

# Bachelor-Thesis

## **Bauwirtschaftlicher und baubetrieblicher Vergleich zur Errichtung eines EFH in Holzmassivbauweise mit einem EFH in konventioneller Bauweise.**

Eingereicht am: 16. Februar 2009  
von: Steffen Seemann  
geboren am 11. April 1979

1. Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Glaner
2. Betreuer: Prof. Dipl.-Ing. Jens Hölterhoff

## **Aufgabenstellung**

**Bauwirtschaftlicher und baubetrieblicher Vergleich zur Errichtung eines EFH in Holzmassivbauweise mit einem EFH in konventioneller Bauweise.**

**A comparison focussing on the two aspects, construction industry and construction work, choosing two building methods: constructing a single-family home in solid timber or conventionally.**

---

**Inhaltsverzeichnis**

	Seite
Kurzreferat .....	I
Abkürzungsverzeichnis.....	II
1 Einleitung .....	1
2 Holz als Baustoff.....	3
2.1 Holz - ein Baustoff mit ökologischen Vorzügen.....	4
2.2 Kreislauf und Verarbeitungskette des Holzes .....	4
3 Herstellung von Brettschichtholz .....	6
3.1 Aufbau von Brettschichtholz.....	6
3.2 Oberflächenqualität und Nutzungsklassen.....	7
3.3 Verwendete Holzarten .....	8
3.4 Klebstoffe zur Herstellung von Brettschichtholz.....	8
3.5 Herstellung .....	9
3.6 Eigenschaften und Anwendung.....	13
3.7 Technische Regeln.....	13
4 Konstruktive Grundlagen der massiven Holzbauweise.....	15
4.1 Tragsysteme und deren Abgrenzung im Holzbau .....	15
4.2 Fertigungsprozess der Baukonstruktion.....	17
4.3 Das Brettschichtholzelement.....	18
4.4 Feuchteverhalten von Holz.....	20
4.5 Verschiedene Anwendungsbereiche des HBE .....	21
4.5.1Dach.....	21
4.5.2Decke.....	23
4.5.3Wand.....	25
4.6 Vor- und Nachteile der Anwendung des HBE .....	27
5 Baubeschreibung der zu vergleichenden Objekte .....	28
6 Kostenermittlung und Vergleich .....	31

6.1 Kosten im Bauwesen nach DIN 276.....	31
6.2 Gliederung der Kosten nach DIN 276 .....	31
6.3 Systematik der Kostenermittlung.....	32
6.4 Kostenermittlung konventionelle Bauweise.....	33
6.5 Kostenfeststellung Holzmassivbauweise .....	35
6.6 Fazit der Kostenermittlung.....	35
7 Der Bauablauf im Vergleich.....	37
7.1 Darstellung Bauablaufplan Holzmassivbauweise .....	38
7.1.1 Erläuterung Holzmassivbauweise .....	39
7.2 Darstellung Bauablaufplan konventionelle Bauweise .....	40
7.2.1 Erläuterung konventionelle Bauweise .....	41
8 Gegenüberstellung Holzmassiv und konventionelle Bauweise.....	42
8.1 Wärmeschutz.....	42
8.2 Feuchteschutz .....	46
8.3 Holzschutz .....	48
8.4 Schallschutz .....	49
8.5 Brandschutz.....	51
8.6 Ausführungsqualität.....	52
8.7 Raumluftqualität.....	53
8.8 Werthaltigkeit der Gebäude.....	55
9 Zusammenfassung und Ausblick .....	57
 <u>Anhang</u>	
Tabellenverzeichnis .....	III
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Anlagenverzeichnis und Anlagen .....	V
Selbstständigkeitserklärung	

## I Kurzreferat

Zweck dieser Arbeit ist es, die Vergleichbarkeit zwischen konventioneller Massivbauweise und der massiven Holzbauweise herzustellen. Hierzu werden an einem konkreten Beispiel verschiedene Methoden des Baubetriebes, der Bauwirtschaft und der Bauphysik angewandt, um einen Vergleich zu ermöglichen.

Die Schwerpunkte umfassen die konstruktiven Grundlagen der massiven Holzbauweise, die Diskussion der Vor- und Nachteile sowie die Ermittlung von Bauzeiten und Baukosten. Des Weiteren werden verschiedene Parameter, wie Werthaltigkeit und Ausführungsqualität, betrachtet.

Die ermittelten Ergebnisse werden miteinander verglichen und bewertet.

The purpose of this presentation is to show the comparability between conventional solid construction and the solid timber construction method. In order to make a comparison possible we will show the effect of the different methods on the building industry, Construction management and building physics, using a specific example.

The emphasis is on the constructional basics of the solid timber construction method, a discussion of advantages and disadvantages, the determination of construction period and construction costs. Furthermore, it will look at different parameters like intrinsic value and quality of workmanship.

