werden die KfW-Einzelanforderungen herangezogen. Im Rahmen der Planung sind die Technischen Mindestanforderungen der KfW im Detail zu beachten (www.kfw.de / Programme 217/218 und ggf. Programme für Erneuerbare Energien).

- **1-FE + PROFIL 70er: Erneuerung veraltete Holzfenster DGH und Profilglas SH**
Die Holzfenster im Bereich des Sportlerheims (DGH) und das Profilglas in der Sporthalle sind abgängig und bedürfen einer Erneuerung. Um die KfW- Einzelmaßnahmenförderung einzuhalten ist für die Fenster ein $U_w \leq 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$ einzuhalten.
- **2 DOL 70er: Erneuerung veraltete Dachoberlichter**
Auch die Dachoberlichter aus der Bauzeit gehen auf das Ende der Lebensdauer zu. Um die KfW-Einzelmaßnahmenförderung einzuhalten ist für die für **die Dachoberlichter ein $U_w \leq 1,5$** einzuhalten.
- **3-GLAS 80er: Glasaustausch Alufenster aus den 80er wenn möglich**
Da die Alufenster aus den 80er Jahren in einem funktionsfähigem Zustand sind wird vorgeschlagen zu prüfen ob die vorhandene Isolierverglasung durch effiziente Wärmeschutzverglasung getauscht werden kann. Um die KfW-Einzelmaßnahmenförderung einzuhalten ist bei einem **Glasaustausch ein Fenster U-Wert von $U_w \leq 1,3$** einzuhalten (Prüfung Machbarkeit durch Glaser, z.B. Kryptonfüllung denkbar).
- **4-FD DGH: Sanierung und Dämmung des Flachdachs des Sportlerheims**
Das Flachdach im Bereich des DGH/ Sportlerheims steht am Rande der Lebensdauer. Eine Erneuerung ist in der näheren Zukunft erforderlich. Es wird vorgeschlagen das Dach zusätzlich von oben zu dämmen. Um die KfW-Einzelmaßnahmenförderung einzuhalten ist für das **Dach ein U-Wert von $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$** einzuhalten. Um diesen Wert mit einem möglichst geringen Aufbau zu erreichen wird vorgeschlagen PUR als Dämmstoff zu verwenden. Bei einer optimierten **WLS von 028 wären ca. 19 cm Dämmstoffstärke** erforderlich (grobe Größenordnung, bei Gefälledach muss U-Wert i.M. bestimmt werden). Eine Anpassung des Dachrandes wäre erforderlich.
- **5-BW: Neuer Brennwertkessel Sporthalle**
Die Heizung in der Sporthalle steht inkl. der überwiegenden Peripherie ebenfalls am Ende der Lebensdauer. Die einfachste Variante beinhaltet den Ersatz des Kessels durch einen verbesserten **Erdgas-Brennwertkessel**. inkl. effizienter Peripherie.
- **6-ST: Zusätzlich Solarthermie (Sporthallenanlage)**
Zusätzlich zum Brennwertkessel wird eine **Solarthermieanlage (Ansatz 10 m^2 Kollektor)** für die Warmwasserbereitung in dieser Variante angenommen. Das EEWärmeG könnte (wenn es eintritt) so erfüllt werden. Die Forderung aus der BAFA-Richtlinie zu Hinweisen zu erneuerbaren Energien wird ebenfalls erfüllt.
- **7-LED: Ersatz der Beleuchtung in den Zonen 1 und 2**
Ersatz der veralteten Leuchten durch hocheffiziente LED gemäß KfW Vorgaben ($\geq 120 \text{ lum/W}$ bei Lichtbandleuchten bzw. $\geq 100 \text{ lum/W}$ bei anderen Systemen) mit tageslichtabhängiger Regelung gemäß KfW in allen Zonen bis auf Kita Flur (hier weiter schrittweiser Ersatz der Halogenstrahler durch LED-Technik) und dem Kita Gruppenraum von 2013. Ansatz in der Energiebilanz: Erhöhung der Effizienz des Beleuchtungssystems auf 100 lum/W .

	Menge / Einheit	IST	SANIERUNG	Konstruktion SAN
	-	Ansatz	Ansatz	-
0-IST	Mit realem Verbrauch abgeglichene Bilanz		-	-
1-FE+PR 70er	115 m ²	U _w 2,7 W/m ² K U _w 3,5 W/m ² K	U _w 0,95 W/m ² K	Dreifachwärmeschutzglas
2-DOL 70er	9 m ²	U _w 3,5 W/m ² K	U _w 1,5 W/m ² K	Hocheffizientes Dachoberlicht
3-GLAS 80er	10 m ²	U _w 2,8 W/m ² K	U _w 1,3 W/m ² K	Glasaustausch Kryptonfüllung
4-FD DGH	332 m ²	0,62 W/m ² K	0,14 W/m ² K	19 cm WLS 028 (PUR)
5-BW	1 HZG	Niedertemp- eraturkessel	Brennwertkessel verbessert	Hocheffizientes Brennwertgerät bis Heizkreisverteiler
6-ST	10 m ²	-	10 m ² Flachkollektor	z.B. Flachkollektoren aufgeständert oder Süddach Halle
7-LED	1743 m ²	50 - (70) lum/W	100 lum/W	LED gemäß KfW Anforderung je nach System 100 - 120 lum/W

Abbildung 23: Übersicht Hauptmaßnahmen

4.3 Weitere Planungshinweise

- **Hinweis Fenster und Dachoberlichterneuerung:** Neben der Optimierung des Wärmeschutzes sollte im Rahmen einer konkreten Planung auch die Lüftungssituation und der sommerliche Wärmeschutz betrachtet werden.
- **Hinweis PV-Anlage/ Erneuerbare Energien:** Zusätzlich können **Dachflächen mit PV-Modulen** zur regenerativen Stromerzeugung belegt werden. Durch einen möglichst hohen Eigennutzungsanteil (Ziel um 50%) sind Dach-PV-Anlagen i.d.R. wirtschaftlich zu betreiben. Es wird empfohlen diesen Punkt im Rahmen der weiteren Überlegungen zu prüfen. Hierfür ist die Durchführung einer Anlagensimulation zwingend erforderlich. Diese wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durchgeführt.
- **Hinweis Umstrukturierung KITA/ Gesamtliegenschaft:** Der Gruppenraum der KITA im Bereich des DGH (Untergeschoss) ist schlecht gedämmt, hat eine schlechte Tageslichtversorgung und ist räumlich weit entfernt vom Rest der Kita. Es wird vorgeschlagen, statt einer Sanierung des dunklen Bereichs im Untergeschoss einen Neubau mit direkter KITA-Anbindung zu prüfen.
- **Hinweis Architektur- und Nutzungskonzept Gesamtliegenschaft:** Es wird empfohlen vor Umsetzung von relevanten Sanierungen ein Gesamtkonzept für die Nutzung und Gestaltung der Liegenschaft durch einen Architekten zu prüfen. Ziel sollte es sein durch aufeinander aufbauende Sanierungen und Umgestaltungen (z.B. Umstrukturierung KITA UG) ein in sich geschlossenes Nutzungs- und Architekturkonzept anzustreben.

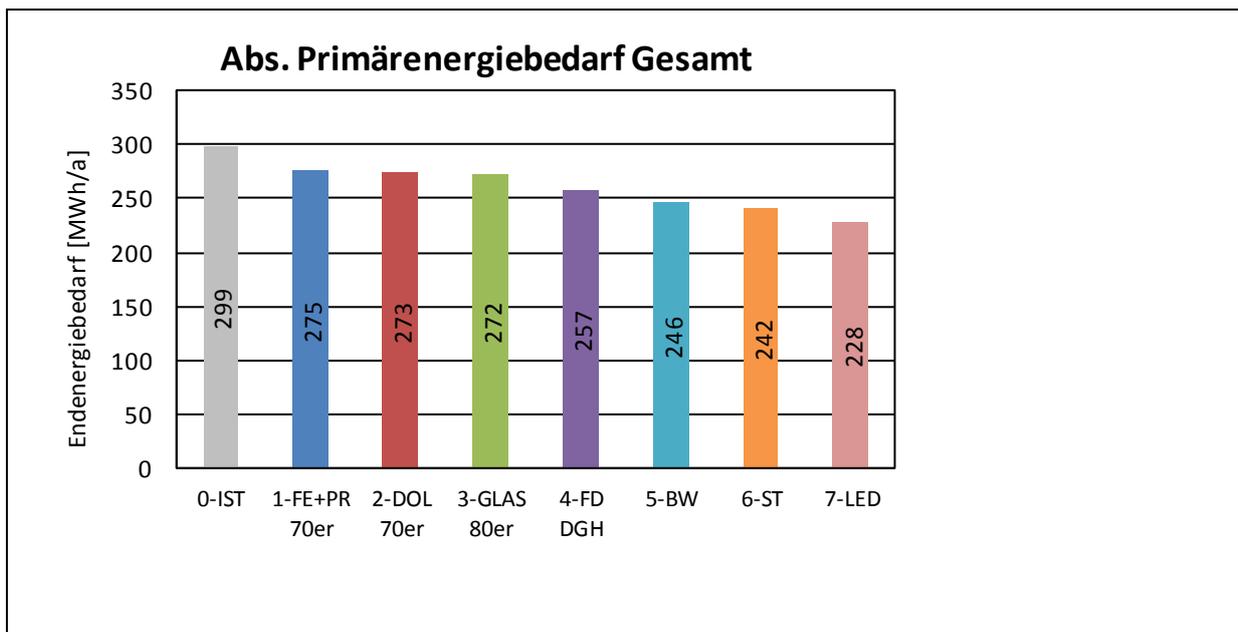
4.4 Einsparpotentiale Hauptmaßnahmen

Es ergeben sich folgende Energiebedarfe und Einsparpotentiale. Die Maßnahmen und damit auch die Einsparungen bauen aufeinander auf. Für die Maßnahme 7 werden bei der Endenergie nur die Stromverbräuche für Beleuchtung betrachtet (0-6 Wärme).

