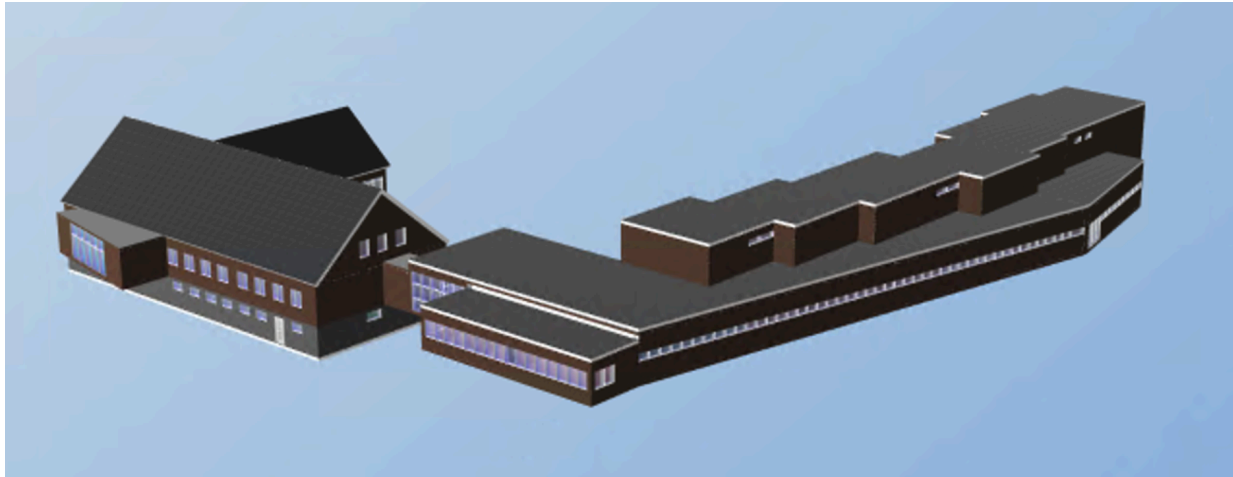


Energieberatungsbericht

nach DIN EN 18599



Beratungsobjekt:

Hollinger Grundschule
Bühlsand 16, 48282 Emsdetten
48282 Emsdetten

Energieberater & Ingenieurbüro:

Ing. Ulrich Greiling - Energieberater & Ingenieurbüro EffizienzGebäude GmbH
Nachtigallenweg 4
D - 48282 Emsdetten
Telefon: 0151/59895027
E-Mail: info@energieberaterEG.de
Homepage: <https://www.effizienzgebaeude.de>

Vorwort	3
Einleitung und Zielsetzung	4
1. Objektbeschreibung	6
2. Energetische Beschreibung des IST-Zustands nach DIN V 18599	9
2.1 Gebäudehülle (Datengrundlage und Methodik)	9
2.2 Energetische Zonierung nach DIN V 18599	18
2.3 Lüftungstechnik / Raumluftechnische Anlagen	22
2.4 Künstliche Beleuchtung / Beleuchtungssysteme	23
2.5 Wärmeversorgung und Anlagentechnik	24
2.6 Warmwasserbedarf	25
2.7 Kälteanlage / Sommerlicher Wärmeschutz	27
3. Energetische Bewertung des „Ist-Zustandes“	30
3.1 Gesamtbewertung	30
3.2 Gebäudehülle	33
3.3 Energieausweis und Energiebilanz	35
3.4 Gesamt - und raumweise Heizlastberechnung	37
4. Energetische Sanierung	40
4.1. Sanierungskonzept Var. 1: KfW-Effizienzhaus 40 EE und KfN Aufstockung	40
4.1.1 Energetische Sanierung der Gebäudehülle	44
4.1.2 Energetische Sanierung der Anlagentechnik	54
4.1.3. Energetische Bewertung Sanierungskonzept 1	64
4.2. Sanierungskonzept Var. 2: KfW-Effizienzhaus 40 EE und KfN Neubau	68
4.2.1 Energetische Ausbildung der Bodenplatte (KfN Neubau Variante 2)	70
4.2.1 Zentrale Lüftungsanlage:	72
4.2.3 Energetische Bewertung Sanierungskonzept 2	74
5. Fördermöglichkeiten	76
5.1. Bafa – Förderungen Einzelmaßnahmen	76
5.2 KfW - Effizienzgebäude Förderungen Zuschuss Nr.464	77
5.3 KfW - Neubau Effizienzgebäude Förderungen Zuschuss Nr.498/499	79
6. Wirtschaftlichkeitsanalyse und Variantenvergleich	80
7. Gesamtfazit und strategische Handlungsempfehlung	83

Vorwort

Bei der energetischen Betrachtung und Analyse der Hollinger Grundschule steht zu Beginn die vollständige und präzise Erfassung des Ist-Zustandes im Vordergrund. Im Rahmen einer detaillierten Vor-Ort-Begehung müssen sämtliche Bauteile und anlagentechnischen Systeme lückenlos dokumentiert werden. Da insbesondere bei der Gebäudehülle älterer Schulbauten erhebliche Fehlerpotenziale durch unklare Materialschichten bestehen, sind hier gezielte Probebohrungen unerlässlich, um die realen Wand- und Deckenaufbauten fehlerfrei zu bestimmen.

Auf Basis dieser Bestandsaufnahme wird ein maßgeschneidertes Sanierungskonzept entwickelt. Das primäre Ziel besteht darin, durch eine umfassende energetische Modernisierung der Hollinger Grundschule einen zukunftsfähigen, hocheffizienten Gesamtzustand zu erreichen. Dabei geht es nicht zwingend darum, den Energiebedarf mathematisch auf ein absolutes Minimum zu reduzieren, vielmehr steht die Erarbeitung eines maximal kosteneffizienten Gebäudebetriebs unter optimaler Ausschöpfung staatlicher Fördermittel im Fokus.

Da der bestehende Wärmeerzeuger meist den größten Hebel bei den CO₂-Emissionen darstellt, gilt es, die investiven Mittel strategisch klug auszubalancieren. Statt einer isolierten Optimierung einzelner Bauteile wird ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt, bei dem Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik perfekt ineinandergreifen. Nur so lässt sich die Hollinger Grundschule wirtschaftlich optimieren, der CO₂-Ausstoß senken und gleichzeitig der thermische Komfort für den Schulalltag nachhaltig steigern.

Einleitung und Zielsetzung

Ausgangssituation und akuter Handlungsbedarf

Der historisch gewachsene Gebäudekomplex der Hollinger Grundschule am Bühlsand 16 in Emsdetten weist in seiner baulichen und anlagentechnischen Substanz einen Modernisierungsstau auf. Eine umfassende energetische Transformation der Liegenschaft ist unumgänglich, da das Gebäude in seinem aktuellen Ist-Zustand weder ökologisch zukunftsfähig noch langfristig wirtschaftlich zu bewirtschaften ist.

Der Gebäudekomplex gliedert sich baulich in drei Abschnitte: den größtenteils ungedämmten Altbau (1950), den ebenfalls größtenteils ungedämmten Erweiterungsbau (1964) und den nach den damaligen Standards teils gedämmten Anbau (1994). Insbesondere die ungedämmten opaken Hüllflächen und die energetisch überalterten Fenster verursachen massive Transmissionswärmeverluste, Kaltluftabfall und raumklimatische Defizite. Gekoppelt mit einer rein gasbasierten Wärmeerzeugung führt dies zu einem sehr hohen Primärenergiebedarf von 334,1 kWh/(m²·a).

Zusätzlich besteht ein akuter funktionaler Handlungsbedarf: Vor der Schule befinden sich temporäre Unterrichtscontainer, die den modernen pädagogischen Anforderungen nicht mehr gerecht werden. Um diese Containerlösung dauerhaft abzulösen, ist die Integration einer zusätzlichen Nutzfläche von ca. 500 m² zwingend in das haustechnische und bauliche Gesamtkonzept einzutakten. Dies wird in beiden Varianten berücksichtigt.

Energetische Behandlung und strategische Ausrichtung der Bauteile

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für eine wirtschaftliche Projektierung ist die zielgerichtete Zuweisung der baulichen Maßnahmen. Grundsätzlich gilt für die gesamte Planung: Der Erweiterungsbau (1964) und der Anbau (1994) sollen nicht vollständig abgerissen werden, sondern vollumfänglich saniert werden.

Demgegenüber steht der Altbau aus dem Jahr 1950 im Zentrum einer Grundsatzdiskussion. Da dessen Bausubstanz erhebliche statische Fragestellungen aufwirft, stehen sich zwei strategische Entwicklungsentscheidungen gegenüber, deren konkrete Umsetzung in der nachfolgenden Fachplanung detailliert dargelegt wird:

- Szenario 1 (Aufstockung im Bestand): Der Altbau von 1950 wird statisch ertüchtigt und erhält eine hochgedämmte, Aufstockung über dem Erdgeschoss, um die geforderten 500 m² Zusatzfläche zu generieren.

- Szenario 2 (Ersatzneubau): Bei unzureichender Bestandsstatik wird der Altbau kontrolliert zurückgebaut und durch einen dreistöckigen Ersatzneubau ersetzt, in welchen das neue Raumvolumen vollständig integriert wird.

Die Dämmebenen an Außenwand (16 cm Mineralwolle), Flachdach (18 cm PUR) und die hocheffiziente Dreifach-Wärmeschutzverglasung werden über alle verbleibenden Abschnitte hinweg streng einheitlich ausgeführt, um eine homogene, wärmebrückenminimierte Gebäudehülle zu erzielen.

Zielsetzung der Ausarbeitung und Wirtschaftlichkeitsfokus

Das primäre Ziel dieses energetischen Sanierungskonzepts besteht darin, den kommunalen Entscheidungsträgern einen technisch und ökonomisch optimalen Fahrplan zur Dekarbonisierung des Schulbetriebs an die Hand zu geben. Dabei gilt es, die finanziellen Mittel so auszubalancieren, dass durch die Kombination aus Hüllflächenoptimierung und einer regenerativen Anlagentechnik (Wärmepumpenkaskade, flächendeckende Fußbodenheizung und einer Photovoltaikanlage) eine maximale CO₂-Minderungswirkung erzielt wird.

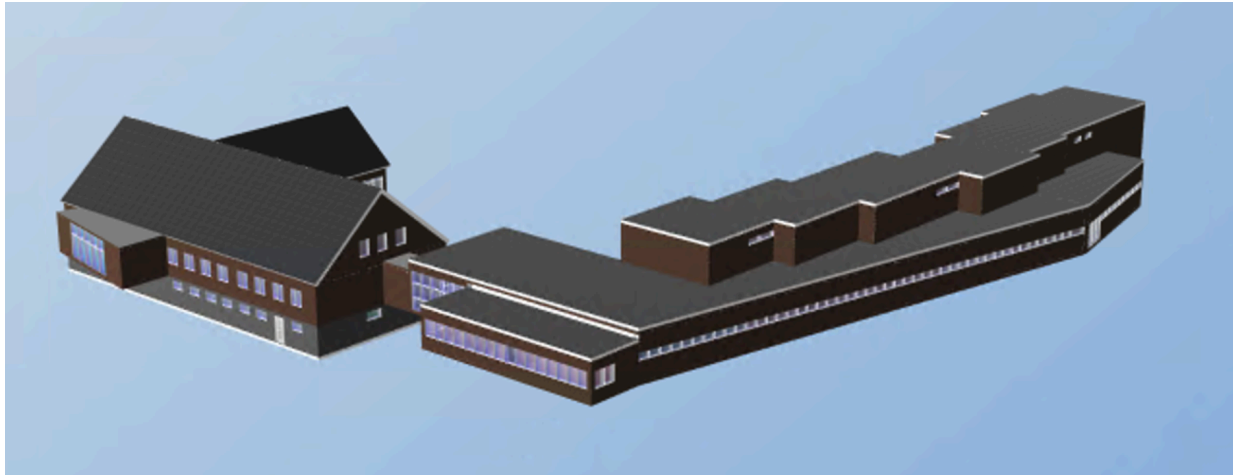
Ein zentraler Fokus liegt auf der strategischen Verknüpfung mit der aktuellen staatlichen Förderkulisse für Kommunen:

- Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG NWG): Aktivierung des investiven Sanierungszuschusses für kommunale Liegenschaften (Förderquote von 40 % für die Erreichung eines *KfW-Effizienzhauses 40 EE* bei max. 2.000 €/m² förderfähigen Kosten).
- Klimafreundlicher Neubau – Kommunen (KfW 499): Einbindung der hocheffizienten Neubaubezuschussung (Förderquote von 10 % für den integrierten Aufstockungs- oder Ersatzneubauanteil nach KfN-Kriterien bei max. 1.500 €/m²).

Durch die detaillierte Gegenüberstellung der Variante 1 (Gesamtsanierung mit Aufstockung) und der Variante 2 (Teilrückbau mit Ersatzneubau) analysiert dieser Bericht die beträchtlichen wirtschaftlichen Unterschiede, bewertet die bauphysikalischen Vor- und Nachteile und liefert eine transparente Entscheidungsgrundlage für die anstehende Haushalts- und Investitionsplanung.

1. Objektbeschreibung

Grunddaten des Gebäudes



Objekt: Hollinger Grundschule, Bühlstrand 16, 48282 Emsdetten

Beschreibung:

Gebäude: Nichtwohngebäude

Baujahr: 1950 Schulneubau Hollingen (Altbau)

Baujahr: 1964 Um- und Erweiterungsbau (Erweiterungsbau)

Baujahr: 1994 Erweiterung (Anbau)

Beheiztes Volumen V_e : 10.720,3 m³

Das beheizte Volumen wurde gemäß DIN 18599 unter Verwendung von Außenmaßen ermittelt.

Nettogrundfläche ANGF: 2731,9 m²

Das Schulgebäude am Bühlstrand 16 in 48282 Emsdetten wird als Grundschule genutzt und fällt baurechtlich sowie energetisch unter die Kategorie der Nichtwohngebäude. Der Gebäudekomplex ist historisch gewachsen und gliedert sich in drei charakteristische Baualtersklassen: den Altbau aus dem Jahr 1950, den Erweiterungsbau aus dem Jahr 1964 sowie den Anbau aus dem Jahr 1994. Der Großteil der Räumlichkeiten besteht aus Klassen- und Gruppenräumen, die für den täglichen Unterrichts- und Ganztagsbetrieb genutzt werden.

Das beheizte Brutto-Gebäudevolumen des gesamten Gebäudekomplexes beträgt 10.720,3 m³ und wurde gemäß den aktuellen Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) unter Berücksichtigung der äußeren Abmessungen aller drei Bauabschnitte ermittelt. Die thermisch relevante Nettogrundfläche des Gebäudes beträgt 2.731,9 m² und umfasst neben den primären Klassenräumen auch alle weiteren notwendigen Schulzonen wie das Lehrerzimmer, Verwaltungsbüros, Differenzierungs- und Fachräume sowie die zugehörigen Verkehrsflächen und Sanitäreinrichtungen.

Hinweis zum Vergleich der Verbrauchswerte mit den berechneten Bedarfswerten

Beim Abgleich der realen, historischen Verbrauchswerte der Liegenschaft mit den nach DIN V 18599 berechneten Bedarfswerten des Ist-Zustands fällt auf, dass die theoretischen Normkennwerte über den tatsächlichen Verbrauchsdaten liegen. Diese Diskrepanz ist typisch für öffentliche Nichtwohngebäude und resultiert daraus, dass das gesetzliche Berechnungsverfahren auf standardisierten, starr festgelegten Nutzungs- und Betriebsbedingungen basiert, während der reale Schulalltag in Emsdetten davon abweicht.

Die wesentlichen Ursachen für diese bilanziellen Abweichungen werden nachfolgend erläutert:

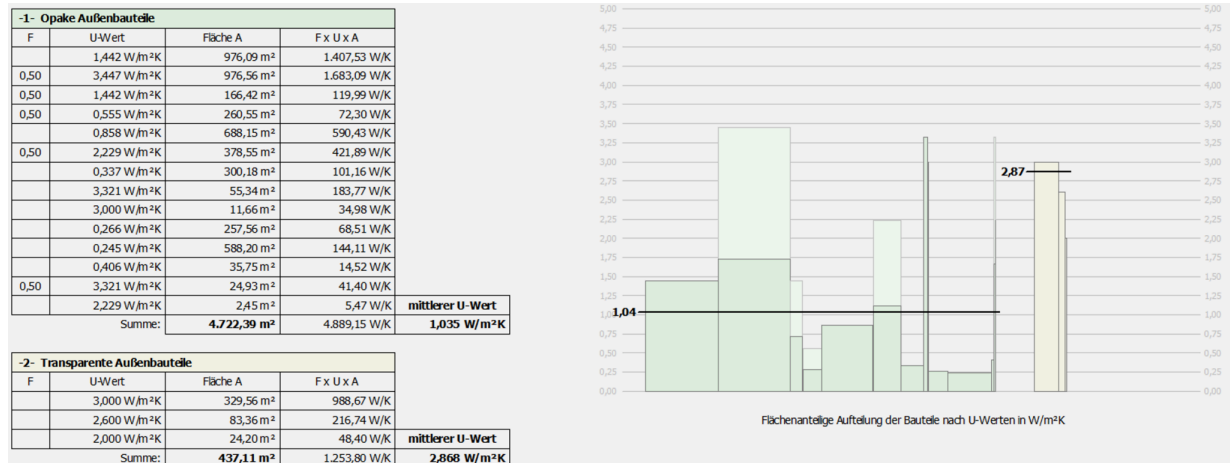
- Differenzierte Raumtemperaturen in Nebenzonen: Die DIN V 18599 unterstellt für die jeweiligen Nutzungszonen durchgehend definierte Solltemperaturen im Heizbetrieb. In der Praxis der Hollinger Grundschule werden untergeordnete Bereiche wie Verkehrsflächen (Flure, Treppenhäuser) oder Lagerräume jedoch bewusst nur minimal beheizt oder bleiben gänzlich unbeheizt. Diese bewusste Temperaturabsenkung in schwach frequentierten Zonen mindert den realen Energieverbrauch gegenüber der mathematischen Simulation deutlich.
- Einfluss von schulfreien Zeiten und Ferien: Das standardisierte Nutzungsprofil einer Schule bildet die realen Schließzeiten im Algorithmus nur bedingt ab. Durch das konsequente Herunterfahren der Heizzentrale an Wochenenden sowie während der mehrwöchigen Ferienzeiten (insbesondere der Weihnachts-, Oster- und Herbstferien) wird der reale Wärmeeintrag signifikant reduziert, was in den theoretischen Monatsbilanzen der Norm zugunsten der allgemeinen Vergleichbarkeit geglättet wird.
- Diskrepanz beim Luftwechsel (Fensterlüftung vs. Norm-Anforderung): Ein zentraler Hebel für die Abweichung liegt im Bereich der Lüftungswärmeverluste. Da in allen Klassenräumen der Hollinger Grundschule im Ist-Zustand eine rein manuelle Fensterlüftung stattfindet, ist der tatsächliche Luftwechsel stark vom Nutzerverhalten abhängig und meist unregelmäßig. Die DIN V 18599 muss jedoch aus Gründen des Gesundheitsschutzes und der Raumhygiene einen kontinuierlich hohen Mindestluftwechsel ansetzen, um eine theoretische Überhöhung der CO₂-Konzentration zu verhindern. Dieser rechnerisch hohe Norm-Luftvolumenstrom treibt den bilanzierten Lüftungswärmebedarf nach oben, während in der Realität oft restriktiver (und damit energiesparender) gelüftet wird.

Fazit für die Sanierungsplanung: Der berechnete Bedarfswert dient nicht als exakte Verbrauchsprognose für die kommende Heizperiode, sondern als normiertes Instrument, um

die energetische Qualität der Gebäudehülle und Anlagentechnik unabhängig vom aktuellen Nutzerverhalten zu bewerten. Nur auf dieser standardisierten Basis lassen sich die ausgearbeiteten Modernisierungsszenarien miteinander vergleichen.

2. Energetische Beschreibung des IST-Zustands nach DIN V 18599

2.1 Gebäudehülle (Datengrundlage und Methodik)



Die energetische Qualität der Gebäudehülle ist der entscheidende Faktor für die Transmissionswärmeverluste und somit maßgeblich für den Heizwärmebedarf der Hollinger Grundschule. Die Bilanzierung erfolgt nach der DIN V 18599, welche die physikalische Wärmeübertragung aller opaken (Wände, Dächer, Böden) und transparenten Bauteile (Fenster) mathematisch erfasst. Das Normverfahren berechnet die Verlustströme über die jeweiligen Hüllflächen und setzt diese in Relation zu den solaren Gewinnen sowie den internen Wärmequellen des Schulbetriebs.

Als zentraler Parameter dient hierbei der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert), welcher den Wärmestrom pro Quadratmeter Bauteilfläche bei einem Kelvin Temperaturunterschied beschreibt.

Die nachfolgende Systemübersicht fasst die im Rahmen der CAD-Erfassung ermittelten Flächenanteile sowie die berechneten U-Werte des Ist-Zustands zusammen:

- Opake Außenbauteile: Umfassen eine Gesamtfläche von 4722,39 m² mit einem rechnerischen mittleren U-Wert von 1,035 W/(m²K).
- Transparente Außenbauteile: Umfassen 437,11 m² Fensterflächen. Mit einem mittleren U-Wert von 2,8680 W/(m²K).

Diese detaillierte Matrix der Hüllflächen ermöglicht es, Sanierungsmaßnahmen exakt dort zu priorisieren, wo mit dem geringsten investiven Aufwand die maximale CO₂-Minderung und thermische Behaglichkeit erzielt werden kann.

Bodenplatte Alt-, Erweiterungs und Anbau

HollingerGrundschule Altbau+Erweiterungsbau Bodenplatte

Wärmeschutz

$U = 1,53 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

sehr gut

Hitzeschutz

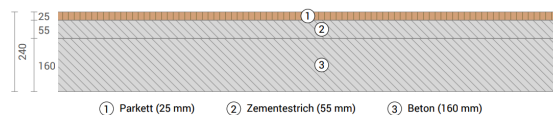
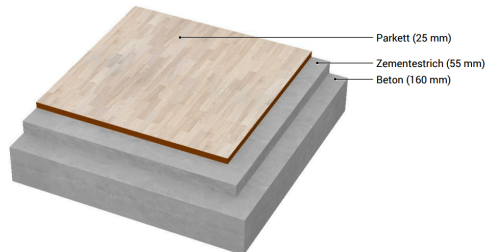
Temperaturamplitudendämpfung: 2,0

Phasenverschiebung: 6,0 h

Wärmekapazität innen: 86 kJ/m²K

mangelhaft

sehr gut



Kellerdecke
erstellt am 29.6.2026

HollingerGrundschule Anbau Bodenplatte

Wärmeschutz

$U = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

sehr gut

Hitzeschutz

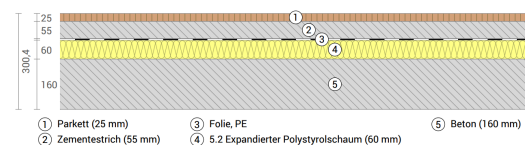
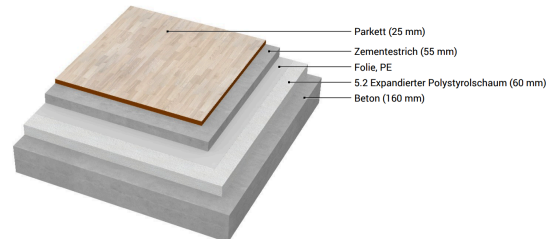
Temperaturamplitudendämpfung: 17

Phasenverschiebung: 9,5 h

Wärmekapazität innen: 118 kJ/m²K

sehr gut

mangelhaft



Im Rahmen der energetischen Bestandsaufnahme wird die Hollinger Grundschule hinsichtlich ihrer erdberührten Bauteile in zwei primäre Abschnitte unterteilt, die sich aufgrund ihrer Aufbauten energetisch grundlegend voneinander unterscheiden:

Bodenplatte Alt- und Erweiterungsbau (Baujahr 1950+1964)

Die erdberührte Bodenplatte des Hauptgebäudes (1950) sowie des ersten Erweiterungsbau (1964) verfügt über keine Dämmschichten und ist im Ist-Zustand als vollständig ungedämmt einzustufen. Aus bauphysikalischer Sicht fallen die Transmissionswärmeverluste gegen das Erdreich zwar systemisch etwas geringer aus als bei Bauteilen gegen die Außenluft – da das Erdreich im Winter ein weitaus höheres und konstantes Temperaturniveau aufweist als die Außenatmosphäre, dennoch führt das gänzliche Fehlen einer thermischen Trennung zu kontinuierlichen Energieabgängen und einer dauerhaft niedrigen Fußbodenoberflächentemperatur im laufenden Bestandsbetrieb.