The established results will be evaluated and compared with each other.

## II Verzeichnis der Abkürzungen

DIN	Deutsches Institut für Normung
BSH	Brettschichtholz
Ü-Zeichen	Übereinstimmungszeichen-Zeichen
CE-Zeichen	Konformitätszeichen der Europäischen Gemeinschaft
HBE	Hüttemann Brettschichtholz Element
DF-Mauerstein	Doppelformat-Mauerstein
KGR	Kostengruppe
BRI	Bruttorauminhalt
BGF	Bruttogeschossfläche
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
EnEV	Energieeinsparverordnung
$Q'_{p,max}$	Jahresprämienergiebedarf
Ht	Transmissionswärmeverlust
A	Wärmeübertragende Umfassungsfläche
Ve	Gebäudevolumen
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
VDI	Verband Deutscher Ingenieure
R' <sub>w</sub>	Schalldämmmaß für Luftschalldämmung
L' <sub>n,w</sub>	Normtrittschallpegel
LBauO M-V	Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern

## 1 Einleitung

Diese Arbeit wurde auf Anregung der Firma Hüttemann angefertigt. Die Firma Hüttemann ist ein mittelständisches Unternehmen, welches Brettschichtholz herstellt. Im Zuge der Erweiterung der Produktpalette wurde das Hüttemann-Brettschichtholzelement eingeführt. Dieses Element wurde schon über längere Zeit erfolgreich im Dachbereich und als Deckenelement eingesetzt. Eine neue Einsatzmöglichkeit stellt die Verwendung als Wandelement dar. Im Jahr 2007 entschied sich die Fa. Hüttemann, ein Haus in massiver Holzbauweise zu errichten, um das Potenzial ihrer Produkte aufzuzeigen. Hieraus entstand die Idee, alle relevanten Daten zusammenzutragen und mit einer anderen Bauweise zu vergleichen.

Wissenschaftsgebiete, die während der Erstellung dieser Arbeit betrachtet werden, sind zum einen die Bauwirtschaft, um die Kosten zu ermitteln, zum anderen der Baubetrieb, um den Ablauf darzustellen sowie die Bauphysik, um den Brandschutz, Schallschutz und den Wärmedurchgangswiderstand zu bewerten.

Um einen Vergleich durchzuführen ist es von Vorteil, gleiche Ausgangsbedingungen zur Verfügung zu haben. Aufgrund dieser Tatsache wurde sich entschieden, ein fiktives Haus mit den gleichen Abmessungen zu errichten. Dies ist möglich, da die konventionelle Bauweise ausreichend in einschlägiger Literatur dokumentiert ist und genügend Erfahrungswerte vorhanden sind. Für die massive Holzbauweise wurde auf Angaben der Fa. Hüttemann, z.B. Unterlagen zur Baugenehmigung, Baukosten und Bauablauf, zurückgegriffen. Des Weiteren war eine Besichtigung des Objektes in Wismar möglich.

Um die Vor- und Nachteile dieser Bauweise sichtbar zu machen, eignet sich am besten ein Vergleich, da hier relevante Parameter gegenübergestellt werden können. Im ersten Teil dieser Arbeit wird die Herstellung von Brettschichtholz erläutert, welches den Ausgangsstoff für die massive Holzbauweise darstellt. Anschließend wird auf die konstruktiven Grundlagen eingegangen, um

Anwendungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Danach werden die anfallenden Kosten ermittelt, der Bauablauf beschrieben und dargestellt. Im letzten Teil der Arbeit werden einige wichtige Eckdaten beschrieben und für beide Bauweisen erläutert, wie z.B. der Wärmeschutz, der Feuchteschutz und der Brandschutz. In der Zusammenfassung werden mit Hilfe einer Wertetabelle die wichtigsten Eigenschaften zusammengefasst und bewertet. Hieraus ergibt sich, welche der Bauweisen in Bezug auf die genannten Aspekte vorteilhaft ist.

## 2 Holz als Baustoff

Von der Urgeschichte bis zum Anfang des industriellen Zeitalters hat Holz immer eine wichtige Rolle in der Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt gespielt. Durch den Einsatz von Holz, dem ältesten aller Baumaterialien, nahm eine Bauweise seinen Anfang, an der sich alle späteren Konstruktionsarten orientieren. Die Kenntnis von Holzkonstruktionen und der damit verbundenen Architektursprache verbreitete sich im Laufe von Jahrtausenden über die ganze Welt. Sie entwickelte sich über alle Kulturen, Zivilisationen und geographischen Grenzen hinweg und es entstanden vielseitige Konstruktionstechniken. Langsam mehrten sich das Wissen und die Fähigkeiten im Zusammenhang mit dem Baumaterial Holz, welches zuerst im einfachen Wohnungsbau, später bei komplexeren Raumprogrammen Anwendung fand. Zeugnisse dieses reichen Wissens existieren noch heute.<sup>1</sup>

