



Einsatz von Holzbau-elementen  
zur energetischen Gebäudesanierung  
öffentlicher Nichtwohnungsbauten

**Handlungsempfehlungen**

# Einsatz von Holzbauelementen zur energetischen Gebäudesanierung öffentlicher Nichtwohnungsbauten

## Handlungsempfehlungen

im Auftrag des Holzbau-Zentrums Schleswig-Holstein

**HBZ\*SH**  
\* Holzbauzentrum Schleswig-Holstein

Autor und Projektleiter  
Dipl.-Ing. Olaf Fechner

**tsj-architekten gmbh**



Lübeck, August 2009



Der Bericht wurde mit Mitteln des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein gefördert.



**ZUKUNFTS**programm  
Wirtschaft  
*Investition in Ihre Zukunft*

Das HBZ-SH wird gefördert aus dem Zukunftsprogramm Wirtschaft mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und Landesmitteln.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Nachhaltige Bestandssanierung öffentlicher Nichtwohnungsbauten – Ausgangslage.....</b>	<b>3</b>
	Vorbemerkung.....	3
	Forderungen zum Nachhaltigen Bauen.....	3
	Auseinandersetzung mit unterschiedlichen energetischen Standards.....	4
	Zur Bedeutung von Gebäudehülle und Haustechnik.....	5
<b>2</b>	<b>grundsätzliche Empfehlung zur phasenweisen Annäherung an Sanierungskonzepte .....</b>	<b>7</b>
	Einleitung.....	7
	Bestandsanalyse .....	7
	Zielbildung.....	10
	Durchführbarkeitsstudien (Entwurfsplanung) .....	13
	Variantenbewertung (Genehmigungs- und Ausführungsplanung) .....	14
<b>3</b>	<b>Bewertungen zum Einsatz von Holz in der Fassadensanierung unterschiedlicher Referenzprojekte .....</b>	<b>17</b>
	Überblick der dargestellten Beispiele .....	17
	Walter Hempel Bau TU- Dresden – Gebäude- und Fassadensanierung .....	18
	Sanierung und Umbau der Grundschule Lauerholz in Lübeck.....	20
	Sanierung Schule im „Kassler Modell“ – Wolfgang Borchard Gymnasium, Halstenbek .....	23
<b>4</b>	<b>Stufenweise Untersuchung von Varianten zur Fassadensanierung einer Schule im „Kassler Modell“ .....</b>	<b>28</b>
	Grundsätzlicher Variantenvergleich .....	28
	Kostenvergleich unterschiedlicher Varianten .....	29
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse .....</b>	<b>38</b>
	Allgemeine Ergebnisse .....	38
	Ergebnisse aus der Variantenuntersuchung zum Kassler Bausystem.....	39
	Hinweise auf anschließende Betrachtungen.....	39
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>41</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>41</b>

# 1 Nachhaltige Bestandssanierung öffentlicher Nichtwohnungsbauten – Ausgangslage

## Vorbemerkung

Der Klimawandel und die Endlichkeit fossiler Ressourcen leiteten einen Wandel in der Energiepolitik ein. Die Energieeffizienzpolitik der EU und der Bundesregierung fordern und fördern zunehmend energiesparende Gebäude und Technologien zur energieeffizienten Energieerzeugung. Länder und Kommunen sind angehalten, vorbildhaft Beispiele im öffentlichen Bau aufzuzeigen.

Steigende Energiepreise<sup>1</sup> führen langfristig zu erheblichen Belastungen in den Kommunen. Bekanntermaßen ist das Einsparpotenzial im Bestand wesentlich größer als im Neubau, weshalb es gilt, die Chancen und Synergieeffekte aus notwendigen Instandhaltungsmaßnahmen zu nutzen.

Gegenstand des vorliegenden Arbeitsberichtes ist die Darstellung einer beispielhaften Herangehensweise an die energetische Sanierung öffentlicher Nichtwohngebäude sowie der Eignung der Holzbaubauweise zur Sanierung von Gebäuden im „Kassler Bausystem“.

## Forderungen zum Nachhaltigen Bauen

Der Begriff „Nachhaltige Entwicklung“ rückt, ausgehend von nationaler und internationaler Politik, auch zunehmend in den Schwerpunkt kommunaler Projekte. Ziel ist es, Bedürfnisse heutiger Generationen mit der Sicherung zukünftiger zu vereinen.<sup>2</sup>

Europäischen Leitlinien folgend wird im Leitfaden für nachhaltiges Bauen die Betrachtung zur Nachhaltigkeit auf ökologische, ökonomische und soziokulturelle Kriterien gelenkt. Ferner wird die ganzheitliche Bewertungen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes oder einer Liegenschaft gefordert.<sup>3</sup> In Folge dessen wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) das „Deutschen Gütesiegels für Nachhaltiges Bauen“ entwickelt, welches eine allgemeingültige Bewertungsgrundlage schaffen soll. Die Bewertungsmodule sind bereits in Anwendung, wenn auch eher mit Pilotcharakter. Ein Modul für Bauen im Bestand ist derzeit in der Entwicklung.

---

<sup>1</sup> Je nach Energieträger ist von einem durchschnittlichen Preisanstieg von 5- 10% auszugehen. Vgl.: Statistisches Bundesamt: Daten zur Energiepreisentwicklung – Lange Reihe von Jan. 2000- Juni 2009.

<sup>2</sup> Vgl.: Internetseite des Rates für Nachhaltige Entwicklung: [www.nachhaltigkeitsrat.de/der-rat/auftrag-des-rates](http://www.nachhaltigkeitsrat.de/der-rat/auftrag-des-rates). Stand 19.08.2009.

<sup>3</sup> Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung – BBR (Hg.): Leitfaden für nachhaltiges Bauen. Anlage 6. Berlin 2001. Kapitel 6.2.

---

Insbesondere öffentliche Gebäude werden sich in Zukunft an diesen Maßstäben messen lassen müssen.<sup>4</sup>

Schwerpunkt der Planer war es bisher, Architektur, Gebäudetechnik und funktionale Anforderungen in Einklang zu bringen. Heutige Forderungen zur Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes machen es notwendig, Lebenszykluskosten, insbesondere den Faktor **Energie**, in den Planungsprozess einfließen zu lassen.<sup>5</sup>

Nachhaltiges Planen geht heute grundsätzlich über die Festlegung der Dämmstoffstärke und die damit verbundene Energieeinsparung hinaus. Architekturqualität, Lebenszykluskosten und ökologische Ziele müssen bei einer Investition komplex und integrativ betrachtet werden. Darüber hinaus ist durch Projektsteuerung und -kontrolle darauf zu achten, dass gerade soziale und kulturelle Aspekte, wie Funktionalität, Flexibilität und nutzerabhängige Anforderungen sowie baukulturelle Kriterien, als sogenannte weiche Faktoren in den Entscheidungsprozessen ausreichend Gewichtung gegenüber den monetäre Faktoren finden.

## **Auseinandersetzung mit unterschiedlichen energetischen Standards**

Immer mehr **Städte und Kommunen verpflichten sich, in eigenen Projekten höhere Energiestandards** als im gesetzlich Rahmen vorgeschriebenen umzusetzen.<sup>6</sup> Ziel ist es in erster Linie, Folgekosten zu sparen und gesetzte Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

Erfahrungen aus der aktuellen Beratung öffentlicher Bauherren lassen einen grundsätzlichen Vergleich üblicher Standards sinnvoll erscheinen. Es sollen ferner Empfehlungen zur Klarstellung des verwendeten Vokabulars zur energetischen und technischen Zielsetzung in öffentlichen Projekten gegeben werden.

Im Oktober 2009 wird die Energieeinsparverordnung (EnEV) novelliert, d.h. die Anforderungen steigen um ca. 30 % gegenüber der derzeit gültigen Form. Demnach ist bei der Diskussion unterschiedlicher energetischer Standards heute grundsätzlich von einem

■ **Mindeststandard gemäß EnEV 2009** auszugehen.

Die EnEV 2009 unterscheidet grundsätzlich den Wohnungs- vom Nichtwohnungsbau und stellt hierfür verschiedene Rechenverfahren zur Verfügung. Wesentlicher Unterschied ist die Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs (Qp), der sich im Wohnungsbau allein auf den Heiz- und

---

<sup>4</sup> Vgl.: Systembeschreibung und Bewertungskriterien auf der Internetseite [www.dgnb.de](http://www.dgnb.de). Stand 26.01.2009

<sup>5</sup> Weitzel, Johannes: EnEV-Schulen sind besser als Passivhaus-Schulen. In.: Deutsches Ingenieurblatt. Heft 7, 2007. S. 28.

<sup>6</sup> Zum Beispiel hat die Stadt Frankfurt am Main sich zu folgender Festsetzung entschieden: „Bei Sanierungen von städtischen Gebäuden sind Passivhauskomponenten einzusetzen (Dämmung, Fenster, Lüftung mit Wärmerückgewinnung > 75 %). Der Passivhausstandard ist anzustreben. Sollte dieser Standard nicht erreicht werden können, ist dies zu begründen. In allen Fällen gilt als Mindeststandard eine dreißig Prozent bessere Energieeffizienz,

Warmwasserbedarf bezieht. Im Nichtwohnungsbau hingegen werden alle anderen Energieverbräuche wie Strom, Kühlung etc. hinzugerechnet. Im Weiteren wird schwerpunktmäßig der öffentliche Nichtwohnungsbau betrachtet.

Vielfach wird (in öffentlichen Beschlüssen) eine energetische Zielmarke nach KfW-40-Standard (heute: KfW-Effizienzhaus 55) gefordert.<sup>7</sup> Ein derartiger Vergleich ist jedoch aufgrund unterschiedlicher Rechenverfahren und aufgrund des ursprünglichen Bezugs der KfW-Standards zum Wohnungsbau technisch unzulänglich und beschreibt somit kein eindeutiges Ziel.

- Die Forderung nach einem **KfW 40 Standard**, der sich auf den Wohnungsbau bezieht und nur einen Jahres-Primärenergiebedarf auf den Heiz- und Warmwasserbedarf vorgibt, **ist kein geeigneter Standard für den Nichtwohnungsbau.**
- Die Festlegung eines Standards, der **die EnEV** in der jeweils aktuellen Fassung **um einen bestimmten prozentualen Wert unterschreiten muss, ist eine einfache und widerspruchslöse Forderung.**<sup>8</sup>

Mit den stetig steigenden Anforderungen aus der Novellierung der EnEV 2004/ 2007/ 2009/ 2012 etc. treten zunehmend Diskussionen um den Passivhausstandard in den Vordergrund.<sup>9</sup> Der Passivhausstandard misst sich auf der Basis eines gesonderten Rechenverfahrens.<sup>10</sup> Im Gegensatz zur Berechnung nach DIN 18599 entsprechend der EnEV 2009, die im Wesentlichen auf eine Reduzierung des Primärenergiebedarfs und damit der Senkung des CO<sup>2</sup>-Ausstoßes gerichtet ist, zielt das Passivhaus auf Energiekosteneinsparung. Ein reiner Wechsel des Energieträgers würde, anders als beim Nachweis nach EnEV, nicht zu einer Verbesserung der Bilanz führen. Vorrangig bleibt eine Energieeinsparung im Wesentlichen durch energetische Optimierung der Hülle und der Gebäudetechnik. Eine Anlehnung an die EnEV sollte demnach vermieden werden.

- **Ein zertifiziertes Passivhaus** kann als eigenständiges Qualitätssiegel verstanden werden und beschreibt die derzeit höchst mögliche energetische Qualität mit einer eindeutigen Normung.

Energieplushäuser sind eher noch dem experimentellen Bauen zuzuordnen.

## **Zur Bedeutung von Gebäudehülle und Haustechnik**

In der Gebäudesanierung liegt häufig das größte Potenzial zur Reduzierung der Heizenergie. Um ein energetisch sehr schlechtes Gebäude auf einen deutlich besseren Standard zu bringen, gelten die Ertüchtigung der Gebäudehülle und der Einbau einer neuen Heizung gemäß der ENEV als

---

als die EnEV verlangt.“ Vgl.: Hochbauamt Stadt Frankfurt am Main (Hg.): Leitlinie zum wirtschaftlichen Bauen. Frankfurt am Main 2008. S. 3.

<sup>7</sup> Der Jahres-Primärenergiebedarf darf in diesem Standard maximal 40 kWh pro m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche AN betragen.

<sup>8</sup> Grundsätzlich gilt gemäß EnEV 2009 bei einer Sanierung des Bestandes die Möglichkeit zu 40%-iger Überschreitung der geltenden Forderungen an den Neubau hinsichtlich des Primärenergiebedarfes. Eine beispielhafte Formulierung zur Festlegung einer Zielmarke wäre eine 30%-ige Unterschreitung der EnEV 2009 oder die Vereinbarung des Neubaustandards bei der Sanierung bezogen auf EnEV 2009.

<sup>9</sup> Hochbauamt Stadt Frankfurt am Main (Hg.), 2008. S. 3.

<sup>10</sup> So genanntes Berechnungsverfahren nach PHPP; entwickelt vom Passivhausinstitut Darmstadt.

---

effizienteste Maßnahmen. Abhängig von der Qualität des Bestandes sind bei Sanierungen der gesamten Gebäudehülle nach EnEV bis zu 70% des Einsparpotenzials bei der Heizenergie zu erreichen.

Soll ein noch besserer Standard erzielt werden, sind technische Hilfsanlagen, wie Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Solaranlagen, Blockheizkraftwerke etc., notwendig.