- Bewertung für das Sanierungskonzept: Ein Verbleib dieses ungedämmten Aufbaus im Zuge der Modernisierung zu einem KfW-Effizienzgebäude ist ausgeschlossen. Da das neue anlagentechnische Konzept (Niedertemperatur-Wärmepumpenkaskade) zwingend hocheffiziente Flächenheizungen erfordert, um optimale Jahresarbeitszahlen zu erzielen, ist ein substanzieller Eingriff in diesen Zonen unumgänglich. Im Zuge des ohnehin notwendigen Estrichneuaufbaus zur Installation der neuen Fußbodenheizung wird der Bestandsaufbau bis auf die Rohbetondecke zurückgebaut. Auf dieser wird ein hocheffizientes Wärmedämmsystem (z. B. mittels PUR-Hartschaum oder

Hochleistungsdämmstoffen mit geringer Wärmeleitfähigkeit) neu errichtet, um die energetischen Zielwerte der angestrebten Effizienzhaus-Standards sicher zu realisieren und gleichzeitig den thermischen Komfort in den Klassenräumen signifikant zu steigern.

Bodenplatte Anbau (Baujahr 1994)

Die Bodenplatte des im Jahr 1994 errichteten Anbaus verfügt über eine bauzeittypische Innendämmung aus 6 cm EPS unterhalb des Estrichs. Während dieser Aufbau nach den Maßstäben der damaligen Wärmeschutzverordnung einen soliden Grundwärmeschutz bot und die Transmissionswärmeverluste gegenüber dem Erdreich im reinen Bestandsbetrieb reduzierte, genügt er den ambitionierten energetischen Zielvorgaben des neuen Gesamtkonzepts nicht mehr.

- Bewertung für das Sanierungskonzept: Im Zuge der strategischen Ausrichtung auf das hocheffiziente Zielniveau (KfW-Effizienzgebäude 40 EE) ist ein Verbleib dieses Altaufbaus im Sanierungskonzept nicht zielführend. Die vorhandene 6 cm EPS-Dämmung stellt im Kontext der verschärften Gesamtbilanzierung eine energetische Schwachstelle dar, welche das sichere Erreichen der strengen Primär- und Endenergieanforderungen des KfW 40 EE Standards gefährden würde. Zudem erfordert die geplante Umstellung der Anlagentechnik auf eine Niedertemperatur-Wärmepumpenkaskade auch in diesem Gebäudeteil. Daher wird im Rahmen der Sanierungsplanung ein vollständiger Rückbau des bestehenden Estrichs sowie der EPS-Schicht bis auf die Rohbetondecke vorgesehen.

Außenmauerwerk Alt-, Erweiterungs und Anbau

HollingerGrundschule 2 Schaliges Mauerwerk Altbau+Erweiterungsbau

Außenwand
erstellt am 29.6.2026

Wärmeschutz

$U = 1,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

sehr gut

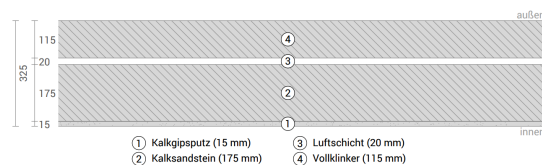
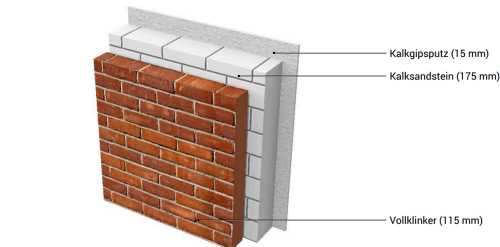
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 9,8

Phasenverschiebung: 11,3 h

Wärmekapazität innen: 182 kJ/m²K

mangelhaft



HollingerGrundschule 2 Schaliges Mauerwerk Anbau

Außenwand
erstellt am 29.6.2026

Wärmeschutz

$U = 0,36 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

sehr gut

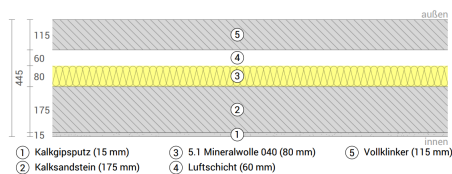
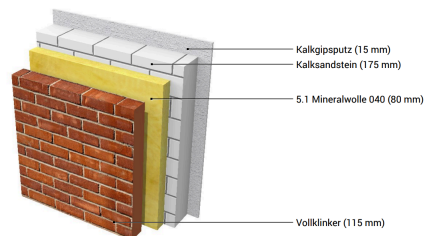
Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 64

Phasenverschiebung: 12,7 h

Wärmekapazität innen: 219 kJ/m²K

mangelhaft



Im Rahmen der energetischen Gesamtbilanzierung wird die vertikale Gebäudehülle (Außenwände) der Hollinger Grundschule bautechnisch in den Altbaubestand sowie den Erweiterungsbau unterteilt. Dies ermöglicht eine differenzierte energetische Bewertung der jeweiligen Hüllflächenkomponenten:

Außenwände Altbau und Erweiterungsbau (Baujahr 1950 + 1964)

Die Fassadenflächen des Altbaus (1950) sowie des ersten Erweiterungsbaus (1964) weisen im Ist-Zustand keinerlei energetische Dämmschicht auf und sind somit vollständig ungedämmt einzustufen. Während der Altbau strukturell primär zweischalig ausgeführt ist, zeigt sich der Erweiterungsbau in weiten Teilen einschalig aufgebaut. Da die energetische Qualität und die daraus resultierenden U-Werte beider Abschnitte jedoch nahezu identisch schlecht sind, werden diese Bauteile aus Gründen der Übersichtlichkeit im Textbericht zusammengefasst dargestellt. In der zugrundeliegenden thermischen 3D-Simulation sind die spezifischen Schichtenfolgen und Geometrien explizit separat abgebildet. Beide Gebäudeteile verursachen im laufenden Betrieb massive Transmissionswärmeverluste an die Außenatmosphäre.

- Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2): Aufgrund des gänzlich fehlenden Wärmeschutzes stellen diese Wandflächen die primäre energetische Schwachstelle der Hollinger Grundschule dar. Ein Verbleib dieses Ist-Zustands ist in beiden Sanierungsvarianten vollkommen ausgeschlossen. Um das ambitionierte Zielniveau eines KfW-Effizienzgebäudes 40 EE im sanierten Bestand zu erreichen, ist eine umfassende thermische Ertüchtigung der Außenwände unumgänglich. Vorgesehen ist in beiden Varianten das Aufbringen eines hocheffizienten, modernen

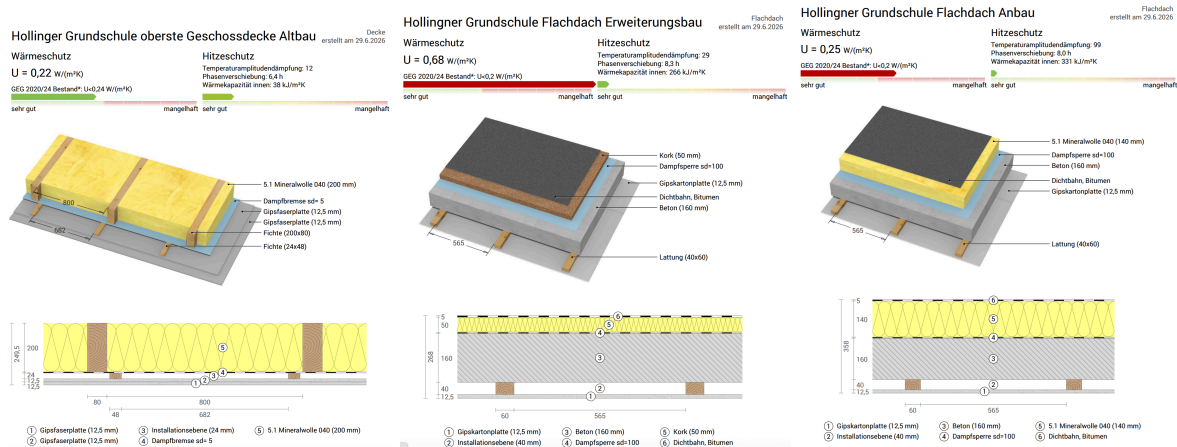
Wärmedämmsystems . Dadurch werden die Transmissionswärmeverluste drastisch minimiert, Wärmebrücken an den Bauteilübergängen konsequent eliminiert und ein behagliches, gesundes Innenraumklima für den Schulbetrieb nachhaltig sichergestellt.

Außenwände Anbau (Baujahr 1994)

Die Fassade des im Jahr 1994 errichteten Anbaus unterscheidet sich substanziell von den älteren Gebäudeteilen. Sie ist teilweise ebenso zweischalig ausgeführt und besteht aus einem tragenden Kalksandstein-Innenmauerwerk (KS), einer integrierten Mineralwolle-Dämmschicht von 8 cm Stärke, einer 6 cm breiten Luftschicht sowie einer äußeren Sichtklinker-Verblendung. Für das damalige Baujahr stellt diese Konstruktion eine qualitativ hochwertige und solide Ausführung dar, die bereits im Ist-Zustand einen moderaten energetischen Grundschatz bietet.

- Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2): Obwohl dieser Gebäudetrakt im Vergleich zum ungedämmten Hauptkomplex einen deutlich besseren energetischen Ausgangszustand aufweist, reicht die vorhandene 8 cm Dämmung allein nicht aus, um die Anforderungen des KfW 40 EE Gesamtkonzepts zu erfüllen. Daher wird auch diese in beiden Sanierungsvarianten vollständig energetisch ertüchtigt.

Oberste Geschossdecke Altbau und Flachdach im Erweiterungs- und Anbau (Thermische Trennlage)



Im Zuge der energetischen Bestandsaufnahme wird die obere horizontale Systemgrenze (Dachflächen) der Hollinger Grundschule bautechnisch und nach ihren Bauzeitaltern differenziert betrachtet. Da warme Raumluft physikalisch nach oben steigt, bergen die Dachflächen ein besonders hohes Potenzial für Transmissionswärmeverluste:

Oberste Geschossdecke Altbau (Baujahr 1950)

Der älteste Gebäudeteil des Schulkomplexes verfügt im Ist-Zustand über keine direkte thermisch relevante Dachfläche im beheizten Bereich, sondern wird nach oben hin durch die oberste Geschossdecke gegen den unbeheizten Dachraum abgegrenzt. Diese Deckenkonstruktion wurde in der Vergangenheit nachträglich mit einer ca. 20 cm starken Mineralwolle-Dämmschicht ausgedämmt. Aus rein energetischer Sicht bietet dieser temporäre Zustand zwar einen soliden Grundwärmeschutz, er ist jedoch mit den zukünftigen Entwicklungsplänen des Standorts inkompatibel.

- **Bewertung für das Sanierungskonzept:** Obwohl der energetische Ist-Zustand der Dämmung akzeptabel erscheint, ist ein Belass dieses Aufbaus in beiden Sanierungsvarianten ausgeschlossen. Im Rahmen von Variante 1 ist eine tiefgreifende Erweiterung durch eine Aufstockung des Altbaus um ca. 500 m² Nutzfläche geplant. Die jetzige oberste Geschossdecke verliert damit ihre Funktion als thermische Systemgrenze und transformiert sich in eine interne Zwischendecke. In Variante 2 erübrigt sich ein Erhalt des Aufbaus ohnehin, da dieser Gebäudeteil vollständig zurückgebaut und durch einen dreistöckigen Ersatzneubau auf KFN-Niveau ersetzt wird.

Flachdach Erweiterungsbau (Baujahr 1964)

Das Flachdach des ersten Erweiterungsbaus aus dem Jahr 1964 verfügt über eine bauzeittypische Wärmedämmung aus lediglich ca. 5 cm Kork. Dieser Altaufbau ist nach heutigen energetischen Maßstäben vollkommen unzureichend, bedingt massive Transmissionswärmeverluste an die Außenatmosphäre und weist einen stark defizitären U-Wert auf. Zudem ist die Abdichtungsebene nach jahrzehntelanger Standzeit technisch abgängig.

- Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2): Ein Verbleib dieses Altaufbaus ist in beiden Sanierungspfaden ausgeschlossen; das Bauteil muss vollständig erneuert werden. Vorgesehen ist ein kompletter Rückbau aller Schichten bis auf die tragende Rohbetondecke. Zur sicheren Erreichung des anspruchsvollen KfW 40 EE-Niveaus wird ein neues, optimiertes Gefälledachkonstrukt mit einer hochperformanten Dämmschicht inklusive einer zukunftsfähigen, mehrlagigen Abdichtungsebene neu aufgebaut. Dies senkt die thermischen Abgänge in diesem Trakt dauerhaft auf ein Minimum.

Flachdach Anbau (Baujahr 1994)

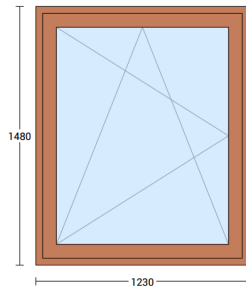
Die Dachfläche des im Jahr 1994 errichteten Anbaus verfügt über eine EPS-Wärmedämmung von ca. 14 cm Stärke. Während dieser Aufbau für das damalige Baujahr guten Standard darstellte, ist er für die Anforderungen des hier projektierten hocheffizienten Gesamtkonzepts (KfW 40 / KfN) energetisch nicht mehr akzeptabel.

- Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2): Um das ambitionierte Gesamtgebäude-Zielniveau nachzuweisen, reicht der Ist-Zustand des Anbaudaches nicht aus. Aus Gründen der bauphysikalischen Einfachheit, zur Vermeidung von Gewährleistungsrisiken an den Bauteilübergängen sowie zur maximalen Aktivierung von Synergieflächen wird diese Dachfläche konsequent in die anstehenden Modernisierungsmaßnahmen eingeplant.

Fensterelemente Alt-, Erweiterungs und Anbau

Hollinger Grundschule Fenster Alt und Erweiterungsbau

U-Wert-Berechnung



Abmessungen

Außenmaß (B x H): 1,23 m x 1,48 m
Fläche: 1,82 m²

Rahmen

Rahmen Breite: 119 mm U-Wert: 3 W/(m²K) Fläche: 0,588 m²
Rahmenanteil: 32,3%

Verglasung

Typ: 2-Scheiben Wärmeschutzglas
U-Wert: 2,8 W/(m²K)
Fläche: 1,232 m²

Randverbund

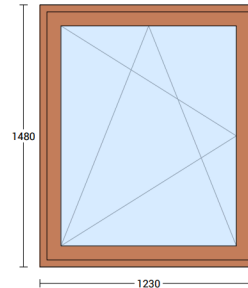
ψ-Wert: 0,07 W/(mK)
Länge: 4,468 m

$U_w = 3,04 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Fenster
erstellt am 29.6.2026

Hollinger Grundschule Fenster Anbau

U-Wert-Berechnung



Abmessungen

Außenmaß (B x H): 1,23 m x 1,48 m
Fläche: 1,82 m²

Rahmen

Rahmen Breite: 119 mm U-Wert: 2,3 W/(m²K) Fläche: 0,588 m²
Rahmenanteil: 32,3%

Verglasung

Typ: 2-Scheiben Wärmeschutzglas
U-Wert: 2 W/(m²K)
Fläche: 1,232 m²

Randverbund

ψ-Wert: 0,07 W/(mK)
Länge: 4,468 m

$U_w = 2,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Die transparenten Hüllflächen der Hollinger Grundschule spielen eine Doppelrolle im energetischen Gesamtkonzept: Sie verursachen bei mangelhafter Qualität hohe Transmissionswärmeverluste, bieten jedoch gleichzeitig das Potenzial für passive solare Wärmegewinne. Die Bewertung und energetische Einordnung wird nach den jeweiligen Baualters- und Modernisierungsstufen der vorgefundenen Elemente vorgenommen:

Fenster und Außentüren Alt- und Erweiterungsbau (Gebäude 1950 + 1964 – Fenstergeneration ca. 1986)

Im gesamten Bereich des Altbaus sowie des ersten Erweiterungsbaus wurden im Rahmen einer früheren Teilmodernisierung überwiegend Fensterelemente aus dem Jahr 1986 vorgefunden. Diese Altelemente verfügen über eine zweifache Isolierverglasung der damaligen Generation. Die Rahmenkonstruktionen und Dichtungen weisen nach rund vier Jahrzehnten Standzeit Verschleiß- und Dichtigkeitsmängel auf. Der energetische Kennwert dieser Fenster liegt im Durchschnitt bei einem schlechten U-Wert von ca. 2,7 bis 3,0 W/(m²K). Diese Bauteile sind sowohl technisch als auch energetisch abgängig und stellen eine Schwachstelle in der thermischen Hülle dar.

- Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2): Für beide Sanierungspfade ist der vollständige Rückbau und Austausch aller Fenster und

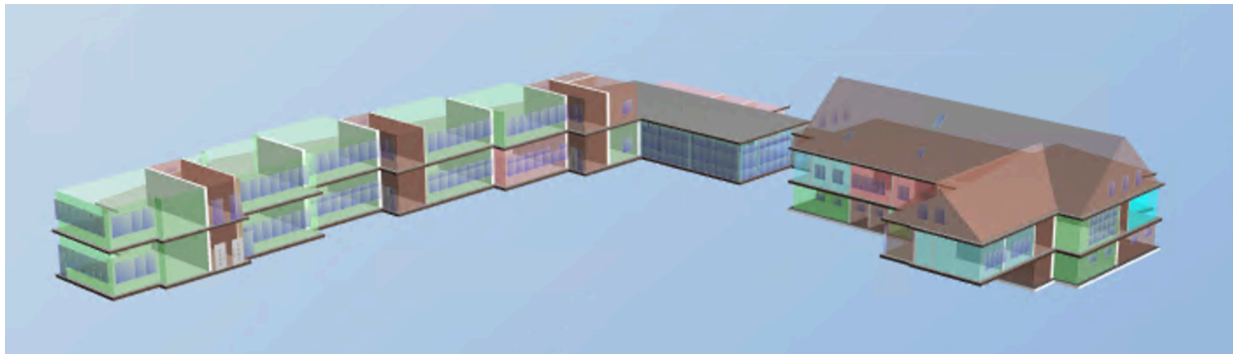
Außentüren in diesen Gebäudeteilen zwingend erforderlich. Ein Erhalt ist aufgrund der enormen Transmissionsverluste ausgeschlossen. Die bestehenden Elemente werden durch moderne, hochdämmende Dreifach-Wärmeschutzverglasungen mit thermisch optimierten Mehrkammer-Rahmenprofilen und einer „warmen Kante“ ersetzt.

Fenster und Außentüren Anbau (Baujahr 1994 – Fenstergeneration 1994)

Die Fenster- und Türstrukturen des Anbaus stammen logischerweise aus dem Erstellungsjahr 1994 und wurden nach den Anforderungen der damaligen Wärmeschutzverordnung ausgeführt. Es handelt sich um Fenster mit einer Zweifach-Isolierverglasung, die einen mittleren U-Wert von ca. 2,0 bis 2,3 W/(m²K) aufweisen. Obwohl sich die Beschläge und Rahmen teilweise in einem optisch akzeptablen Zustand befinden, ist die energetische Qualität der Gläser nach heutigen Maßstäben nicht ausreichend.

- Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2): Obwohl die Fenster energetisch in einem ordentlichen Zustand sind, müssen sie in diesem Projekt vollständig erneuert werden, da der energetische Standard in beiden Varianten sehr hoch ist und mit der bestehenden Verglasung nicht erreicht werden kann.

2.2 Energetische Zonierung nach DIN V 18599



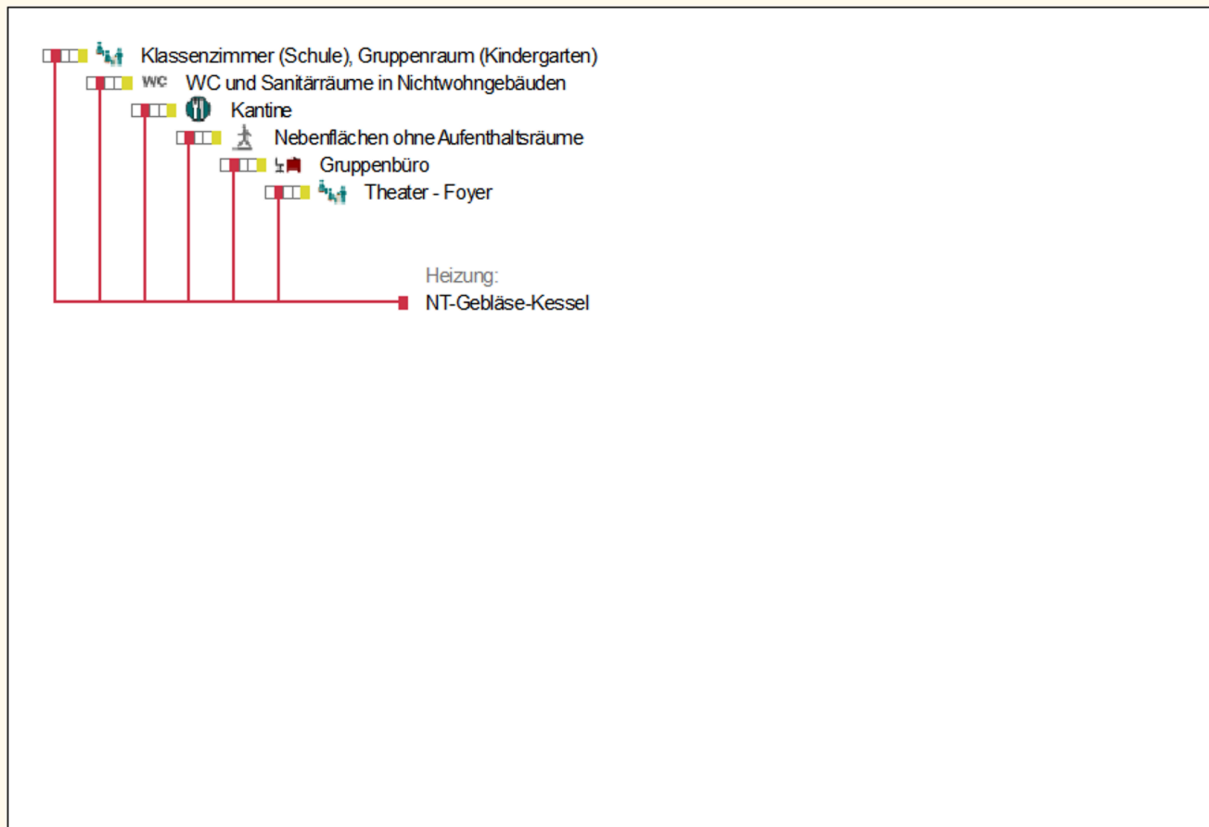
Die energetische Zonierung nach DIN V 18599 bildet das methodische Fundament für die präzise Berechnung des End- und Primärenergiebedarfs von Nichtwohngebäuden. Da ein Schulkomplex im Gegensatz zu Wohngebäuden hochgradig heterogene Nutzungsstrukturen aufweist, teilt das Normverfahren das Gebäude in verschiedene, eigenständige Nutzungszonen auf. Diese Zonen unterscheiden sich grundlegend durch ihre spezifischen Raumnutzungsprofile, Betriebszeiten sowie die individuellen Anforderungen an Heizung, Kühlung, Lüftung und Beleuchtung. Ziel dieser Differenzierung ist es, die spezifischen Energieströme sowie die inneren Wärmegewinne realitätsnah zu erfassen und mathematisch im Gesamtmodell abzubilden.

- Zone 1: Klassenräume: Diese primären Unterrichtsräume werden während des täglichen Schulbetriebs intensiv und kontinuierlich genutzt. Sie weisen aufgrund des hohen Personenaufkommens erhebliche innere Wärmegewinne auf. Gleichzeitig bestehen hier maximale Anforderungen an den thermischen Komfort (Beheizung), die visuelle Leistung (normgerechte Arbeitsplatzbeleuchtung) sowie an eine konstant hohe Luftqualität, welche im Zuge des Sanierungskonzepts über hocheffiziente, dezentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung realisiert werden soll.
- Zone 2: WC und Sanitärräume: Die Sanitärbereiche des Schulgebäudes unterliegen einer stark intermittierenden Nutzung über den gesamten Tag hinweg. Aus energetischer und hygrothermischer Sicht stehen in dieser Zone ein erhöhter, feuchtigkeits- und geruchsabhängiger Mindestluftwechsel (Abluftprofil) sowie ein moderates Heizprofil zur Vermeidung von Auskühlung im Vordergrund.
- Zone 3: Kantine: Die Kantine stellt eine energetische Sonderzone mit ausgeprägten Lastspitzen dar. Sie zeichnet sich durch kurze, jedoch extrem intensive Nutzungsphasen während der Mittagsverpflegung aus. Dies bedingt temporär sehr hohe innere Wärmegewinne durch Personen und die Speisenausgabe. Energetisch erfordert diese Zone einen hohen Außenluftvolumenstrom zur Abfuhr von Feuchte- und Geruchslasten sowie flexibel steuerbare Wärmeübergabesysteme.