	SANIERUNG	PE-Gesamt		CO ₂ -Gesamt		Endenergie 0-6 Wärme / 7 Strom Licht	
	Ansatz	MWh/a	kWh/m ² a	t/a	kg/m ² a	MWh/a	kWh/m ² a
0-IST	-	299	154	68	35	251	130
1-FE+PR 70er	U _w 0,95 W/m ² K	275	142	63	32	226	117
2-DOL 70er	U _w 1,5 W/m ² K	273	141	62	32	225	116
3-GLAS 80er	U _w 1,3 W/m ² K	272	141	62	32	223	115
4-FD DGH	0,14 W/m ² K	257	133	59	31	209	108
5-BW	Brennwertkessel verbessert	246	127	57	29	197	102
6-ST	10 m ² Flachkollektor	242	125	56	29	192	99
7-LED	100 lum/W	228	118	50	26	14	7

Abbildung 24: Übersicht untersuchte Sanierungsmaßnahmen mit Einsparpotentialen

Durch Umsetzung sämtlicher aufgeführter Maßnahmen ist eine Absenkung des Primärenergiebedarfs von 299 MWh/a auf 228 MWh/a erreichbar.



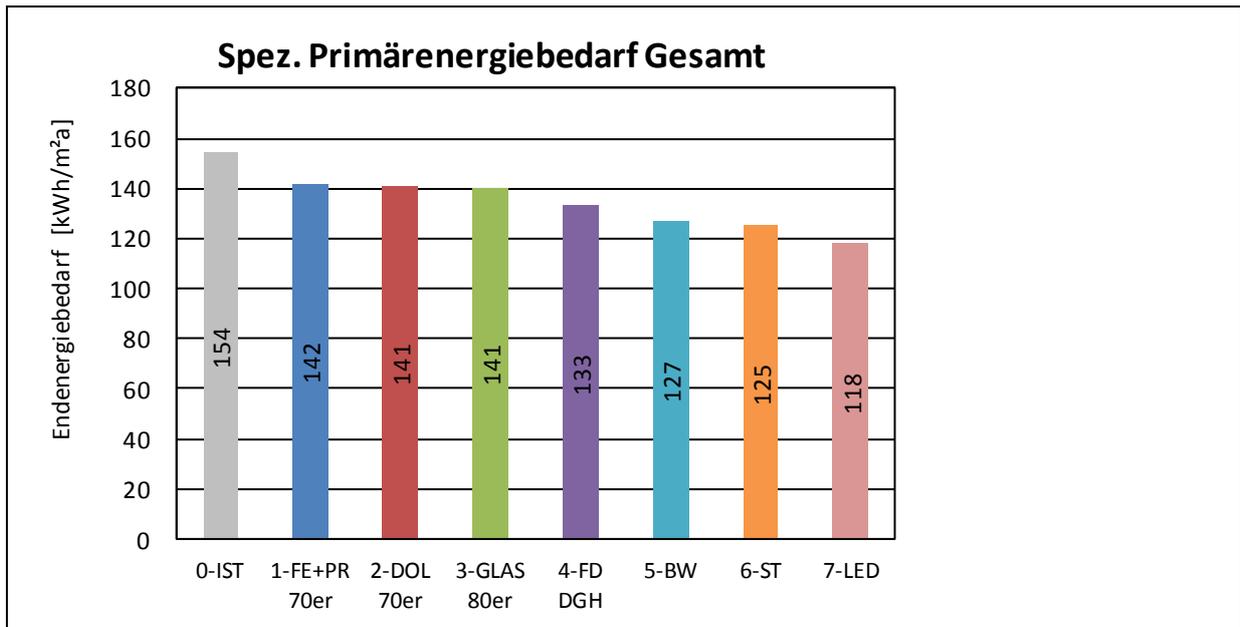
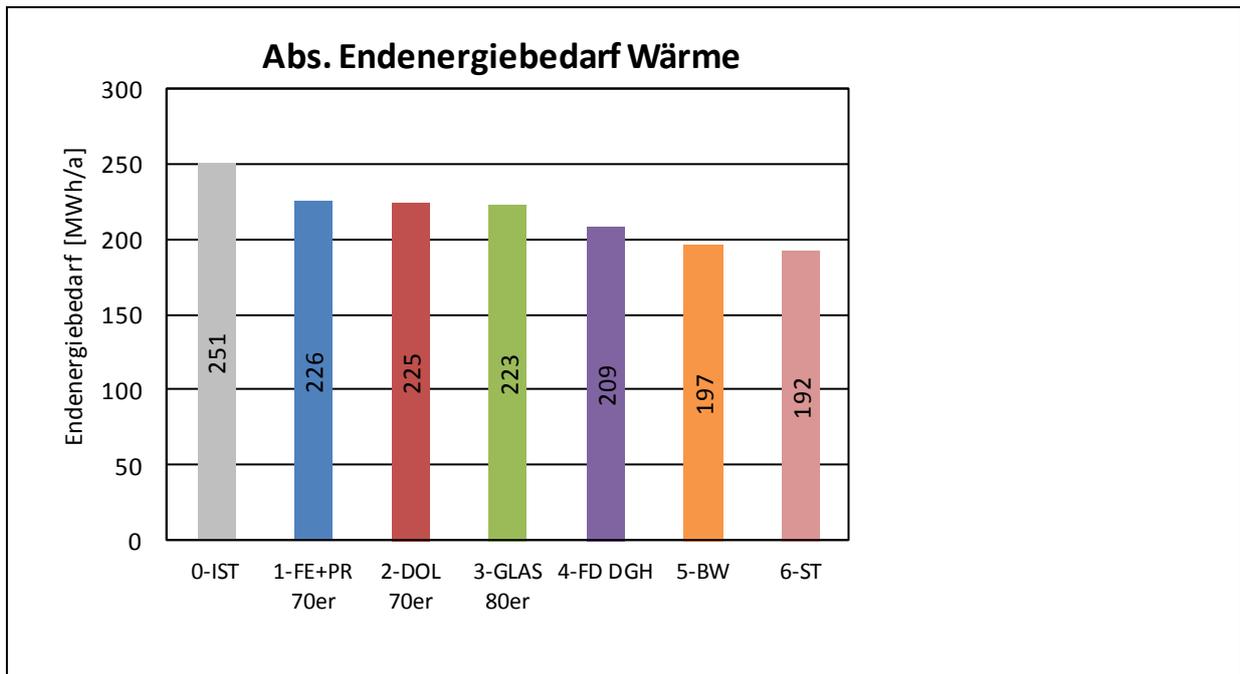


Abbildung 25: Absoluter und spezifischer Primärenergiebedarf (Bezugsfläche NGF)

Durch Umsetzung der 6 aufgeführten Maßnahmen kann der Endenergiebedarf für Wärme von ca. 251 MWh/a auf 192 MWh/a abgesenkt werden.



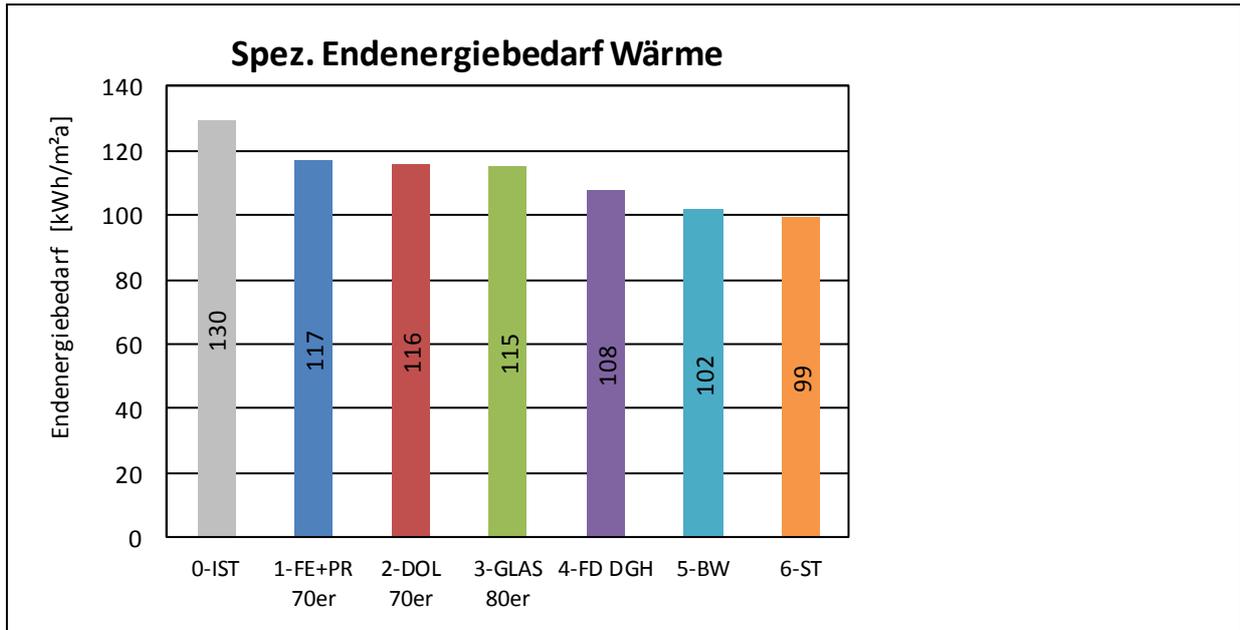
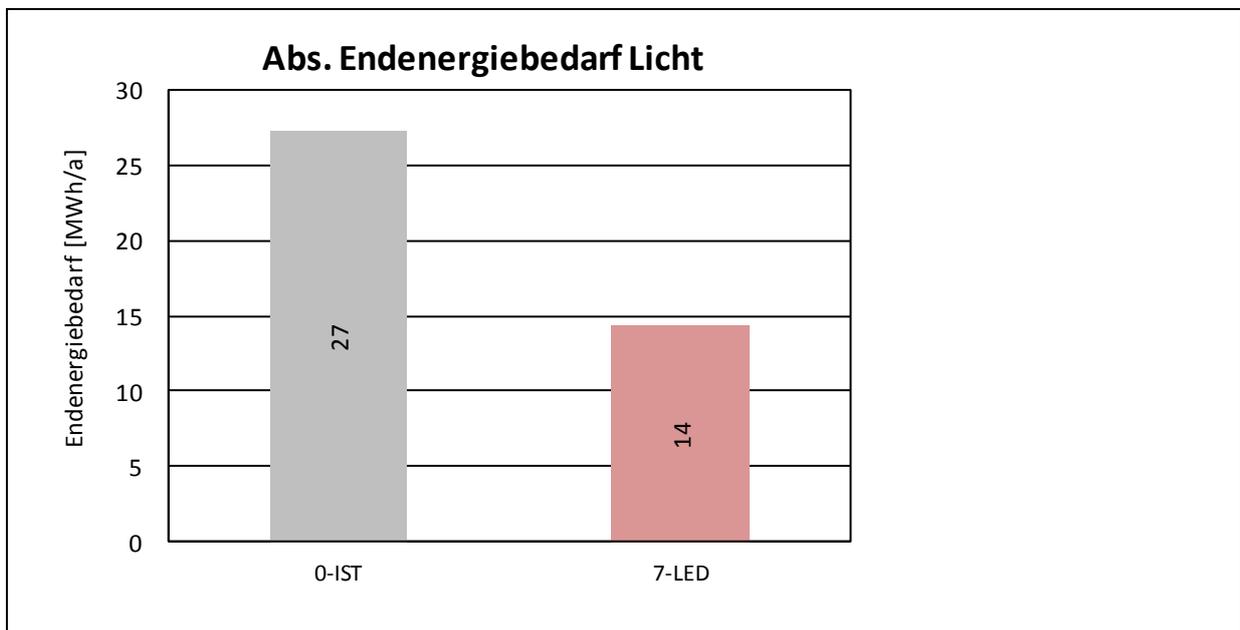