Im Nichtwohnungsbau, z.B. dem Schulbau, verliert die Heizenergie innerhalb der Gesamtenergiebilanz ab einem gewissen energetischen Standard an Bedeutung (z.B. Passivhausstandard). Elektrische Energie für Beleuchtung, Kühlung, Lüftung etc. hingegen gewinnt maßgeblichen Einfluss auf den Verbrauch.

Daraus lässt sich folgende Empfehlung zur Herangehensweise bei der Konzeptentwicklung ableiten:

- Aufgrund ihrer möglichen baukonstruktiven Lebensdauer sollte die **Gebäudehülle** bereits **zukünftigen Ansprüchen Rechnung tragen**. Wenn möglich, sollten heutige Bauteilanforderungen übererfüllt werden.
- Besteht aufgrund der Rahmenbedingungen, z.B. funktionalen oder rechtlichen Aspekten (Denkmalschutz o.ä.), **nicht die Möglichkeit zur bestmöglichen Dämmung der Hülle, ist eine Kompensation durch Haustechnik** zu prüfen.
- Mit einem besonders hohen energetischen Standards mittels Gebäudetechnik kann **neben der Energieeinsparung ein zusätzlicher Komfort für den Nutzer erreicht werden**.<sup>11</sup>
- Um den Jahres-Primärenergiebedarf im Nichtwohnungsbau über den Heizwärmebedarf hinaus wesentlich zu beeinflussen, müssen **Konzepte zur Kühlung, zur Belichtung, zum Sonnenschutz etc.** entsprechend dem Bauvorhaben entwickelt werden.

---

<sup>11</sup> So zum Beispiel durch Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in Schulen durch den Einsatz von bedarfsgesteuerten Lüftungsanlagen.

## 2 grundsätzliche Empfehlung zur phasenweisen Annäherung an Sanierungskonzepte

### Einleitung

Aus der Erfahrung als Planer und Projektsteuerer heraus werden nachfolgende Empfehlungen zum systematischen Vorgehen gegeben:

Der Ablauf von Planungsleistungen beinhaltet zwar grundsätzlich unterschiedliche Phasen zur Annäherung an Lösungen, jedoch lassen sich die Prozesse zur Koordination und Einbindung unterschiedlicher Interessen und Forderungen an das Projekt zum Teil besser an managementtheoretischen Methoden erläutern.

Der Projektablauf sei kurz mit den Phasen:

1. Zielbildung  $\Rightarrow$  2. Durchführbarkeitsprüfung  $\Rightarrow$  3. Alternativenbewertung und -auswahl<sup>12</sup> beschrieben.

Das Ergebnis einer Sanierung wird aus Sicht des Projektmanagements im Wesentlichen in der 1. Phase beeinflusst. Die Phasen 2 und 3 können mit Leistungen der Entwurfs- bzw. der Genehmigungs- und Ausführungsplanung verglichen werden und sind meist nicht mehr geeignet, grundlegende Veränderungen im Projektverlauf herbeizuführen.

Nachfolgende Erläuterungen gehen anhand von Beispielen auf unterschiedliche Projektphasen ein und zeigen Abwägungsprozesse zu Sanierungsentscheidungen und dem möglichen Einsatz von Holzbautechnologien. Wesentlicher Bestandteil ist dabei die vorhergehende Analyse der Ausgangslage (Bestandsanalyse). Näher ausgeführt wird die Beschreibung eines beispielhaften Zielfindungsprozesses, um die Beschreibung von Projektzielen und den möglichen Einsatz bestimmter Technologien in einen Wirkzusammenhang zu stellen.

### Bestandsanalyse

Nach Analyse der Ausgangslage sind für die Zielfestlegungen unterschiedliche Aspekte wie stadtentwicklungspolitischer Bedarf, bauliches Umfeld, Denkmalschutz, Bestandskonstruktion, Nutzung, Bauablauf und beabsichtigte Bauzeiten zu berücksichtigen, die ihrerseits maßgeblichen Einfluss auf das Gesamtkonzept zur energieoptimierten Planung haben.

- Trotz möglicher Synergien aus Wiederholungsplanungen, wie im Falle von Systembauten denkbar, sind die jeweils individuellen Gegebenheiten zu berücksichtigen.

---

<sup>12</sup> Beck, Bea: Projektmanagement: Planung, Kontrolle und Organisation von Projekten. Tübingen 1990. S. 10.



- 
- Baukulturelle Aspekte bestehender Gebäude sind aus dem Blickwinkel ihrer Entstehungszeit zu werten und adäquat den heutigen Erfordernissen anzupassen.
  - Bei der Diskussion des geeigneten Energiestandards sind die gestalterischen Konsequenzen im Rahmen der Entwurfsplanung bis zu Ende zu denken. Evtl. Zielkonflikte sind aufzudecken und vorab im Rahmen der Zielbildung zu lösen.

So ist z.B. eine hermetisch blockhafte Verdichtung des Baukörpers in Folge eines beabsichtigten Passivhausstandards gegen die funktionalen Abläufe einer Schule abzuwägen und ggf. zu Gunsten der Funktionalität und Gestalt unterzuordnen.<sup>13</sup> Erst im Anschluss dieser Festlegungen können geeignete Sanierungsvarianten entwickelt werden.

Die Überprüfung der möglichen Lösungen hinsichtlich ihrer Rentabilität, der Lebenszykluskosten und der technischen Ausbildung sind Teil späterer Projektphasen.

### Von der energetischen Ist-Analyse zum Energiekonzept

Ausgehend von der Ausgangslage im Bestand ist eine klare Zieldefinition „Energie“ zu treffen. Hierbei sind nach Möglichkeit konkrete Aussagen zu Aspekten wie

- thermischer Raumkomfort,
- visuelle Behaglichkeit und
- Raumlufqualität

sowie zu einzelnen Parametern wie

- Primärenergie,
- Endenergie und
- Nutzenergie

zu treffen.

Unerlässlich ist hierbei eine vorhergehende Analyse des Bestandes, um den Rahmen des Machbaren unter Maßgabe der Wirtschaftlichkeit genau abzustecken. Nachfolgende Grafik veranschaulicht den unterschiedlichen Energieverbrauch vor und nach der Sanierung in Abhängigkeit vom Gebäudetyp.

---

<sup>13</sup> Weitzel, 2007. S. 29.

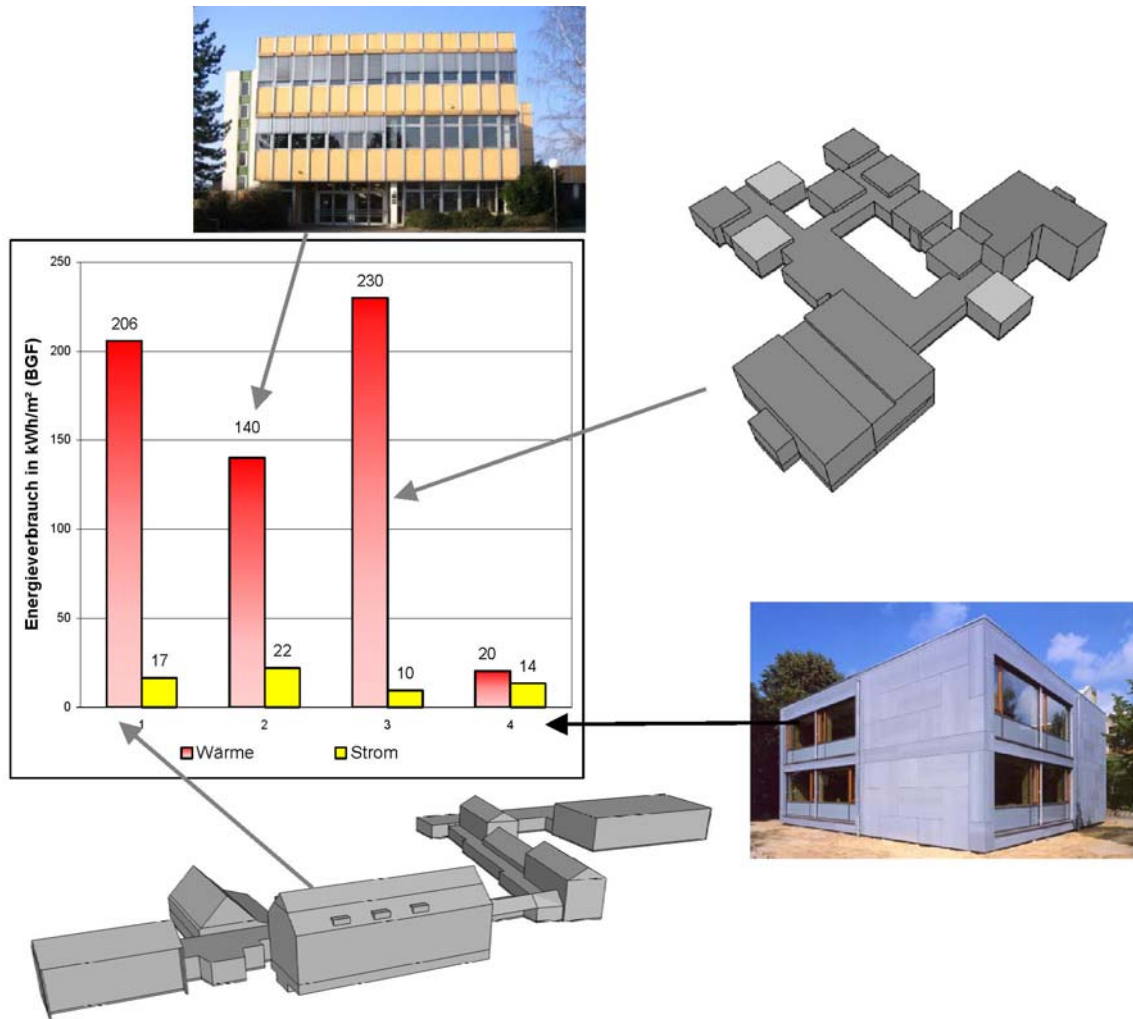


Abb. 1: Energieverbrauch (Wärme/Strom) im Projektvergleich<sup>14</sup>

Bei der Entwicklung des geeigneten Energiekonzeptes gilt es, die individuellen Einsparpotentiale zu nutzen. Diese liegen im überwiegenden Teil

- zu erst in der Gebäudehülle und
- zweitens in der Technischen Ausstattung.

<sup>14</sup> Vgl.: Vollert, Sören. In: Fechner, Olaf: Wolfgang-Borchert-Gymnasium in Halstenbek – Aktuelles Bauvorhaben in Schleswig-Holstein. Vortrag auf der Fachtagung Energetische Schulsanierung in Holzbauweise. 8. Juli 2009, Neumünster. Siehe auch: [KApplus](http://www.kaplus.de) - Ingenieurbüro Vollert, [www.kaplus.de](http://www.kaplus.de).

---

## Zielbildung

### Variable Leistungsziele öffentlicher Auftraggeber

Die Zielformulierung öffentlicher Bauherren unterscheidet sich deutlich von denen privater. „Stehen bei der Öffentlichen Hand eher abstrakt formulierte Sachziele, wie beispielsweise Verpflichtungen zum nachhaltigen Bauen<sup>15</sup> im Vordergrund, sind es beim Privaten eher die Formalziele.“<sup>16</sup>

So wird u.a. auf nachfolgend vorgestelltes Referenzprojekt der Fassadensanierung des „Walther-Hempel-Baus“ in Dresden verwiesen. Nach der Beschreibung der Projektziele war aufgrund des Pilotcharakters des Gebäudes als Experimentalbau für die spätere Großplattenbauweise der „vorgeprägte innovative Charakter des Hauses [...] auch in der weiteren Planung“ zu berücksichtigen.<sup>17</sup> So war das Ziel definiert, die ökologischen und technischen Qualitäten gleichrangig den ökonomischen Kriterien, wie z.B. den Baukosten, zu behandeln.

Die Veränderungen in der öffentlichen Vergabepaxis hin zu funktionalen Leistungsbeschreibungen begrenzen Forderungen zur Bauqualität, d.h. beschriebene Leistungsziele, auf die wesentlichen Belange des Bauherrn, so dass ihnen auf unterschiedliche Art und Weise entsprochen werden kann. Potentiale der Produktivitätssteigerung, Baukostensenkung und Wertschöpfung können so gestärkt und Mechanismen des Marktes besser genutzt werden, ohne dabei im Vorhinein den möglichen Zielerreichungsgrad zu begrenzen.<sup>18</sup>

Um Synergien und Wertschöpfungspotentiale optimal im Sinne des öffentlichen Bauherrn zu nutzen, sollte die Festlegung wesentlicher Ziele bereits in der Projektentwicklung in enger Zusammenarbeit zwischen Bauherr, Nutzern, Architekt und Fachingenieuren erfolgen.

### Prozessqualität – Kommunikation für Bauqualität und Baukultur

Nachfolgend soll am Verfahren Bau der Integrierten Gesamtschule Ratekau (IGR) beispielhaft der Prozess zur gemeinsame Zielentwicklung, -festlegung und -gewichtung mit dem Bauherrn dargestellt werden.

Im Februar 2006 legten das Bildungsministerium Schleswig-Holstein, der Kreis Ostholstein und die Gemeinde Ratekau den Grundstein für ein mehrfach innovatives Projekt. Ein Vertrag bot die Grundlage für den Erweiterungsbau einer Integrierten Gesamtschule mit ca. 3.200 m<sup>2</sup>

---

<sup>15</sup> Vgl. u.a.: Abschlussbericht der Enquete-Kommission: Schutz des Menschen und der Umwelt – Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Umwelt. o.O. 1998.; BBR, 2001.