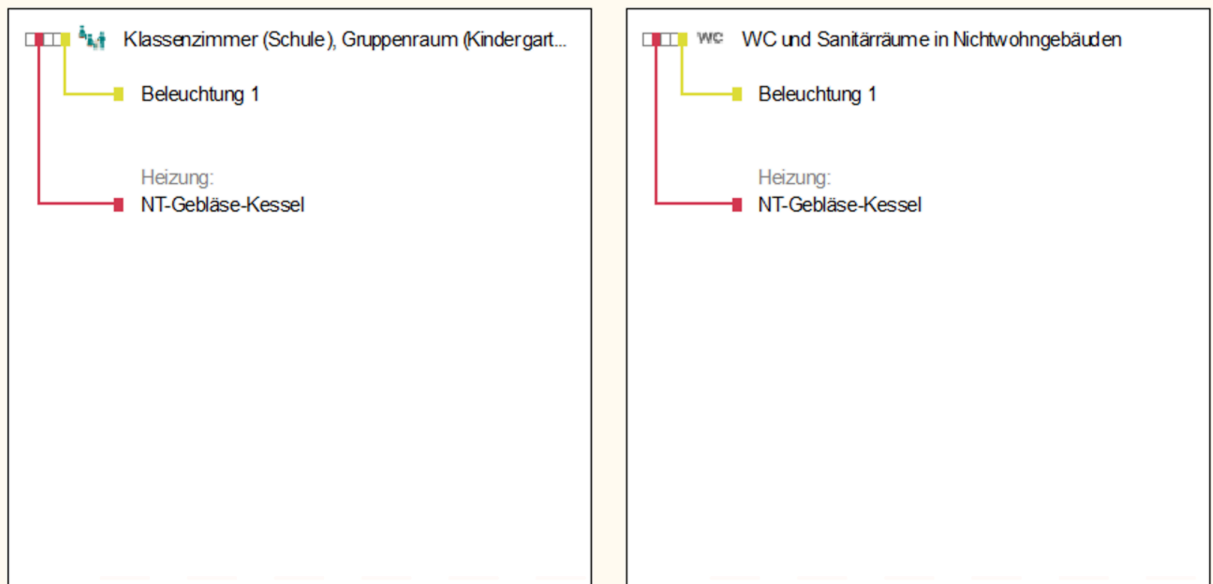
- Zone 4: Nebenfläche ohne Aufenthaltsräume: In dieser Mischzone werden technische Funktionsräume, Lagerräume, Archive sowie Pausen- und Aufenthaltsräume für das Personal und die Schülerschaft zusammengefasst. Während die reinen Nebenflächen lediglich auf einem niedrigen Grundtemperaturniveau gehalten werden und minimale Anforderungen an die Beleuchtungsstärke stellen, weisen die Aufenthaltsräume ein temporär höheres Komfort- und Beheizungsprofil auf.
- Zone 5: Gruppenbüro: Diese Zone umfasst die gesamten Verwaltungsbereiche der Schule, einschließlich des Sekretariats, der Schulleitung sowie der Arbeitsbereiche des Lehrpersonals. Sie zeichnet sich durch kontinuierliche Nutzungszeiten während der Kernarbeitszeiten aus. Energetisch sind hier konstante Raumsolltemperaturen während der Nutzungszeit sowie eine ergonomische, hocheffiziente Bildschirmarbeitsplatzbeleuchtung anzusetzen.
- Zone 6: Foyer: Das Foyer bildet den zentralen Erschließungs-, Begegnungs- und transitorischen Bereich der Schule. Aufgrund der Funktion als Haupteingangszone und des damit verbundenen erhöhten Luftwechsels durch Außenlufttüren kommt der thermischen Trennung und Vermeidung von Zugerscheinungen hier eine besondere Bedeutung zu. Die Zone weist systemisch ein niedrigeres Solltemperaturniveau auf als die Klassenräume, stellt jedoch hohe Anforderungen an die Sicherheits- und Orientierungsbeleuchtung.

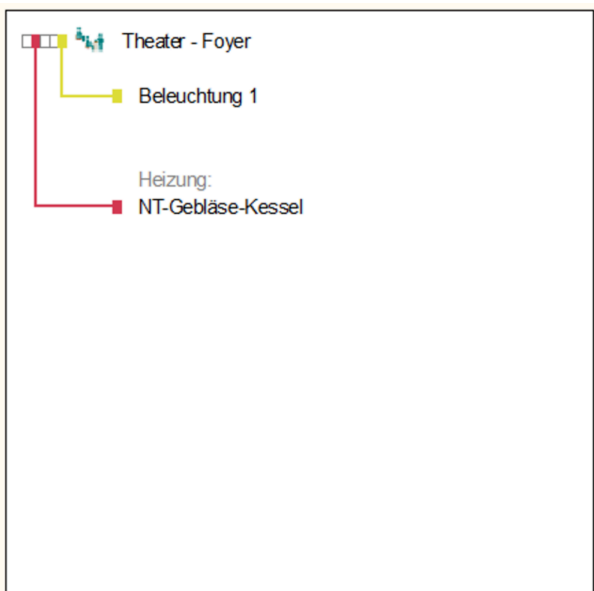
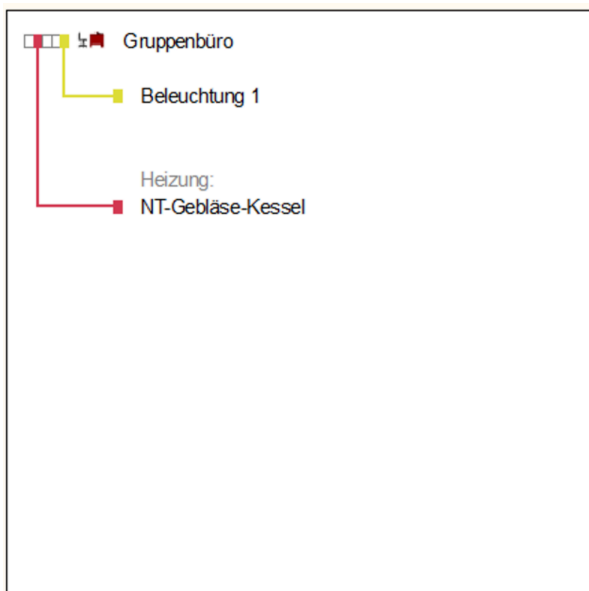
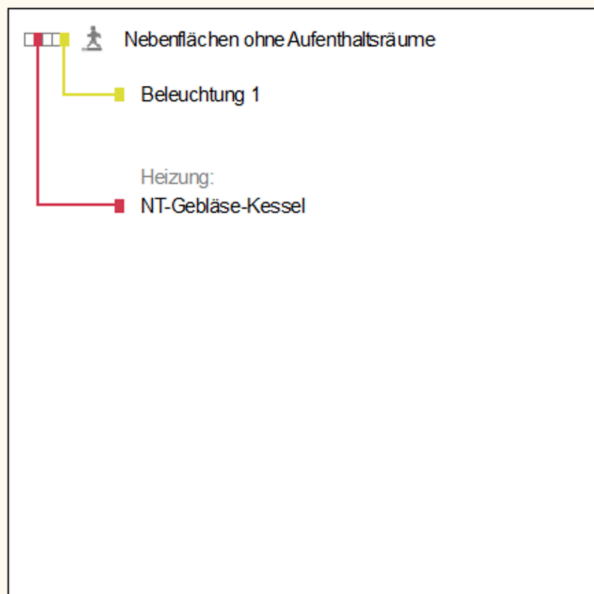
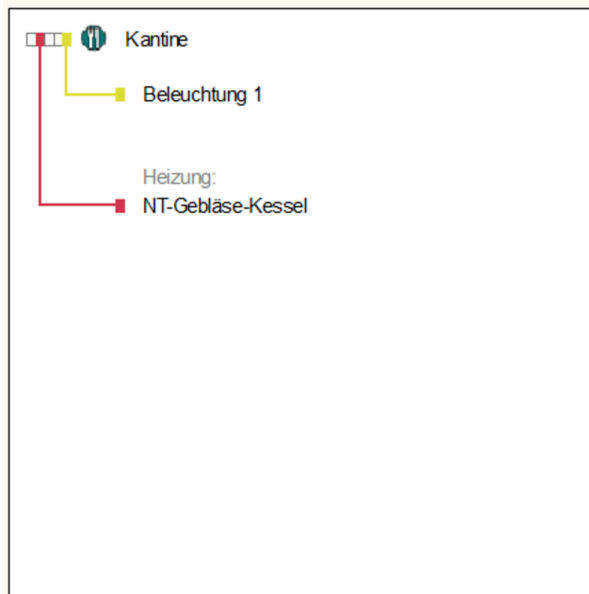
Die exakte mathematische Verknüpfung dieser sechs Nutzungsprofile mit den jeweiligen Bauteilflächen der thermischen Gebäudehülle stellt sicher, dass die energetische Bilanzierung der Hollinger Grundschule ein exaktes Abbild der realen Betriebsrealität liefert. Dies garantiert eine belastbare und rechtssichere Grundlage für den rechnerischen Nachweis sowie für den strategischen Variantenvergleich.

Versorgungsschema des gesamten Gebäudes:



Versorgungsschema für jede einzelne Zone:





2.3 Lüftungstechnik / Raumluftechnische Anlagen

Die Lüftung von Unterrichtsräumen ist im modernen Schulbau eine der zentralen Schnittstellen zwischen Energieeffizienz, baulichem Gesundheitsschutz und der Konzentrationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler. Das lüftungstechnische Konzept der Hollinger Grundschule stellt sich im Ist-Zustand wie folgt dar:

Ist-Zustand (Gesamtkomplex: Altbau, Erweiterungsbau & Anbau)

Im gesamten bestehenden Gebäudekomplex der Hollinger Grundschule – dies umfasst den ungedämmten Altbau (1950), den Erweiterungsbau (1964) sowie den Anbau (1994) – existieren derzeit keinerlei mechanische raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) zur kontrollierten Be- und Entlüftung. Der für den Schulbetrieb notwendige Luftaustausch in den Klassenräumen und administrativen Bereichen erfolgt im Ist-Zustand ausschließlich über eine freie, manuelle Fensterlüftung (Stoß- und Kipplüftung).

- Energetische und hygienische Defizite: Die manuelle Fensterlüftung ist hochgradig nutzerabhängig und im winterlichen Schulalltag mit gravierenden energetischen und raumklimatischen Nachteilen behaftet. Um die internen Lasten (insbesondere CO₂-Konzentration, Feuchtigkeit und Aerosole) in voll besetzten Klassenräumen effektiv abzuführen, sind theoretisch sehr hohe, kontinuierliche Luftwechselraten erforderlich.
- Die Konsequenz im Winterbetrieb: Das notwendige, stoßweise Öffnen der Fenster führt zu akutem Kaltlufteinfall, unangenehmen Zugscheinungen und einer schnellen Auskühlung der Bauteiloberflächen. Dies treibt die Lüftungswärmeverluste in die Höhe, da die erwärmte Raumlufte ungenutzt nach außen abgegeben wird, während die Heizungsanlage die kalte Außenluft unter hohem Energieaufwand wieder aufwärmen muss. Wird hingegen – zur Vermeidung von Zugluft – zu selten gelüftet, steigen die CO₂-Werte innerhalb kürzester Zeit rapide an, was die Lern- und Konzentrationsfähigkeit nachweislich massiv mindert.

Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2)

Ein Verbleib bei der reinen Fensterlüftung ist für die im Projekt gesetzten, hocheffizienten Zielstandards technologisch, bauphysikalisch und förderrechtlich ausgeschlossen. Um den extrem reduzierten Primärenergiebedarf eines KfW-Effizienzhauses 40 EE im Bestand sowie die restriktiven Anforderungen des Programms Klimafreundlicher Neubau (KFN) zu realisieren, ist ein systemischer Wechsel zwingend erforderlich.

Für beide Sanierungsvarianten wird daher der flächendeckende und konsequente Einbau von dezentralen Lüftungsgeräten mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (WRG) direkt in den Klassenräumen und intensiv genutzten Zonen vorgesehen

2.4 Künstliche Beleuchtung / Beleuchtungssysteme

Die künstliche Beleuchtung in Schulgebäuden stellt einen erheblichen Anteil des elektrischen Energiebedarfs dar. Die Erfassung der Beleuchtungssysteme an der Hollinger Grundschule zeigt folgendes Bild:

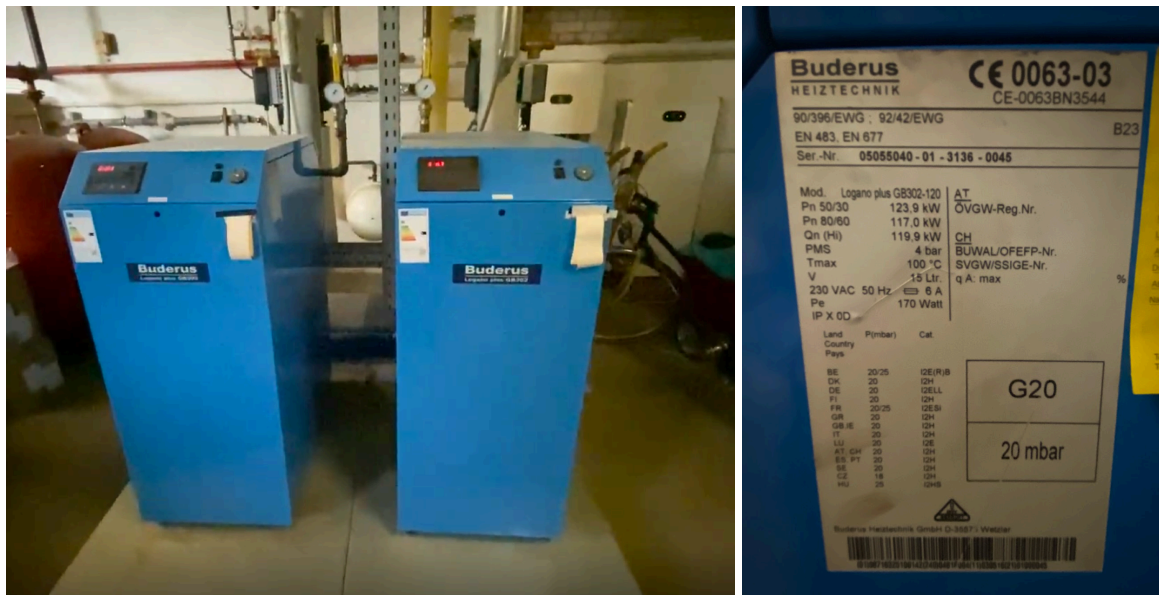
Ist-Zustand (Gesamtgebäude)

Die Beleuchtungsinfrastruktur des Schulkomplexes weist einen technologischen Sanierungsstau auf. Ein flächendeckender, strategischer Austausch hat in der Vergangenheit nicht stattgefunden; Modernisierungen erfolgten bisher ausschließlich punktuell bei raumweisen Reparaturen. Hierdurch sind aktuell lediglich ca. 20 % der gesamten Leuchtmittel auf LED-Technik umgestellt. In den verbleibenden 80 % der Flächen dominieren veraltete, konventionelle Leuchtstoffröhren mit hoher Verlustleistung, geringer Lichtausbeute und entsprechend hohem Stromverbrauch.

Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2)

Für beide Sanierungsvarianten ist die vollständige und flächendeckende Umstellung aller verbliebenen ineffizienten Leuchtmittel auf moderne LED-Technik fest vorgesehen. Die hocheffiziente Lichttechnik drosselt den elektrischen Strombedarf für die künstliche Beleuchtung drastisch. Diese Reduktion des internen Verbrauchs führt zu einer optimalen Synergiewirkung mit der geplanten Photovoltaikanlage, da der solare Eigennutzungsanteil maximiert und der teure externe Strombezug aus dem Netz minimiert wird.

2.5 Wärmeversorgung und Anlagentechnik



Die energetische Effizienz eines Nichtwohngebäudes hängt maßgeblich davon ab, wie verlustarm die Kette von der Energieerzeugung über den Transport bis hin zur Abgabe in den Räumen funktioniert. Das bestehende Gesamtsystem der Hollinger Grundschule stellt sich im Ist-Zustand wie folgt dar:

Wärmeerzeugung (Zentrale Heizzentrale)

Die Erzeugung der Heizwärme erfolgt im Ist-Zustand rein autark im eigenen Gebäude. Die zentrale Heizzentrale befindet sich im Kellergeschoss des Altbaus. Dort ist eine Kaskadenanlage aus zwei Gasthermen mit einer Nennleistung von jeweils 120 kW installiert. Diese stellen mit einer Gesamtleistung von 240 kW die thermische Energie für alle drei Gebäudeteile (Altbau, Erweiterungsbau und Anbau) zentral und rein fossil auf Basis von Erdgas bereit.

Wärmeverteilung (Rohrleitungsnetz)

Vom zentralen Heizungsverteiler im Kellergeschoss aus wird das Heizmedium über das interne Rohrnetz in die verschiedenen Gebäudebereiche geleitet. Die bestehenden Verteilleitungen sind im Bestand zwar gedämmt, das Rohrnetz entspricht jedoch aufgrund seines Alters und der hydraulischen Gegebenheiten nicht mehr dem Stand der Technik und weist spürbare Verteilverluste auf.

Wärmeübergabe in den Räumen

Die Wärmeübertragung in den Unterrichtsräumen und administrativen Zonen erfolgt flächendeckend über veraltete, konventionelle Heizkörper. Diese statischen Heizflächen erfordern konstruktionsbedingt hohe System- und Vorlauftemperaturen, was den energetischen Gesamtwirkungsgrad der Anlage mindert und einer effizienten Nutzung erneuerbarer Energien im Wege steht.



Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2)

Ein Verbleib der fossilen Erzeugung sowie der Hochtemperatur-Wärmeübergabe ist mit den hocheffizienten Zielstandards unvereinbar. Im Zuge der Dekarbonisierung wird die Gasheizzentrale vollständig demontiert und durch eine Niedertemperatur-Wärmepumpenkaskade in Kombination mit einer Photovoltaikanlage substituiert.

Um die für den wirtschaftlichen Betrieb der Wärmepumpen zwingend erforderlichen, niedrigen Vorlauftemperaturen zu realisieren, ist eine grundlegende Systemumstellung im gesamten Schulkomplex fest eingeplant:

- Systemwechsel der Wärmeübergabe: Die veralteten Heizkörper werden vollständig zurückgebaut. An ihrer Stelle wird im Zuge der Modernisierung eine hocheffiziente Flächenheizung (Fußbodenheizung) installiert. Dies maximiert die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen und steigert den thermischen Komfort erheblich.

2.6 Warmwasserbedarf

Die Struktur der Warmwasserversorgung in einem Nichtwohngebäude wie einer Schule unterscheidet sich maßgeblich von Wohnbauten, da der Bedarf meist nur punktuell und in spezifischen Zonen auftritt.

Ist-Zustand (Gesamtgebäude für beide Varianten)

An der Hollinger Grundschule wird die Warmwasserbereitung konsequent dezentral und elektrisch bereitgestellt. Es existiert kein zentrales Warmwassernetz und somit auch keine verlustbehaftete Zirkulationsleitung über die Heizzentrale. Die Versorgung gliedert sich wie folgt:

- Sanitär- und Reinigungsbereiche: Die Entnahmestellen (bspw. in den WC-Bereichen oder Teeküchen) sind raumweise mit elektrischen Untertischgeräten (Kleinspeichern) ausgestattet.
- Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2): Diese dezentrale Versorgungsstruktur hat sich energetisch bewährt und bleibt in beiden Sanierungsvarianten vollkommen unverändert. Da in Schulgebäuden die Leitungswege lang und die Gleichzeitigkeit der Warmwasserabnahme extrem gering ist, wäre der Aufbau eines zentralen Warmwassersystems wirtschaftlich wie energetisch unzumutbar. Die dezentralen Elektrogeräte erzeugen warmes Wasser ohne Bereitstellungsverluste exakt am Ort des Bedarfs. Im Zuge der Gesamtbilanzierung nach DIN V 18599 wird dieses System als hocheffizient für diesen Gebäudetyp bewertet, da es die thermischen Netzverluste auf null reduziert.

2.7 Kälteanlage / Sommerlicher Wärmeschutz





Sommerlicher Wärmeschutz / Kältetechnik

Der sommerliche Wärmeschutz und die Vermeidung sommerlicher Überhitzung sind im modernen Schulbau essentiell, um die Konzentrations- und Leistungsfähigkeit der Schüler und Lehrkräfte ohne den Einsatz energieintensiver Technik zu sichern.

Ist-Zustand (Gesamtgebäude)

Im gesamten Gebäudekomplex der Hollinger Grundschule existieren derzeit keinerlei mechanische oder aktive Klimatisierungs- bzw. Kälteanlagen. Für die energetische Bilanzierung nach DIN V 18599 wird das Gebäude als rein passiv gekühlt eingestuft. Der anlagentechnische Energieaufwand für die Kälterzeugung liegt im Ist-Zustand somit bei null.

Bestandsanalyse der Verschattungssysteme

Hinsichtlich des passiven Wärmeschutzes zeigt die Schule eine stark fragmentierte Struktur mit deutlichen funktionalen und energetischen Defiziten:

- Erweiterungsbau (1964) & Anbau (1994): Diese beiden Gebäudeteile verfügen bereits über eine funktionierende, außenliegende Sonnenverschattung. Sie fängt die Solarstrahlung vor der thermischen Hülle ab und bietet eine solide energetische Basis.
- Bürobereich (Verwaltungszone): Hier sind im Ist-Zustand lediglich innenliegende Lamellen verbaut. Diese sind energetisch unzureichend, da die solare Energie die Verglasung ungehindert passiert und erst im Rauminnen absorbiert wird, was zu einem akuten Treibhauseffekt führt.
- Altbau (1950): Die dort vorhandenen Rollläden sind für die zukünftige Nutzung als moderne Clusterräume ungeeignet. Da sie nur zwischen vollständiger Öffnung und vollständiger Schließung unterscheiden, führen sie bei Sonneneinstrahlung zu einer Totalverdunkelung. Dies erzwingt den dauerhaften Einsatz künstlicher Beleuchtung und entzieht den Räumen das pädagogisch wertvolle Tageslicht.

Bewertung für das Sanierungskonzept (Variante 1 & Variante 2)

Um die Grenzwerte der hocheffizienten Zielstandards (KfW 40 EE / KfN) prozesssicher einzuhalten, ist ein optimierter sommerlicher Wärmeschutz in allen defizitären Zonen zwingend erforderlich.

Im Sanierungskonzept wird daher ein gezielter Austausch der mangelhaften Systeme vorgesehen: Die innenliegenden Lamellen im Bürobereich sowie die ungesteuerten Rollläden des Altbaus werden vollständig zurückgebaut. An ihrer Stelle werden moderne, außenliegende und motorisierte Raffstoresysteme (Außenjalousien) mit intelligenter Tageslichtlenkung installiert. Diese Maßnahme minimiert den solaren Wärmeeintrag, verhindert die Überhitzung und gewährleistet gleichzeitig eine blendfreie, natürliche Belichtung der Arbeits- und Unterrichtsplätze.

3. Energetische Bewertung des „Ist-Zustandes“

3.1 Gesamtbewertung

GEG- und BEG-Anforderungen

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Berechnungsverfahren und Randbedingungen	GEG 2024 - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude
Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	10.720,3 m ³
Hüllfläche A	5.159,5 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	2.731,9 m ²
Fensterfläche	437,1 m ²
Außentürfläche	11,7 m ²
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG					
			GEG		BEG-Effizienzhaus			
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EG 40	EG 55	EG 70	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	334,1	☐ 164,1	117,2	☐ 46,9	☐ 64,5	☐ 82,1	☐ 187,6
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m ² K	1,0	☐ 0,6		☐ 0,2	☐ 0,2	☐ 0,3	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m ² K	2,9	☐ 2,7		☐ 1,0	☐ 1,2	☐ 1,4	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m ² K	3,0	☒ 4,3		☐ 1,6	☐ 2,0	☐ 2,4	

EE-Klasse

- ☐ Anforderung EE-Klasse nicht erfüllt (mindestens 65 % Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien).
- ☐ EE-Klasse Zusatzanforderungen



Die Zusammenführung der bautechnischen und anlagentechnischen Bestandsaufnahme ermöglicht eine klare energetische Bewertung der Hollinger Grundschule. Die Bilanzierung nach DIN V 18599 liefert hierfür präzise Kennwerte, die den massiven Handlungsbedarf für das Sanierungskonzept definieren:

Bewertung der Gebäudehülle (Opake und transparente Bauteile)

Die thermische Gebäudehülle weist im Ist-Zustand erhebliche energetische Schwachstellen auf. Der ermittelte mittlere U-Wert der opaken Bauteile liegt bei unzureichenden $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Dieser schlechte Wert resultiert direkt aus den gänzlich ungedämmten Außenwand- und schwach gedämmten Dachkonstruktionen des Altbaus (1950) sowie des Erweiterungsbaus (1964). Die massiven Transmissionswärmeverluste dieser älteren Bauabschnitte können durch den moderaten Dämmstandard des Anbaus (1994) in der Gesamtbilanz nicht annähernd kompensiert werden.