Abbildung 26: Absoluter und spezifischer Energiebedarf Wärme (Bezugsfläche NGF)

Für die Beleuchtung wird ein Einsparpotenzial auf ca. 50% des jetzigen Bedarfs angenommen.



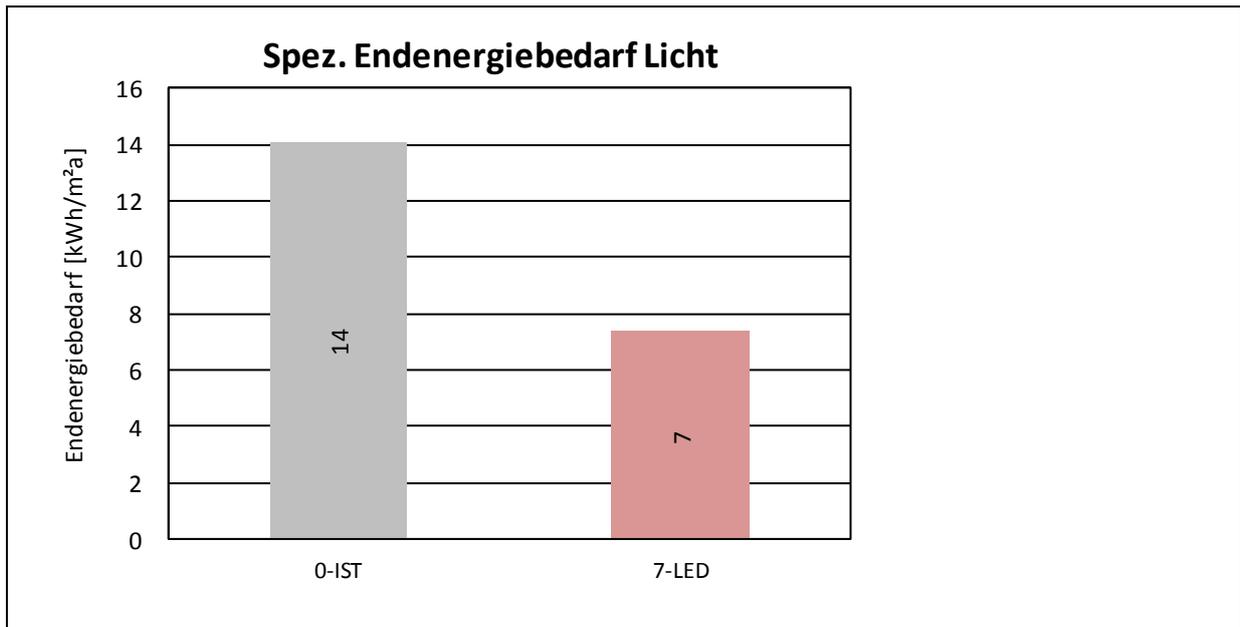
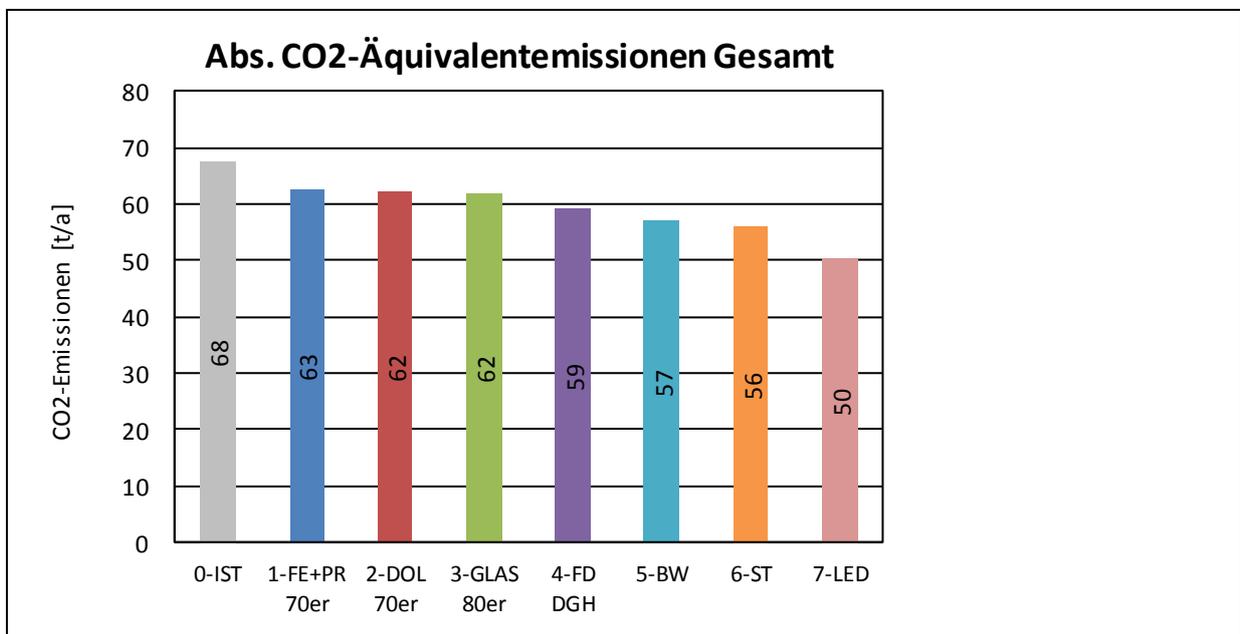


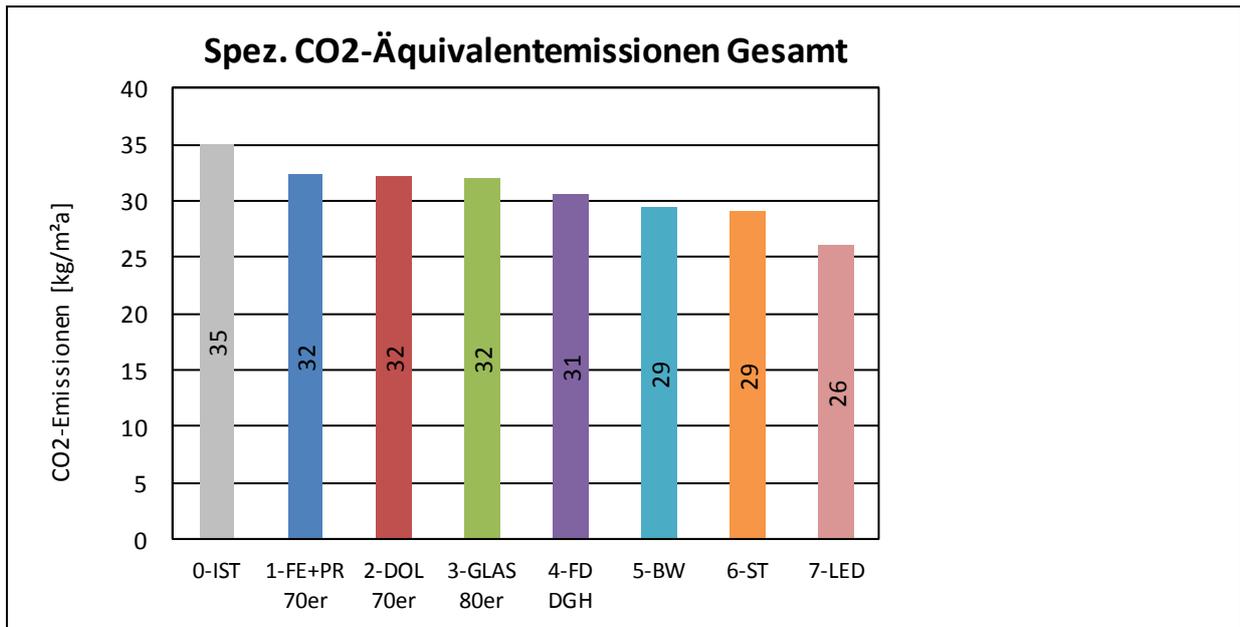
Abbildung 27: Absoluter und spezifischer Energiebedarf Beleuchtung (Bezugsfläche NGF)

Gegenüber dem IST Zustand können Einsparungen im Bereich von **24 - 26% realisiert** werden.