<sup>16</sup> Privatwirtschaftliche Schwerpunktziele werden mit den Zielkategorien Sach- (Leistungs- und Finanzziele) und Formalziele beschrieben. Traditionell bestimmend sind eher Formalziele, meist vorrangig gekennzeichnet durch monetäres (in Geldeinheiten messbares) Gewinnmotiv. Vgl.: Fechner, Olaf: Die Rolle der Architekten und Ingenieure in Abhängigkeit von unterschiedlichen Auftraggebermodellen. Schriftenreihe Bau- und Immobilienmanagement. Band 9. Weimar. 2009. S. 195ff.

<sup>17</sup> Schriftverkehr Arge AWB + TSJ Architekten an das Sächsische Immobilien- und Baumanagement. 10.06.2009. S. 1.

<sup>18</sup> vgl.: Fechner, 2009. S. 198f.

Hauptnutzfläche sowie für ein vorbildliches Beispiel öffentlich-privater Partnerschaft. Das Ergebnis galt als „Leuchtturm“ mit verringertem Energieverbrauch und anspruchsvoller Gestaltung.<sup>19</sup>



Abb 2: Perspektive Haupteingang, Wettbewerbsgrafik<sup>20</sup>

In intensiven Gesprächen hat eine Arbeitsgruppe aus Vertretern des Kreises Ostholstein, der Schulleitung und der Gemeinde Ratekau unter Moderation des Projektsteuerers die Ausschreibung zum Verfahren vorbereitet und Qualitätskriterien zur Angebotsbewertung im Vorfeld festgelegt. Im Sinne der bundesweiten Diskussion um die Stärkung der Baukultur standen hierbei die Bewertung monetärer und nicht monetären Kriterien im Gleichgewicht. Neben der Funktionalität fanden die Bauqualität, die ökologische Bauweise sowie die Gestaltung und die Einfügung in das Ortsbild Berücksichtigung in der Beurteilung.

---

<sup>19</sup> TSJ Architekten: Pressemitteilung für das Architektenblatt. Heft 7, 2007.

<sup>20</sup> Petersen Pörksen und Partner GmbH: Wettbewerbsgrafik zum Verhandlungsverfahren.; Generalunternehmer: Firma Ditting, Rendsburg.; Entwurf und Ausführungsplanung: Petersen Pörksen und Partner GmbH. Lübeck 2007.

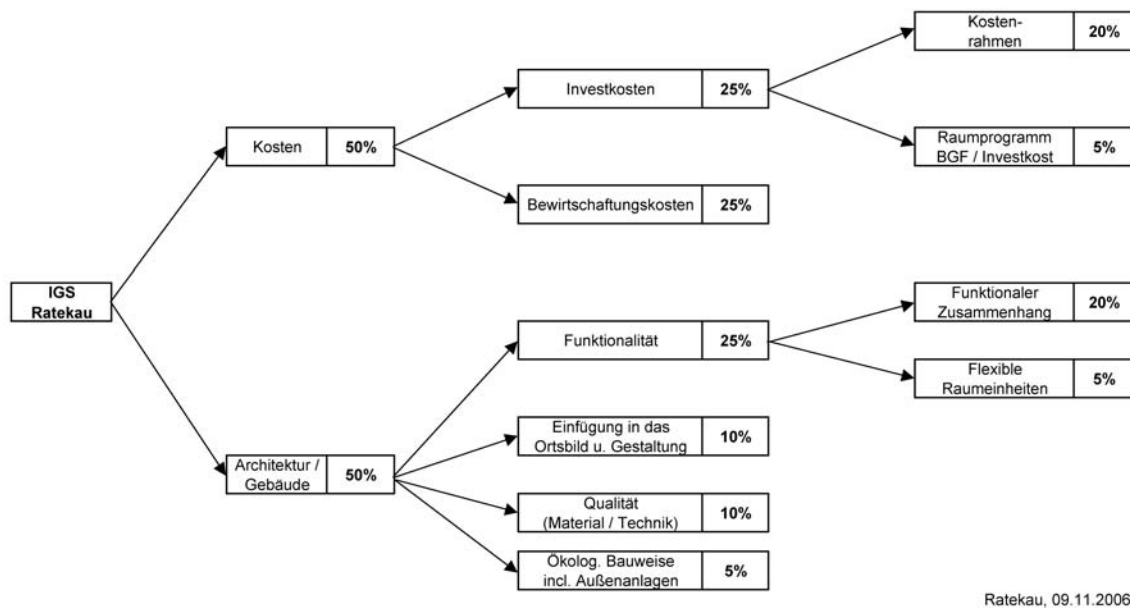


Abb. 3: Zielstruktur u. -gewichtung IGR<sup>21</sup>

Der gesamte Zielbildungsprozess wurde mit einem hohen Maß an Methodenkompetenz und besonderer Qualität der Kommunikation und Zusammenarbeit unter den Beteiligten geführt. „Die Entscheidung wurde unter Abwägung aller für gute Architektur wichtigen Kriterien getroffen, so dass für die wichtigsten Nutzer, die Kinder, ein gutes Gebäude [entstand].“<sup>22</sup>

Die verwendeten Methoden halfen, alle Beteiligten mitwirken zu lassen, die Interessen und Zuständigkeiten zu strukturieren und damit die Beschleunigung einer qualitätsvollen und zugleich wirtschaftlichen Realisierung herbeizuführen. Der Erfolg bestand letztendlich darin, scheinbar gegensätzliche Interessen gemeinsam abzuwägen und nachhaltig zu bewerten.

## Vergabestrategische Überlegungen zum Vergleich von Holz- und Massivbau

Auch wenn es sich bei dem vorgenannten Beispiel weder um eine (Fassaden-)Sanierung noch um einen Holzbau handelt, kann aufgezeigt werden, dass bei ganzheitlicher und zugleich ergebnisorientierter Zieldefinition analog diesem Verfahren der Holzbau zunehmend konkurrenzfähig ist. Die funktionale Leistungsbeschreibung zu diesem Projekt traf auf Wunsch des Bauherrn Festlegungen zum Massivbau und schränkte so die Vielfalt an Alternativen ein.

Möglichkeiten zur höheren Wertschöpfung durch den Bauherrn können darüber hinaus dann voll ausgeschöpft werden, wenn Potentiale zur Bau- und Betriebskostenoptimierung, wie z.B. durch

<sup>21</sup> Straßburger, Bernd: Bau einer Integrierten Gesamtschule in Ratekau – Ein Erfahrungsbericht. Deutsches Architektenblatt. Ausgabe Schleswig-Holstein. Heft 10, 2007. S. 12ff.

<sup>22</sup> Petersen, Klaus (Entwurfsverfasser): Nachbetrachtung aus Teilnehmersicht. In: Straßburger, 2007. S. 14.

hohen Vorfertigungsgrad, kurze Bauzeit, hohen Wärmedämmstandard der Hülle und durch outputorientierte<sup>23</sup> Leistungsbeschreibungen seitens der Bieter bzw. Planer entsprechend genutzt werden können. Eine noch größere Variabilität der Leistungsziele hätte bei einer gleichbleibenden Bewertungsmatrix sicher auch Alternativen im Holzbau hervorgebracht. Der Nachweis weiterer Effizienzvorteile und die Konkurrenzfähigkeit muss sich jedoch allein nach marktwirtschaftlichen Kriterien einstellen.

## Durchführbarkeitsstudien (Entwurfsplanung)

In einer Durchführbarkeitsstudie soll die grundsätzliche Realisierbarkeit von Alternativen zur Erreichung der beschriebenen Ziele

- wirtschaftlich,
- technisch und
- rechtlich (z.Bsp.: Bau- und Bauordnungs- und Denkmalrecht)
- sowie ggf. auch auf gesellschaftliche Umstände

hin geprüft werden.

Sofern unterschiedliche Alternativen, wie z.B. eine Fassade in Holztafelbauweise und eine in Massivbauweise, nicht bereits aufgrund der Zielbeschreibung (z.B. Mauerwerksbau) Zielkonflikte auslösen und so generell ausscheiden, werden sie einer möglichst objektiven Prüfung unterzogen.

Rechtliche Aspekte, die beispielsweise zum Ausschluss einer Sanierungsalternative führen, können z.B. in denkmalrechtlichen Auflagen zum Erhalt der historischen Fassade begründet sein.

Die wirtschaftliche Prüfung würde in einer ersten Phase zumeist alternativ zur Sanierung die Kosten eines vergleichbaren Neubaus anhand der Nutzfläche ermitteln.

Die Wirtschaftlichkeitsprüfung sollte nach Möglichkeit in Varianten erfolgen. Ein Vergleich unterschiedlicher Energiestandards oder unterschiedlicher bauqualitativer Ausführungen ist maßgebend. Eine Betrachtung nach Lebenszykluskosten<sup>24</sup> ist derzeit die umfassendste Betrachtungsweise. Die anfallenden Investitions- und Nutzungskosten sind in der DIN 276 (1993) und DIN 18960 (1999) geregelt.

---

<sup>23</sup> üblicherweise verwendeter Begriff für funktionale Leistungsbeschreibungen

<sup>24</sup> Der Lebenszyklus eines Gebäudes beschreibt den Zeitraum von der Herstellung bis zum Abbruch/ Verwertung. Im Rahmen der Sanierung von öffentlichen Gebäuden wird i.d.R. der Lebenszyklus auf eine Nutzungsdauer von 25 Jahren untersucht. Setzt man Investitions- und Nutzungskosten über einen nutzungsbezogenen Lebenszyklus von ca. 25 Jahren in ein Verhältnis, können die Varianten mittels Amortisationsrechnung verglichen werden.

DIN 276 (1993) Kosten im Hochbau		DIN 18960 (1999) Nutzungskosten im Hochbau	
100	Grundstück	100	Kapitalkosten
200	Herrichten und Erschließen	200	Verwaltungskosten
300	Bauwerk - Baukonstruktion	300	Betriebskosten
400	Bauwerk - Technische Anlagen	400	Instandsetzungskosten
500	Außenanlagen		
600	Ausstattung und Kunstwerke		
700	Baunebenkosten		

Abb. 4: Kostengliederung nach DIN 276 (1993) und DIN 18960 (1999)<sup>25</sup>

Aktuelle wissenschaftliche Auseinandersetzungen differenzieren die Relevanz einzelner Kostenarten und setzen sie in Abhängigkeit zu ihrer Beeinflussbarkeit.<sup>26</sup> Im Zusammenhang energieoptimierter Sanierungen kann eine **hohe Kostenrelevanz der Energiekosten** (als Betriebskosten) abgeleitet werden. Das Verhältnis von Investitionskosten zu Betriebskosten ist in einer Amortisationsrechnung, die eine steigende Energiepreisentwicklung (ca. 6%) mit einbezieht, zu überprüfen.

KGr.	Investitionskosten	Nutzungskosten				Abbruch
		Kapital	Verwaltung	Betrieb	Instandsetzung	
Kosten-Relevanz*	30 – 35 %	25 – 30 %	ca. 5 %	<b>20 – 25 %</b>	ca. 5 %	ca. 5 %
	hoch	hoch	niedrig	<b>hoch</b>	niedrig	niedrig
Beeinflussbarkeit	hoch	Direkt durch Finanzierung Indirekt durch Investition	kaum	<b>hoch</b>	hoch	niedrig

\* Durchschnittswerte von BOT - Objekten mit 20 Jahre Laufzeit

Abb. 5: Kostenrelevanzen und -beeinflussbarkeit<sup>27</sup>

## Variantenbewertung (Genehmigungs- und Ausführungsplanung)

Die verbleibenden Varianten der Ausführung müssen geprüft werden. In der Planung und Steuerung von Hochbauprojekten werden hierzu vielfach die

<sup>25</sup> Herzog, Kati: Lebenszykluskosten von Baukonstruktionen. Darmstadt 2005. S. 41.

<sup>26</sup> Hier insbesondere das Institut für Massivbau der Technischen Universität Darmstadt unter Prof. Dr. C.-A. Graubner.

<sup>27</sup> Graubner, Carl-Alexander und Benjamin Wolf: Betriebskostenprognose durch Modellierung des Gebäudes. Vorstellung zu wissenschaftlichen Analyse-Tools an der TU Darmstadt. Vortragsskript 2006. S. 5.

- Argumentenbilanz,
- Kosten-Nutzen-Analyse,
- Target Costing<sup>28</sup> (dt. "Zielkostenmanagement"),
- Investitionsrechnung

angewandt. Ziel ist es, unter Anrechnung der individuellen Entscheidungssituation, eine möglichst objektive Auswahl unter den möglichen Varianten zu treffen. Die jeweiligen Methoden sollten hierbei zudem auf Transparenz in der Entscheidungsfindung setzen.

Insbesondere die Investitionsbewertung sollte empfehlenswerter Weise dynamisch, d.h. nach finanzmathematischem Verfahren, statt statisch geführt werden, um möglichst eine objektive Einschätzung geben zu können. Dabei bezieht eine dynamische Betrachtung richtigerweise die vorgenannten Betrachtung der Lebenszykluskosten eines Gebäude mit ein.

Statische Verfahren, wie z. B. der reine Kostenvergleich von Investitionen in die Sanierung, sind nicht zu empfehlen, da sie entscheidende Aspekte, wie z. B. laufende Kapital- und Betriebskosten, nicht erfassen und somit zu falschen Einschätzungen verleiten.

### Optimierung/ Wirtschaftlichkeitsprüfung unterschiedlicher Ausführungen

Ist das Sanierungskonzept in wesentlichen Aspekten festgelegt, werden zunächst funktions- und kostenrelevante Bauteile und technischen Anlagen genauer untersucht. Hier muss eine Betrachtung gewählt werden, die in **bauteilbezogene Lebenszyklen** unterscheidet.