In einer ähnlich Verfassung präsentiert sich die transparente Gebäudehülle: Der mittlere U-Wert für die transparenten Bauteile beträgt $2,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Dieser hohe Wert ist ein eindeutiger Indikator für den technologischen Sanierungsstau über alle Zonen hinweg – angefangen bei den Zweifach-Isolierverglasungen der Generation 1986 im Alt- und Erweiterungsbau bis hin zu den Elementen von 1994 im Anbautrakt.

Primärenergiebedarf und Haustechnik

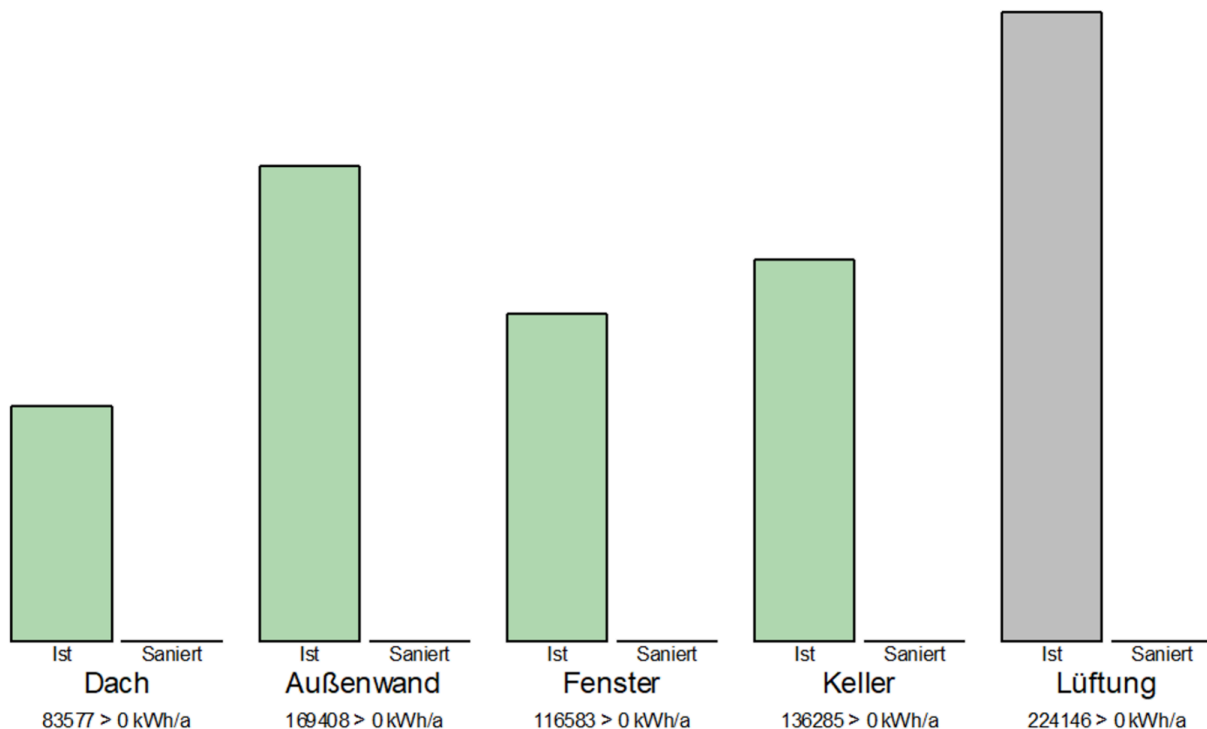
Der zentrale und kritischste Indikator der Bestandsbilanzierung ist der hohe spezifische Primärenergiebedarf der Hollinger Grundschule, welcher laut Berechnung bei $334,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ liegt. Im Vergleich zu den gesetzlichen Referenzwerten für Nichtwohngebäude sowie den Zielwerten für zukunftsfähige kommunale Liegenschaften ist dieser Wert um ein Vielfaches zu hoch.

Dieser enorme Primärenergiebedarf ist das klare Signal dafür, dass das derzeitige Wärmeversorgungssystem energetisch ineffizient und ökologisch nicht mehr tragbar ist. Die Wärmeversorgung erfolgt über eine schuleigene Heizzentrale im Keller des Altbaus. Dort ist eine Kaskadenanlage aus zwei Gasthermen mit einer Gesamtleistung von 240 kW ($2 \times 120 \text{ kW}$) installiert, die den gesamten Campus rein fossil auf Basis von Erdgas versorgt. Die anschließende Verteilung über ein überaltertes Rohrnetz und die Wärmeübergabe via Hochtemperatur-Heizkörper treiben die anlagentechnischen Verluste massiv in die Höhe.

Zusammenfassung des Ist-Zustandes (Fazit)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Hollinger Grundschule in allen Teilbereichen energetische Defizite aufweist. Die ungedämmten Hüllflächen (mittlerer opaker U-Wert von $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$), der überalterte Fensterbestand (mittlerer transparenter U-Wert von $2,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$) und die ineffiziente, rein fossile 240-kW-Gasheizzentrale bedingen im Zusammenspiel den extrem hohen Primärenergiebedarf von $334,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Dieser Ist-Zustand bildet die Grundlage für den im Folgenden dargelegten, tiefgreifenden Systemwechsel im Rahmen der beiden Sanierungsvarianten.

3.2 Gebäudehülle



Das Fünf-Balken-Diagramm schlüsselt die jährlichen Wärmeverluste der Hollinger Grundschule nach DIN V 18599 auf und zeigt die primären energetischen Schwachstellen des Gesamtkomplexes:

Lüftungswärmeverluste – 224.000 kWh

- Ursache: Dieser Posten stellt den absolut größten Verlustfaktor im gesamten Gebäude dar. Für die Unterrichtsräume schreibt das Berechnungsverfahren der DIN V 18599 aufgrund der hohen Personenbelegung sehr hohe Mindestaussenluftwechselraten vor. Da im Ist-Zustand keinerlei mechanische Lüftungsanlagen vorhanden sind, entweicht die thermische Energie beim manuellen Fensterlüften im Winterbetrieb komplett ungenutzt an die Außenatmosphäre. Die nachströmende, kalte Außenluft muss anschließend unter hohem, rein fossilem Energieaufwand wieder aufgeheizt werden.

Außenfassade / Außenwände – 169.000 kWh

- Ursache: Im Gegensatz zu moderneren Bestandsobjekten bilden die vertikalen Hüllflächen hier den zweitgrößten Verlustposten. Dies ist primär auf die großflächigen, gänzlich ungedämmten Außenwandkonstruktionen (0 cm Dämmung) des Altbaus (1950) sowie des teilweise einschaligen Erweiterungsbaus (1964) zurückzuführen. Trotz der bereits besseren baulichen Qualität im Bereich des Anbaus von 1994 (8 cm

Mineralwolledämmung) dominieren die ungedämmten Fassadenbereiche der älteren Bauabschnitte die Transmissionswärmebilanz massiv.

Kellerdecke / Erdberührte Bodenplatte – 136.000 kWh

- Ursache: Dieser erhebliche Verlustposten resultiert daraus, dass die erdberührten Bodenplatten des Altbaus (1950) und des ersten Erweiterungsbaus (1964) im Ist-Zustand über keinerlei thermische Trennung verfügen und vollständig ungedämmt sind. Obwohl das Erdreich im Winter ein höheres und konstanteres Temperaturniveau aufweist als die Außenluft, führt das gänzliche Fehlen einer Dämmschicht auf dieser großen Gesamtfläche zu kontinuierlichen Energieabgängen nach unten und zu dauerhaft kalten Fußbodenoberflächen. Die vorhandene 6 cm EPS-Dämmung unter dem Estrich des Anbaus (1994) kann dieses Defizit in der Gesamtbilanz nur geringfügig abmildern.

Fenster und Außentüren – 117.000 kWh

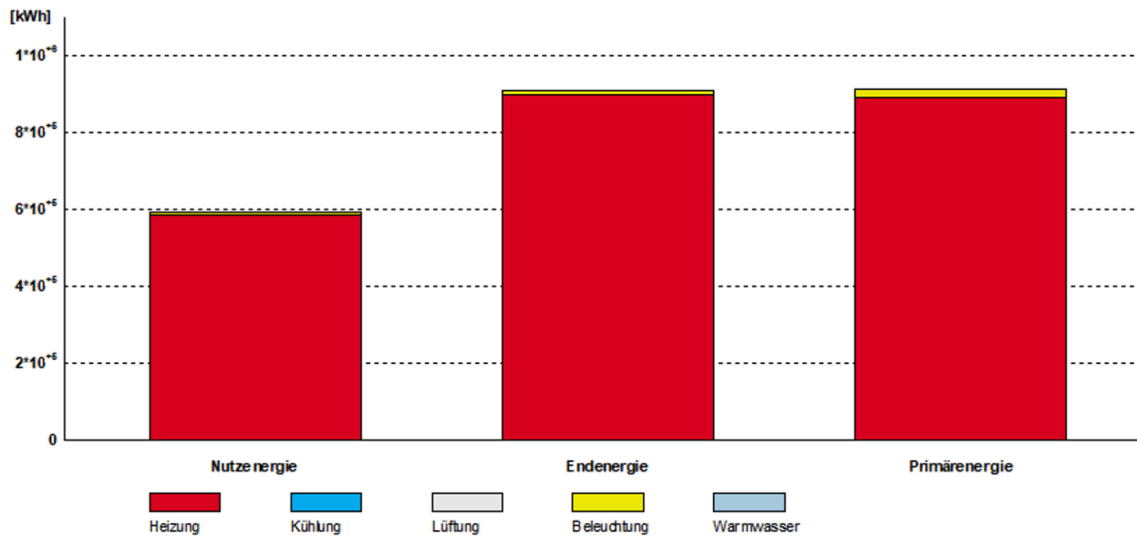
- Ursache: Die transparenten Hüllflächen verursachen kontinuierliche Transmissionsverluste. Im Alt- und Erweiterungsbau dominieren überalterte Fensterelemente aus dem Jahr 1986 mit unzureichenden Zweifach-Isolierverglasungen und hohem Fugendurchlass. Auch die im Anbau befindlichen Zweifach-Fenster der Generation 1994 weisen gealterte Dichtungen und defizitäre Rahmenprofile auf, die weit hinter heutigen energetischen Standards zurückbleiben.

Dachflächen – 84.000 kWh

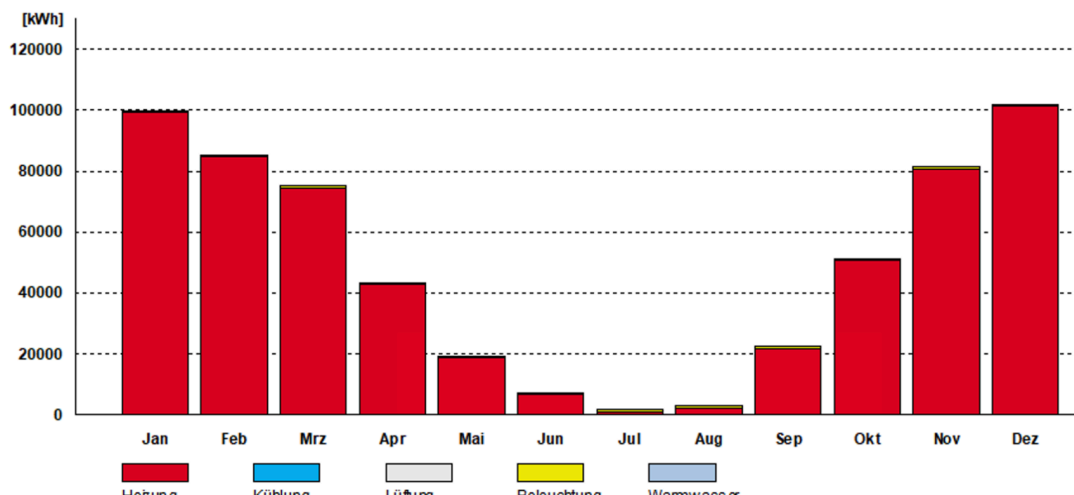
- Ursache: Dies ist der rechnerisch geringste Verlustposten. Während die oberste Geschossdecke des Altbaus (1950) mit nachträglich eingebrachten 20 cm Mineralwolle und das Flachdach des Anbaus (1994) mit 14 cm EPS einen gewissen Grundwärmeschutz bieten, bildet das Flachdach des Erweiterungsbaus (1964) mit seiner bauzeittypischen, minimalen 5 cm Korkdämmung eine gravierende energetische Schwachstelle, über die permanent Raumwärme nach oben entweicht.

Energiebilanz für das Gebäude:

in kWh/a in kWh/m²a	Gesamt	Heizung	Kühlung	Lüftung	Beleuchtung	Warmwasser
Nutzenergie	591994	585079	0	0	6915	0
	216,69	214,16	0	0	2,53	0
Endenergie	908881	897116	0	0	11765	0
	332,69	328,38	0	0	4,31	0
Primärenergie	912792	891615	0	0	21177	0
	334,12	326,37	0	0	7,75	0

**Nutzenergiebedarf - Monatsbilanzierung:**

in kWh	Gesamt	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Heizung	585079	99126	84902	74576	42956	18938	6779	1077	2309	21836	50688	80763	101128
Kühlung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lüftung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beleuchtung	6915	634	540	570	534	539	519	542	555	557	607	626	693
Warmwasser	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	591994	99760	85442	75146	43490	19477	7297	1619	2864	22393	51295	81389	101820



3.4 Gesamt - und raumweise Heizlastberechnung

Heizlastberechnung nach NA DIN EN 12831-1:2020

G2: Zusammenstellung Gebäude

Projekt-Nr. / Bezeichnung	260179 / Projekt 260179 Schule Hollingen		
ERGEBNISZUSAMMENSTELLUNG GEBÄUDE	Datum:	26.06.2026	Seite: G2
GEBÄUDEDATEN			
Nettogrundfläche	A_{NGF}	2.177	m ²
Bruttovolumen	V_e	7.077	m ³
Hüllfläche	A_{env}	4.625	m ²
WÄRMEVERLUSTKOEFFIZIENTEN			
Transmission	ΣH_t	7.682	W/K
Lüftung	ΣH_l	926	W/K
Summe	ΣH	8.608	W/K
WÄRMEVERLUSTE			
Transmission			
an Außenluft	$\Sigma \Phi_{T,ie}$	208.047	W
an unbeheizte Bereiche oder Nachbargebäude	$\Sigma \Phi_{T,iae}$	5.595	W
an andere Nutzungseinheiten	$\Sigma \Phi_{T,iae}$	-	W
an Erdreich	$\Sigma \Phi_{T,ig}$	2.986	W
Summe	$\Sigma \Phi_T$	216.627	W
Lüftung			
durch Leckagen, ALD oder Nutzung	$\Sigma \Phi_{V,leak/min,i}$	26.108	W
Zuluftvolumenstrom	$\Sigma \Phi_{V,sup,i}$	-	W
Überström-Luftvolumenstrom	$\Sigma \Phi_{V,transfer,i}$	-	W
Summe	$\Sigma \Phi_V$	26.108	W
HEIZLAST			
Standard-Heizlast	Φ_{stand}	242.735	W
Zuschlag erhöhte Innentemperatur oder Aufheizzuschlag	Φ_{zuschl}	-	W
Norm-Heizlast	Φ_{HL}	242.735	W
spez. Werte	φ_{HL}	111	W/m ²
	φ_{HL}	34	W/m ³

Grundlagen der Heizlastberechnung

Die normgerechte Heizlastberechnung (nach DIN EN 12831) bildet das haustechnische Fundament für die Planung und Dimensionierung eines jeden Heizungssystems. Sie ermittelt rein physikalisch den Wärmebedarf, der notwendig ist, um die gewünschten Raumtemperaturen auch bei extremen winterlichen Außentemperaturen (der sogenannten Auslegungstemperatur des jeweiligen Standorts) konstant aufrechterhalten zu können.

Die Berechnung unterscheidet sich grundlegend von der Energiebedarfsberechnung (z. B. nach DIN V 18599), da sie nicht den Energieverbrauch über ein ganzes Jahr prognostiziert,

sondern die maximale Spitzenleistung im kältesten Moment ermittelt. Man unterteilt die haustechnische Auslegung hierbei in drei aufeinander aufbauende Stufen:

Die Gesamtheizlast (Gebäudeheizlast)

Die Gesamtheizlast stellt die maximale thermische Leistung dar, die das gesamte Gebäude als Summe aller Räume benötigt. Sie berücksichtigt die Transmissionswärmeverluste über die gesamte Gebäudehülle (Dach, Außenwände, Fenster, Bodenplatte) sowie die Lüftungswärmeverluste durch den notwendigen Luftaustausch gegen die Außenatmosphäre.

- Zweck: Die Gesamtheizlast dient als verbindliche Planungsgrundlage für die Dimensionierung des zentralen Wärmeerzeugers (z. B. Kessel, Fernwärmestation oder Wärmepumpe). Eine präzise Berechnung verhindert eine Überdimensionierung, die zu unnötig hohen Anschaffungskosten und einem ineffizienten Taktbetrieb führt, sowie eine Unterdimensionierung, bei der das Gebäude in extremen Kälteperioden nicht ausreichend beheizt werden könnte.

Die raumweise Heizlast

Während die Gesamtheizlast den Wärmeerzeuger bestimmt, regelt die raumweise Heizlastberechnung die Verteilung im Gebäudeinneren. Hierbei wird die benötigte Heizleistung für jeden Raum separat berechnet, da jeder Raum eine individuelle Geometrie, unterschiedliche Außenwand- und Fensteranteile sowie spezifische Raum-Solltemperaturen (z. B. Klassenräume, Büros, WCs oder Verkehrsflächen) aufweist.

- Zweck: Die raumweise Heizlast ist zwingend erforderlich, um die Heizflächen (Heizkörper oder Fußbodenheizungskreise) in den einzelnen Räumen exakt auszulegen. Nur so kann sichergestellt werden, dass die installierte Heizfläche groß genug ist, um die spezifischen Verluste dieses einzelnen Raumes bei den geplanten System-Vorlauftemperaturen vollständig zu decken.

Der hydraulische Abgleich

Der hydraulische Abgleich ist die praktische und anlagentechnische Konsequenz aus der raumweisen Heizlastberechnung. Wasser wählt in einem Rohrnetz physikalisch immer den Weg des geringsten Widerstands. Ohne Regulierung würden Heizflächen, die nah an der Heizzentrale liegen, überproportional stark durchströmt, während weit entfernte Räume unterversorgt bleiben.

- Zweck: Beim hydraulischen Abgleich werden die berechneten Wasservolumenströme über voreinstellbare Thermostatventile oder Strangreguliertventile exakt auf die raumweise Heizlast einreguliert. Er stellt sicher, dass jede Heizfläche exakt die Menge an Heizwasser erhält, die sie benötigt. Dies garantiert eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Gebäude, eliminiert Strömungsgeräusche, optimiert die Rücklauftemperaturen und senkt den Strombedarf der Umwälzpumpen auf ein Minimum.

4. Energetische Sanierung

4.1. Sanierungskonzept Var. 1: KfW-Effizienzhaus 40 EE und KfN Aufstockung



Bevor die einzelnen baulichen und anlagentechnischen Modernisierungsmaßnahmen in den nachfolgenden Kapiteln detailliert aufgeschlüsselt werden, dient dieser Abschnitt als strategische und ganzheitliche Zusammenfassung der Variante 1. Das primäre Ziel dieser Variante besteht darin, den bestehenden Gebäudekomplex der Hollinger Grundschule tiefgreifend energetisch zu modernisieren und gleichzeitig durch eine innovative, nachhaltige Nachverdichtung zukunftsfähig zu erweitern. Der gesamte Campus wird hierbei konsequent auf das ambitionierte Niveau eines KfW-Effizienzgebäudes 40 EE gehoben.

Das Kürzel „EE“ (Erneuerbare Energien) signalisiert hierbei förderrechtlich, dass nach Abschluss der Maßnahmen mehr als die vorgeschriebenen 65 % des verbleibenden Wärme- und Kältebedarfs des Gebäudes aus regenerativen Energiequellen gedeckt werden. Das Konzept basiert auf einem integralen Planungsansatz: Durch die drastische Minimierung der Transmissions- und Lüftungswärmeverluste an allen Hüllflächenkomponenten wird die Basis dafür geschaffen, dass die neuen anlagentechnischen Systeme im hocheffizienten Niedertemperaturbereich betrieben werden können.

Die Kernkomponenten dieses perfekt aufeinander abgestimmten Gesamtkonzepts gliedern sich in folgende funktionale Säulen:

Konstruktive Erweiterung und vollumfängliche thermische Ertüchtigung der Gebäudehülle

Um den Standard eines KfW-Effizienzgebäudes 40 EE zu realisieren, wird die gesamte thermische Hülle der Hollinger Grundschule über alle Baualtersklassen hinweg lückenlos geschlossen und optimiert. Die bauliche Umsetzung umfasst folgende Kernmaßnahmen:

- Rückbau des Dachgeschosses und Aufstockung. Das bisherige, unbeheizte Dachgeschoss des Altbaus wird vollständig zurückgebaut. Nach einer umfassenden statischen Ertüchtigung der Decke über dem Erdgeschoss wird auf dieser konstruktiven Basis eine neue Aufstockung in nachhaltiger, hochgedämmter Holzrahmenbauweise errichtet, um ca. 500 m² zusätzliche, moderne Nutzfläche zu generieren.
- Neuaufbau der Dachlandschaft (Flachdach): Im Zuge der Aufstockung und Bestandssanierung wird ein neues, zukunftsfähiges Flachdach konstruiert. Für den optimalen Wärmeschutz nach oben sorgt eine 18 cm starke PUR-Hochleistungsdämmung, die je nach Dachabschnitt und Konstruktionsanforderung in den hocheffizienten Wärmeleitstufen WLS 023 ausgeführt wird, um Transmissionsverluste fast vollständig zu eliminieren.
- Ganzheitliche Fassadendämmung (Altbau, Erweiterungsbau & Anbau): Die vertikale Gebäudehülle wird über alle drei Bauabschnitte hinweg vollumfänglich und ohne Ausnahmen energetisch ertüchtigt. Auf den Außenwänden des Altbaus (1950), des Erweiterungsbaus (1964) sowie des Anbaus (1994) werden flächendeckend 16 cm Mineralwolle aufgedämmt. Die abschließende Verkleidung der gesamten Schulfassade erfolgt – je nach finaler gestalterischer Abstimmung – mit hochwertigen Fassadenplatten oder äquivalenten Vorhangsystemen.
- Vollständige Perimeterdämmung (ausgekoffert): Die erdberührten Kellerwandflächen werden im Zuge der Sanierungsarbeiten vollständig ausgekoffert und freigelegt. An der Außenwand wird eine 16 cm starke Perimeterdämmung appliziert, um feuchtigkeits- und temperaturbedingte Schwachstellen im Erdreich konsequent und lückenlos zu beheben.
- Ganzheitliche Fußbodendämmung im Minimalaufbau: Der gesamte Fußboden – übergreifend im Altbau, in der Erweiterung sowie im Anbau – wird mit einer 4 cm starken PUR-Hochleistungsdämmung nachgedämmt. Dieser Aufbau ist systemisch so extrem dünn dimensioniert, dass es sich um die minimal mögliche Konstruktionshöhe handelt. Dadurch wird garantiert, dass im gesamten Schulgebäude keine lichte Deckenhöhe verloren geht. Sie fungiert zeitgleich als zwingende thermische Barriere unterhalb der neu zu installierenden Niedertemperatur-Flächenheizung.
- Erneuerung der transparenten Hüllflächen: Sämtliche Fenster und Außentüren des Gesamtkomplexes werden komplett ausgetauscht. Zum Einsatz kommen Dreifach-Wärmeschutzverglasungen mit einem Fenster-U-Wert von 0,95 W/(m²·K) sowie thermisch entkoppelte, hochdämmende Außentüren mit einem U-Wert von 1,3 W/(m²·K). Dadurch werden der winterliche Kaltluftabfall sowie jegliche Kondensattrisiken im Laibungsbereich nachhaltig eliminiert.