Ein **Effizienzhaus 100** Standard kann mit den Maßnahmen **nicht erreicht** werden.

KfW Mittel sind somit lediglich für Einzelmaßnahmen möglich.



Abbildung 28: Absolute CO₂-Emissionen

Die CO₂ Emissionen können in der Summe um 26% gesenkt werden.

4.5 Wirtschaftlichkeit Hauptmaßnahmen

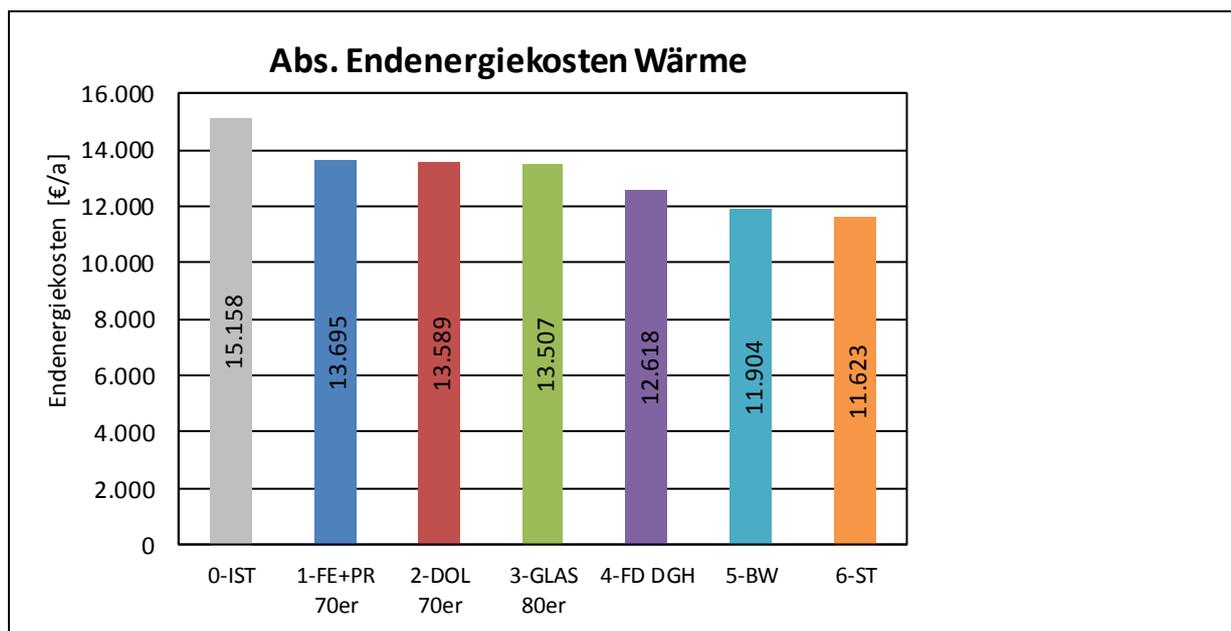
Um einen Kennwert zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit abzuschätzen wird wie folgt vorgegangen (Alle Kostenansätze Brutto).

- Zunächst Abschätzung der spezifischen Bruttokosten für die Maßnahme. Es handelt sich um die gesamten Investitionskosten der Maßnahmen.
- Ermittlung der Gesamtkosten über die Flächenansätze oder aus der Energiebilanz.
- Abzug der jeweiligen Förderung durch die KfW (bei Einzelmaßnahmen 5% Tilgungszuschuss), bei Solarthermie kein Abzug, da nicht im Förderprogramm enthalten.
- Division der Investitionskosten abzüglich der Förderung durch die jährliche Einsparung.
- Ergebnis ist eine **statische Amortisationszeit**. Nicht berücksichtigt sind Zinsen, und Energiepreiserhöhungen. Diese könnten im Rahmen der weiteren Planungen in einer dynamischen Berechnung berücksichtigt werden, sind aber aus Sicht des Verfassers kaum voraussehbar (z.B. bei Blick auf die vergangenen 10 Jahre).

	Kosten EE 0-6 Wärme / 7 Strom Licht	Investion spez. €/Einheit	Invest abs. €	Förderung KfW		Invest minus Förderung €
	€/a			Programme / %	€	
0-IST	15.158	-	-		-	-
1-FE+PR 70er	13.695	1.000	114.970	Einzel 5%	5.749	109.222
2-DOL 70er	13.589	2.000	17.720	Einzel 5%	886	16.834
3-GLAS 80er	13.507	180	1.818	Einzel 5%	91	1.727
4-FD DGH	12.618	180	59.742	Einzel 5%	2.987	56.755
5-BW	11.904	25.000	25.000	Einzel 5%	1.250	23.750
6-ST	11.623	1.200	12.000	-	0	12.000
7-LED	4.037	30	52.295	Einzel 5%	2.615	49.680

Abbildung 29: Ansätze zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit (Alle Ansätze Brutto)

Unten sind die Wärmekosten für die 6 Varianten aufgeführt.



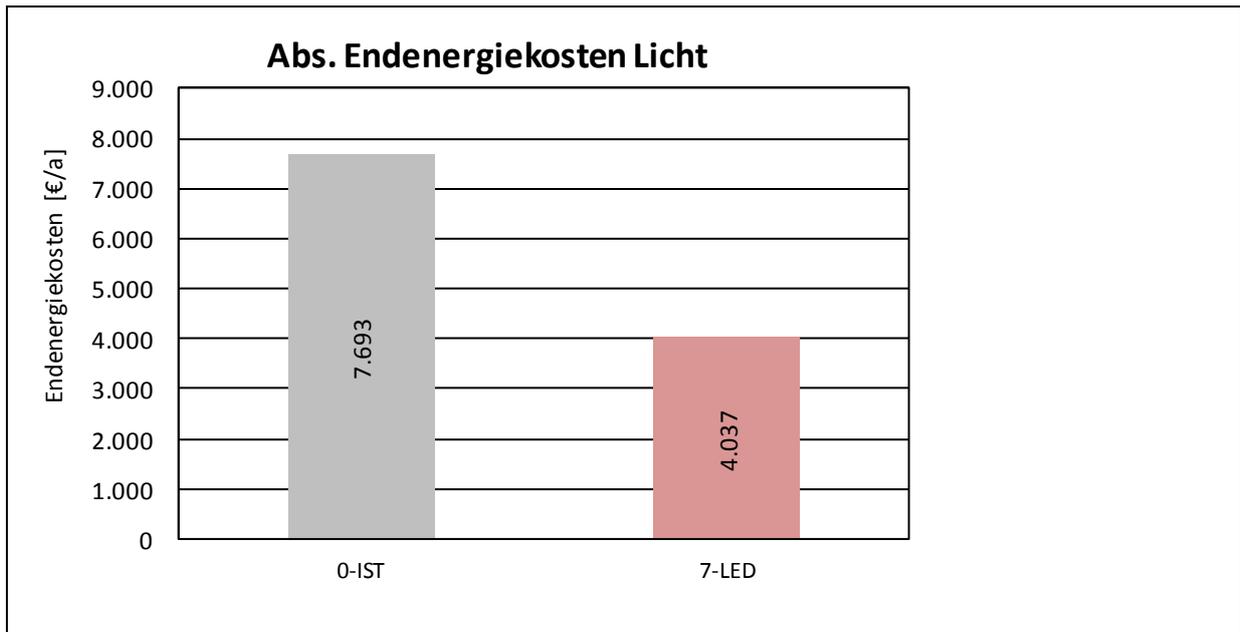


Abbildung 30: Absolute jährliche Endenergiekosten Wärme bzw. Licht
 Kosten Erdgas = 61 €/MWh
 Kosten Strom = 282 €/MWh

- Die Wärmekosten können bei Umsetzung der Maßnahmen 1-6 von aktuell 15.158 €/a auf ca. 11.623 €/a reduziert werden.
- Die Stromkosten für Beleuchtung können von 7.693 €/a auf 4.037 €/a reduziert werden.

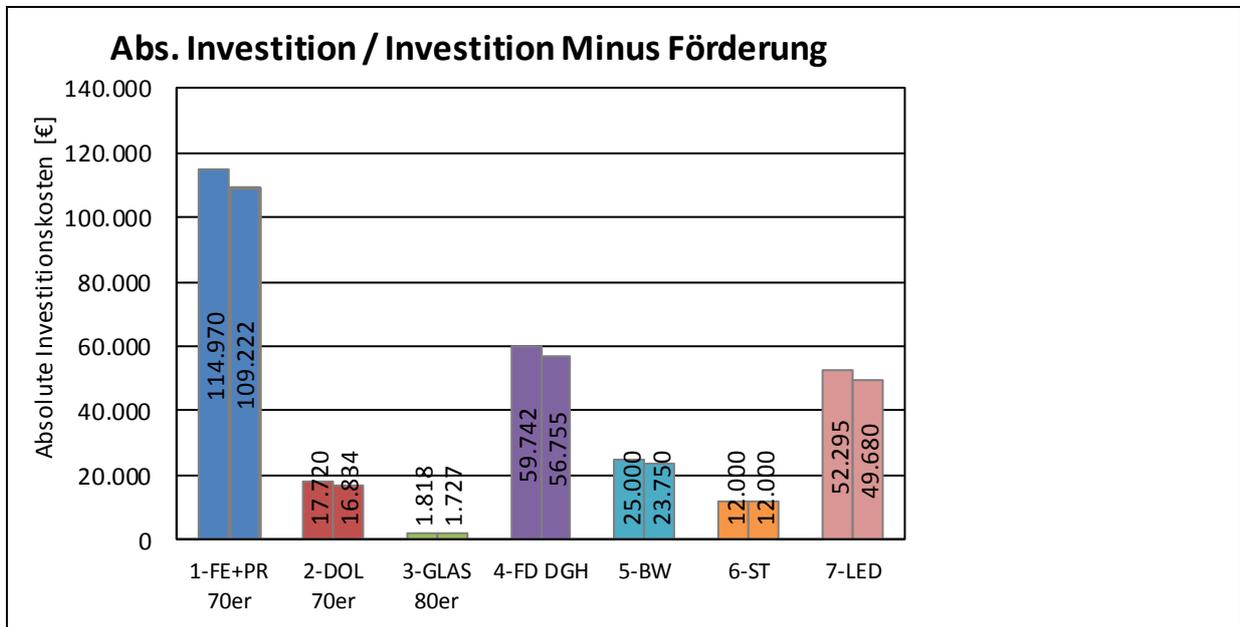


Abbildung 31: Absolute Investitionskosten

Bei Umsetzung der Maßnahmen 1 - 7 ergeben sich Kosten (abzüglich der KfW Tilgungszuschüsse) in Höhe von ca. **269.968 €**. Es wurden nur die Baukosten grob geschätzt. Nebenkosten der Planung, Nebenarbeiten, Gerüst usw. sind nicht enthalten.