Eine Außenwand sollte in der weiteren Bewertung in ihre tragenden und dämmenden Bestandteile unterteilt werden. Im Ergebnis kann beispielsweise eine hervorragend dämmende Gebäudehülle in Holzbauweise in Kombination mit einer instandhaltungsarmen Ziegelfassade mit einer Lebensdauer von mindestens 100 Jahren deutlich nachhaltiger und kostengünstiger sein als eine Massivwand mit einem Wärmedämmverbundsystem (WDVS), welches nach 30 Jahren ausgetauscht werden muss.<sup>29</sup>

Sind die Nutzeranforderungen sehr hoch oder sollen Energiekonzepte als Ganzes bewertet werden, ist die **Simulation** der Ausstattung wesentlicher Räume, wie z.B. Klassenräume, sinnvoll. Diese

---

<sup>28</sup> Target Costing: (dt. „Zielkostenmanagement“) ist ein Instrument des Kostenmanagements zur Qualitätssicherung; bspw. in den 1930er Jahren auch von Ferdinand Porsche bei der Entwicklung des Volkswagens verwendet; in heutiger Form von japanischen Unternehmen entwickelt und einer der Gründe für deren wirtschaftlichen Erfolg in den 1980er Jahren; grundlegende Merkmale: konsequente Markt- und Kundenorientierung sowie die Beeinflussung der Kosten schwerpunktmäßig in der Entwicklungs- und Konstruktionsphase. Vorgehensweise: 1. Zielkostenbestimmung, 2. Zielkostenspaltung, 3. Bestimmung der Zielkostenindices, 4. Maßnahmenergreifung. Vgl. u.a.: Hieke, Hans: Rechnen mit Zielkosten als Controllinginstrument. In: WiSt. Heft 10, 1994. S. 496ff.; Coenenberg, Adolf G.: Kostenrechnung und Kostenanalyse. Landsberg/ Lech 1997. S. 450ff.

In bauwirtschaftlichen Theorien empfohlene Managementansätze, insbesondere das Value Engineering aber auch das Target Costing, legen einen Schwerpunkt der Entscheidungen auf die Abhängigkeit von der Funktion und dem Nutzen eines Produktes. Auch architekturtheoretische Überlegungen, die weithin als etabliert gelten, stellen die Funktion über alles. Beispielhaft sei hier an das Gestaltungsprinzip des Funktionalismus erinnert

<sup>29</sup> BBR, 2001. Kapitel 7.1. Lebensdauer Bauteile und Bauteilschichten.



---

erfasst dann im Zusammenhang mit dem Energiekonzept auch weitere wesentliche Aspekte, wie beispielsweise die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum, die allein durch das Fassadenkonzept nicht zu lösen sind, dieses jedoch innerhalb der energetischen Gesamtbilanz und des Projektbudgets unmittelbar beeinflussen.

Eine weitere Detaillierung der Lebenszykluskosten und -betrachtung eröffnet die Chance, das Verhältnis von Investitions- und Folgekosten deutlich zu optimieren. Das Wissen hierum ist bereits etabliert, doch werden derartige Leistungen bislang meist nicht durch den öffentlichen Auftraggeber beauftragt. Demgegenüber sind diese Leistungen innerhalb des engen Rahmens nach der HOAI als Grundleistungen nicht darstellbar, insbesondere da sie zusätzliche personelle und technische Ressourcen verlangen.

Eine Lebenszyklusbetrachtung sollte auch unabhängig von der Vergabeform, ob in öffentlich-privater Partnerschaft (ÖPP) oder konventionell, im Rahmen der Planung erstellt werden. Insbesondere öffentliche Bauten sind in ihren Daten gut dokumentiert und unterliegen in der Regel keinen regelmäßigen wesentlichen Nutzungsänderung, so dass durchschnittliche Nutzungszyklen gut prognostizierbar sind.

### 3 Bewertungen zum Einsatz von Holz in der Fassadensanierung unterschiedlicher Referenzprojekte

#### Überblick der dargestellten Beispiele

Es kann erwartet werden, dass dem Holzbau nach Verschärfung der EnEV in 2009 und geplanter Novellierung in 2012 in Zukunft in der Sanierung eine bedeutendere Rolle zukommt.

Anhand der vorab erläuterten Vorgehensweise zum Erlangen eines geeigneten Sanierungskonzeptes soll der Abwägungsprozess zum Einsatz von Holz- und Holztafelbauweisen als eine Alternative der Fassadensanierung erläutert werden. Zur Veranschaulichung werden aktuelle Projektbeispiele aus dem Spannungsfeld derzeitiger Aufgaben der öffentlichen Hand zitiert.

Die Zielfestlegung und die Bestandsanalyse haben maßgeblichen Einfluss auf die Ausführungsplanung. Der dargestellte Abriss von Beispielen zeigt die Abhängigkeiten hin zur Entscheidung für eine Konstruktion.

Planungsphasen	Walter Hempel Bau TU Dresden	Grundschule Lauerholz Lübeck	W. Borchard Gymnasium Halstenbeck
1. Bestandsanalyse	Holzbau grundsätzlich als Lösung möglich	Holzbau grundsätzlich als Lösung möglich	Holzbau grundsätzlich als Lösung möglich
2. Zielfestlegung	Sachzielentscheidung zu Gunsten einer hochtechnisierten Fassade schließt den Holzbau aus	Schwerpunkt Energetische Fassadensanierung Holzbau grundsätzlich denkbar	Schadstoffsanierung und energetische Fassadensanierung Holzbau grundsätzlich denkbar
3. Durchführbarkeitsstudie (Entwurfs- u. Genehmigungsplanung)		Wirtschaftlichkeitsprüfung verschiedener Konstruktionsansätze/ Holzbau für besonders hohe Energiestandards interessant	Wirtschaftlichkeitsprüfung Entscheidung Holzbau da wirtschaftlich und vom Bauablauf günstig
4. Variantenbewertung (Ausführungsplanung)			Vorgefertigter Holzrahmenbau, Elemente über zwei Geschosse, vorgehängte leichte Konstruktion

Abb. 6: Einsatz von Holz- und Holztafelbauweisen an Beispielprojekten im Überblick (eigene Darstellung)

---

## Walter Hempel Bau TU- Dresden – Gebäude- und Fassadensanierung

Nutzfläche:	2.731 m <sup>2</sup>
BGF:	4.781 m <sup>2</sup>
Baukosten:	14,0 Mio. Euro
Bauzeit:	2009- 2011
Architektur:	tsj architekten GmbH, Lübeck
in Arge mit:	AWB Architekten, Dresden
wiss. Betreu.:	Prof. Dr.-Ing. B. Weller; TU-Dresden
TGA.	DERU Planungsgesellschaft Energie-/ Umwelttechnik Dresden



Abb. 7: Fassadenstudien, Walter-Hempel-Bau, Dresden<sup>30</sup>

### Bestandsanalyse/ Ausgangslage

Das Gebäude, 1962 als Experimentalbau in einer frühen Form der Großtafelbauweise als Institutsbau erstellt, war als modernes Laborgebäude umzubauen und energetisch zu sanieren. Der Bestand wies ein Stahlbetonskelett (Stützenraster: 2,60 m; Geschosshöhe 4,20 m) sowie Decken- und Wandelemente in Betonfertigtafeln auf.

Eine Kraft-Wärme-Kopplung sowie erneuerte Heizungstechnik einschließlich Netz war bereits vorhanden.

### Zielfestlegung

Die Zieldefinition war, entsprechend dem politischen Willen, im Wesentlichen durch nachfolgende Sachziele geprägt:

- Der seinerzeit technisch innovative Charakter des Gebäudes sollte bei der Planung besonders berücksichtigt werden.
- Erneuerbare Energien zur Steigerung der Energieeffizienz sollten eingesetzt werden.
- Eine 30%-ige Unterschreitung der Vorgaben zur EnEV 2007 war anzustreben.

Bei gleichbleibender Kubatur war eine Fassadensanierung zu realisieren, die ein angemessenes modernes Erscheinungsbild eines Laborgebäudes einer technischen Universität bildet. Es waren somit technische und gestalterische Qualitäten stark gewichtet.

---

<sup>30</sup> Foto und Animation: AWB Architekten, Dresden

## Durchführbarkeitsprüfung und Sanierungskonzept

Eine energetische Sanierung unter Mitverwendung der bestehenden Fassade schied nach Abwägung technischer und wirtschaftlicher Aspekte als mögliche Alternative aus, da die Zielsetzungen nach Einschätzung der Beteiligten hiermit nicht erreicht werden konnten.

In Folge der o.g. Zielsetzung wurde eine vorgehängte Solarfassade mit integrierten Photovoltaikzellen sowie eine solaraktive Dachbahn präferiert. Photovoltaik wird bewusst als architektonisches und gestalterisches Element eingesetzt und visualisiert damit zugleich Fortschritt und Modernität.

Zur Erstellung des Energiekonzeptes wurden unter wissenschaftlicher Begleitung des Institutes für Baukonstruktion der TU Dresden<sup>31</sup> verschiedene Fassadenvarianten hinsichtlich ihrer Kosten im Lebenszyklus analysiert. Es wurde je eine Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellt, die der gewählten Variante auf Grund der hervorragenden Förderbedingungen eine Amortisation attestiert.

### Zum Holzbau

Eine Fassadensanierung im Holzbau wäre unter wirtschaftlichen, bautechnischen und energetischen Aspekten sicher eine mögliche Alternative gewesen, die jedoch dem Sachziel eines „technisch besonders innovativen Charakters“ nicht in gleicher Weise entsprach wie die aktive Photovoltaik-Fassade. Letztendlich führten klare Zielfestlegung verbunden mit einem kompetenten Planungsteam ab der Projektentwicklung zu einem innovativen, Energie produzierenden Gebäude mit nachweislicher Amortisation der Fassadenkosten.

### Technische Daten/ Konzept

Tabelle 1: Technische Daten – Walter Hempel Bau, Dresden

<b>Baukonstruktion</b>	
Fassade	Glasscheiben mit rückseitiger Kupfer-Indium-Diselenid-Zellen (CIS) in Dünnschicht-Technologie auf Trägerplatte
	Fassade DG: PV-Standard-Elemente zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems; vorgehängte Konstruktion
Dachfläche	solaraktive Dachbahn als Bestandteil der Gebäudehülle
sommerlicher Wärmeschutz	flächenbündig im Scheibenzwischenraum integrierte Lamellen
Verglasung	Isolierglasscheiben (Ug 1,2 W/m <sup>2</sup> K)
<b>Haustechnik</b>	Blockheizkraftwerk Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
<b>Energetische Bilanz</b>	Zielgröße/ Vorgabe: EnEV 2007
	Reduzierung - der Transmissionswärmekoeffizienten um < 50 % - des Jahres-Primärenergiebedarfs < 80 %
Energiebedarf nach Sanierung: (Prognose)	stat. Heizung (Prognose): 290 MWh/a Warmwasser (Prognose): 13,5 MWh/a Zusätzlich Heizenergie Lüftung (Labore, Schulung): 580 MWh/a Gesamtkosten für Fernwärme ca. 70.000 €/a

<sup>31</sup> Prof. Dr.-Ing. B. Weller, Institutes für Baukonstruktion der TU Dresden.

## Sanierung und Umbau der Grundschule Lauerholz in Lübeck

BGF:	3.816 m <sup>2</sup> (Bestand)
Baukosten:	1,9 Mio. Euro
Bauzeit:	1.-3.Quartal 2010
Architektur:	tsj architekten GmbH, Lübeck
Energiekonz.:	tsj architekten GmbH, Lübeck
TGA:	ge-tec, Lübeck



Abb. 8: Bestandsbild Lauerholzschule

### Bestandsanalyse/ Ausgangslage

Grundlage bot ein sehr aufgelöster und wenig kompakter Massivbau der 1960er Jahren, welcher besondere Qualität in seiner landschaftlichen Einbettung und dem optimalen Außenbezug zeigte. Aus vorhergehenden Bauunterhaltungsmaßnahmen waren die obersten Decken bereits gedämmt.

### Zielfestlegung

Nach der Zieldefinition galt bauherrenseitig als festgelegt:

- die Mindestforderungen der EnEV 2009 (Bestandsgebäude) sowie
- eine 50%-ige Einsparung des Primärenergiebedarfs gegenüber dem Bestand.

Aus Planersicht folgte nach eingehender Bestandsanalyse die Erweiterung um

- die Erhaltung der gestalterischen und funktionalen Qualitäten am Standort.

### Durchführbarkeitsprüfung und Sanierungskonzept

Ein flächengleicher, aber kompakterer, d.h. im Verhältnis Hüllfläche zu beheiztem Volumen optimierter, Neubau wurde wegen der vorhandenen Nutzungsqualitäten als Alternative zugunsten der Sanierung ausgeschlossen. Erste Überprüfungen der energetischen Zielsetzung ergaben Zielkonflikte zu wirtschaftlichen Aspekten. Da der Bestand aufgrund zwischenzeitlicher Ertüchtigungen nicht mehr dem üblichen Standard der 1960er Jahre entsprach, würde die beabsichtigte Primärenergie-Einsparung zu unverhältnismäßig hohen Baukosten führen. Nach abschließender Zieldiskussion wurden folgende Maßnahmen festgelegt:

- eine 30%-ige Einsparung des Primärenergiebedarfes gegenüber dem Bestand,
- die Dämmung der Außenwand und des Daches (in noch verbleibenden Teilen) sowie

- die Baukörper- (Teilabbruch) und Grundrissoptimierung (Klimazonen) entsprechend dem Nutzungsprofil.

### Konzept

Als Empfehlung zur Annäherung an das Sanierungskonzept können für gleichartige Projekte folgende Schritte abgeleitet werden:

- Verringerung des beheizten Volumens (evtl. Ersatzbau für Problembereiche, z.B. Sporthalle),
- Strukturierung in verschiedene Klimazonen,
- energetische Sanierung der Hüllflächen,
- Optimierung der Anlagentechnik und Beleuchtung,
- solare Nutzung: PV Anlagen.