Vollständige Erneuerung und Dekarbonisierung der Anlagentechnik

Das haustechnische Herzstück der Variante 1 ist der Systemwechsel weg von fossilen Energieträgern hin zu einem vollelektrischen, regenerativen Gesamtkonzept:

- **Hocheffiziente Wärmepumpenkaskade (66 kW Gesamtleistung):** Die alte Gasheizzentrale wird vollständig demontiert. An ihre Stelle tritt ein monovalentes, rein regeneratives Heizsystem, welches als modular gesteuerte Luft-Wasser-Wärmepumpenkaskade ausgeführt wird. Um eine optimale Lastflexibilität zu gewährleisten, ist das System intelligent als Wärmepumpenkaskade ausgelegt. Dieses System speist die neue Niedertemperatur-Flächenheizung.
- **Kontrollierte dezentrale Lüftungsstrategie:** In allen Klassenräumen, Differenzierungsflächen und administrativen Zonen werden kompakte, dezentrale Lüftungsanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (WRG) installiert. Diese drosseln die Lüftungswärmeverluste im Winterbetrieb auf ein Minimum und garantieren vollautomatisch eine konstant exzellente, CO₂-optimierte Raumluftqualität für den Schulbetrieb.
- **Erneuerung der elektrischen Infrastruktur und LED-Technik:** Die gesamte elektrische Infrastruktur sowie die Haustechnik-Elektrik werden von Grund auf erneuert. Die künstliche Beleuchtung wird zu 100 % auf langlebige, flimmerfreie LED-Technik umgestellt, was den elektrischen Hilfsenergiebedarf der Schule drastisch reduziert.
- **Großflächige Photovoltaikanlage (150 kWp):** Auf den neu geschaffenen und sanierten Flachdachflächen wird eine leistungsstarke Photovoltaikanlage mit einer installierten Spitzenleistung von 150 kW Peak errichtet. Der generierte Solarstrom wird über ein optimiertes Eigenverbrauchskonzept direkt vor Ort genutzt, um die Wärmepumpenkaskade, die dezentralen Lüftungsantriebe und die LED-Beleuchtung zu speisen. Dies minimiert den externen Strombezug aus dem öffentlichen Netz und sichert extrem niedrige, krisenfeste Betriebskosten.

Zusammenfassendes Fazit der Variante 1

Die Variante 1 transformiert die Hollinger Grundschule durch die Kombination aus der KfN Aufstockung und einer kompromisslosen, lückenlosen Bestandssanierung in einen hochmodernen, CO₂-neutralen Gebäudekomplex auf KfW 40 EE-Niveau. Die investiven Mittel werden hocheffizient eingesetzt: Jedes Bauteil der thermischen Hülle (Dach: 18 cm PUR, Fassade: 16 cm Mineralwolle mit Plattenverkleidung über alle Trakte, Keller: 16 cm Perimeter ausgekoffert, Fußboden: 4 cm PUR im Minimalaufbau, Fenster: 0,95 / Türen: 1,3) wird konsequent ertüchtigt. Im perfekten Zuschnitt mit der dekarbonisierten Haustechnik

(66-kW-Wärmepumpenkaskade, dezentrale Lüftung, LED und 150-kWp-PV-Anlage) entsteht ein zukunftsweisendes Gesamtprojekt mit maximaler CO₂-Minderungswirkung und dauerhafter energetischer Betriebssicherheit für die Kommune.

4.1.1 Energetische Sanierung der Gebäudehülle

Hollingner Grundschule Flachdachsanierung

Flachdach
erstellt am 29.6.2026

Wärmeschutz

$U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

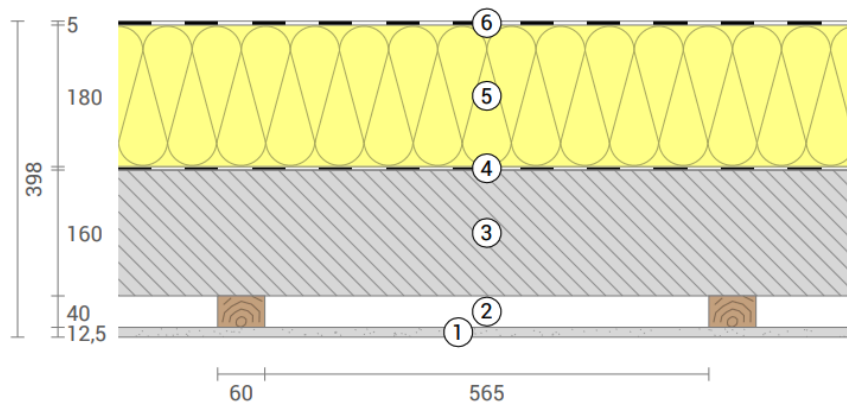
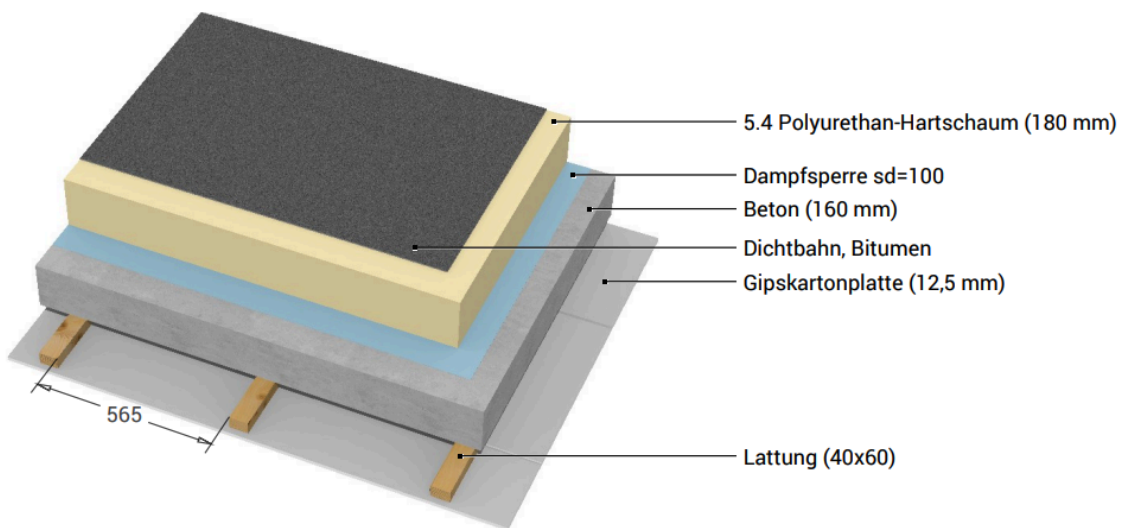


Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100

Phasenverschiebung: nicht relevant

Wärmekapazität innen: $358 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- | | | |
|------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| ① Gipskartonplatte (12,5 mm) | ③ Beton (160 mm) | ⑤ 5.4 Polyurethan-Hartschaum (180 mm) |
| ② Installationsebene (40 mm) | ④ Dampfsperre sd=100 | ⑥ Dichtbahn, Bitumen |

Energetische Sanierung der Dachflächen (Flachdach Gesamtkomplex)

Die energetische Ertüchtigung des Flachdachs ist ein wesentlicher Schritt zur Verbesserung der Energieeffizienz des Schulgebäudes. Durch die Optimierung des Wärmeschutzes werden die thermischen Verluste über die obere horizontale Hüllfläche minimiert, der Heizenergiebedarf spürbar gesenkt und der raumklimatische Komfort maßgeblich erhöht.

Energetische Kennwerte des neuen Dachaufbaus

- Maximaler Wärmeschutz: Durch den Einsatz einer hocheffizienten Hochleistungsdämmung aus 180 mm Polyurethan-Hartschaum (PUR) wird ein hervorragender Wärmedurchgangskoeffizient von $U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ erreicht.
- Thermische Effizienz: Die bisherigen erheblichen Transmissionswärmeverluste über das Dach werden systemisch nahezu vollständig eliminiert.
- Steigerung des Raumkomforts: Die raumseitige Oberflächentemperatur der Decke wird im Winter deutlich angehoben. Ein winterlicher Kondensatausfall oder ein bauphysikalisches Schimmelrisiko an der Deckeninnenseite wird somit physikalisch sicher ausgeschlossen.

Fazit

Die thermische Sanierung der Dachflächen stellt eine hocheffiziente Kernmaßnahme dar, die den winterlichen Wärmeverlust stoppt und gleichzeitig als passives Schutzschild gegen sommerliche Überhitzung wirkt. Die exzellenten energetischen Kennwerte tragen maßgeblich zur Dekarbonisierung des Schulgebäudes bei und senken die langfristigen Bewirtschaftungskosten der Liegenschaft nachhaltig.

HollingerGrundschule Außenmauerwerksanierung

Außenwand
erstellt am 29.6.2026

Wärmeschutz

$U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

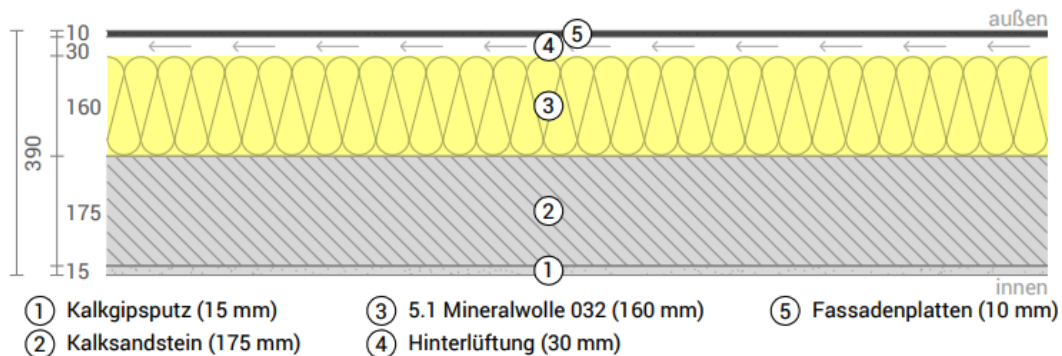
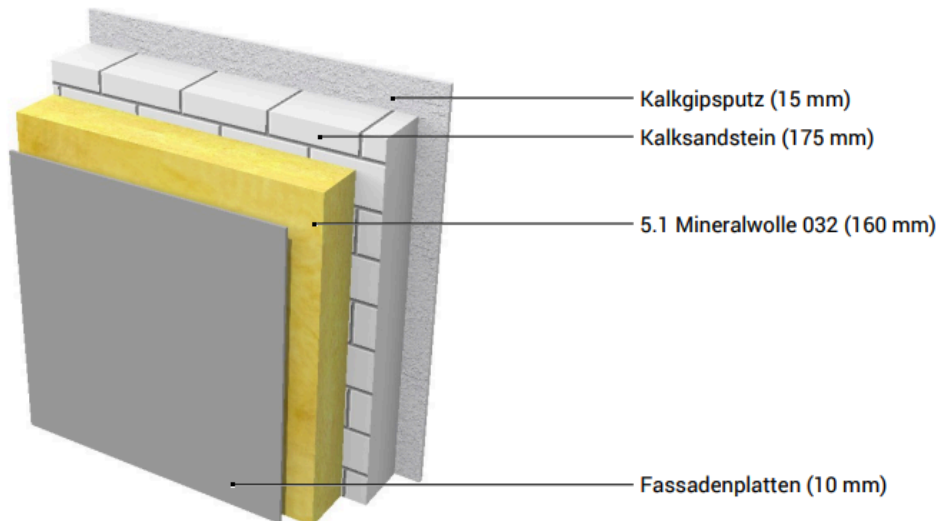


Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: >100

Phasenverschiebung: nicht relevant

Wärmekapazität innen: $222 \text{ kJ/m}^2\text{K}$



Energetische Sanierung der Außenwände (Fassade Gesamtkomplex)

Die energetische Ertüchtigung der vertikalen Gebäudehülle ist ein wesentlicher Schritt zur Verbesserung der Energieeffizienz des Schulgebäudes. Durch die Optimierung des Wärmeschutzes werden die thermischen Verluste über die Außenwände minimiert, der Heizenergiebedarf spürbar gesenkt und der raumklimatische Komfort in allen Unterrichts- und Verwaltungszonen maßgeblich erhöht.

Energetische Kennwerte des neuen Wandaufbaus

- Maximaler Wärmeschutz: Durch das flächendeckende Aufbringen einer hocheffizienten Dämmschicht aus 160 mm Mineralwolle der Wärmeleitstufe WLS 032 wird ein hervorragender Wärmedurchgangskoeffizient von $U = 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ erreicht.
- Thermische Effizienz: Die bisherigen massiven Transmissionswärmeverluste über die ungedämmten Bestandsfassaden werden durch die vollumfängliche Überdämmung gestoppt und auf ein Minimum drosselt.
- Steigerung des Raumkomforts: Die raumseitige Oberflächentemperatur der Außenwände wird im Winterbetrieb signifikant auf hervorragende $19,4 \text{ }^\circ\text{C}$ (bei $-5 \text{ }^\circ\text{C}$ Außenluft) angehoben. Da die Wandinnenseite dadurch weit oberhalb des Taupunkts liegt, wird ein winterlicher Kondensatausfall oder Schimmelrisiko in den Unterrichtsräumen physikalisch absolut sicher ausgeschlossen.

Fazit

Die thermische Sanierung der Außenwände stellt eine tragende Kernmaßnahme dar, die den winterlichen Energieabgang über die Fassade stoppt und im Sommer als massives, passives Schutzschild wirkt. Die exzellenten energetischen Kennwerte tragen maßgeblich zur Dekarbonisierung des Schulgebäudes bei und senken die langfristigen Bewirtschaftungskosten der Liegenschaft für die Kommune nachhaltig.

HollingerGrundschule Bodenplatte Sanierung

Kellerdecke
erstellt am 29.6.2026

Wärmeschutz

$$U = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

GEG 2020/24 Bestand*: $U < 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

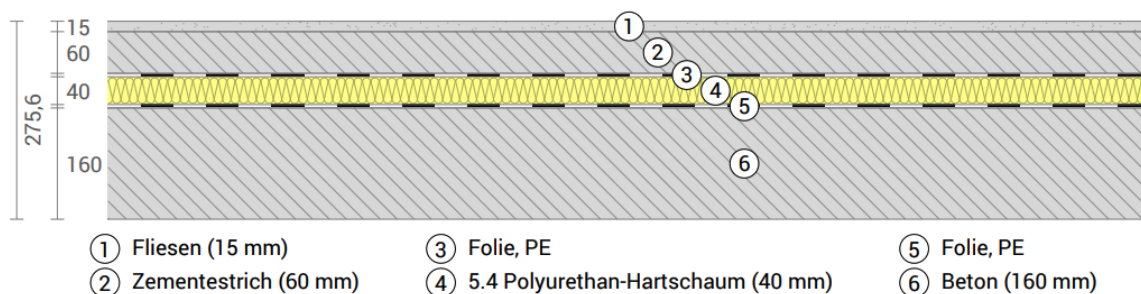
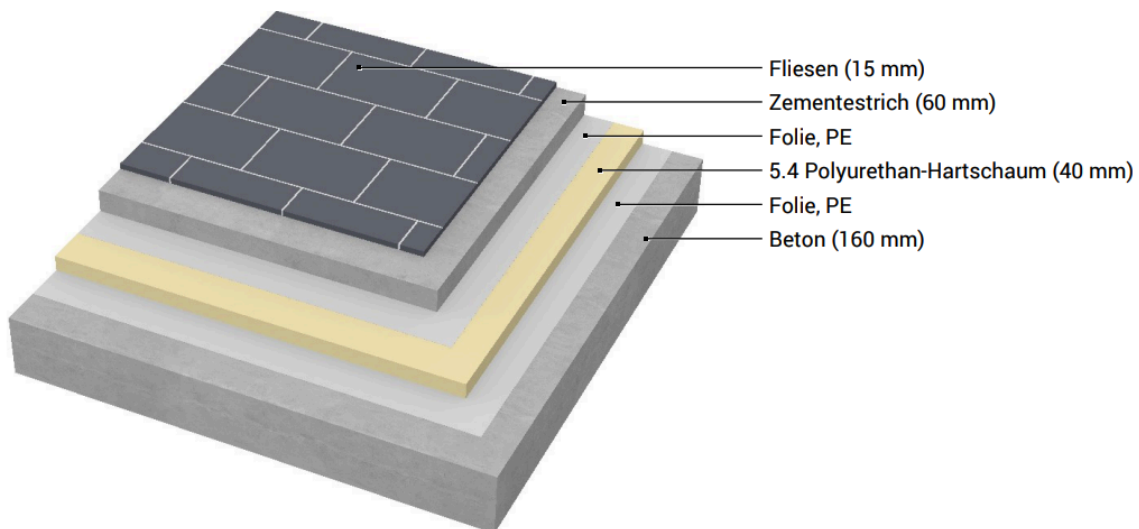


Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 23

Phasenverschiebung: 9,3 h

Wärmekapazität innen: 142 kJ/m²K



Energetische Sanierung des Fußbodens

Die energetische Ertüchtigung des Fußbodens bzw. der erdberührten Bodenplatte ist ein wesentlicher Schritt zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz des Schulgebäudes. Durch die Optimierung des Wärmeschutzes werden die thermischen Verluste an das Erdreich minimiert, der Heizenergiebedarf spürbar gesenkt und der raumklimatische Komfort maßgeblich erhöht.

Energetische Kennwerte des neuen Fußbodenaufbaus

- Wärmeschutz im Minimalaufbau: Durch den gezielten Einsatz einer hochdruckfesten, 40 mm starken Polyurethan-Hartschaum-Dämmung (PUR) wird ein Wärmedurchgangskoeffizient von $U = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ realisiert. Da diese Konstruktion

bewusst auf maximale Raumhöhe optimiert und als minimal mögliche Konstruktionshöhe geplant wurde, wird garantiert, dass im Schulgebäude keinerlei lichte Deckenhöhe verloren geht.

- Steigerung des Raumkomforts und der Wohnhygiene: Die raumseitige Oberflächentemperatur des Fußbodens wird im Winterbetrieb auf hervorragende 18,3 °C (bei -5 °C Außenluft/Untergrund) angehoben. Dies eliminiert die unangenehme Strahlungskälte („kalte Füße“) im winterlichen Schulalltag vollständig. Da die Oberfläche weit oberhalb des Taupunkts liegt, wird zudem ein winterlicher Kondensatausfall oder ein bauphysikalisches Schimmelrisiko im bodennahen Wandanschlussbereich absolut sicher ausgeschlossen.
- Effizienzsteigerung des Heizsystems: Die 40 mm starke PUR-Dämmschicht fungiert als hochwirksames Schutzschild nach unten. Sie stellt prozesssicher sicher, dass die von der neu installierten Flächenheizung erzeugte Wärme exakt gerichtet nach oben in die Klassenräume und Cluster abgegeben wird, anstatt ungenutzt in das Erdreich zu diffundieren.

Fazit

Die thermische Sanierung des Fußbodens stellt eine hocheffiziente Kernmaßnahme dar, die im schadlosen Minimalaufbau den winterlichen Energieabgang nach unten stoppt und ein behagliches, fußwarmes Raumklima schafft. Die exzellenten energetischen Kennwerte tragen maßgeblich zur Dekarbonisierung der Hollinger Grundschule bei, stützen die jahreszeitliche Effizienz der Wärmepumpen und senken die langfristigen Bewirtschaftungskosten der Liegenschaft bei maximalem Erhalt des inneren Raumvolumens.

HollingerGrunschule Kelleraußenwandsanierung

Außenwand
erstellt am 29.6.2026

Wärmeschutz

$$U = 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

EnEV Bestand*: $U < 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

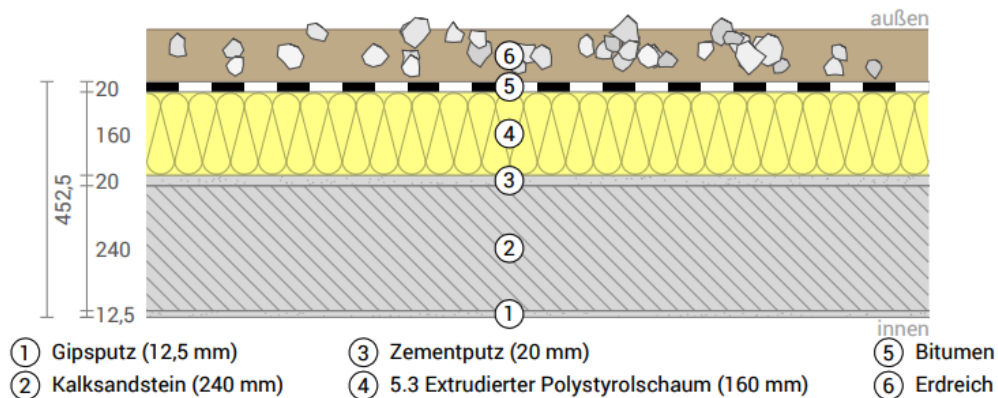
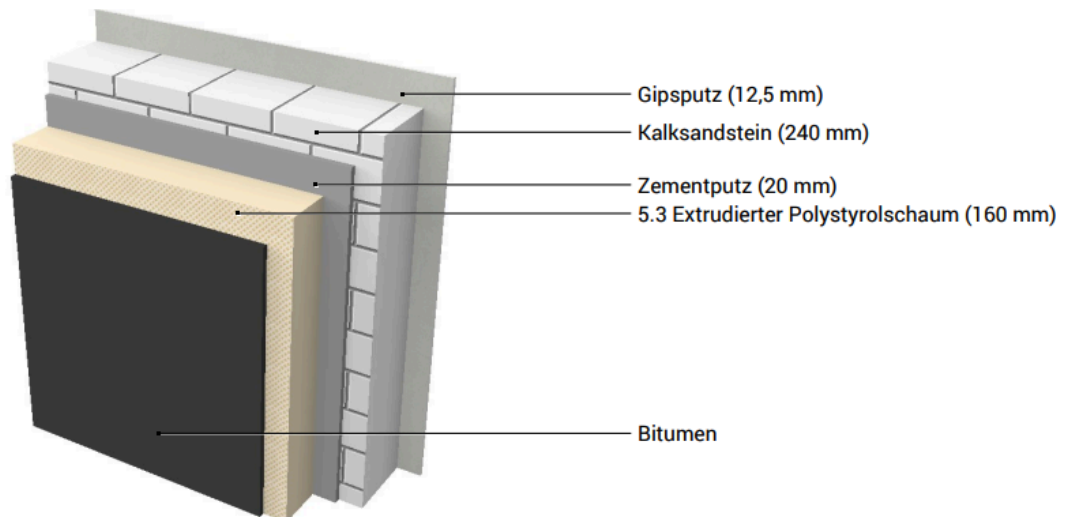


Hitzeschutz

Bauteil grenzt an Erdreich:

TAV und Phase nicht relevant.

Wärmekapazität innen: $459 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



Energetische Sanierung der Kelleraußenwände (Perimeterdämmung)

Die energetische Ertüchtigung der erdberührten Kelleraußenwände ist ein wesentlicher Schritt zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz des Schulgebäudes. Durch die Optimierung des Wärmeschutzes werden die lateralen thermischen Verluste an das umgebende Erdreich minimiert, der Heizenergiebedarf spürbar gesenkt und der raumklimatische Komfort in den tieferliegenden Gebäudestrukturen maßgeblich erhöht.

Energetische Kennwerte des neuen Wandaufbaus

- **Maximaler Wärmeschutz:** Durch das vollständige Auskoffern und den Einbau einer hochdruckfesten, 160 mm starken Perimeterdämmung aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) wird ein hervorragender Wärmedurchgangskoeffizient von $U = 0,17 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ erreicht.
- **Thermische Effizienz:** Die Transmissionswärmeverluste über die erdberührte vertikale Hüllfläche werden systemisch signifikant reduziert und der kontinuierliche, unkontrollierte Wärmeabfluss aus den beheizten Kellerzonen in den kühlen sanierten Baugrund prozesssicher gestoppt.
- **Steigerung des Raumkomforts und der Wohnhygiene:** Die raumseitige Oberflächentemperatur der Kellerinnenwand wird im Winterbetrieb auf hervorragende $19,2 \text{ °C}$ angehoben. Da diese Temperatur weit oberhalb des kritischen Taupunkts liegt, wird ein winterlicher Kondensatausfall oder ein bauphysikalisches Schimmelrisiko an den Wandinnenseiten dauerhaft und absolut sicher ausgeschlossen.