Bewertung und Amortisation Maßnahmen

	Invest minus Förderung /Einsparung	Bewertung
	a	-
0-IST	-	Instandhaltungskosten hoch. Komfort gering. Umweltbelastung erhöht
1-FE+PR 70er	75	Trotz langer Amortisationszeit sinnvoll umsetzbar da Fenster abgängig (Sowiesokosten hoch)
2-DOL 70er	160	Sollte im Rahmen von Dachsanierungen oder wenn technisch erforderlich umgesetzt werden
3-GLAS 80er	21	Im wirtschaftlichen Grenzbereich, bei gutem Zustand der Fenster sinnvoll umsetzbar
4-FD DGH	64	Trotz langer Amortisationszeit sinnvoll umsetzbar da Dach abgängig (Sowiesokosten hoch)
5-BW	33	Trotz langer Amortisationszeit sinnvoll umsetzbar da Heizung abgängig (Sowiesokosten hoch)
6-ST	43	Im wirtschaftlichen Grenzbereich, ökologisch sinnvoll. Abwägung PV oder Solarthermie (Dachfläche)
7-LED	14	Wirtschaftlich und technisch sinnvoll umsetzbare Maßnahme, Lichttechnische Planung erforderlich

Abbildung 32: Statische Amortisation und Bewertung der Maßnahmen

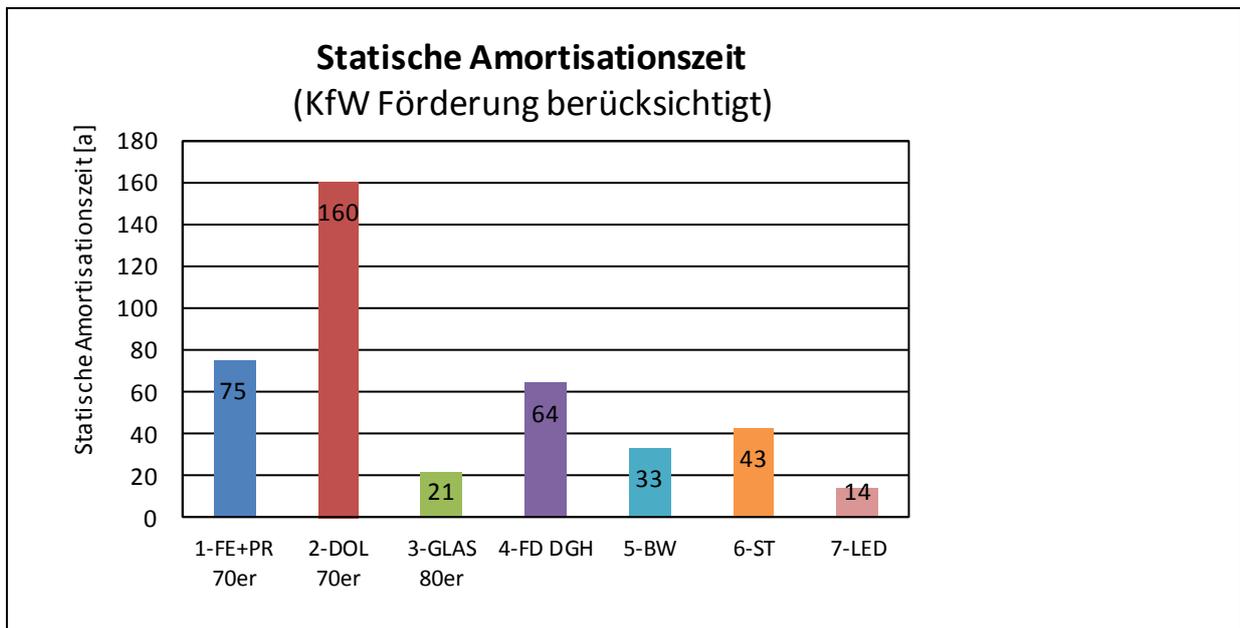


Abbildung 33: Statische Amortisationszeit

Folgend wird kurz auf die Maßnahmen eingegangen.

- **1-FE+PR 70er:** Die Erneuerung der Fenster und des Profilglases aus den 70er Jahren steht aus technischer Sicht an. Alleine durch die Energieeinsparung rechnet sich die Gesamtinvestition nicht. Da die Sowiesokosten hier den mit Abstand größten Anteil ausmachen und die KfW Förderung genutzt werden kann, wird diese Maßnahme zeitnah empfohlen. Auch die Behaglichkeit steigt deutlich.
- **2-DOL 70er:** Die Dachoberlichtsanierung ist nicht wirtschaftlich darstellbar steht aber auch in absehbarer Zeit an. In jedem Fall sollten die Dachoberlichter zusammen mit dem Flachdach des Sportlerheims erneuert werden.
- **3-Glas 80er:** Der Tausch der Verglasung sollte zunächst durch einen Glaser technisch geprüft und eingeschätzt werden. Bei einer positiven Einschätzung und einer erwarteten Restlebensdauer > 21 Jahre wäre die Maßnahme wirtschaftlich.
- **4-FD-DGH:** Das Flachdach sollte entsprechend der hier gemachten Empfehlung gedämmt werden. Durch die Sowiesokosten und der Förderung ist die Maßnahme darstellbar.
- **5-BW:** Die Heizungserneuerung steht ebenfalls an. Die Wirtschaftlichkeit ist allein durch Energieeinsparung nicht gegeben. Aufgrund der hohen benötigten Vorlauftemperaturen ist die Einbindung regenerativer Energien schwierig, weshalb in diesem Rahmen das einfache System des Erdgasbrennwertkessels vorgeschlagen wurde (ggf. in Ergänzung mit der Solarthermie). Bei ggf. ebenfalls zu planender Erneuerungen der Heizkörper sollten möglichst großflächige Heizkörper gewählt werden um zukünftig regenerative Energien einbinden zu können (z.B. zusätzlich zum Gaskessel Wärmepumpen gespeist über PV). Derzeit wäre eine solche Wärmepumpe bei diesem Gebäude nicht wirtschaftlich darstellbar. Die spätere Einbindbarkeit einer Wärmepumpe in das Heizsystem sollte geprüft werden.
- **6-ST:** Die Solarthermie ist nicht alleine wirtschaftlich darstellbar aber ökologisch sinnvoll. Allerdings steht die Dachflächennutzung in Konkurrenz zu einer auch denkbaren PV-Anlage. Ggf. ist es wirtschaftlich sinnvoller und statisch einfacher umsetzbar eine PV-Anlage auf den geeigneten Dachflächen zu platzieren. Eine Prüfung und Abwägung im Rahmen der weiteren Planung wird empfohlen.
- **7-LED:** Die Erneuerung der Beleuchtung sollte wirtschaftlich umsetzbar sein. Die Amortisationszeit liegt in der Lebensdauer. Zusätzlich sinken die Instandhaltungskosten bei LED-Technik und die Lichtqualität steigt.

Hinweis Genauigkeit: Aufgrund der derzeit noch sehr groben Planungstiefe können die hier aufgeführten Hinweise, Kosten und Bewertungen nur als erste Anhaltspunkte verstanden werden. Grundlage einer belastbaren Bewertung müssen hochbauliche und technische Planungen sein. Mithilfe der hier aufgestellten Kennwerte soll aber ein erster Schritt für die Bewertung der weiteren Maßnahmen getan werden.

4.6 Geringinvestive kurzfristige Maßnahmen

Unabhängig von den oben betrachteten Hauptmaßnahmen wird empfohlen folgende geringinvestive Maßnahme kurzfristig umzusetzen.

- **Umstellung der Beleuchtung auf LED / Präsenzmelder**
-In Bereichen wie dem Flur der KITA sind teilweise Halogenstrahler vorhanden. Der Austausch durch LED-Leuchtmittel sollte kurzfristig erfolgen.
- Prüfung ob nicht benötigte die **Heizkreise** im Sommer ausgeschaltet werden.
- **Hydraulischer Abgleich** der Heizungsanlage im Rahmen der Heizungserneuerung und hydraulische Anpassung bei größeren energetischen Sanierungen
- Die Umsetzbarkeit der Maßnahme 3, **Glasaustausch**, sollte ebenfalls kurzfristig geprüft werden.