Das Projekt ist zum Zeitpunkt der Drucklegung in Planung; Entscheidungen zum Sanierungskonzept sind demnach noch nicht abgeschlossen.

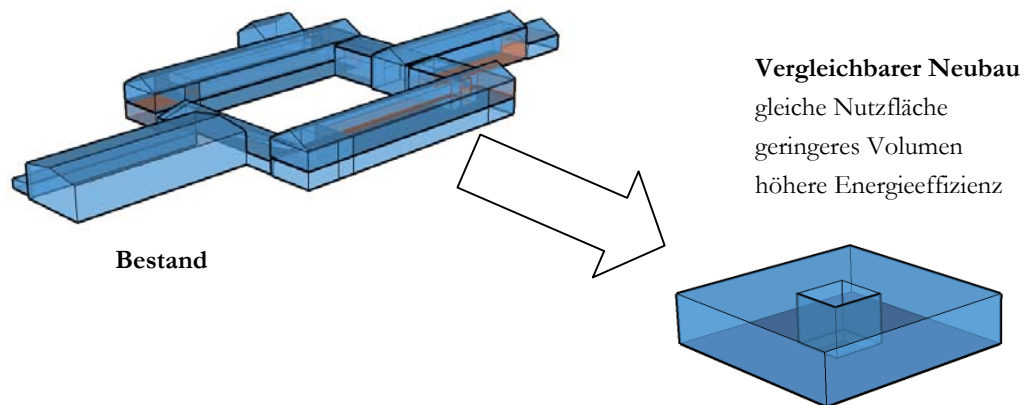


Abb. 9: Lauerholzschule, Lübeck – Baumassenmodell Vergleich Neu/ Bestand

### zum Holzbau

Mit eindeutiger Zielvorgabe zu Gunsten einer vorrangigen Baufolgekostenoptimierung kann bei einem solchen Bauvorhaben grundsätzlich auch der Passivhausstandard erreicht werden. Der Einsatz von Holzbau wurde, insbesondere wegen möglicher Vorfertigung, kurzer Bauzeit und leichter Konstruktion, planerisch verfolgt und auf der Suche nach einer wirtschaftlichen Lösung teils favorisiert. Demgegenüber stand der Wunsch des öffentlichen Bauherren nach:

- wartungsarmer und witterungsbeständiger Oberfläche,
- vandalismussicherer Konstruktion und
- standorttypischer Gestaltung.

Der Bauherren tendiert derweilen zu einer vorgehangene Ziegelfassade, da allgemein anerkannte Daten auf Basis vergleichender Studien zu unterschiedlichen Fassadensystemen und deren

---

Bauunterhaltungsaufwand bisweilen fehlen. Das Beispiel zeigt Bedarf an derartigen Untersuchungen auf, die praxistaugliche Planungsgrundlagen im Sinne von „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ bieten können. Wegen erheblicher Haftungsrisiken aller am Bau Beteiligten ist hierbei ein experimenteller Charakter derartiger Unterlagen zu meiden.

## Sanierung Schule im „Kassler Modell“ – Wolfgang Borchard Gymnasium, Halstenbek

Nutzfläche:	5.364 m <sup>2</sup>	
BGF:	8.851 m <sup>2</sup> (Bestand)	
BRI:	30.979 m <sup>3</sup>	
Baukosten:	ca. 11,3 Mio. Euro	
HU-Bau:	2008	
Baubeginn:	vorr. 2010	
Architektur:	tsj architekten GmbH, Lübeck in ARGE mit Dr. A. Berg GmbH	
TGA:	IWP, Elmshorn	
Abb. 10: Wolfgang-Borchard-Gymnasium, Halstenbek-Eingangsfassade		

### Bestandsanalyse/ Ausgangslage

Die Ausgangslage bot ein dreigeschossiger Schulbau der 1970er Jahre in modularer und industrieller Bauweise aus Betonfertigteilen, dem so genannten „Kassler Modell“, ein vielfach in ganz Deutschland verbreitetes System. Die Gebäudestruktur ist geprägt durch ein auslagerndes Erdgeschoss sowie auskragende Stahlbetonfertigteile (Decken, Stützen).

Typisch für die damalige Bauzeit waren diverse Schadstoffe, allem voran Asbest und asbesthaltige Baustoffe, bestandsprägend. Instandhaltungsbedarf und Schwachstellen waren zudem beschrieben:

- in Schadstoffbelastungen unterschiedlicher Kategorie,
- im unzureichenden Brandschutz (konstruktiv und haustechnisch),
- in unzureichender Energieeffizienz (fehlende Dämmung in Baukonstruktion und TGA),
- Heiztechnik: in ungenügender Regelungstechnik, anfällige Verteilung unter Estrich,
- Lüftungstechnik: geringer Wärmerückgewinnungsgrad; unzureichender Brandschutz; Verkeimung durch Befeuchtungsanlage,
- Elektroanlage: veralteter Stand der Technik; Steuerungstechnik z.T. ohne Funktion; fehlende Sicherheitseinrichtungen.



## Bauphysikalische Schwachstellen Gymnasium Halstenbek 2008

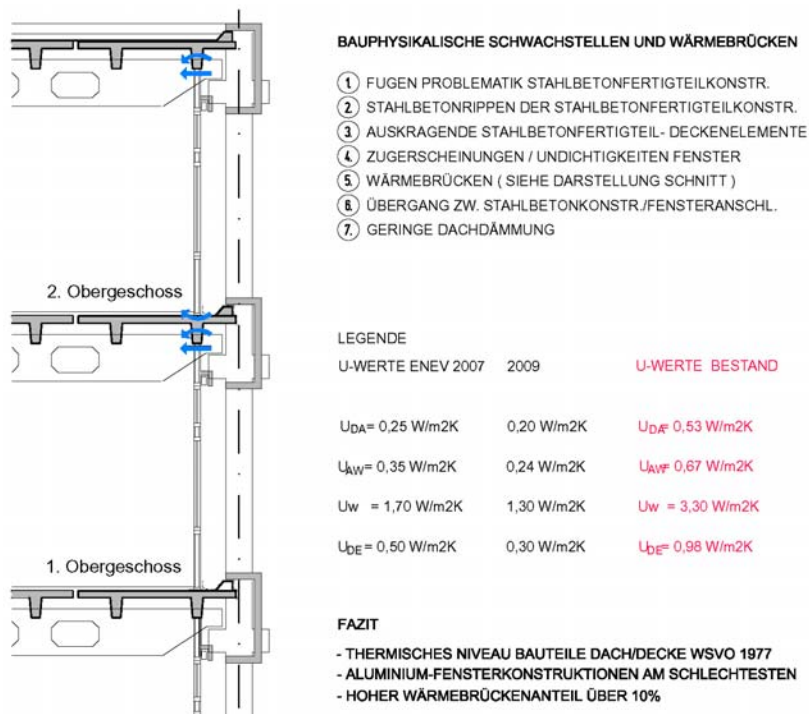


Abb. 11: bauphysikalische Schwachstellen Gymnasium Halstenbek

## Zielfestlegung

Aufgrund des Instandhaltungsbedarfes galt bauherrenseitig folgende Zieldefinition:

- Schadstoffsanierung und
- Erfüllung der nutzungsbedingten Brandschutzbestimmungen.

In Folge der o.g. Sanierungsziele waren zudem gesetzliche Auflagen zu den

- Mindestforderungen der EnEV 2009, Bestandsgebäude,

zu erfüllen. Weitere Überlegungen des zukünftigen Schulträgers gaben Untersuchungen zu notwendigen Maßnahmen zur Erlangung der

- Mindestforderungen der EnEV 2009, Neubaustandard, hinsichtlich der Gesamtenergiebilanz (Primärenergiebedarf) auf.

## Durchführbarkeitsprüfung und Sanierungskonzept

Rechtliche Überlegungen zum Sanierungskonzept

Rechtliche Grundlagen boten u.a. die EnEV 2009, Bauordnungsrechtliche Forderungen (z.B. Brandschutz) sowie einschlägige Vorschriften und Regelwerke zum Umgang mit Schadstoffen.

Wirtschaftlich und technische Überlegungen zum Sanierungskonzept

Das präferierte Sanierungskonzept sah vor:

- vollständiger Abbruch, Entsorgung und Erneuerung der Fassade unter Berücksichtigung der EnEV 2009,
- Schadstoffsanierung im Innenausbau (Innenwände, abgehangene Decken und Böden) und im Erdgeschoss Erneuerung der Wände an gleicher Stelle,
- Schadstoffsanierung im Innenausbau, Grundrissveränderung in Folge der Brandschutzanforderungen und der veränderten Lage der Fassade.

Zur Vermeidung hoher Interimskosten sieht das Sanierungskonzept die Durchführung in Bauabschnitten bei laufendem Schulbetrieb vor. Wesentliche Forderungen zur Baudurchführung und Begrenzung der Kosten waren:

- kurze Bauzeiten in Orientierung an den Ferienzeiten,
- evtl. Nutzung der neuen Fassade zur Abschirmung der Schadstoffsanierung sowie
- möglichst geringe Eingriffe in die bestehende Fassade.

So sollte möglichst auf den Abbruch vorgegangener Brüstungselemente aus Stahlbeton verzichtet werden. Ferner war aus technisch baukonstruktiver Sicht eine Fassadenkonstruktion zu wählen, die eine optimale energetische Bilanz der Hülle ermöglicht.

Aus der inneren Gebäudestruktur (Erschließung) waren je zwei Bauabschnitte à 500,-m<sup>2</sup> unter Nutzung eines Treppenhauses übereinander anzuordnen, d.h. es war bautechnisch ein vertikal geschossübergreifendes Fassadensystem empfehlenswert.

Erste Entwurfsüberlegungen zeigten Ausführungsalternativen, die eine neue Fassade innerhalb der bestehenden Stahlbetonkonstruktion vorsahen, in Folge derer sich jedoch umfangreiche Sanierungs- und Ertüchtigungsmaßnahmen an der bestehenden Stahlbetonkonstruktion ergeben hätten. Die resultierenden Anschlussdetails waren kompliziert, energetisch wenig optimiert und konnten, nicht zuletzt wegen möglicher Kostenrisiken, nicht überzeugen. Die letztendlich gewählte Alternative einer komplett vorgestellten Fassade bot demgegenüber folgende Vorteile:

- Nutzflächenzugewinn von ca. 5,6 %,
- Möglichkeit zur optimaleren Grundrissgliederung durch Verlegung der Hauptnutzflächen (Klassen- und Gruppenräume) an die Fassade und Anordnung unbelichteter Nebennutzflächen in der vergrößerten Mittelzone,
- Verbesserung der Energiebilanz durch Vermeidung von konstruktiven Wärmebrücken,
- hoher Vorfertigungsgrad mit geschossübergreifender Montage möglich.



erhöhen, da die Sanierung bisher nur die vorübergehende Auslagerung der jeweiligen Sanierungsabschnitte erfasst. In Anbetracht der Schulgröße sind für eine komplette Auslagerung mindestens 6.000,- m<sup>2</sup> Containerfläche anzusetzen, die rechnerische Mietkosten von mehreren Millionen Euro ergeben. Zur Kosteneinsparung könnte der Kauf und spätere Weiterverkauf eigener Container in Erwägung gezogen werden, was in der Überlegung jedoch nicht weiter zum Tragen kam.

## 4 Stufenweise Untersuchung von Varianten zur Fassadensanierung einer Schule im „Kassler Modell“

### Grundsätzlicher Variantenvergleich

Um die Ergebnisse der wirtschaftlich-bautechnischen Überlegungen der Durchführungsstudie (laufender Schulbetrieb, extrem kurze Bauzeit, geschossübergreifende Sanierung) erreichen zu können, wurde ausgehend von der Schadstoffsanierung nachfolgende Arbeitstrategie entworfen:

- Gliederung der Maßnahme in drei Bauabschnitte (BA) zu je zwei Sanierungsabschnitten mit jeweils einem Treppenhaus je BA für die Schadstoffentsorgung,
- Herstellung der Fassade jeweils in einem Schritt zur Einsparung zusätzlicher Maßnahmen gegen schadstoffbelastete Stäube.

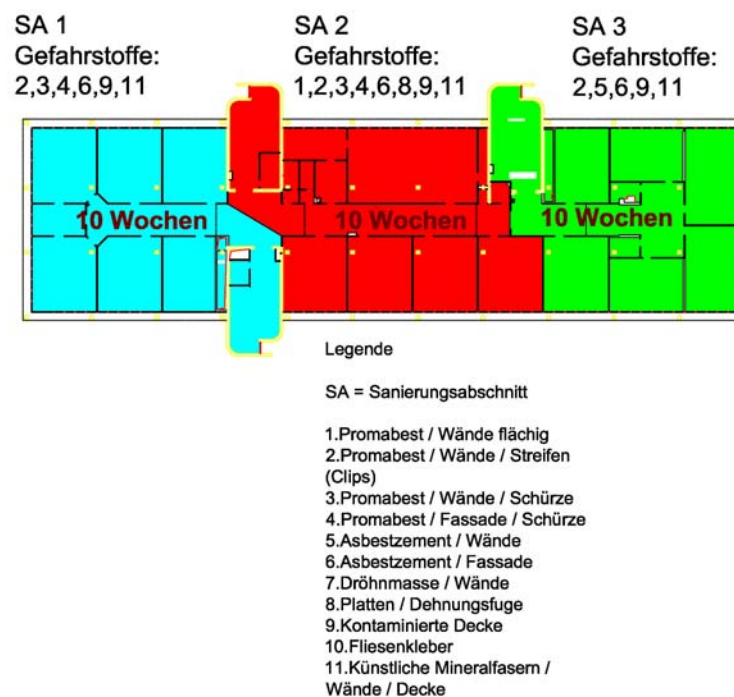


Abb. 13: GWB – Sanierungsabschnitte (Darstellung aus Sanierungsgutachten Dr. AB Berg GmbH)

Die konkreten Anforderungen an die Konstruktion ergeben sich aus der Bausubstanz und dem Bauablauf. In Vorbereitung der Abwägung unterschiedlicher Varianten wurden folgende Anforderungen formuliert:

- **Bauablauf:** Ein hoher Vorfertigungsgrad und eine schnelle Montage zur Verkürzung der Bauzeit.
- **Statik:** möglichst leichte Konstruktion, um zusätzlichen Lasteintrag, insbesondere über dem auskragenden Erdgeschoss und Kosten hieraus zu vermeiden.