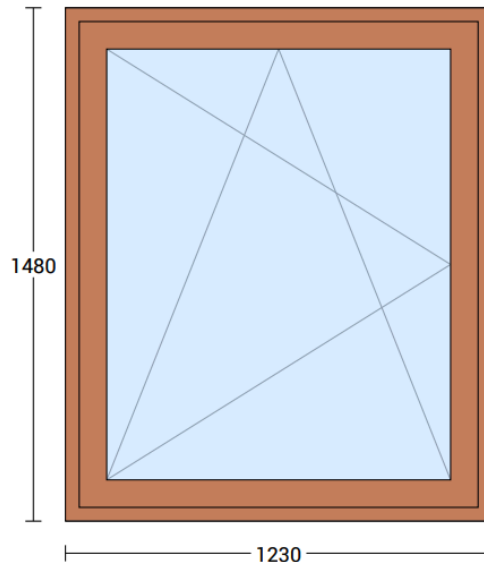
Fazit

Die thermische Sanierung der Kelleraußenwände stellt eine hocheffiziente Kernmaßnahme dar, die den winterlichen Energieabgang an das Erdreich stoppt, dauerhaften Feuchtigkeitsschutz bietet und ein behagliches Raumklima schafft. Die exzellenten energetischen Kennwerte tragen maßgeblich zur Dekarbonisierung der Hollinger Grundschule bei und senken die langfristigen Bewirtschaftungskosten der Liegenschaft nachhaltig.

HollingerGrundschule Fensteraustausch

Fenster
erstellt am 29.6.2026

U-Wert-Berechnung



Abmessungen

Außenmaß (B x H): 1,23 m x 1,48 m
Fläche: 1,82 m²

Rahmen

Rahmen Breite: 119 mm U-Wert: 1,1 W/(m²K) Fläche: 0,588 m²
Rahmenanteil: 32,3%

Verglasung

Typ: 3-Scheiben Wärmeschutzglas
U-Wert: 0,6 W/(m²K)
Fläche: 1,232 m²

Randverbund

ψ-Wert: 0,07 W/(mK)
Länge: 4,468 m

$$U_w = 0,93 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Energetische Sanierung der Fenster und Außentüren

Die energetische Ertüchtigung der Fenster und Außentüren ist ein wesentlicher Schritt zur Verbesserung der Energieeffizienz des Hauptgebäudes. Durch die Optimierung des Wärmeschutzes im transparenten Bereich werden die thermischen Verluste über die Fassadenöffnungen minimiert, der Heizenergiebedarf drastisch gesenkt und der raumklimatische Komfort im Schulgebäude maßgeblich erhöht.

Energetische Kennwerte des neuen Fenstersystems

- Hervorragender Wärmeschutz: Das neue Gesamtsystem erreicht einen exzellenten Wärmedurchgangskoeffizienten von $U_w = 0,95 \text{ (W/(m}^2\text{K))}$.
- Hocheffiziente Verglasung: Zum Einsatz kommt ein modernes 3-Scheiben-Wärmeschutzglas, das mit einer isolierenden Edelgasfüllung im Scheibenzwischenraum einen überragenden thermischen Isolationswert von $U_g = 0,6 \text{ (W/(m}^2\text{K))}$ aufweist.
- Thermisch optimierter Randverbund: Durch die Verwendung einer thermisch getrennten „warmen Kante“ mit einem niedrigen linearen Wärmedurchgangskoeffizienten werden punktuelle Kältebrücken im Übergang zum Rahmen effektiv minimiert.
- Steigerung des Raumkomforts: Die raumseitige Oberflächentemperatur der Innenscheiben wird im Winter deutlich angehoben. Der unangenehme Kaltluftabfall an den Fensterflächen sowie Zugluft im Klassenzimmer werden vollständig eliminiert. Zudem wird das bauphysikalische Risiko von Kondensat- und Schimmelbildung im kritischen Laibungsbereich physikalisch sicher ausgeschlossen.

Fazit

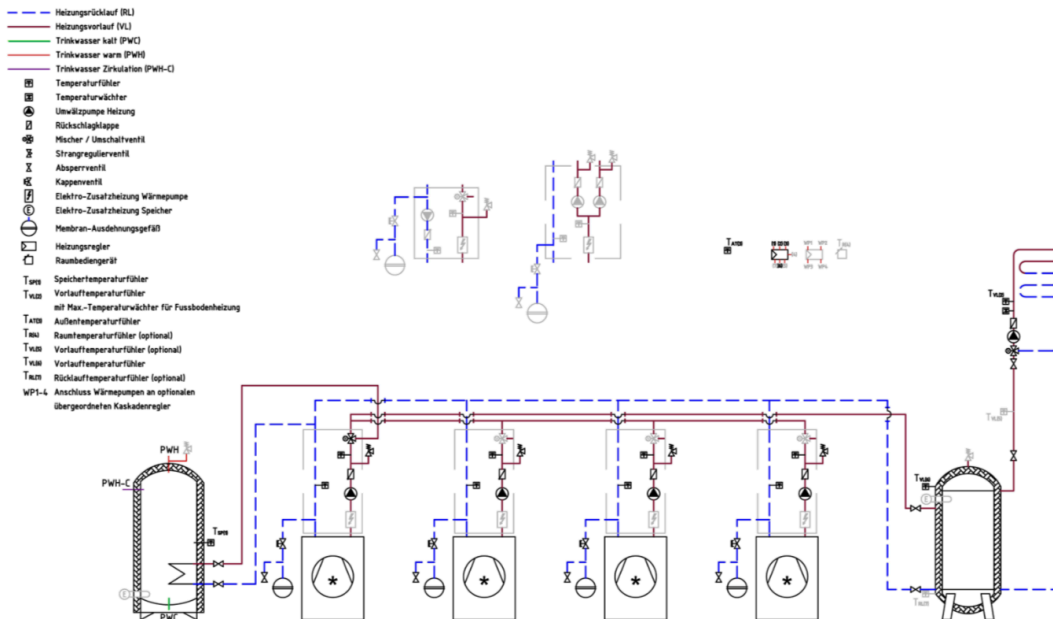
Der vollständige Austausch der Fenster stellt eine wirksame energetische Maßnahme dar, die die größte thermische Schwachstelle der vertikalen Gebäudehülle schließt. Die exzellenten energetischen Kennwerte des neuen Systems tragen maßgeblich zur Dekarbonisierung des Schulgebäudes bei und sichern dauerhaft minimale Betriebskosten bei optimaler thermischer Behaglichkeit im Unterrichtsalltag

4.1.2 Energetische Sanierung der Anlagentechnik

Heizlastberechnung nach NA DIN EN 12831-1:2020

G2: Zusammenstellung Gebäude

Projekt-Nr. / Bezeichnung		Projekt 260179 Schule Hollingen Vollanierung Heizlast	
ERGEBNISZUSAMMENSTELLUNG GEBÄUDE		Datum: 29.06.2026	Seite: G2
GEBÄUDEDATEN			
Nettogrundfläche	A_{NGF}	2.732	m ²
Bruttovolumen	V_0	8.961	m ³
Hüllfläche	A_{env}	3.863	m ²
WÄRMEVERLUSTKOEFFIZIENTEN			
Transmission	ΣH_t	1.685	W/K
Lüftung	ΣH_l	671	W/K
Summe	ΣH	2.356	W/K
WÄRMEVERLUSTE			
Transmission			
an Außenluft	$\Sigma \Phi_{t,ie}$	41.042	W
an unbeheizte Bereiche oder Nachbargebäude	$\Sigma \Phi_{t,iae}$	-	W
an andere Nutzungseinheiten	$\Sigma \Phi_{t,iaBE}$	-	W
an Erdreich	$\Sigma \Phi_{t,ig}$	6.475	W
Summe	$\Sigma \Phi_t$	47.517	W
Lüftung			
durch Leckagen, ALD oder Nutzung	$\Sigma \Phi_{V,leak/min,l}$	18.927	W
Zuluftvolumenstrom	$\Sigma \Phi_{V,sup,l}$	-	W
Überström-Luftvolumenstrom	$\Sigma \Phi_{V,transfer,l}$	-	W
Summe	$\Sigma \Phi_V$	18.927	W
HEIZLAST			
Standard-Heizlast	Φ_{stand}	66.445	W
Zuschlag erhöhte Innentemperatur oder Aufheizzuschlag	Φ_{zuschl}	-	W
Norm-Heizlast	Φ_{HL}	66.445	W
spez. Werte	φ_{HL}	24	W/m ²
	φ_{HL}	7	W/m ³



Energetische Sanierung der Wärmeerzeugung (Heizungsanlage)

Die anlagentechnische Sanierung der Wärmeerzeugung ist der primäre Hebel zur vollständigen Dekarbonisierung des Gebäudekomplexes. Durch den konsequenten Umstieg von fossilen Energieträgern auf ein hocheffizientes, regeneratives System wird der

Primärenergiebedarf der Hollinger Grundschule massiv gesenkt und die Liegenschaft zukunftssicher aufgestellt.

Energetische Kennwerte des neuen Heizungssystems

- Optimierte Heizlast: Auf Basis der tiefgreifenden Sanierungsmaßnahmen an der thermischen Gebäudehülle ergibt die neue Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 einen drastisch reduzierten maximalen Wärmebedarf von 66 kW für das gesamte Schulgebäude. Eine Überdimensionierung der Anlage wird dadurch konsequent vermieden.
- Reiner Niedertemperatur-Flächenbetrieb: Das gesamte Schulgebäude (Altbau, Erweiterung und Anbau) wird im Zuge der Modernisierung flächendeckend und vollständig mit einer hocheffizienten Fußbodenheizung ausgestattet. Das Gesamtsystem wird für minimale Systemtemperaturen (max. 35 °C Vorlauf) ausgelegt, was die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen maximiert.
- Vollständige Dekarbonisierung: Durch den Rückbau der alten, gasbasierten 240-kW-Heizzentrale wird der direkte CO₂-Ausstoß der Schule für die Raumbeheizung am Standort vollständig auf null reduziert.
- Verlustfreie Wärmeverteilung: Die interne Rohrleitungsinfrastruktur wird über alle Zonen hinweg saniert und durch komplett neue, gedämmte Verteilleitungen ersetzt. Über den integrierten hydraulischen Abgleich an den neuen Heizkreisverteilern wird eine absolut gleichmäßige Wärmeverfügbarkeit in allen Klassenräumen prozesssicher gewährleistet.
- Hervorragende Teillast-Effizienz: Die kaskadierte Leistungsaufteilung der Außenmodule erlaubt eine modulierende, exakte Anpassung an den realen, schwankenden Wärmebedarf im Schulalltag oder im reduzierten Ferienbetrieb. Dies verhindert ein ineffizientes Taktverfahren (häufiges An- und Ausschalten) und senkt den Strombedarf der Anlage auf ein Minimum.

Fazit

Die haustechnische Sanierung der Heizzentrale durch eine außenaufgestellte 66-kW-Wärmepumpenkaskade in Kombination mit der flächendeckenden Fußbodenheizung und dem vollständig neuen Rohrleitungsnetz bildet das ökologische und ökonomische Kernstück des neuen Energiekonzepts. Durch diese aufeinander abgestimmte Systemarchitektur wird die Hollinger Grundschule anlagentechnisch vollständig autark und erfüllt die strengen Kriterien für den angestrebten KfW-Effizienzhaus-Standard prozesssicher.

Vorlauftemperaturoptimierung (Exkurs)

Die Reduzierung der Vorlauftemperatur im Hauptgebäude ist ein zentraler Schritt, um den Einsatz einer Wärmepumpe effizient zu gestalten und den Energieverbrauch nachhaltig zu senken. Eine Wärmepumpe arbeitet umso effizienter, je geringer die Differenz zwischen der benötigten Vorlauftemperatur und der Umgebungstemperatur ist. Durch die Absenkung der Vorlauftemperatur kann die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe, ein Maß für ihre Effizienz, deutlich verbessert werden.

Warum die Reduzierung der Vorlauftemperatur wichtig ist:

Effizienz der Wärmepumpe: Die Wärmepumpe nutzt Umweltenergie (z.B. aus der Luft, dem Erdreich oder dem Grundwasser) und wandelt diese in nutzbare Wärme für das Gebäude um. Je geringer die Vorlauftemperatur, die das Heizsystem benötigt, desto weniger muss die Wärmepumpe arbeiten, um diese Temperatur zu erreichen. Eine niedrigere Vorlauftemperatur ermöglicht es der Wärmepumpe, mit einer höheren Jahresarbeitszahl zu arbeiten, was bedeutet, dass sie mehr Wärme mit weniger Energieaufwand bereitstellt.

Erhöhung der Jahresarbeitszahl (JAZ): Die Jahresarbeitszahl gibt an, wieviel Wärme eine Wärmepumpe im Verhältnis zur eingesetzten elektrischen Energie erzeugt. Wenn die Vorlauftemperatur gesenkt wird, erhöht sich die JAZ, da die Wärmepumpe weniger Energie benötigt, um die erforderliche Temperatur zu erreichen. Eine Wärmepumpe, die mit einer Vorlauftemperatur von z.B. 35 °C arbeitet, kann eine deutlich höhere Effizienz erreichen als bei einer Vorlauftemperatur von 55 °C. Dies führt zu einer besseren Energiebilanz und geringeren Betriebskosten.

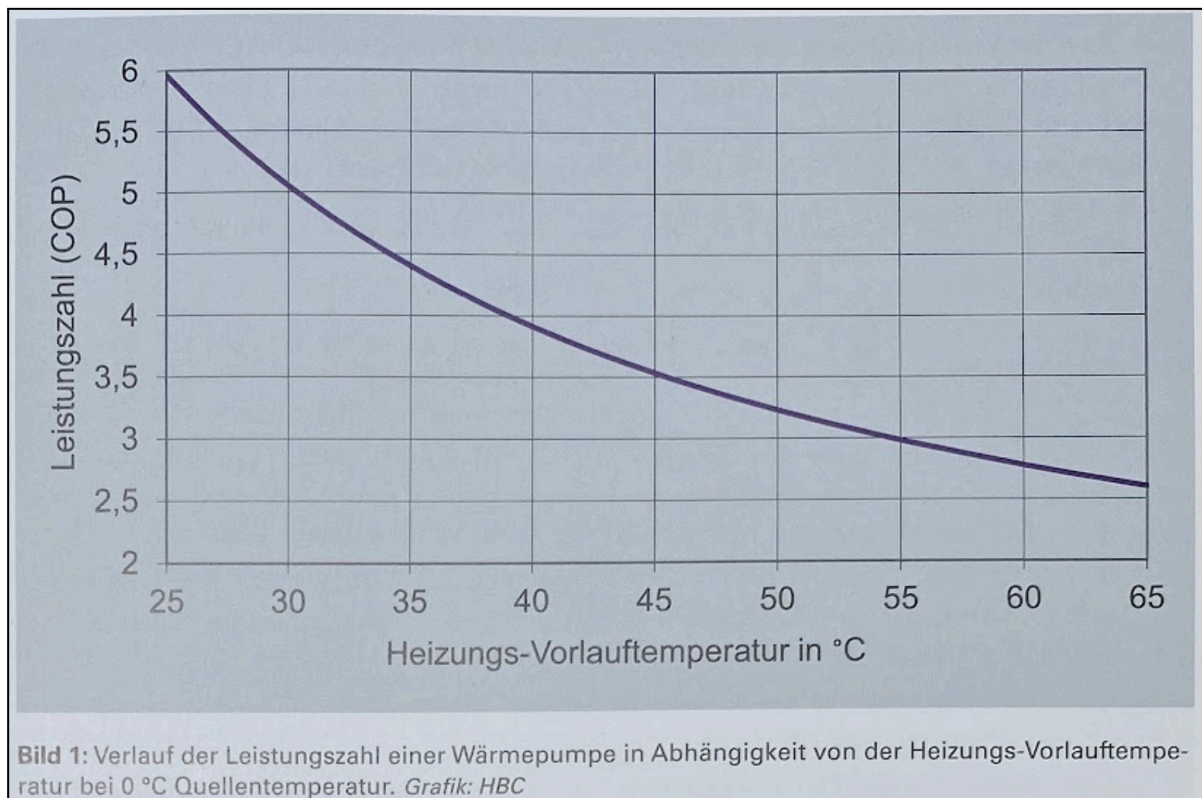
Reduzierung des Energieverbrauchs: Eine niedrigere Vorlauftemperatur reduziert nicht nur den Energiebedarf der Wärmepumpe, sondern auch den gesamten Wärmeverlust im Heizsystem. Bei einer geringeren Vorlauftemperatur verliert das Heizwasser auf dem Weg zu den Heizkörpern oder der Fußbodenheizung weniger Wärme, wodurch die Heizkosten insgesamt sinken. Dies ist besonders relevant für moderne Heizsysteme, wie Fußbodenheizungen oder großflächige Heizkörper, die mit niedrigen Vorlauftemperaturen optimal arbeiten.

Kompatibilität mit erneuerbaren Energien: Die Reduzierung der Vorlauftemperatur ist entscheidend, um die Wärmepumpe mit erneuerbaren Energien wie Solarthermie oder Photovoltaik zu kombinieren. Da diese Technologien ebenfalls darauf ausgelegt sind, mit

niedrigeren Temperaturen zu arbeiten, wird die Gesamteffizienz des Energiesystems erhöht, und der Anteil erneuerbarer Energien am Wärmebedarf kann gesteigert werden.

Fazit:

Die Reduzierung der Vorlauftemperatur im Hauptgebäude ist ein Schlüssel zur Effizienzsteigerung bei der Nutzung einer Wärmepumpe. Durch eine geringere Vorlauftemperatur arbeitet die Wärmepumpe mit einer höheren Jahresarbeitszahl, was den Energieverbrauch und die Heizkosten erheblich senkt. Gleichzeitig trägt diese Maßnahme zur langfristigen Nachhaltigkeit des Heizsystems bei und unterstützt die Integration erneuerbarer Energien.



Regenerative Eigenstromerzeugung (Photovoltaikanlage)



Die Installation einer Photovoltaikanlage ist ein elementarer Baustein des energetischen Gesamtkonzepts. Sie dient der regenerativen Eigenstromerzeugung vor Ort und bildet die bilanzielle Grundlage, um den Primärenergiebedarf des Gebäudekomplexes massiv zu senken sowie den EE-Klasse-Nachweis für die hocheffizienten Zielstandards (KfW 40 EE / KFN) zu führen.

Energetische Kennwerte und Auslegung nach neuer Gesetzgebung

- **Flächennutzung und Leistungsauslegung:** Die Gesamtdachfläche der Hollinger Grundschule beträgt ca. 1.406 m². Um die ambitionierten Effizienzhaus- und Neubau-Kriterien zu erfüllen, ist eine installierte Mindestleistung von 150 kW Peak (kWp) fest im Konzept verankert. Im Zuge der Detailplanung ist zu beachten, dass gesetzliche Vorgaben (wie die Solarpflicht in NRW bei grundlegenden Dachsanierungen von öffentlichen Gebäuden) unter Umständen eine noch umfassendere Belegung erfordern.
- **Förderrechtliche Projektaufteilung (Bestand / Neubau):** Eine wesentliche Besonderheit des haustechnischen Konzeptes liegt in der bilanziellen Weichenstellung für den weiteren Projektverlauf: Es muss im Nachgang exakt differenziert werden, welche PV-Leistungsanteile und Modulflächen geometrisch auf die neue Aufstockung und welche auf das verbleibende Bestandsgebäude entfallen. Diese saubere mathematische Trennung ist zwingend erforderlich, um die energetischen Gutschriften im Bilanzierungsmodell einerseits der Sanierungsförderung (KfW 40 EE) und andererseits der Neubauförderung (Klimafreundlicher Neubau – KFN) rechtssicher zuordnen zu können.
- **Systemausrichtung (Ost-West):** Die Montage erfolgt mittels einer durchdringungsfreien Ost-West-Aufständerung. Dies verringert die statischen Windlasten auf dem neuen, hochgedämmten Flachdachaufbau (180 mm PUR) und verbreitert die tägliche Ertragskurve für eine gleichmäßigere Stromabgabe über den Tag.

Energetische Auswirkungen und Vorteile

- **Hervorragende Bedarfskorrelation:** Als Nichtwohngebäude vom Typ „Schule“ weist die Liegenschaft ein ideales Lastprofil für die Photovoltaiknutzung auf. Der Hauptstromverbrauch (Unterrichtsbetrieb, neue dezentrale RLT-Lüftungsanlagen, 100%ige LED-Beleuchtung) konzentriert sich exakt auf die strahlungsreichen Tagesstunden zwischen 08:00 und 16:00 Uhr. Dadurch wird eine außergewöhnlich hohe direkte Eigenverbrauchsquote ohne den Einsatz teurer Batteriespeicher erzielt.

- Sektorenkopplung mit der neuen Wärmepumpe: Der solar generierte Strom speist primär die haustechnischen Großverbraucher. Er liefert einen substantiellen Anteil des Betriebsstroms für die Verdichter der neuen 66-kW-Wärmepumpenkaskade sowie für die hocheffiziente Fußbodenheizungs-Pumpensteuerung. In der Berechnung nach DIN V 18599 senkt dieser direkt genutzte regenerative Eigenstromanteil den Primärenergiefaktor des Gebäudes drastisch.
- Bilanzielle Entlastung im Sommer: Überschüsse in den strahlungsreichen Sommermonaten und während der schulfreien Ferienzeiten werden gegen eine feste Einspeisevergütung in das öffentliche Netz abgegeben, was die wirtschaftliche Jahresbilanz der Kommune nachhaltig optimiert.

Fazit

Die PV-Anlage mit einer Leistung von mindestens 150 kWp bildet die energetische Hauptsäule des neuen Energiekonzepts auf dem 1.406 m² großen Dachfläche. Sie erfüllt die gesetzlichen Anforderungen der Solarpflicht in NRW, deckt die haustechnischen Grundlasten regenerativ ab und sichert – über die geplante Aufteilung zwischen Bestandssanierung und KfN-Aufstockung – das Erreichen der angestrebten, hocheffizienten Förderstandards.

Energetische Sanierung der Lüftungstechnik (Dezentrale RLT-Anlagen)



Die anlagentechnische Sanierung der Lüftungstechnik ist eine unverzichtbare Säule des Gesamtkonzepts. Durch den kontrollierten Luftaustausch mit integrierter Wärmerückgewinnung werden die lüftungsbedingten Wärmeverluste reduziert, während gleichzeitig die Luftqualität und Hygiene in den Unterrichtsräumen signifikant gesteigert werden.

Energetische Kennwerte und flexible Systemauslegung

- Bedarfsgerechte Dimensionierung: Je nach spezifischem Raumvolumen und der jeweiligen Klassengröße kommen exakt abgestimmte und unterschiedlich dimensionierte Lüftergrößen zum Einsatz. Dies stellt sicher, dass der geforderte Außenluftvolumenstrom pro Person ohne energetische Überdimensionierung und im akustisch optimalen Teillastbereich bereitgestellt wird.
- Flexible Montageoptionen: Die dezentralen Lüftungsgeräte bieten maximale Flexibilität bei der baulichen Integration in den Bestand der Schule. Je nach den geometrischen Gegebenheiten im Alt- und Anbau können die Systeme direkt über einen Außenwand-Fassadenanschluss integriert, als vertikales Wandgerät montiert, horizontal an bzw. in der Decke platziert oder als raumspezifische Mischlösung ausgeführt werden.
- Hocheffiziente Wärmerückgewinnung (WRG): Die Geräte sind mit hocheffizienten Wärmetauschern ausgestattet. Sie entziehen der abströmenden Raumluft die thermische Energie und heizen damit die kalte Außenluft vor, wodurch die Lüftungswärmeverluste systemisch minimiert werden.

Energetische Auswirkungen und Vorteile

- Zwingende Voraussetzung für den KfW-40-EE-Standard: Die Installation dieser kontrollierten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ist förder technisch und bilanziell zwingend erforderlich.

- Optimierung der CO₂-Konzentration: Durch den automatisierten, kontinuierlichen Luftaustausch wird die CO₂-Konzentration in den Klassenräumen dauerhaft auf einem optimalen, normgerechten Niveau gehalten. Die typische CO₂-Anreicherung ("stickige Luft") bei hoher Personenbelegung wird zuverlässig abgeflacht, was die Müdigkeit minimiert und die Konzentrationsfähigkeit im Unterricht maßgeblich verbessert.

Fazit

Der flächendeckende Einbau dezentraler Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung schließt eine energetische Verlustlücke der Hollinger Grundschule. Die Maßnahme erlaubt durch ihre flexiblen Anbringungsmöglichkeiten an Wand, Decke oder Fassade eine wirtschaftliche Integration im Bestand, garantiert ein gesundes, CO₂-optimiertes Raumklima und ist ein entscheidender Faktor zur Erlangung der KfW-40-EE-Zuschüsse.