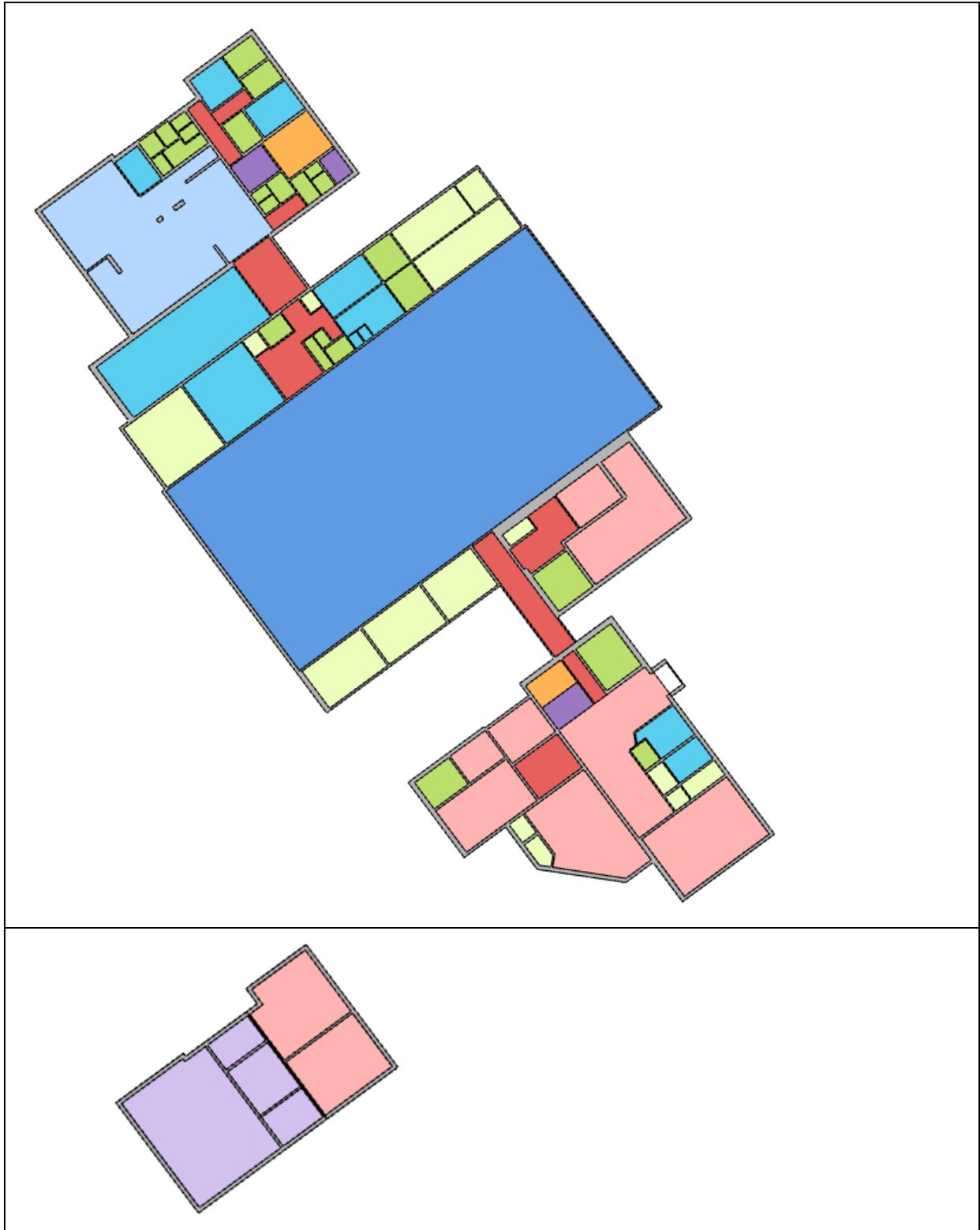
4.7 Weitere Vorteile der energetischen Sanierung

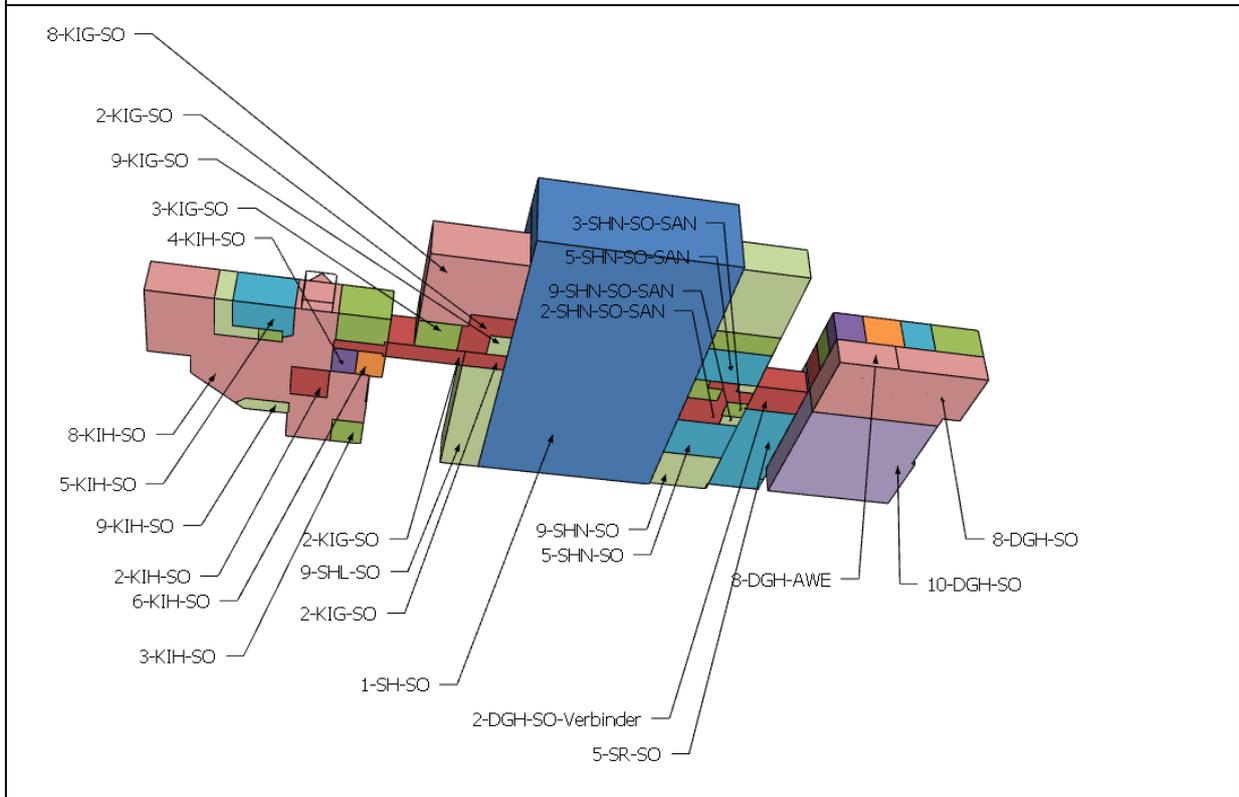
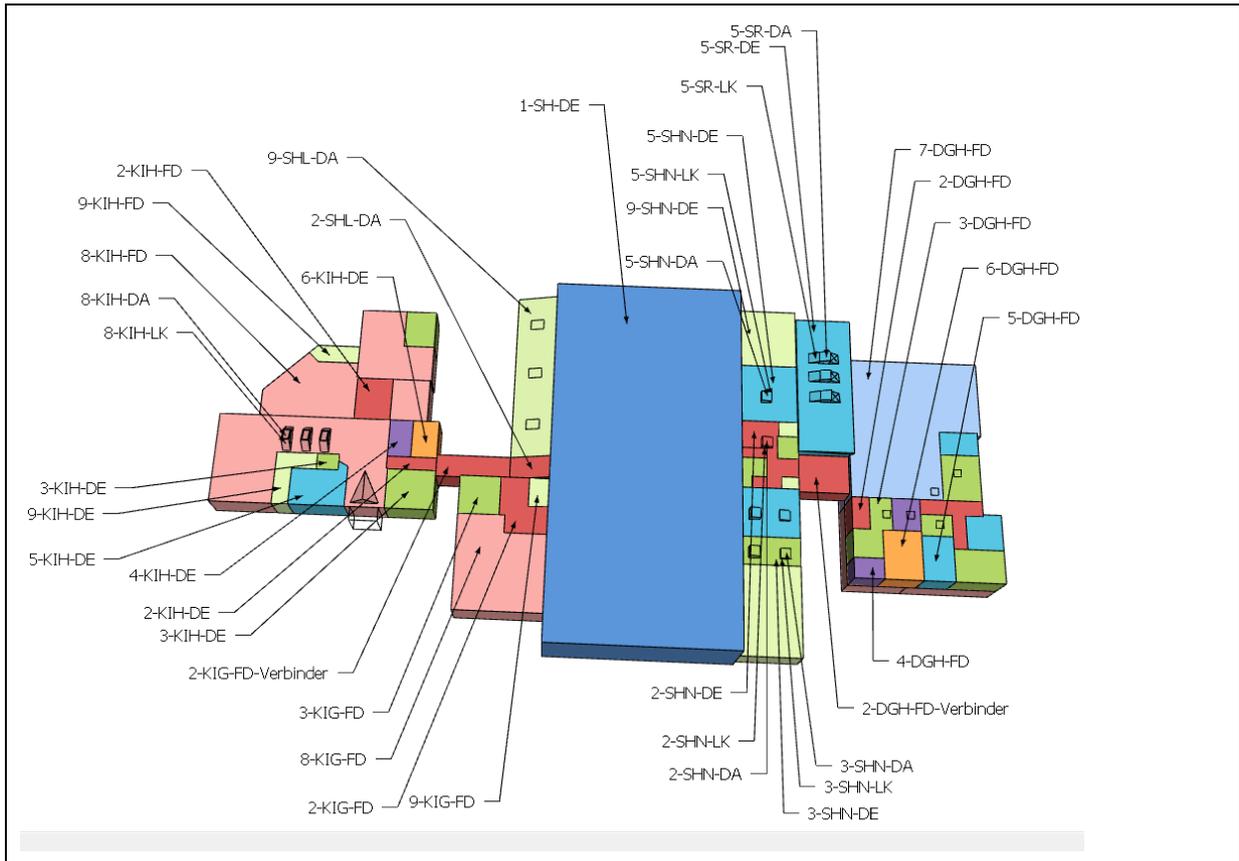
Neben den Energieeinsparungen ergeben sich weitere Vorteile durch die energetischen Sanierungen:

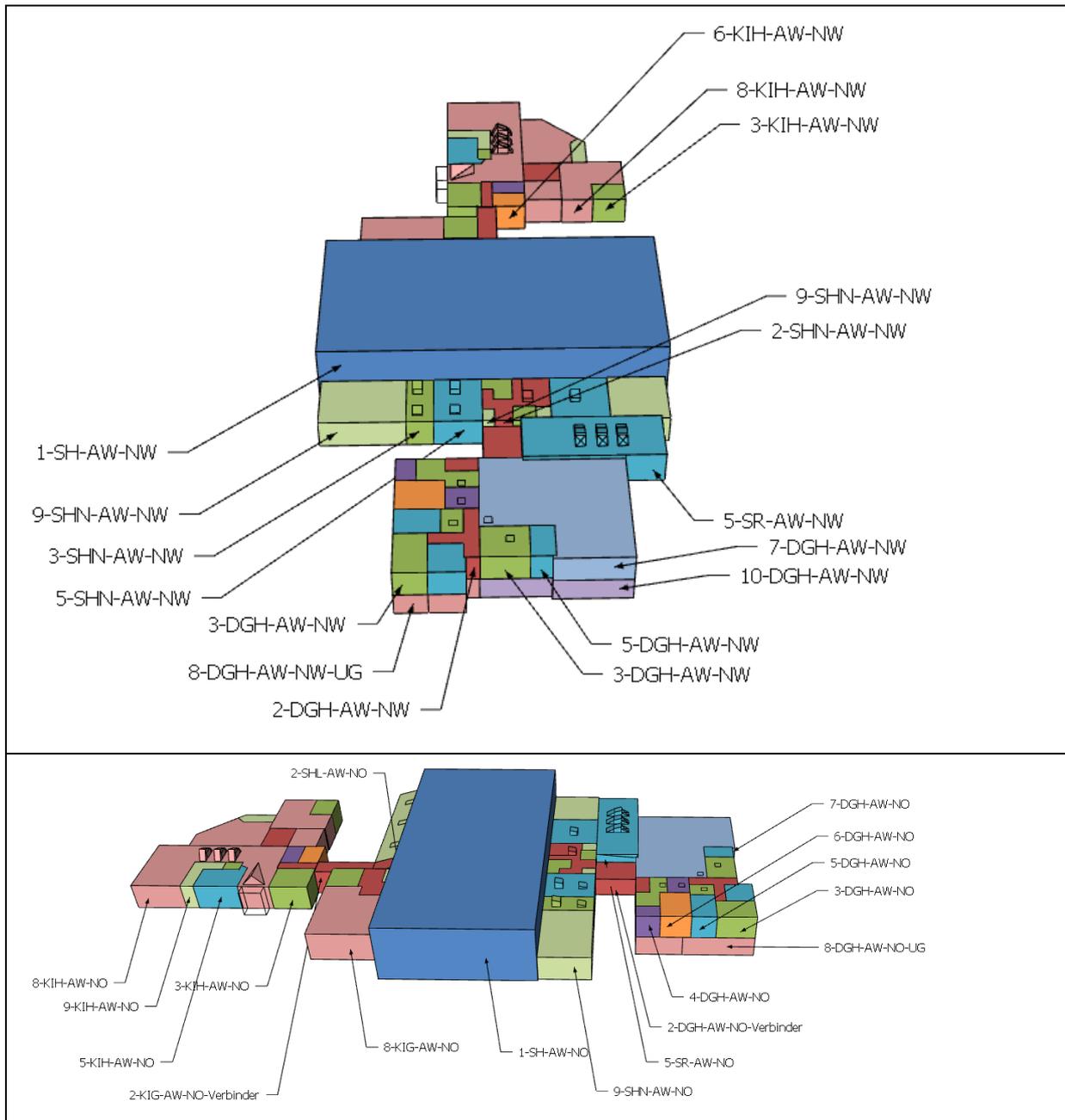
- Verbesserte thermische Behaglichkeit aufgrund höherer Oberflächentemperaturen und reduziertem Kaltluftabfall.
- Verbesserte Sicherheit gegen ein Auftreten von Kondensat und somit ein vermindertes Risiko in Hinblick auf eine Schimmelbildung.
- Werterhalt durch Sanierung der Bauteile und Verbesserung des Energiestandards.
- Im Rahmen der Außendarstellung wird die durch den Gesetzgeber geforderte Vorbildfunktion der öffentlichen Hand wahrgenommen.