- **Energieeffizienz:** Die Fassade sollte Möglichkeiten zur Erhöhung des gesetzlich geforderten Dämmstandards bieten, um die
- **Betriebskosten** hinsichtlich des Energieverbrauchs zu senken und
- **Bauunterhaltungskosten** durch langlebige wartungsfreie Konstruktionen zu optimieren.
- **Investitionskosten** sind möglichst gering zu halten. Evtl. eigenrentierliche Kostenerhöhungen, wie z.B. höherer Energiestandard waren gesondert zu bewerten.

In einem 1. Schritt wurden die Varianten mittels Argumentenbilanz bewertet.

Tabelle 2: GWB – Fassadenvarianten in Argumentenbilanz

Argumente	Massivbau	Pfosten- /Riegelkonstruktion	Holztafelbauweise	Zielwert
Bauablauf	4	8	8	10
Statik	0	7	10	10
Energieeffizienz	15	12	20	20
Investitionskosten	15	10	20	20
Bauunterhaltung	15	20	15	20
<b>Auswertung</b>	<b>49</b>	<b>57</b>	<b>73</b>	<b>80</b>

Nach der eingehenden Bilanzierung unterschiedlicher Aspekte bot die Holztafelbauweise wesentliche Vorteile hinsichtlich energetischer, statischer und bauablauftechnischer Aspekte.

## Kostenvergleich unterschiedlicher Varianten

In einem zweiten Schritt wurden die drei grundsätzlich verschiedenen Varianten einem detaillierten Kostenvergleich unterzogen. Bezugsgröße war ein repräsentativer Fassadenausschnitt über zwei Achsen a 7,20 m über die volle Höhe des Gebäudes, der wegen der Gleichartigkeit des Systembaus als hinreichend zu bewerten ist. Alle drei Varianten wurden zudem nach Maßgabe des höheren energetischen Standards (vgl. Neubaustandard nach EnEV 2009)<sup>33</sup> bewertet, so dass am Ende sechs Ausführungsvarianten hinsichtlich der jeweils zu erwartenden **Investitionskosten** zu vergleichen waren.

Nachfolgend werden die Varianten I bis III in Übersicht und im Detail dargestellt.

<sup>33</sup> Die Betrachtung geht hier von einer energetischen Gesamtenergiebilanz aus; Forderungen der EnEV 2009 zu einzelne Bauteilen können durch eine Sanierung nicht vollständig erfüllt werden, da insbesondere eine nachträgliche Dämmung zum Erdreich baukonstruktiv schwierig und unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht sinnvoll ist.

Tabelle 3: GWB – Fassadenvarianten in Argumentenbilanz

Variante I	Variante II	Variante III
Fassade EG PR-Konstruktion (Holz-Alu)	Fassade EG PR-Konstruktion (Alu), Deckenblenden WDVS	Mauerwerk mit WDVS; Lochfassade
Fassade 1.-2. OG: Holztafelbauweise mit HPL Fassadenplatte, geschoss-übergreifend	Fassade 1.-2. OG: Pfosten- Riegelkonstruktion (Alu), geschossübergreifend	Mauerwerk mit WDVS; Lochfassade
Holz- Aluminiumfenster	Alu-Fenster in PR-Konstruktion	Alu-Fenster in Lochfassade

### Variante I im Detail

Die Variante I beschreibt eine Fassadenkonstruktion in Holzbauweise<sup>34</sup>, die in nachfolgender Übersicht grafisch und inhaltlich dargestellt wird.

Tabelle 4: GWB - Technische Daten zu Variante I

<b>Baukonstruktion</b>		
<b>Wand:</b>	<b>Fenster:</b>	<b>Pfosten-Riegel-Fassade:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Holzrahmenbauelemente, vorgefertigt und vorgehängte Wandbekleidung aus Faserzement- oder HPL-Platten</li> <li><math>U_{\text{Wand}} = 0,24_{\text{W}}/\text{m}^2\text{K}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Holz-Alu-Fenster, Profilsystem ALUVOGT o. glw.</li> <li><math>U_{\text{W}} = 1,3</math> ; Zweifachverglast,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pfosten-Riegelfassade aus Brettschichtholz mit Alu-Verglasungsprofilen</li> <li>Pfosten-Riegel_Fassade, - <math>U_{\text{cw}} &lt; 1,6 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}</math> ; (<math>U_{\text{g}} = 1,1</math>) (Bereich EG)</li> </ul>
<b>Grundlagen zur Bewertung des höheren Energetischen Standards</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><math>U_{\text{Wand}} &lt; 0,2_{\text{W}}/\text{m}^2\text{K}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>U_{\text{W}} = 1,0</math> ; Dreifachverglast</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>U_{\text{CW-Wand}} = 1,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}</math>, (<math>U_{\text{g}} = 0,7</math>), 3-fach-Verglasung</li> </ul>
<b>Bauweise</b>		
Holzrahmenbauelemente, vorgefertigt, aus 12,5mm GKB, 15mm OSB, Ständer-, Dämmebene 240 mm, DWD-Platte (MDF) 15mm (von innen nach außen) F30 bzw. je nach Variation der inneren Bekleidung auch mehr.		
<b>Bemerkungen</b>		

Folgende Montageabläufe werden zu Grunde gelegt:

- senkrechte, Holzrahmenbau-Elemente werden geschossübergreifend montiert,
- waagrecht ausgerichtete Brüstungselemente werden dazwischen gehängt,

- Ausbildung des unteren Brüstungselementes im 1. OG als Träger zum Lastabtrag der Fassade über dem auskragenden EG,
- Montage der Bekleidungsplatten vor Ort.

Eine gerüstlose Montage war aufgrund des auskragenden Erdgeschosses und der daraus resultierenden Unzugänglichkeit für die Endmontagen mittels Hubsteiger nicht möglich.

Eine vollständige Vorfertigung einschließlich der Fenster und der Wandbekleidung außen scheint grundsätzlich möglich, steht jedoch in direkter Abhängigkeit zur weiteren Ausführungsplanung und dem Know-how der jeweils ausführenden Unternehmen.

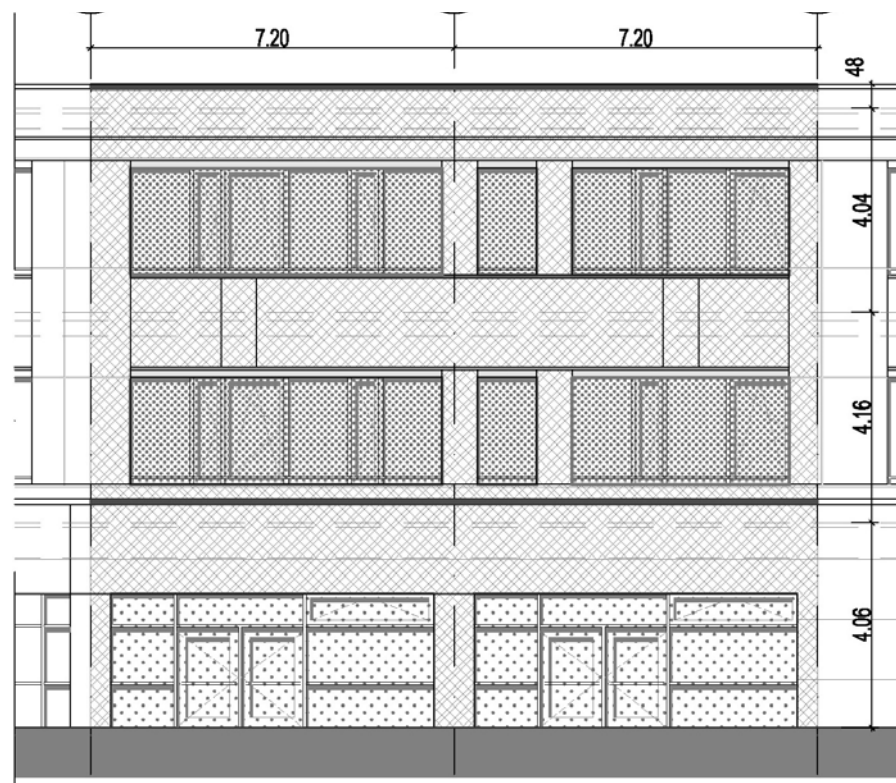


Abb. 14: GWB – Fassadenausschnitt Variante I

<sup>34</sup> Grundlage/ Quellen: Produkt- und Firmenunabhängige Detailabstimmungen mit dem Holzabsatzfond und dem Informationsdienst Holz.



## Variante II im Detail

Die Variante II beschreibt eine Fassadenkonstruktion als PR-Konstruktion in Aluminium und Glas, die in nachfolgender Übersicht grafisch und inhaltlich dargestellt wird.

Tabelle 5: GWB - Technische Daten zu Variante II

<b>Baukonstruktion</b>		
<b>Wand:</b>	<b>Fenster:</b>	<b>Pfosten-Riegel-Fassade:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• WDVS auf bestehenden Deckenblenden und Konsolen</li> <li>• In Teilbereichen WDVS auf neu einzubauenden vorgefertigten Leichtbeton-Montage-Elementen (geschossübergreifend)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alu-Fenster, Profilsystem Schüco o. glw.</li> <li>• Einsatzfenster Blockfenster AWS 70 BS.HI, als DK- bzw. Kippfenster mit OL Beschlag manuell bedienbar</li> <li>• Beschlag DK-Fenster als KvD, abschließbar, Alu-Griffe Standard mit integriertem Schloß</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pfosten-Riegel-Fassade, Profilsystem Schüco FW 50+.HI o. glw. als 2-Feldträger über 2 Geschosse laufend,</li> <li>• Glaspaneel (Kantblechpaneel, Miwo-Füllung, 6 mm ESG Color) bzw.</li> <li>• Alupaneele (Kantblechpaneel, Miwo-Füllung, 3 mm Alublech, gepulvert)</li> <li>• U-Wert Paneel &lt; 0,8 W/ m²K</li> <li>• Ug = 1,1 W/m²K</li> <li>• Ucw Pfosten-Riegel-Fassade &lt; 1,6 W/m²K</li> </ul>
<b>Grundlagen zur Bewertung des höheren Energetischen Standards</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Ucw-Werte der Fassade ändern sich bei Einsatz von 3-fach-Verglasung (<math>U_g = 0,7</math>) und Vakuumpaneelen (<math>U_p = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}</math>) teilweise erheblich.</li> <li>• Nur bei klein gegliederter Fassade ändert sich aufgrund des hohen Anteils an lfd. m umlaufenden Randverbundes der Ucw-Wert nicht so stark.</li> <li>• Die neuen Ucw-Werte wurden für 3 Varianten jeweils hinsichtlich der Kostenauswirkungen untersucht.</li> </ul>		
<b>Bauweise</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pfostenbautiefe ca. 150 mm, Riegel oben/ unten/ in Brüstungshöhe: raumseitig bündig (155 mm), sonstige Riegel 70 mm;</li> <li>• Brandüberschlag Geschoss zu Geschoss: abgesichert über gemauerte Brüstung hinter Pfosten-Riegel-Fassade (wenn Betontrog-Fertigteil entfernt wird)</li> <li>• Verkleidung Bereich Brüstung/ Geschossdecke/ Unterhangdecke: Alu-Paneel</li> </ul>		
<b>Bemerkungen</b>		

Folgende Montageabläufe werden zu Grunde gelegt:

- PR-Konstruktion als 2-Feldträger über zwei Geschosse,
- übliche Teil-Vorfertigung,
- maßgeblich Montage vor Ort,
- Gerüststellung: (wie Variante I)

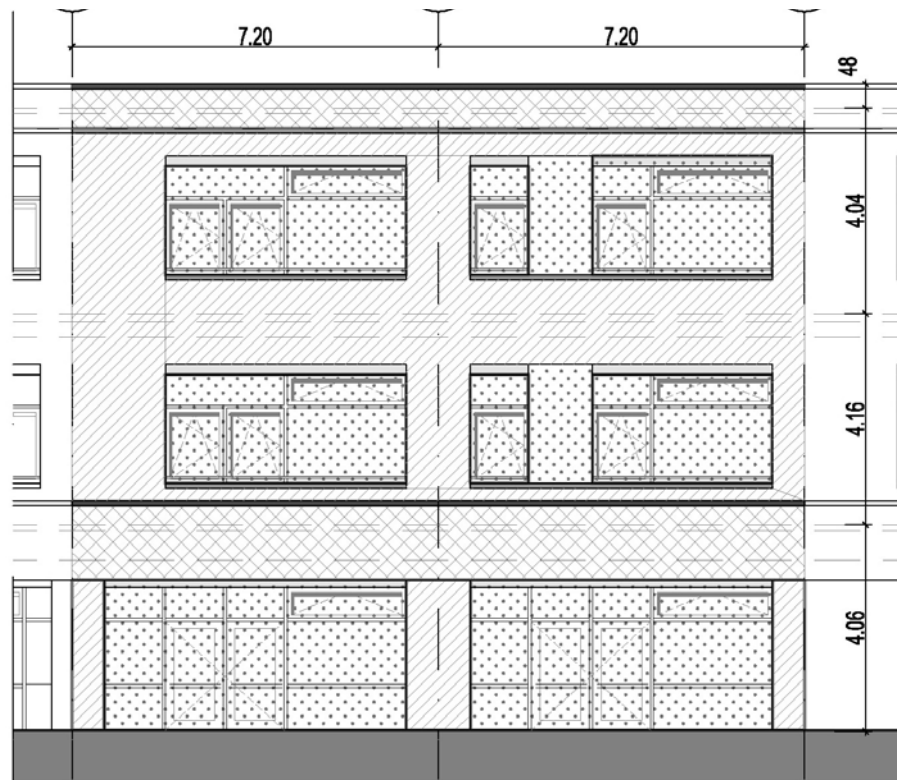


Abb. 15: GWB – Fassadenausschnitt Variante II

### Variante III im Detail

Die Variante III beschreibt eine Lochfassaden in massiver Konstruktion aus Leichtbeton-Elementen (zum Teil auf bestehenden Stahlbetonbauteilen) und Wärmedämmverbundsystem.