4.1.3. Energetische Bewertung Sanierungskonzept 1

Projekt: Projekt 260179 Schule Hollingen Sanierung - KfW 40 Vollsanierung

GEG- und BEG-Anforderungen

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

Berechnungsverfahren und Randbedingungen	GEG 2024 - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude
Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	11.201,2 m ³
Hüllfläche A	5.702,7 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	2.731,9 m ²
Fensterfläche	514,3 m ²
Außentürfläche	11,7 m ²
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG						
			GEG		BEG-Effizienzhaus				
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EG 40	EG 55	EG 70	Denkmal	
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	49,2	✓ 174,6	124,7	✓ 49,9	✓ 68,6	✓ 87,3	✓ 199,6	
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m ² K	0,18	✓ 0,56		✓ 0,18	✓ 0,22	✓ 0,26		
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m ² K	0,95	✓ 2,66		✓ 1,00	✓ 1,20	✓ 1,40		
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m ² K	1,3	✓ 4,3		✓ 1,6	✓ 2,0	✓ 2,4		



Bilanzielle Gesamtbewertung und Nachweis des KfW-Effizienzhaus-Standards 40 EE

Die Zusammenführung aller baulichen und anlagentechnischen Sanierungsmaßnahmen, bestehend aus der thermischen Vollsanierung der Gebäudehülle, sowie der Installation der 66-kW-Wärmepumpenkaskade, der dezentralen RLT-Anlagen mit Wärmerückgewinnung und der min. 150-kWp-Photovoltaikanlage, mündet in der energetischen Gesamtbilanzierung nach DIN V 18599.

Die mathematischen Ergebnisse bestätigen, dass das Konzept die strengen förderrechtlichen Kriterien für ein KfW-Effizienzhaus 40 EE im sanierten Bestand einhält.

Primärenergiebedarf im Vergleich und Zielerreichung

Der spezifische Primärenergiebedarf ist die maßgebliche Kennzahl zur Beurteilung einer Liegenschaft. Er setzt den realen Endenergiebedarf in Relation zu den CO₂-Vorketten der eingesetzten Energieträger.

- Ausgangslage (Ist-Zustand): Vor der Modernisierung weist die Hollinger Grundschule einen hohen Primärenergiebedarf von 334,1 kWh/(m²·a) auf.
- Der gesetzliche Maßstab (GEG-Referenzgebäude): Das vom Gebäudeenergiegesetz (GEG) vorgegebene, virtuelle Vergleichsgebäude (100 %-Niveau) ist mit 124,7 kWh/(m²·a) definiert.
- Die KfW-40-Anforderung: Um die ambitionierte Effizienzhausstufe 40 zu erreichen, darf der Primärenergiebedarf der sanierten Liegenschaft maximal 40 % des Referenzgebäudes betragen. Der einzuhaltende Höchstgrenzwert liegt somit bei 49,9 kWh/(m²·a).
- Bewertung: Das ausgearbeitete Sanierungskonzept erreicht einen Wert von 49,2 kWh/(m²·a). Damit wird das anspruchsvolle KfW-40-Zielniveau nachgewiesen.

Nachweis der Erneuerbare-Energien-Klasse (EE-Klasse)

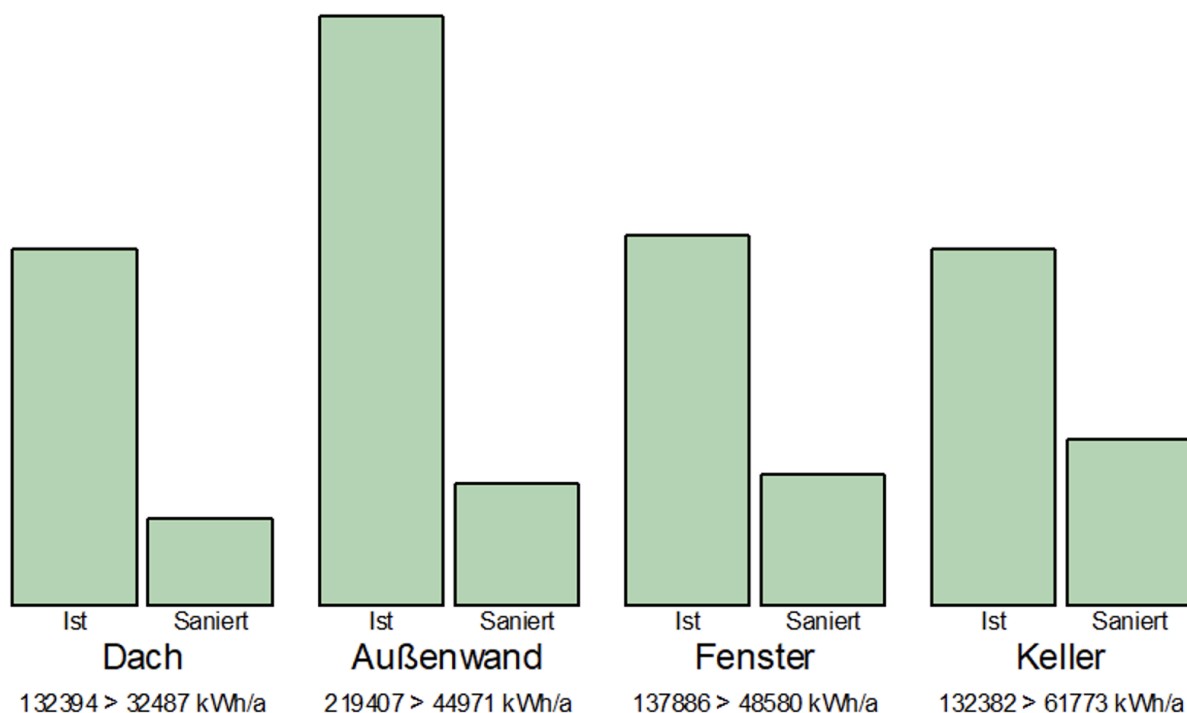
Das Kürzel „EE“ erfordert den Nachweis, dass der verbleibende Wärme- und Kältebedarf zu einem dominierenden Anteil von mindestens 65 % aus regenerativen Quellen gedeckt wird.

Das dekarbonisierte Haustechnikkonzept der Hollinger Grundschule übererfüllt diese gesetzliche Mindestanforderung in der DIN V 18599-Bilanzierung deutlich und erzielt eine regenerative Gesamtdeckung von weit über 75 %. Die zukunftsfähige Energiebereitstellung schlüsselt sich wie folgt auf:

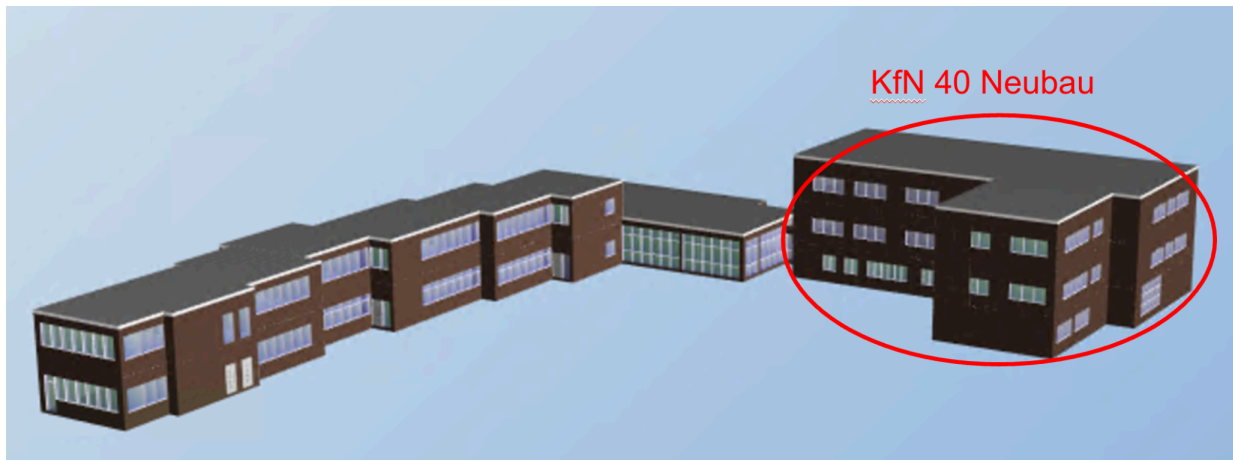
- Außenaufgestellte Wärmepumpenkaskade (66 kW): Deckt als monovalenter Erzeuger den Hauptanteil des Wärmebedarfs, indem sie Umweltwärme hocheffizient auf das Niedertemperaturniveau der neuen flächendeckenden Fußbodenheizung (max. 35 °C Vorlauf) transformiert.
- Wärmerückgewinnung (WRG): Steuert durch die hocheffizienten Kreuzgegenstrom-Wärmetauscher (bis zu 90 % Wärmebereitstellungsgrad) der dezentralen Lüftungsanlagen einen maßgeblichen Anteil bei, indem sie die thermische Energie der Raumluft systemisch im Gebäude hält.
- Photovoltaikanlage (min. 150 kWp): Deckt bilanziell die elektrischen Hilfs- und Betriebsenergien der Haustechnik über direkt genutzten, CO₂-freien Eigenstrom vom 1.406 m² großen Dach.

Fazit

Der Standard KfW-Effizienzhaus 40 EE wird mit den beschriebenen Maßnahmen sicher eingehalten. Die Liegenschaft der Hollinger Grundschule wird durch diesen integralen, homogenen Ansatz bautechnisch dekarbonisiert und für die kommenden Jahrzehnte energetisch autark aufgestellt.



4.2. Sanierungskonzept Var. 2: KfW-Effizienzhaus 40 EE und KfN Neubau



Zusammenfassung der Variante 2: Teilrückbau (Abriss Altbau 1950) mit dreistöckigem Ersatzneubau KfN und Bestandssanierung KfW 40 EE.

Die Variante 2 beschreibt einen hybriden Entwicklungsansatz für den Schulcampus der Hollinger Grundschule. Das primäre Ziel besteht darin, die älteste, energetisch wie statisch defizitäre Substanz gezielt zurückzubauen und durch einen zukunftsfähigen Neubau zu ersetzen, während die verbleibenden Gebäudeteile analog zu Variante 1 tiefgreifend modernisiert werden.

Das Konzept teilt sich fördertechnisch und baulich in folgende fundamentale Säulen:

Energetische Bestandssanierung (Erweiterungsbau 1964 & Anbau 1994)

Die beiden verbleibenden Bestandstrakte werden baulich und anlagentechnisch vollkommen identisch zu Variante 1 energetisch saniert und konsequent auf das Niveau KfW-Effizienzgebäude 40 EE gehoben:

Dreistöckiger Ersatzneubau (ca. 1500 m² Nutzfläche)

Anstelle des rückgebauten Altbaus von 1950 entsteht ein hochmoderner, dreistöckiger Ersatzneubau, der optional auch in nachhaltiger Holzrahmen- oder Holzständerbauweise ausgeführt werden kann. Bautechnisch wird die thermische Hülle in weiten Teilen exakt homogen zum sanierten Bestand fortgeführt, um eine einheitliche Energieeffizienz zu garantieren:

- Fassade & Dach: Die Dämmebenen werden identisch dimensioniert. Es kommen ebenfalls 16 cm Mineralwolle in der Fassade (bzw. im Gefach) sowie 180 mm PUR auf den Flachdachflächen zum Einsatz.

- Fenster & Türen: Es werden dieselben hochdämmenden Profile (Fenster: 0,95 W/(m²·K) / Türen: 1,3 W/(m²·K)) verbaut.
- Der entscheidende bauliche Vorteil (Bodenplatte): Da am erdberührten Bauteil konstruktiv komplett frei und ohne restriktive Raumhöhenbeschränkungen angesetzt werden kann, wird die Bodenplatte des Neubaus wesentlich stärker ausgeführt. Sie erhält eine Dämmschicht aus 12 cm EPS 035, was den unteren Gebäudeabschluss im Vergleich zur Bestandssanierung thermisch optimiert und den Wärmeabgang an das Erdreich stark reduziert.

Anlagentechnik & Sektorenkopplung

Das dekarbonisierte, regenerative Gesamtkonzept wird im Zusammenspiel mit dem Ersatzneubau fortgeführt: Die 66-kW-Wärmepumpenkaskade speist die flächendeckend verbaute Fußbodenheizung mit minimalen Vorlauftemperaturen. Im Neubau wird die Lüftungsanlage zentral aufgebaut, im Altbau hingegen dezentral. Die Photovoltaikanlage (min. 150 kWp) wird im weiteren Projektverlauf bilanziell sauber zwischen dem Sanierungsanteil (KfW 40 EE) und dem Neubauanteil (KfN) aufgeteilt.

Strategische Abwägung: Sanierung vs. Rückbau

Aus rein förderrechtlicher Sicht bedeutet der vollständige Abriss des Altbaus und der anschließende Neubau einen fördertechnischen Rückschritt, da die Zuschusskonditionen und Förderbudgets für investive Sanierungsmaßnahmen im Vergleich zu den restriktiven Neubaulinien des Bundes spürbar attraktiver und wirtschaftlich vorteilhafter für die Kommune sind.

Dennoch kann dieser Schritt aus statischen Gründen unvermeidlich sein, da die Bausubstanz von 1950 unvorhersehbare Traglastrisiken für eine geplante Aufstockung birgt.

Trotz des fördertechnischen Nachteils führt der Rückbau zu einer erheblichen Steigerung der architektonischen und funktionalen Gesamtqualität des Schulgebäudes: Durch den Ersatzneubau gelingt es, das energetisch unzweckmäßige Kellergeschoss vollständig aufzugeben und stattdessen ein vollwertiges, oberirdisches Geschoss zu errichten. Ohne diese strukturelle Änderung verbliebe die Schule in einer Aufteilung aus nur zwei oberirdischen Geschossen und einer Souterrain-/Kellerzone. Ein Layout, das aus modernen pädagogischen Ansätzen (wie z. B. der Umsetzung barrierefreier und tageslichtoptimierter Lerncluster) weniger wertvoll ist. Der dreistöckige Neubau eliminiert somit nicht nur bautechnische Risiken, sondern schafft das optimale räumliche Fundament für einen zukunftsorientierten Grundschulbetrieb.

4.2.1 Energetische Ausbildung der Bodenplatte (KfN Neubau Variante 2)

HollingerGrundschule Neubau Bodenplatte

Fußboden
erstellt am 30.6.2026

Wärmeschutz

$U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

GEG 2023/24 Neubau*: $U < 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

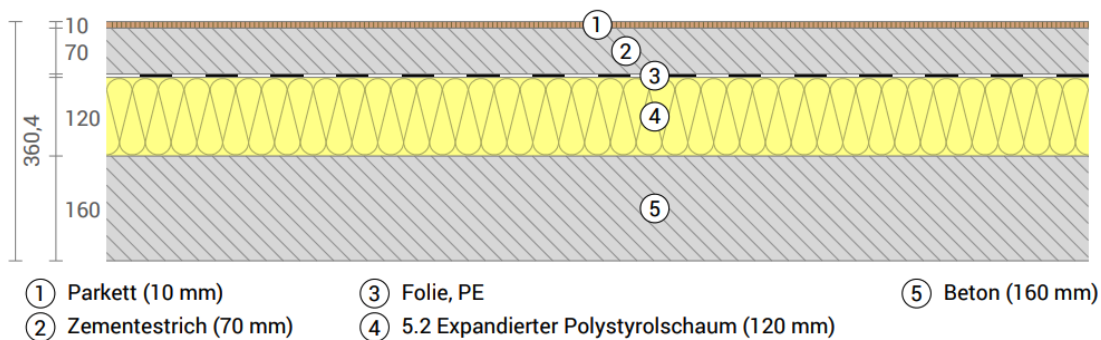
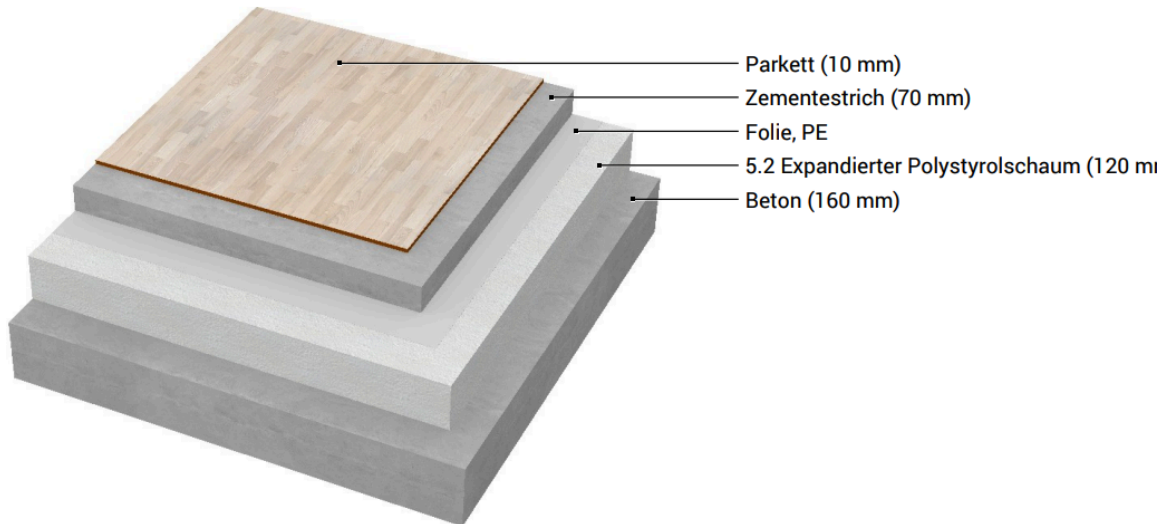


Hitzeschutz

Temperaturamplitudendämpfung: 48

Phasenverschiebung: 9,8 h

Wärmekapazität innen: 145 kJ/m²K



Die Errichtung der Bodenplatte im dreistöckigen Ersatzneubau stellt einen energetischen Vorteil gegenüber der reinen Bestandssanierung dar. Da in diesem neuen Bauabschnitt komplett frei und ohne konstruktive Höhenrestriktionen geplant werden kann, lässt sich ein hocheffizienter unterer Gebäudeabschluss nach modernsten Neubaustandards realisieren.

Energetische Kennwerte des neuen Fußbodenaufbaus

Maximaler Wärmeschutz nach Neubaustandard: Durch den flächendeckenden Einbau einer 120 mm starken Dämmschicht aus expandiertem Polystyrolschaum (EPS 035) wird ein hervorragender Wärmedurchgangskoeffizient von $U = 0,25 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ erreicht.

Strategischer Vergleich zur Bestandssanierung (4 cm PUR)

Der bauliche Kontrast zur Sanierungslösung ist substanziell: Während bei der Bestandssanierung aufgrund der Raumhöhen-Restriktionen gezwungenermaßen ein minimaler Notaufbau mit lediglich 4 cm PUR-Dämmung gewählt werden muss, welcher primär der Herstellung einer grundlegenden Fußwärme und der Schadensfreiheit dient, kann beim Ersatzneubau energetisch aus dem Vollen geschöpft werden. Die 12 cm starke EPS-Dämmschicht blockiert den Wärmestrom nach unten effizient, minimiert die Transmissionsverluste zum Erdreich fast gegen null und garantiert einen hocheffizienten, zukunftsfähigen Gebäudeabschluss ohne Kompromisse bei der Nutzbarkeit.

Fazit

Die Bodenplatte im KFN-Ersatzneubau stoppt den winterlichen Energieverlust zum Erdreich vollständig. Mit einem U-Wert von $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ liefert sie den optimalen energetischen Gebäudeabschluss, unterstützt die Effizienz des neuen Niedertemperatur-Heizsystems perfekt und trägt maßgeblich zur langfristigen Senkung der kommunalen Bewirtschaftungskosten bei.

4.2.1 Zentrale Lüftungsanlage:



Während in den verbleibenden Bestandstrakten (Erweiterungsbau und Anbau) aufgrund restriktiver Platzverhältnisse und fehlender Trassenwege gezwungenermaßen eine dezentrale Lüftungsstrategie gewählt wird, erlaubt der dreistöckige Ersatzneubau die Umsetzung einer architektonisch und anlagentechnisch optimalen zentralen Lüftungsstrategie. Die vollständige planerische Freiheit im Neubau ermöglicht die lückenlose Integration eines zentralen Luftverteilsystems von Tag eins an.

Energetische und konstruktive Kennwerte der zentralen Anlage

- Integrative Systemarchitektur: Für das gesamte Neubauvolumen wird eine einzige, leistungsstarke raumluftechnische (RLT) Zentraleinheit installiert. Da vertikale Steigschächte und horizontale Haupttrassen in den Zwischendecken von Grund auf in das konstruktive und statische Raster eingetaktet werden können, entfallen jegliche baulichen Kompromisse bei der Rohrleitungsführung.
- Maximale Wärmerückgewinnung: Das Zentralgerät wird mit einem hochentwickelten Wärmetauscher ausgestattet, der einen herausragenden Wärmebereitstellungsgrad von über 90 % erzielt. Dies übertrifft die dezentralen Einzelsysteme der Sanierungsbereiche bilanziell nochmals spürbar und sichert das Erreichen des KFN-Standards.

Systemvorteile im Vergleich zur dezentralen Sanierung

- Kompromisslose Raumakustik: Da sich die mechanischen Ventilatoren und Aggregate außerhalb der Lerncluster in einer separaten Technikzone befinden, wird im Zusammenspiel mit integrierten Kulissenschalldämpfern eine absolute Geräuschlosigkeit in den Unterrichtsräumen realisiert. Jegliche akustische Beeinträchtigung des Unterrichts durch motorische Eigengeräusche direkt im Raum wird somit vollständig ausgeschlossen.
- Drastisch minimierter Wartungsaufwand: Die Bündelung der Haustechnik auf eine zentrale Komponente reduziert die laufenden Betriebskosten für die Kommune massiv. Filterwechsel, Hygieneinspektionen und Messzyklen erfolgen fokussiert an einem einzigen, leicht zugänglichen Wartungspunkt, anstatt einen raumweisen und zeitintensiven Service in Dutzenden separaten Klassenzimmern zu erzwingen.

Fazit

Der Einsatz einer zentralen Lüftungseinheit im KFN-Ersatzneubau nutzt die baulichen Freiheiten des Neubaus energetisch wie funktionell perfekt aus. Sie bildet das leisere, wartungsärmere und noch effizientere Gegenstück zur dezentralen Bestandssanierung und garantiert den Schülern und Lehrkräften eine konstant CO₂-optimierte Raumluftqualität nach modernsten Komfortmaßstäben.