5 Anhang

5.1 Zonierung

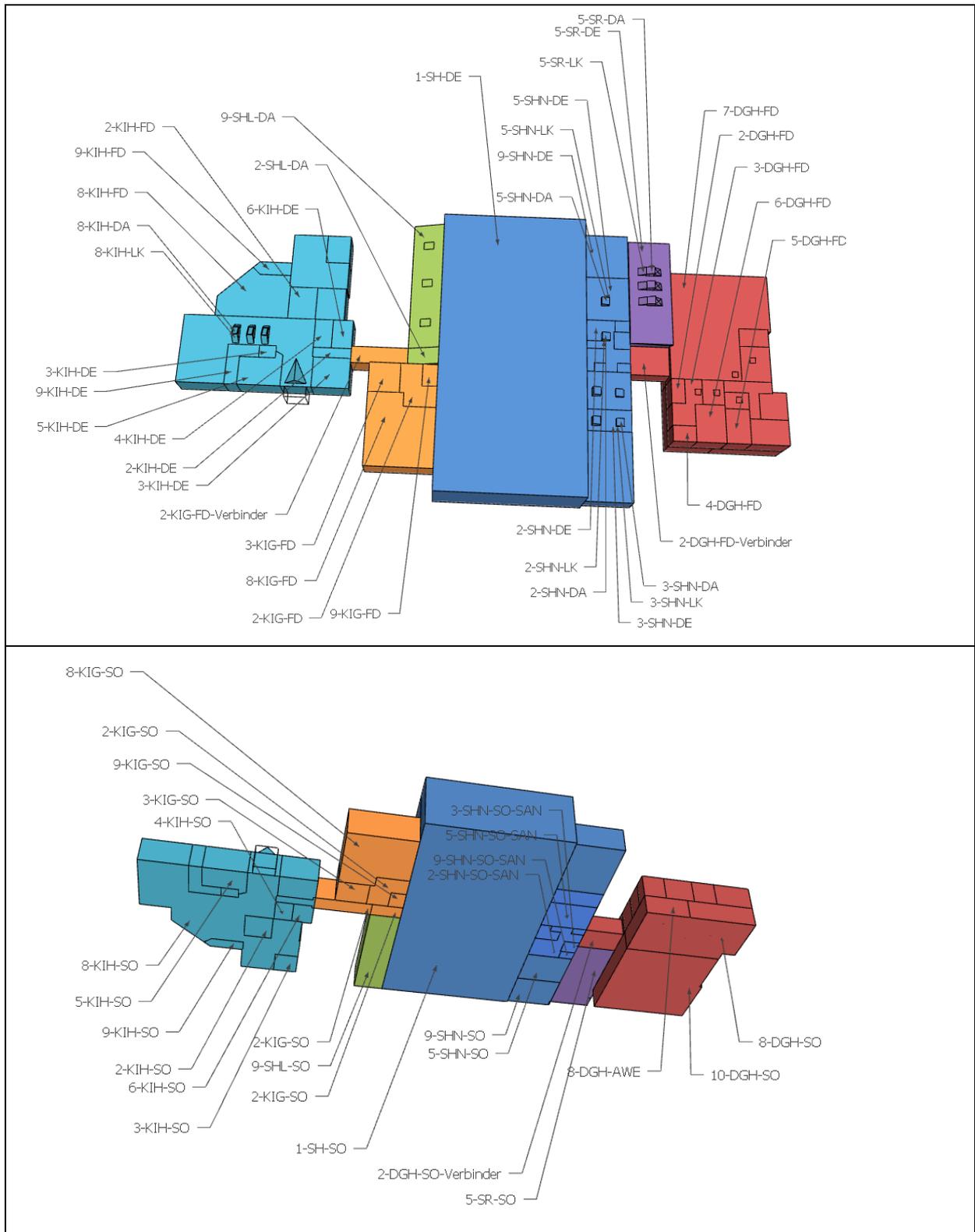


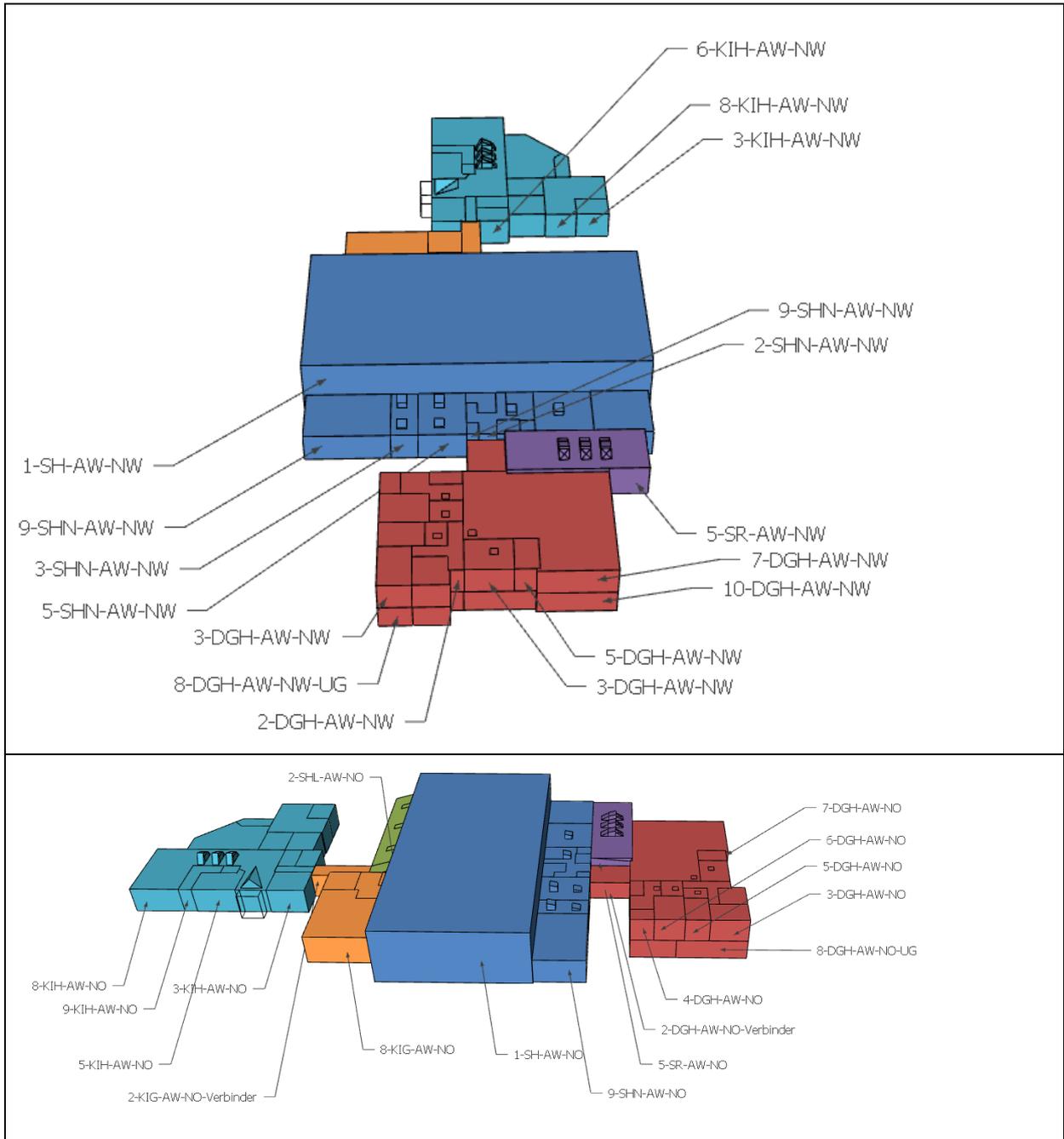


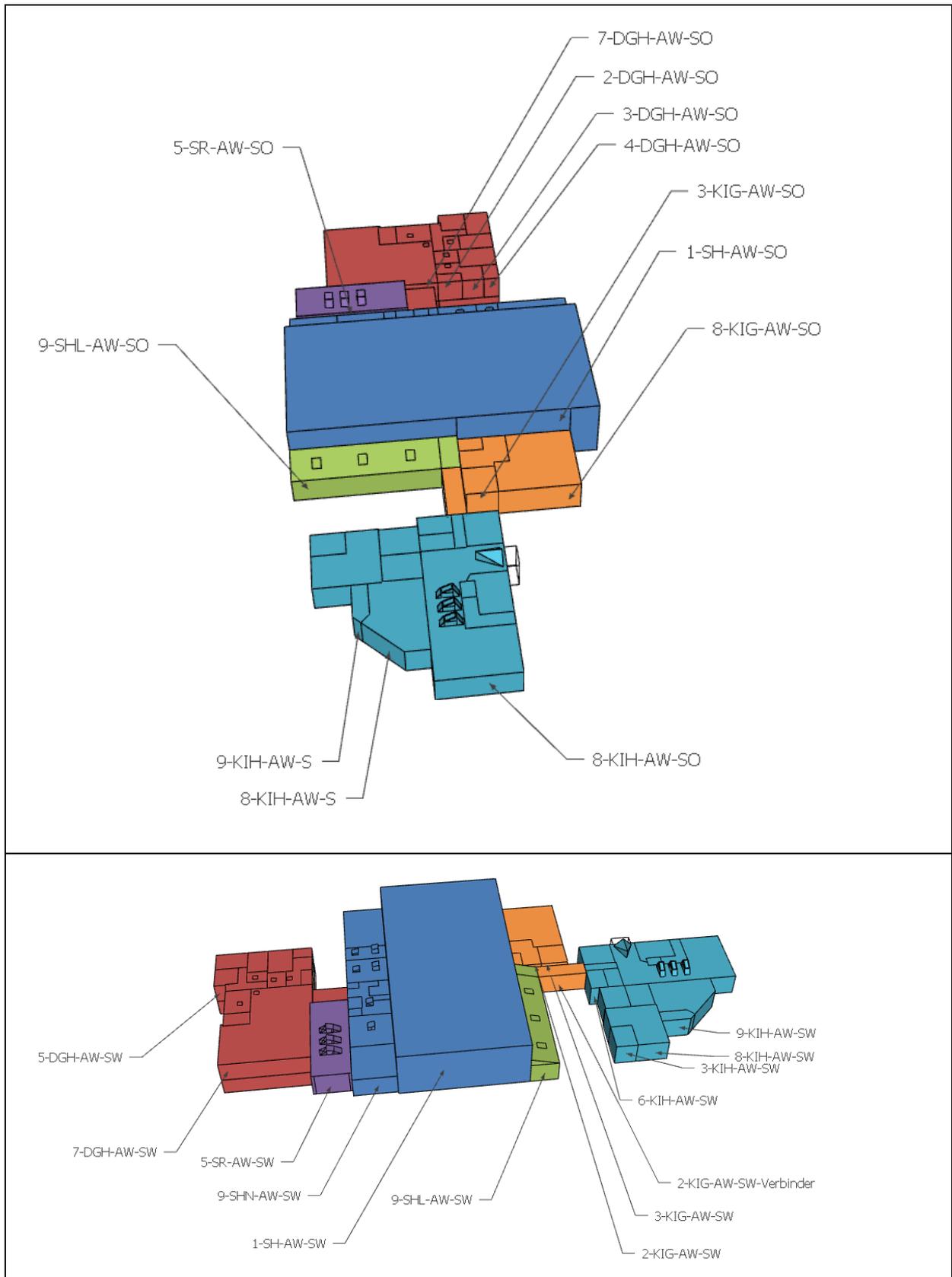




5.2 Bauteilzuordnung







5.3 CO₂-Faktoren gemäß KfW

Emissionsfaktoren für die Berechnung der Kohlendioxid-Einsparung

Energieträger	Direkte Kohlendioxid Emissionsfaktoren kg/kWh _{end}
Brennstoff Heizöl EL	0,266
Brennstoff Erdgas H (Verbund)	0,202
Brennstoff Flüssiggas	0,234
Brennstoff Steinkohle	0,353
Brennstoff Braunkohle (Braunkohlenbrikett)	0,359
Brennstoff Holz	0
Brennstoff Bioöl, selbst erzeugt + genutzt	0
Brennstoff Biogas, selbst erzeugt + genutzt	0
Nah-/Fernwärme: fossiler Brennstoff-Mix	0,260
Nah-/Fernwärme: erneuerbarer Brennstoff	0
Strom-Inlandsverbrauch	0,595
Ökostrom, selbst erzeugt + genutzt	0

5.4 Übersicht KfW Förderprogramme für Kommunen

Hier angesetzt Programm 217/ 218 IKK Energieeffizient Bauen und Sanieren

KURZINFO

Förderprogramme für Kommunen

Die KfW unterstützt Investitionsvorhaben von Kommunen mit zinsgünstigen Investitionskrediten und (Tilgungs-)Zuschüssen. Neben einer Basisförderung für diverse Investitionen bietet die KfW im Rahmen der Energiewende zusätzlich vergünstigte Programme an. Kommunen erhalten ihre Förderung direkt bei der KfW.

Programm	Förderung	Kurzlink
IKK – Investitionskredit Kommunen Diverse Investitionen in die kommunale und soziale Infrastruktur zum Beispiel in die Verkehrsinfrastruktur und Stadtbeleuchtung, Trinkwasserversorgung, Breitbandnetzausbau, Fahrzeugbeschaffung sowie in die Abwasser- und Abfallentsorgung und öffentliche Verwaltung	Zinsgünstiger Investitionskredit / 0,36 %*	www.kfw.de/208
Energetische Stadtsanierung – Quartierskonzepte und Sanierungsmanager Bezuschussung der Personal- und Sachkosten bei der Erstellung von integrierten Quartierskonzepten und beim Einsatz von Sanierungsmanagern	65% Zuschuss	www.kfw.de/432
IKK – Energieeffiziente Quartiersversorgung (Wärme, Kälte, Wasser, Abwasser) Investitionen in die energieeffiziente Wärme- und Kälteversorgung, insbesondere in Anlagen zur Nutzung industrieller Abwärme, dezentrale Wärme- und Kältespeicher, Wärme- und Kältenetze sowie energieeffiziente Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	Zinsgünstiger Investitionskredit / 0,05 %* 5 % Tilgungszuschuss für alle Maßnahmen	www.kfw.de/201
IKK – Energieeffizient Bauen und Sanieren Neubau / Ersterwerb Errichtung bzw. Ersterwerb von Nichtwohngebäuden mit KfW-Effizienzgebäudestandard 55 oder 70 Gebäudesanierung Einzelmaßnahmen oder Komplett-sanierungen von Nichtwohngebäuden zum KfW-Effizienzgebäude 70, 100 oder Denkmal	Investitionskredit / 0,10 %* 5 % Tilgungszuschuss für KfW-Effizienzhaus 55 Investitionskredit / 0,05 %* bis zu 17,5 % Tilgungszuschuss	www.kfw.de/217 www.kfw.de/218
IKK – Barrierearme Stadt Investitionen in die barriere-reduzierende Umgestaltung der Infrastruktur, insbesondere in öffentlichen Gebäuden, im ÖPNV und im öffentlichen Raum	Investitionskredit / 0,05 %*	www.kfw.de/233

* Sollzins bei 10-jähriger Zinsbindung und einer Darlehenslaufzeit von 10 Jahren, **Stand 24.08.2018**.
 Andere Laufzeiten sind möglich. Tagesaktuelle Konditionen unter www.kfw.de/Programmnummer

Kontakt | 0800 539 - 9008 | kommune@kfw.de | Fragen Sie bei umfangreichem Beratungsbedarf gern nach Ihrem regional zuständigen Kundenbetreuer, der Sie zu den Finanzierungsmöglichkeiten für Ihr Vorhaben auch vor Ort informiert.