Tabelle 6: GWB - Technische Daten zu Variante II

Baukonstruktion		
Wand:	Fenster:	Pfosten-Riegel-Fassade:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lochfassade</li> <li>• WDVS auf bestehenden Deckenblenden und Konsolen</li> <li>• In Teilbereichen WDVS auf neu einzubauender Außenwand aus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alu-Fenster, Profilsystem Schüco o. glw.</li> <li>• Einsatzfenster Blockfenster AWS 70 BS.HI, als DK- bzw. Kippfenster mit OL Beschlag manuell bedienbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pfosten-Riegel-Fassade, Profilsystem Schüco FW 50+.HI o. glw. als 2-Feldträger über 2 Geschosse laufend,</li> <li>• Glaspaneel (Kantblechpaneel, Miwo-Füllung 6 mm ESG Color)</li> </ul>

Leichtbeton-Elementen bzw. Plansteinen	manuell bedienbar <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschlag DK-Fenster als KvD, abschließbar, Alu-Griffe Standard mit integriertem Schloss</li> </ul>	Miwo-Füllung, 6 mm ESG Color) bzw.
<b>Grundlagen zur Bewertung des höheren Energetischen Standards</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonstiges wie vor in Variante II</li> </ul>		
<b>Bauweise</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonstiges wie vor in Variante II</li> </ul>		
<b>Bemerkungen</b>		
Nach Bewertung des bestehenden Tragsystems bestehen unzureichende Lastreserven zur Aufnahme massiver Wände im Bestandsgebäude.		

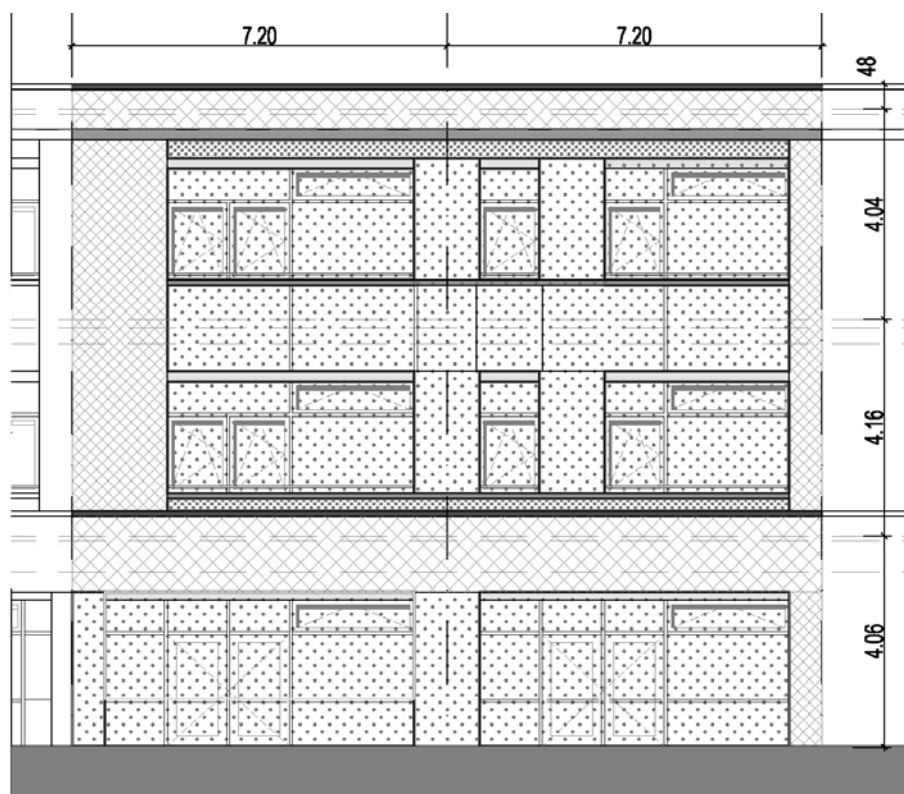


Abb. 16: GWB – Fassadenausschnitt Variante III

## Ergebnisse des Kostenvergleichs in Varianten

Das Ergebnis der vorhergehenden Argumentenbilanz wird nach detaillierter Betrachtung bestätigt. Die Holzbauvariante ist sowohl bei einer Sanierung nach den geltenden EnEV-Forderungen für Bestandsgebäude als auch bei der höheren energetischen Zieldefinition hinsichtlich der Investitionskosten die optimale Lösung. Das Delta zwischen den unterschiedlichen energetischen Standards kennzeichnet die eigenrentierlichen Aufwendungen zur Senkung der Bewirtschaftungskosten im Lebenszyklus des Gebäudes.

Der Kostenvorteil des Holzbaus folgt ähnlichen Vergleichsbetrachtungen unterschiedlicher Fassadensysteme in einer Untersuchung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) zur Sanierung eines vergleichbaren Schulbaus im „Kassler Bausystem“. Diese wurde mittels des Programms LEGEP auf Basis von Sirados-Baudaten in einer Lebenszyklusbetrachtung geführt und zeigt den Holzbau als wirtschaftlichste Variante hinsichtlich der Parameter Investition, Instandsetzung und Rückbau.<sup>35</sup>

Bezogen auf die Gesamtinvestitionskosten (KG 300+400, brutto) müssen Mehrkosten für nutzerspezifischer Mehraufwendungen/ Sonderkosten in Höhe von ca. 4,7% veranschlagt werden. Diese entstehen jedoch nur zum Teil aus dem höheren energetischen Standard. Sonderkosten beinhalten zudem notwendige Arbeiten als Folgemaßnahmen der Fassadenverlegung vor die Stahlbetonkonstruktion (Baugrube, Gründung, Gerüst, Baustelleneinrichtung). Demgegenüber steht ein Zugewinn an Nutzfläche und eine Optimierung der Baukonstruktion (Vermeidung Wärmebrücken, Vereinfachung Anschlüsse etc.).

Nachfolgend soll ein Überblick zu den ermittelten Kosten bezogen auf einen repräsentativen Fassadenausschnitt über zwei Achsen gegeben werden.

■ nach EnEV 2009 für den **Bestand**:

1. Holztafelbauweise:	589,00 €/m <sup>2</sup>
2. Massivbau/ WDVS:	629,00 €/m <sup>2</sup>
3. Pfostenriegelkonstruktion/ WDVS:	686,00 €/m <sup>2</sup>

■ nach EnEV 2009 für den **Neubau** :

1. Holztafelbauweise:	639,00 €/m <sup>2</sup> (Kostensteigerung: 7,8%)
2. Massivbau/ WDVS:	725,00 €/m <sup>2</sup> (Kostensteigerung: 13,2%)
3. Pfostenriegelkonstruktion/ WDVS:	826,00 €/m <sup>2</sup> (Kostensteigerung: 16,9%)

Die Gesamtkosten zur Sanierungsuntersuchung wurden nach Abschluss der Variantenbewertung auf Grundlage der Variante I, d.h. der Holzbauweise, und einem Flächenverhältnis Bruttogeschossfläche/ Nutzfläche (BGF/NF) von 1,56 ermittelt. Es ergeben sich hieraus folgende Benchmarks bezogen auf die Kostengruppe 300+400 nach DIN 276:

---

<sup>35</sup> Kess, H.: Abschlussbericht über das Sanierungskonzept zur Einsparung von 80 % Primärenergieaufwand bei der nachhaltigen Erneuerung und Bewirtschaftung des Gymnasiums Sonthofen. Gefördert unter dem AZ 25812 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Karlstadt, Juni 2009.

Tabelle 7: GWB – Benchmarks der Gesamtmaßnahme nach Variante I

Bezugswert	Sanierung nach EnEV 2009 (Bestandsgebäude)	Sanierung nach EnEV 2009 (Neubaustandard) zzgl. nutzerspezifischer Mehraufwendungen/ Sonderkosten
Kostenkennwert/ m <sup>3</sup> BRI	213,- Euro	224,- Euro
Kostenkennwert/ m <sup>2</sup> BGF nach DIN 277	908,- Euro	953,- Euro
Kostenkennwert/ m <sup>2</sup> NF	1.421,- Euro	1.492,- Euro

Eine gesonderte Amortisationsberechnung zur Rentierlichkeit der zusätzlichen Baukosten für energiesparende Mehraufwendungen wurde zum derzeitigen Projektarbeitsstand nicht geführt, ist jedoch in Fortschreibung des Projektes empfehlenswert.

Um eine weitere Optimierung der Lebenszykluskosten zu erreichen, ist der bisherigen Untersuchung eine detaillierte Betrachtung zu unterschiedlichen Oberflächen des Holzbaus anzuschließen. Hierbei ist insbesondere auf einen Kostenvergleich der zu prognostizierenden Bauunterhaltungskosten abzustellen. Derweil ist bei der gewählten Ausführung mittels Faserzement- oder HPL-Platten zwar eine Variante relativ hoher Investitionskosten gewählt, gleichwohl sind jedoch geringe Bauunterhaltungskosten und eine lange Lebensdauer vergleichbar massiver Konstruktionen zu unterstellen.

### Nachsatz zu Sonnenschutz und Tageslichtkonzept

Der Bestand zeigt eine Reihe von Nutzflächen, wie z.B. Vorbereitungsräume, in unbelichteten Bereichen. Die veränderte Lage der Fassade vor dem Gebäude bot zum einen baukonstruktive und –physikalische Vorteile, erzeugte jedoch Klassenraumtiefen, die nicht vollständig natürlich zu belichten sind. Es ergab sich in der Detailbetrachtung die Notwendigkeit möglichst großer Öffnungsmaße und demzufolge die Forderung nach ausreichendem sommerlichen Wärmeschutz.

Die derzeitige Sanierungsplanung sieht Änderungen in der Grundrissstruktur derart vor, dass sämtliche Hauptnutzflächen fassadenbegleitend orientiert werden und untergeordnete Nutzungsanforderungen wie Garderoben und Abstellräume im Inneren angeordnet werden. Allen Varianten liegen die gleichen Kostenansätze für Sonnenschutz zu Grunde, variiert nach der jeweiligen Fensterfläche.

Für die weitere Ausführungsplanung der Fassade sind unterschiedliche Varianten lichtlenkende Sonnenschutzlamellen analog dem vorgenannten Pilotprojekt Walter-Hempel-Bau, Dresden, genauer zu untersuchen. Ziel ist die Senkung des Energiebedarfes durch die Raumbeleuchtung, eine gut funktionierende, natürliche Raumbelichtung bei geringen Bauunterhaltungskosten und eine gute Sonnenschutzfunktion (Blendschutz, Wärmestrahlung).

### Empfehlung / Diskussionsansatz

Die vorgegebene Bausubstanz der Schulen im „Kassler Bausystem“ zeigt eine Reihe symptomatischer Probleme baukonstruktiver Art. Hier sind besonders

- bauphysikalische Mängel hinsichtlich Brand-, Wärme- und Schallschutz,
- problematische Bauunterhaltung in Folge mangelhafter Detailausbildungen sowie
- massive klimatische und baubiologische Probleme in Folge der damals üblicherweise verwendeten Baustoffen

hervorzuheben.

Darüber hinaus muss aus der vorliegenden Untersuchung jedoch auch auf wesentliche funktionale Mängel wie

- fehlende Barrierefreiheit und
- schlechte Belichtung

hingewiesen werden.

Ziel einer integralen und auf langfristige Nutzung des Bestandes ausgerichteten Planung sollte neben der rein baukonstruktiven Sanierung zudem die Verbesserung funktionaler Qualitäten sein. Jegliche Amortisationsbetrachtungen sind demnach über die reine Bauteilbetrachtung hinaus auf mögliche Synergieeffekte aus konstruktiven und funktionalen Verbesserungen zu richten, die heutigen Forderungen nach einem bestmöglichen Schulbetrieb gerecht werden. Vor dem Hintergrund der möglichen immobilienwirtschaftlichen Nutzungszeit, langfristiger Prognosen zum Schulbedarf sowie des sonstigen kommunalen Immobilienbestandes und -bedarfes sollten darüber hinaus bereits in der Sanierungsplanung mögliche Nutzungsänderungen berücksichtigt werden.