4.2.3 Energetische Bewertung Sanierungskonzept 2

Gesamtbewertung

Projekt: Projekt 260179 Schule Hollingen Sanierung mit Neub - Neubau mit KFW 40

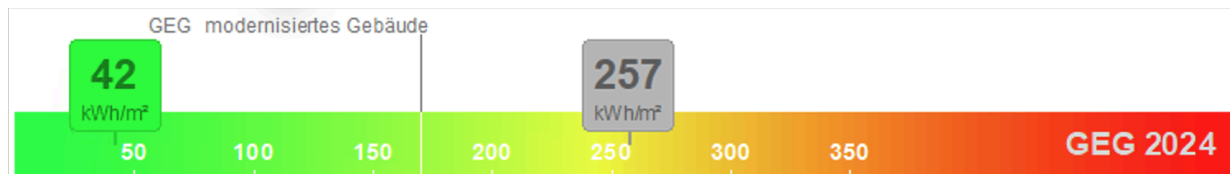
GEG- und BEG-Anforderungen

Bundesförderung für effiziente Gebäude - Nichtwohngebäude - Bestand

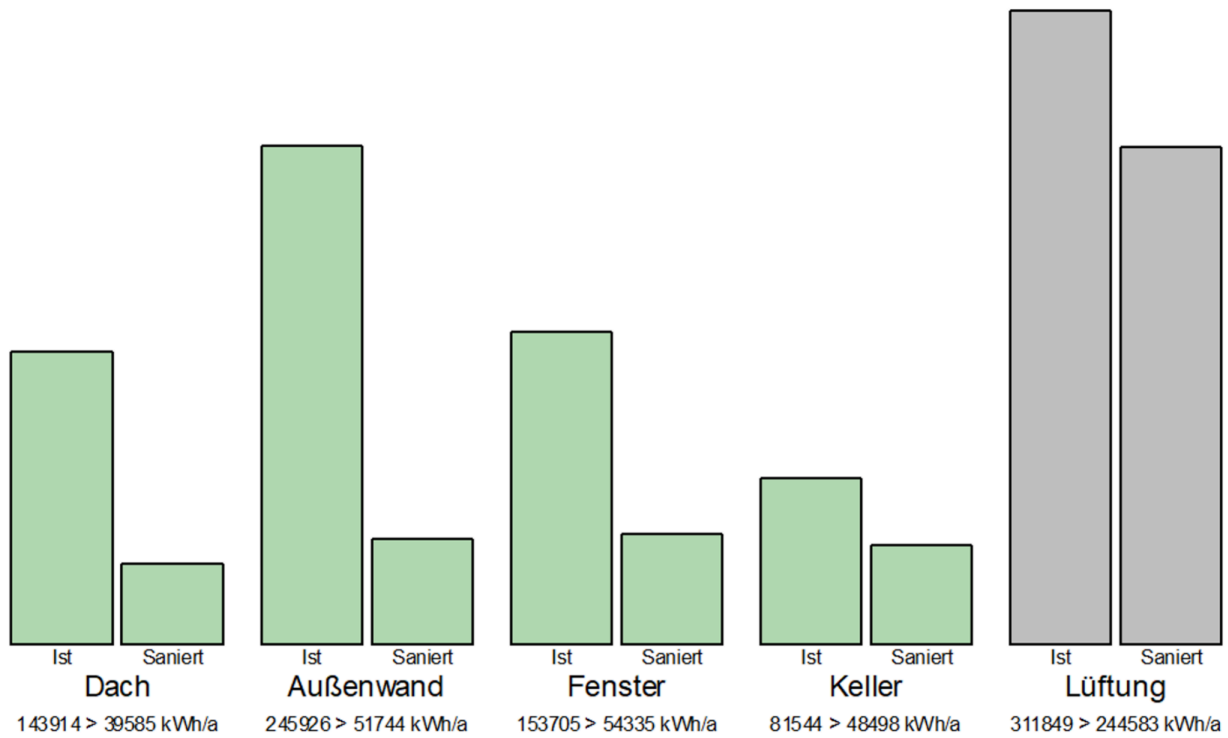
Berechnungsverfahren und Randbedingungen	GEG 2024 - DIN 18599:2018 - Nichtwohngebäude
Nutzung	Nichtwohngebäude
Beheiztes Gebäudevolumen V_e	12.320,6 m ³
Hüllfläche A	6.174,1 m ²
Nettogrundfläche A_{NGF}	3.264,1 m ²
Fensterfläche	575,2 m ²
Außentürfläche	7,0 m ²
Bauart des Gebäudes	nicht leichte Bauart
Gebäudetyp	freistehend

Effizienzgebäude-Stufen

Ergebnis			Anforderungen NWG					
			GEG		BEG-Effizienzhaus			
	Einheit	Ist-Wert	Bestand	REF (100%)	EG 40	EG 55	EG 70	Denkmal
Primärenergiebedarf Q_p	kWh/m ² a	40,6	✓ 143,6	102,6	✓ 41,0	✓ 56,4	✓ 71,8	✓ 164,1
Mittlerer U-Wert opake Bauteile	W/m ² K	0,18	✓ 0,56		✓ 0,18	✓ 0,22	✓ 0,26	
Mittlerer U-Wert transparente Bauteile	W/m ² K	0,95	✓ 2,66		✓ 1,00	✓ 1,20	✓ 1,40	
Mittlerer U-Wert Lichtkuppeln, etc.	W/m ² K	1,3	✓ 4,3		✓ 1,6	✓ 2,0	✓ 2,4	

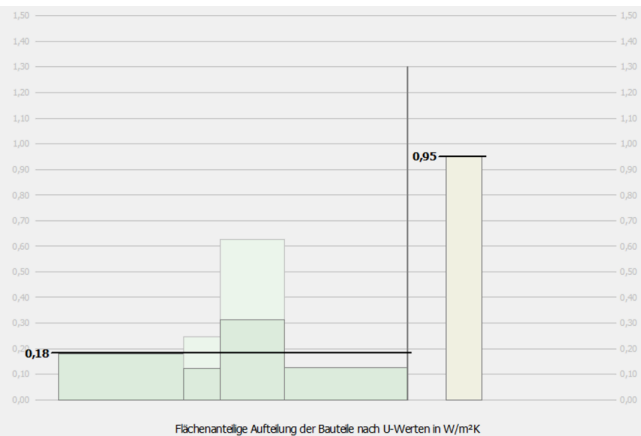


Gebäudehülle



-1- Opake Außenbauteile			
F	U-Wert	Fläche A	F x U x A
	0,180 W/m²K	2006,80 m²	361,22 W/K
0,50	0,247 W/m²K	579,15 m²	71,53 W/K
0,50	0,626 W/m²K	1035,48 m²	324,11 W/K
	0,124 W/m²K	1966,61 m²	243,86 W/K
	0,626 W/m²K	384 m²	2,41 W/K
	1,300 W/m²K	7,04 m²	9,15 W/K
Summe:		5.598,92 m²	1.012,27 W/K
			mittlerer U-Wert: 0,181 W/m²K

-2- Transparente Außenbauteile			
F	U-Wert	Fläche A	F x U x A
	0,950 W/m²K	575,16 m²	546,41 W/K
Summe:		575,16 m²	546,41 W/K
			mittlerer U-Wert: 0,950 W/m²K



5. Fördermöglichkeiten

5.1. Bafa – Förderungen Einzelmaßnahmen

Die Sanierung der Schule kann durch Förderprogramme der Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) unterstützt werden. Die BAFA bietet attraktive Fördermöglichkeiten für Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden, insbesondere im Bereich der thermischen Hülle und der Erneuerung von Heizungsanlagen.

Förderung der thermischen Hülle (15%)

Für Sanierungsmaßnahmen, die die thermische Hülle eines Gebäudes betreffen, stellt die BAFA eine Förderung von 15% der Investitionskosten zur Verfügung. Darunter fallen Maßnahmen wie die Dämmung von Wänden, Dächern und Geschossdecken sowie der Austausch von Fenstern und Türen. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, Wärmeverluste zu reduzieren und den Energiebedarf des Gebäudes nachhaltig zu senken. Durch die BAFA-Förderung wird die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen weiter verbessert, da ein erheblicher Teil der Kosten erstattet wird.

Förderung der Heizungsanlage (bis zu 35%)

Ein besonderes Augenmerk legt die BAFA auf die Erneuerung von Heizungsanlagen. Hier sind besonders hohe Förderungen von bis zu 35% der Investitionskosten möglich, wenn das neue Heizsystem auf erneuerbare Energien umgestellt wird, wie beispielsweise bei der Installation einer Wärmepumpe. Dieser hohe Fördersatz soll den Anreiz erhöhen, auf umweltfreundlichere und energieeffizientere Heizsysteme umzusteigen, die den CO₂-Ausstoß deutlich reduzieren und die Energiekosten langfristig senken.

Vorteile der BAFA-Förderung

Durch die BAFA-Förderung wird ein wesentlicher Teil der Investitionskosten übernommen, was die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen erheblich steigert. Besonders bei größeren Investitionen, wie der Sanierung der thermischen Hülle oder der Heizungsmodernisierung, wird die finanzielle Belastung durch die Förderung deutlich gemindert. Darüber hinaus trägt die Förderung dazu bei, den Primärenergiebedarf des Gebäudes signifikant zu senken und gleichzeitig die Umwelt zu entlasten.

5.2 KfW - Effizienzgebäude Förderungen Zuschuss Nr.464

Sanierung von bestehenden Immobilien zum Effizienzgebäude

Wie hoch Ihr Zuschuss ist, hängt davon ab, wie energieeffizient Ihr Gebäude ist und wie hoch Ihre förderfähigen Kosten  sind. Die förderfähigen Kosten orientieren sich an der Nettogrundfläche des Gebäudes: 2.000 Euro pro Quadratmeter Nettogrundfläche, insgesamt max. 10 Mio. Euro.

Der maximale Zuschussbetrag für ein Effizienzgebäude liegt bei 4 Mio. Euro pro Vorhaben, bei dem eine neue Effizienzgebäude-Stufe erreicht wird.

Effizienzgebäude	Zuschuss in %	Zuschuss in Euro
Effizienzgebäude 40	35 % von max. 10 Mio. Euro förderfähigen Kosten	bis zu 3,5 Mio. Euro
Effizienzgebäude 40 Erneuerbare-Energien-Klasse oder Nachhaltigkeits-Klasse	40 % von max. 10 Mio. Euro förderfähigen Kosten	bis zu 4 Mio. Euro
Effizienzgebäude 55	30 % von max. 10 Mio. Euro förderfähigen Kosten	bis zu 3 Mio. Euro
Effizienzgebäude 55 Erneuerbare-Energien-Klasse oder Nachhaltigkeits-Klasse	35 % von max. 10 Mio. Euro förderfähigen Kosten	bis zu 3,5 Mio. Euro
Effizienzgebäude 70	25 % von max. 10 Mio. Euro förderfähigen Kosten	bis zu 2,5 Mio. Euro
Effizienzgebäude 70 Erneuerbare-Energien-Klasse oder Nachhaltigkeits-Klasse	30 % von max. 10 Mio. Euro förderfähigen Kosten	bis zu 3 Mio. Euro
Effizienzgebäude Denkmal	20 % von max. 10 Mio. Euro förderfähigen Kosten	bis zu 2 Mio. Euro
Effizienzgebäude Denkmal Erneuerbare-Energien-Klasse oder Nachhaltigkeits-Klasse	25 % von max. 10 Mio. Euro förderfähigen Kosten	bis zu 2,5 Mio. Euro

Die KfW-Förderung bietet attraktive finanzielle Unterstützung für energetische Sanierungsmaßnahmen an Gebäuden, jedoch mit einem entscheidenden Unterschied zur BAFA-Förderung: Bei der KfW-Förderung muss das gesamte Gebäude ganzheitlich betrachtet und saniert werden. Im Gegensatz zur BAFA, die auch einzelne Maßnahmen fördert, setzt die KfW auf eine umfassende energetische Sanierung, die das gesamte Gebäude auf einen bestimmten Effizienzhaus-Standard bringt.

Förderung durch die KfW

Die KfW fördert umfassende Sanierungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden, die darauf abzielen, den Energieverbrauch erheblich zu senken. Ziel ist es, durch eine Kombination verschiedener Maßnahmen – wie Dämmung, Fenstererneuerung, Heizungsmodernisierung und der Einsatz erneuerbarer Energien – das Gebäude auf einen definierten energetischen Standard zu bringen. Je nach erreichtem Standard (z.B. KfW-Effizienzhaus 55 oder 40) gewährt die KfW Zuschüsse und vergibt besonders zinsgünstige Kredite.

KfW-Effizienzhaus-Standards

Die KfW unterstützt Sanierungen, die das Gebäude zu einem KfW-Effizienzhaus aufwerten. Die Effizienzhaus-Stufen, wie z.B. Effizienzhaus 55 oder 40, beschreiben, wie viel Energie das sanierte Gebäude im Vergleich zu einem Neubau nach aktuellen Standards benötigt. Je niedriger die Stufe (z.B. KfW 55), desto geringer der Energieverbrauch des Gebäudes, und desto höher fällt die Förderung aus. Für die höchsten Effizienzhaus-Standards sind Zuschüsse von bis zu 50% der förderfähigen Kosten möglich.

Vorteile der KfW-Förderung

Die KfW-Förderung bietet eine besonders attraktive Unterstützung für Gebäudebesitzer, die eine umfassende energetische Sanierung anstreben. Durch die ganzheitliche Betrachtung des Gebäudes können erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden, was sowohl die Betriebskosten senkt als auch die Nachhaltigkeit des Gebäudes langfristig verbessert. Dank der Kombination aus Zuschüssen und zinsgünstigen Krediten wird der finanzielle Aufwand für eine Komplettsanierung deutlich gemindert.

5.3 KfW - Neubau Effizienzgebäude Förderungen Zuschuss Nr.498/499

Nichtwohngebäude

Förderstufe	Max. förderfähige Kosten je qm Nettogrundfläche	Max. förderfähige Kosten je Vorhaben	Ihr Zuschuss
Klimafreundliches Nicht- wohngebäude	1.500 Euro	7,5 Mio. Euro	10 %
Klimafreundliches Nicht- wohngebäude – mit QNG	2.000 Euro	10 Mio. Euro	10 %
Klimafreundliches Nicht- wohngebäude im Niedrigpreissegment	1.000 Euro	5 Mio. Euro	10 %
Effizienzgebäude 55 – Nichtwohngebäude	1.000 Euro	5 Mio. Euro	7,5 %

Zuschusshöhe berechnen – ein Beispiel

Sie bauen ein „Klimafreundliches Nichtwohngebäude – mit QNG“ mit einer Nettogrundfläche von 3.000 qm. Ihre förderfähigen Kosten betragen insgesamt 7,5 Mio. Euro, also 2.500 Euro je qm. Förderfähig sind maximal 2.000 Euro je qm, also 6 Mio. Euro. Ihr Zuschuss berechnet sich wie folgt: 6 Mio. Euro x 10 % = 600.000 Euro.

Kombination mit weiteren Förderprodukten

Ihren Zuschuss für klimafreundliche Neubauten können Sie mit anderen Förderprodukten kombinieren – und damit die Gesamtsumme Ihrer Förderung erhöhen.

6. Wirtschaftlichkeitsanalyse und Variantenvergleich

Die finale Entscheidung über die bauliche Zukunft der Hollinger Grundschule erfordert eine integrierte Abwägung, die über eine reine Betrachtung der initialen Investitionskosten hinausgeht. Im Fokus dieses Kapitels steht der direkte quantitative und qualitative Vergleich zwischen einer weitreichenden Bestandssanierung inklusive Nachverdichtung (Variante 1) und einem strategischen Teilrückbau mit anschließendem Ersatzneubau (Variante 2). Beide Wege führen anlagentechnisch zu einem identisch dekarbonisierten Gesamtsystem (66-kW-Wärmepumpenkaskade, min. 150-kWp-PV-Anlage, LED-Umstellung), unterscheiden sich jedoch grundlegend in ihrer baulichen Herangehensweise, ihrer Förder-Effizienz und ihrem langfristigen funktionalen Nutzwert für den Schulbetrieb.

Förderrechtliche Rahmenbedingungen und Berechnungsmatrix

Die quantitative Wirtschaftlichkeitsanalyse basiert auf den aktuellen Richtlinien der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG NWG) für Kommunen sowie des Förderprogramms „Klimafreundlicher Neubau – Kommunen“ (KfW 499). Rechnerisch gelten für die beiden unterschiedlichen Maßnahmenarten folgende restriktive Höchstgrenzen:

- Bestandssanierung zum KfW-Effizienzgebäude 40 EE: Maximal anrechenbare förderfähige Kosten von 2.000 €/m² Nettogrundfläche (NGF) bei einem Fördersatz von 40 % (inkl. EE-Klasse-Bonus) als direkter, nicht rückzahlbarer Investitionszuschuss.
- Ersatzneubau / Aufstockung nach KfN-Standard: Maximal anrechenbare förderfähige Kosten von 1.500 €/m² NGF bei einem Fördersatz von 10 % Investitionszuschuss im Rahmen der Neubauförderung.

Quantitativer Fördervergleich der Varianten

Die nachfolgende Berechnungsmatrix schlüsselt die maximal aktivierbaren förderfähigen Budgets sowie die zu erwartenden staatlichen Zuschüsse für beide Varianten transparent auf. Die Gesamtnutzfläche des Campus bleibt nach Abschluss beider Szenarien mit rund 3.232 m² identisch, um den vollständigen Rückbau der abgenutzten und energetisch unhaltbaren Unterrichtscontainer auf dem Schulhof zu gewährleisten.

	Sanierung KfW40 EE		Neubau KfN		Gesamtförderung
	förderfähige Kosten 2000 Euro/qm	Förderung (40%)	förderfähige Kosten 1500 Euro/qm	Förderung (10%)	
Variante 1: ca. 500 qm Neubau KfN ca. 2732 qm Altbausanierung KfW 40 EE	5.464.000 €	2.185.600 €	750.000 €	75.000 €	2.075.000 €
Variante 2: ca. 1500 qm Neubau KfN ca. 1732 qm Altbausanierung KfW 40 EE	3.464.000 €	1.385.600 €	2.250.000 €	225.000 €	1.425.000 €

Variante 1: Maximierung der Fördermitteleffizienz bei konstruktivem Risiko

Aus rein monetärer Sicht stellt Variante 1 den optimalen wirtschaftlichen Pfad für den kommunalen Haushalt dar. Da das Gebäudeenergiegesetz und die BEG-Richtlinien den Erhalt und die Ertüchtigung von Altsubstanz fördertechnisch massiv belohnen, generiert dieses Szenario trotz identischer Gesamtnutzfläche einen Fördervorteil von absolut 650.000 €.

Demgegenüber steht jedoch ein gravierendes bautechnisches Risiko: Der Altbau aus dem Jahr 1950 bildet das statische Fundament für die geplante 500 m² große Aufstockung. Historische Mauerwerkskonstruktionen dieses Baualters bergen oft unvorhersehbare Traglastrisiken und unzureichende Fundamentierungen. Eine im Vorfeld notwendige, tiefgreifende statische Ertüchtigung des Bestandsmauerwerks und der Erdgeschossdecke kann im Zuge der Ausführungsplanung zu unkalkulierbaren Kostensteigerungen führen, die den rechnerischen Fördervorteil im schlimmsten Fall vollständig aufzehren.

Variante 2: Fördertechnischer Rückschritt mit maximalem funktionalem Mehrwert

Variante 2 (vollständiger Abriss des 1950er-Altbaus und Errichtung eines dreistöckigen Ersatzneubaus in Massiv- oder Holzständerbauweise) stellt sich auf den ersten Blick als fördertechnischer Rückschritt dar. Durch die Verschiebung von 1.000 m² Fläche aus der hochbezuschussten Sanierungsschiene in die Neubaubilanzierung verliert die Kommune 650.000 € an direkten Bundeszuschüssen.

Diesem monetären Nachteil stehen jedoch fundamentale bautechnische und pädagogische Qualitätsgewinne gegenüber, die eine weitsichtige Investition rechtfertigen:

- **Architektonischer Strukturwandel:** Durch den Ersatzneubau wird das im Ist-Zustand energetisch unzweckmäßige und thermisch sensible Kellergeschoss des Altbaus vollständig aufgegeben. An dessen Stelle tritt ein vollwertiges, barrierefreies und überirdisches Lerngeschoss. Anstatt Schüler in einer Souterrain-Atmosphäre zu unterrichten, entstehen drei vollwertige, tageslichtoptimierte Etagen. Dies erhöht den pädagogischen Nutzwert (Realisierung moderner Lerncluster) sowie die Flexibilität der Flächennutzung drastisch.
- **Lückenlose Bauphysik ohne Kompromisse:** Beim Ersatzneubau entfallen alle historischen Restriktionen der Raumhöhen. Am erdberührten Bauteil kann konstruktiv komplett neu angesetzt werden: Die Bodenplatte des Neubaus erhält eine lückenlose und hochgradig zukunftsichere Dämmschicht aus 12 cm EPS 035. Dies drosselt den Transmissionswärmeverlust nach unten auf einen hervorragenden U-Wert von $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.
- **Anlagentechnische Synergien:** Während im sanierungsgeprägten Bestand der Erweiterung (1964) und des Anbaus (1994) aus Platzmangel dezentrale Lüftungsgeräte verbaut werden müssen, erlaubt der Ersatzneubau die Integration einer zentralen Lüftungseinheit mit über 92 % Wärmerückgewinnung. Dies garantiert absolute Geräuschlosigkeit im Unterrichtsraum und minimiert die langfristigen kommunalen Wartungsaufwendungen (Filterwechsel an nur einem zentralen Punkt).

7. Gesamtfazit und strategische Handlungsempfehlung

Die Verknüpfung der bautechnischen und anlagentechnischen Bestandsaufnahme mit den simulationsbasierten Berechnungsergebnissen nach DIN V 18599 sowie den detaillierten Bauteilnachweisen führt zu einem eindeutigen Gesamtergebnis für die Stadt Emsdetten.

Alternativlosigkeit und Wirtschaftlichkeit der Effizienzhaus-Sanierung

Die Notwendigkeit einer tiefgreifenden Modernisierung der Hollinger Grundschule steht außer Frage. Der unsanierte Ist-Zustand mit einem hohen Primärenergiebedarf von 334,1 kWh/(m²·a) ist weder ökologisch zukunftsfähig noch wirtschaftlich tragbar.

Die Ausarbeitung zeigt, dass eine vollumfängliche, energetische Transformation des Campus auf ein hocheffizientes Niveau der wirtschaftlichste Weg für die Kommune ist. Eine bloße Schadensbehebung oder das Verbleiben im energetischen Sanierungsstau würde die Liegenschaft dauerhaft mit unkalkulierbaren fossilen Betriebskosten belasten.

Vollständige Dekarbonisierung und anlagentechnischer Systemwechsel

Ein zentrales Ergebnis der Untersuchung betrifft den radikalen Schnitt bei der haustechnischen Infrastruktur. Die bestehende, rein fossile 240-kW-Gasheizzentrale im Keller des Altbaus wird vollständig demontiert.

Als konsequente und zukunftsfähige Lösung wird die Wärmeversorgung im sanierten Zielzustand über eine auf die neue Hülle dimensionierte Heizlast von 66 kW sichergestellt. Das energetische Herzstück bildet eine Luft-Wasser-Wärmepumpenkaskade. Diese anlagentechnische Konfiguration speist die flächendeckend und in allen Bauabschnitten neu zu installierende Niedertemperatur-Fußbodenheizung über ein komplett erneuertes, hocheffizient gedämmtes Verteilungsnetz. Im Zusammenspiel mit einer kontrollierten Lüftungsstrategie mit Wärmerückgewinnung und einer großflächigen Ost-West-Photovoltaikanlage von mindestens 150 kWp wird der Standort bilanziell nahezu vollständig dekarbonisiert.

Optimale Hebelwirkung durch die kombinierte Bundesförderung

Für die finanzielle Umsetzung dieses Großprojekts greift eine synergetische Kombination aus zwei attraktiven Bundesförderlinien (BEG NWG für die Bestandssanierung zum KfW-Effizienzgebäude 40 EE sowie KfW 499 für den Klimafreundlichen Neubau – KFN):

Durch das abgestimmte Gesamtkonzept wird die Erneuerbare-Energien-Klasse (EE) nachgewiesen. Dies sichert der Kommune bei Realisierung der Variante 1 eine maximale Fördermitteleffizienz. Auf Basis der förderfähigen Kostenobergrenzen (2.000 €/m² für die 2.732 m²) fließt eine Gesamtförderung von absolut 2.260.600 € als direkter, nicht rückzahlbarer Zuschuss in die kommunale Kasse zurück.

- Hinweis zu den Projektkosten: In dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind vereinbarungsgemäß ausschließlich die rein energetisch relevanten Sanierungs- und Bauaufwände abgebildet. Weitere parallel anfallende Kosten, die nicht energetischer Natur sind (wie allgemeine Baukonstruktionen, Brandschutzauflagen, Schadstoffsanierungen oder raumakustische Maßnahmen), sind hier nicht berücksichtigt und müssen im kommunalen Gesamthaushalt separat geführt werden.

Strategische Abwägung: Variante 1 (Aufstockung) vs. Variante 2 (Ersatzneubau)

Die Entscheidung über die finale bauliche Ausführung – Erhalt des Altbaus mit ca. 500 m² Aufstockung (Variante 1) oder gezielter Teilrückbau des 1950er-Trakts mit dreistöckigem Ersatzneubau (Variante 2) – erfordert eine sorgfältige Abwägung zwischen monetären Vorteilen und strukturellem Mehrwert:

- Variante 1 bietet einen klaren finanziellen Fördervorteil von 650.000 € gegenüber Variante 2, da der Sanierungsanteil an der Gesamtnutzfläche maximiert wird.
- Variante 2 stellt zwar einen fördertechnischen Rückschritt dar, kompensiert diesen Malus jedoch durch eine signifikante Steigerung der architektonischen und funktionalen Gesamtqualität.

Ausblick und nächste Schritte

Die Fachplanung empfiehlt den kommunalen Gremien eine zweistufige, risikominimierte Vorgehensweise:

1. Priorisierung der Variante 1: Aufgrund des massiven Fördervorteils von 650.000 € ist das Sanierungs- und Aufstockungskonzept zunächst prioritär zu verfolgen. Als unmittelbarer nächster Schritt ist eine umfassende materialtechnische und rechtsverbindliche statische Prüfung des Altbaus von 1950 zu beauftragen.
2. Fallback-Pfad Variante 2: Sollte die statische Bauwerksprüfung unkalkulierbare Traglastrisiken offenlegen oder eine konstruktive Ertüchtigung die wirtschaftliche Sinnhaftigkeit übersteigen, ist der Schwenk auf Variante 2 (Teilrückbau mit

Ersatzneubau) einzuleiten. Der langfristige Gewinn eines überirdischen, modernen Clustergeschosses wiegt den einmaligen fördertechnischen Nachteil über den Lebenszyklus der Immobilie hinweg auf.

Dipl.Ing. Ulrich Greiling - Energieberater & Ingenieurbüro EffizienzGebäude GmbH
Nachtigallenweg 4
D - 48282 Emsdetten
Telefon: 0151/59895027
E-Mail: info@energieberaterEG.de
Homepage: <https://www.effizienzgebaeude.de>

Mit freundlichen Grüßen



Ulrich Greiling
Geschäftsführer
Energie-Effizienz-Experte