---

## 5 Zusammenfassung der Ergebnisse

### Allgemeine Ergebnisse

Nachhaltig Bauen bedeutet Wahrnehmung gesellschaftlicher Verantwortung, wobei insbesondere den öffentlichen Bauherren eine Vorbildfunktion zuteil wird. Nur so kann die Umsetzung (kommunal-, landes- und bundes-) politisch gesetzter Nachhaltigkeitsziele durch Nachahmung auf breiter gesellschaftlicher Ebene erreicht werden. Insbesondere Schulen bieten hierbei eine hervorragende Plattform, stehen sie doch vielfach im Mittelpunkt der Gemeinschaft und geben durch aktuelle Themen vielfach nicht nur den Schülern Anregungen zur Diskussion. Beispiel dafür bietet u.a. die Initiative „Architektur macht Schule“, die Themen der Baukultur näher bringt. Vorbildfunktion zum Nachhaltigen Bauen übernimmt aktuell z.B. das Bundesumweltamt in Dessau; mit dem Deutschen Siegel „Gold“ für Nachhaltiges Bauen ausgezeichnet.<sup>36</sup> Derartige Beispiele der Öffentlichen Hand schaffen eine gewisse Glaubwürdigkeit und Motivation für die Umsetzung gesellschaftlicher Ziele.

Sanierungen unter Verwendung des Holzbaus können die Nachhaltigkeit eines Projektes wesentlich erhöhen, da Holz als nachwachsender Rohstoff CO<sup>2</sup> bindet, verantwortungsvolle Holz- und Forstwirtschaft somit einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz leistet und der Energiebedarf zur Herstellung von Gebäuden oder Gebäudeteilen verringert wird.<sup>37</sup>

Besondere Begünstigung erfährt der Einsatz regenerativer Energien und erneuerbarer Rohstoffe, sofern dies bereits im Vorfeld als Sachziel, z.B. in Form von Gesetzen, Beschlüssen oder dergleichen vorgegeben ist. Selbst baukulturelle Aspekte, wie die Suche nach Ausdrucksformen eines gesteigerten Innovationsgehaltes, erzeugen grundsätzlich eine Vielfalt in den zu untersuchenden Projektalternativen. Die Entscheidungen sind möglichst aus einer ganzheitlichen und objektiven Abwägung auf Basis einer Lebenszyklusbetrachtung heraus zu treffen.

Erfolgreiche und optimale (Sanierungs-)Planungen bedürfen einer konsequenten Zieldefinition, ggf. der Fortschreibung und der projektbegleitenden Kontrolle unter Beachtung weicher Kriterien wie z.B. Nutzungsqualitäten. Insbesondere sind klare energetische Zielmarken zu setzen und durch interdisziplinäre Koordination und Kontrolle der Beteiligten zu sichern. Dies stellt auf kompetente Projektsteuerung mit Kompetenzen entsprechend dem Leistungsbild nach AHO ab.<sup>38</sup> Reibungslose Projektabwicklung und ein hohes Maß an Partizipation benötigen zudem besondere Methodenkompetenz der Projektsteuerung in der Moderation, da insbesondere die Öffentliche Hand durch eine Vielzahl von Interessenvertretern auf Bauherrenseite geprägt ist.

---

<sup>36</sup> Vgl.: Handelsblatt.com: Medaillen für Grünes Bauen. Stand 16.01.2009.

<sup>37</sup> Dederich, Ludger und Holger Wolpensinger: Schlicht Nachhaltig, Bauen mit Holz. BDA-Jahrbuch. Berlin 2009.

<sup>38</sup> Vgl.: Projektmanagementleistungen in der Bau- und Immobilienwirtschaft, AHO-Fachkommission Projektsteuerung/Projektmanagement AHO. Berlin 2004. Siehe auch: Kess, 2009. S. 28 ff.

## Ergebnisse aus der Variantenuntersuchung zum Kassler Bausystem

- Gebäude im Kassler Bausystem sind trotz ihrer konstruktiven Mängel und der verwendeten problematischen Baustoffe in einem wirtschaftlich vertretbaren Maß zu sanieren und bieten Potential für Schulnutzungen moderner Anforderungen.
- Vorgestellte Fassadenkonstruktionen erweisen sich grundsätzlich als vorteilhafteste Variante der Fassadensanierung von Gebäuden im Kassler Bausystem, insbesondere hinsichtlich des Bauablaufes, der Detailausbildung und des energetischen Konzeptes.
- Die Holztafelbauweise stellt im Vergleich zu massiven und konventionellen vorgehangenen Fassaden als PR-Konstruktionen in Aluminium die kostengünstigste Variante hinsichtlich der Investitionskosten dar.
- Die Holztafelbauweise zeigt bei steigendem Wärmedämmstandard der Gebäudehülle den geringsten Kostenanstieg im Vergleich mit den untersuchten Varianten. Hinsichtlich der Optimierung der Gesamtenergiebilanz resultieren hieraus die größten Potentiale.

Holztafelbau ist im (hoch-) energiesparenden wirtschaftlichen Neubau seit gut zwei Jahrzehnten fest etabliert. Diese Vorteile werden unter den steigenden Anforderungen an den Dämmstandard auch in der Sanierung zunehmend genutzt.

Wer in die Zukunft investieren möchte, sollte in eine gut gedämmte Gebäudehülle investieren, da der Lebenszyklus einer Gebäudehülle bei bis zu 100 Jahren liegt. Wenn wir **derzeit in einem vergleichbar extrem kurzen Zeitraum, die Anforderungen an die Bauteile 2 x um 30 % verschärfen**, sollten wir die Wärmedämmstandards über das geforderte Maß optimieren.

Sind die Rahmenbedingungen eine Sanierung in Holzbauweise gegeben, dann sollten die Potentiale dieser Bautechnik voll genutzt werden, um nachhaltig in den Gebäudebestand zu investieren!

## Hinweise auf anschließende Betrachtungen

Aus den Erfahrungen aktueller Projektverläufe heraus wird deutlich, dass trotz nachgewiesener Vorteile einer Holzkonstruktion seitens öffentlicher Entscheidungsträger, insbesondere in Norddeutschland mit traditionell geringerer Holzverwendung, vielfach Bedenken hinsichtlich des Einsatzes für kommunale Bauaufgaben bestehen. Grundsätzlich muss dem entgegengetreten werden, dass die bestehenden technischen und gesetzlichen Vorschriften an Holz und Holzwerkstoffe gleich denen an andere Baustoffe sind. Bei Diskussionen um höhere Beanspruchung bis hin zum Vandalismus in öffentlichen Bereichen wie Schulen und Kindergärten müssen sicher auch Gestaltung und deren Wirkung Erwähnung finden. Vielfach bei öffentlichen Bauaufgaben verwendete Fassaden wie Wärmedämmverbundsysteme stellen Vorbehalte gegenüber dem Holzbau in Frage. Zudem muss auf die Variantenvielfalt der Oberflächen und den damit einhergehenden Qualitäts- und Kostenunterschieden verwiesen werden.

Hinsichtlich der Baufolge- und Lebenszykluskosten gibt es kommunale Bauherren die auf die Vorteile von Holz verweisen, wonach dieses „seinen Wartungsbedarf in der Regel schneller [zeigt].“



---

Gerade dieses Merkmal [sei] aber positiv zu sehen, denn ein rechtzeitiges Eingreifen ist stets preiswerter als eine verschleppte Bauunterhaltung.“<sup>39</sup>

Aufgrund der Haftungsregelungen am „Bau“ ist eine Realisierung von Holzbauten wider den Bedenken des (öffentlichen) Bauherren nicht zu erwarten. Als Treuhänder des Bauherren wird jeder Planer bemüht sein, den Wünschen seines Auftraggebers zu folgen. Eine gesonderte Betrachtung von Lebenszyklus- oder Bauunterhaltungskosten von Fassaden lässt sich innerhalb der regulären Planung gemäß HOAI nicht abbilden und stellt grundsätzlich besondere Leistungen dar, weshalb dieser Nachweis nicht ohne zusätzlichen Auftrag in die Abwägung eingebracht werden kann.

Wegen der nachgewiesenen Vorteile des Holzbaus in der Sanierung von Gebäuden im Kassler Bausystem bleibt zu empfehlen, nachvollziehbare Variantenuntersuchungen hinsichtlich der Baufolgekosten durchzuführen, um bestehende Vorbehalte zu lösen. Derartige Untersuchungen böten ausreichendes Fundament für lebenszyklusoptimierte Planungen zur Senkung der Baufolgekosten, die insbesondere in Schulen die Investitionskosten bereits nach 3-4 Jahren übersteigen.<sup>40</sup> Eine derartige INTEGRALE PLANUNG im Auftrage des Bauherren hilft Mehrwerte zu Gunsten des Bauherrn zu erschließen.

---

<sup>39</sup> Krinn, Ludwig (Landeshauptstadt Stuttgart, Hochbauamt): Holzbau für kommunale Aufgaben. In: Holzabsatzfond (Hg.): Informationsdienst Holz - Spezial. o.O. 2008.

<sup>40</sup> Ditfurth von, Jörg. In: PPP-Task Force des Landes Nordrhein Westfalen (Hg): Public Private Partnership. Erste Schritte: Projektauswahl, -organisation und Beratungsnotwendigkeit. April 2005. S. 14.; Wegen der um ca. 20% geringeren Investitionskosten in der Sanierung tritt die Amortisation von Maßnahmen zur Senkung der Baufolgekosten früher ein.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Energieverbrauch (Wärme/Strom) im Projektvergleich.....	9
Abb 2: Perspektive Haupteingang, Wettbewerbsgrafik.....	11
Abb. 3: Zielstruktur u. -gewichtung IGR .....	12
Abb. 4: Kostengliederung nach DIN 276 (1993) und DIN 18960 (1999).....	14
Abb. 5: Kostenrelevanzen und -beeinflussbarkeit.....	14
Abb. 6: Einsatz von Holz- und Holztafelbauweisen an Beispielprojekten im Überblick (eigene Darstellung) .....	17
Abb. 7: Fassadenstudien, Walter-Hembel-Bau, Dresden.....	18
Abb. 8: Bestandsbild Lauerholzschule .....	20
Abb. 9: Lauerholzschule, Lübeck – Baumassenmodell Vergleich Neu/ Bestand.....	21
Abb. 10: Wolfgang-Borchard-Gymnasium, Halstenbek- Eingangsfassade.....	23
Abb. 11: bauphysikalische Schwachstellen Gymnasium Halstenbek .....	24
Abb. 12: GWB Querschnitt mit Darstellung der vorgestellten Fassade und des vorkragenden EG – ohne Maßstab .....	26
Abb. 13: GWB – Sanierungsabschnitte (Darstellung aus Sanierungsgutachten Dr. AB Berg GmbH) .....	28
Abb. 14: GWB – Fassadenausschnitt Variante I.....	31
Abb. 15: GWB – Fassadenausschnitt Variante II .....	33
Abb. 16: GWB – Fassadenausschnitt Variante III.....	34

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Daten – Walter Hempel Bau, Dresden .....	19
Tabelle 2: GWB – Fassadenvarianten in Argumentenbilanz.....	29
Tabelle 3: GWB – Fassadenvarianten in Argumentenbilanz.....	30
Tabelle 4: GWB - Technische Daten zu Variante I.....	30
Tabelle 5: GWB - Technische Daten zu Variante II .....	32
Tabelle 6: GWB - Technische Daten zu Variante II .....	33
Tabelle 7: GWB – Benchmarks der Gesamtmaßnahme nach Variante I.....	36

---

## Impressum/ Kontakt

Auftraggeber:


# HBZ\*SH

\*Holzbauzentrum Schleswig-Holstein

Holzbauzentrum Schleswig Holsten  
Hopfenstraße 2e, 24114 Kiel

Autor/ Bearbeitung:

Fechner, Dipl.-Ing. Olaf (Projektleiter)  
Feist, Dipl.-Ing. Rouven (wiss. Mitarbeit)

 tönies schröter jansen  
freie architekten gmbh  
thomas jansen · volker merker

Curtiusstraße 19, 23568 Lübeck  
[www.tsj-architekten.de](http://www.tsj-architekten.de)

Unter Mitwirkung von:

**KAplus** - Ingenieurbüro Vollert, Eckernförde  
[www.kaplus.de](http://www.kaplus.de)

sowie

Ibm-Haustechnik, Neubrandenburg

AWB Architekten, Dresden

DERU Planungsgesellschaft Energie-/ Umwelttechnik  
Dresden

IWP Ingenieure Wiechers Partner  
Beratende Ingenieure VBI  
Ramskamp 70 - 25337 Elmshorn

Förderung durch das

Ministerium für Landwirtschaft,  
Umwelt und ländliche Räume  
des Landes Schleswig-Holstein



Das Holzbauzentrum ist eine Initiative des Baugewerbeverbandes Schleswig-Holstein und wird durch das Land Schleswig-Holstein aus dem Zukunftsprogramm Wirtschaft mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und Landesmitteln gefördert.



**ZUKUNFTS**programm  
Wirtschaft  
*Investition in Ihre Zukunft*

### HINWEIS:

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des HolzbauZentrum Schleswig Holsten sowie des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Das Urheberrecht des Autors bleibt dabei unberührt und gilt uneingeschränkt.

Hopfenstraße 2e  
24114 Kiel

Postfach 13 63  
24012 Kiel

T +49.0.431.53 547-21  
F +49.0.431.53 547-77

info@hbz-sh.de

Das Projekt wird durch das Land Schleswig-Holstein aus dem Zukunftsprogramm Wirtschaft mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und Landesmitteln gefördert.



**ZUKUNFTS**programm  
Schleswig-Holstein  
*Investition in Ihre Zukunft*



Ein Initiative des  
Baugewerbeverbands Schleswig-Holstein

Ministerium für Wissenschaft,  
Wirtschaft und Verkehr  
des Landes Schleswig-Holstein