Bauen und Konstruieren mit Holz bedeutet, einen Rohstoff aus der Natur in ein nützliches und schönes Produkt zu verwandeln. Technologische Innovationen und moderne Werkstoffe erlauben anspruchsvolle Konstruktionen und Bauteile. Ein neues Erscheinungsbild in Gestaltung und Entwurf ist die Folge. Vieles spricht im beginnenden 21. Jahrhundert für die Erstellung von Holzbauten. Die wichtigsten Argumente hierfür sind: der kohlenstoffdioxidneutrale Rohstoff steht in großen Mengen, gerade auch hier zu Lande, zur Verfügung; Holz ist ein Naturprodukt und zugleich ein feuchteregulierendes, warmes, gesundes, wieder verwertbares Material; die Verarbeitung des Rohstoffes belastet die Umwelt im Vergleich mit Beton, Backstein oder Stahl wenig; ein Holzbau benötigt keine belastenden Fremdstoffe, die Herstellung erfolgt ausschließlich in ökologischer Trockenbauweise.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Vgl. Herzog, T. et al (2003) S.28.

<sup>2</sup> Vgl. Kolb J. (2007) S. 20.

## 2.1 Holz - ein Baustoff mit ökologischen Vorzügen

Der Begriff Ökologie setzt sich aus den griechischen Wörtern *oikos* (=Haus, Haushalt) und *logos* (=Lehre) zusammen. Somit bedeutet dies „die Lehre vom Haushalt“. Die Ökologie ist ein Teilbereich der Biologie und bezeichnet die Wissenschaft von der Wechselwirkung der Organismen untereinander sowie den Wechselwirkungen zwischen Organismen und ihrer unbelebten Umwelt. Holz gilt, wie bereits erwähnt, als ökologisch vorteilhafter Baustoff. Betrachtet man sein Wachstum genauer, kommen erstaunliche Erkenntnisse zu Tage. Aus Wasser, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und Licht entstehen durch die Photosynthese Kohlenhydrate und der für den Menschen lebensnotwendige Sauerstoff (O<sub>2</sub>). Wachsendes Holz bindet also über die Photosynthese des Baumes Kohlendioxid, geerntetes Holz speichert es. Kohlendioxid gilt als hauptverantwortlich für den Treibhauseffekt. Durch die Verwendung von Holz wird der Atmosphäre für die Lebensdauer der Produkte die entsprechende Menge Kohlendioxid entzogen. Langlebige Holzprodukte sind somit besonders wirksam. Hinzu kommt, dass die Verbrennung von Holz kohlendioxidneutral ist und sich bei technischer Nutzung der gewonnenen Wärme fossile Energieträger einsparen lassen. Beispielsweise entspricht der Heizwert eines Kubikmeters trockenem Buchenholz rund 300 Litern Heizöl.<sup>3</sup>

## 2.2 Kreislauf und Verarbeitungskette des Holzes

Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung ist das Denken in Kreisläufen. Jedes Produkt durchläuft seinen eigenen Lebenszyklus. Der Holzkreislauf beinhaltet alle Stationen vom Wachstum des Holzes über die Rohstoffgewinnung, Verarbeitung und Nutzung bis zur Wiederverwendung. Holz eignet sich als polyvalenter, traditionsreicher und erneuerbarer Rohstoff hervorragend dazu, nachhaltige Entwicklung im Alltag erfahrbar und

---

<sup>3</sup> Vgl. Kolb, J. (2007) S. 18.

verständlich zu machen und so als Vorbild für das künftige Bauen zu wirken.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Vgl. Kolb, J. (2007) S. 18.

### 3 Herstellung von Brettschichtholz

Brettschichtholz (BSH) ist der Ausgangsstoff für die Erstellung von Gebäuden in massiver Holzbauweise, deshalb werden in diesem Kapitel die Herstellung und die Anwendungsbereiche erläutert.

Für den modernen Holzbau wurden in den letzten Jahren viele neue Vollholzprodukte entwickelt. Dabei reicht die Palette bei den stabförmigen Hölzern von Rundholz bis zu Brettschichtholz. Die Besonderheit ist die Bereitstellung von Vollhölzern mit möglichst geringer Verfremdung des Holzes bei gleichzeitig gesicherter Qualität. Grundlage der Qualitätssicherung sind die einschlägigen Normen und die darüber hinaus gehenden Anforderungen. Erreicht wird das Ziel der Qualitätssicherung in erster Linie durch die Sortierung. Weitergehend werden Einschnittechniken, Trocknung, teilweise Auftrennung der Stämme, Entfernung von Stücken mit Holzfehlern und die Verklebung zu größeren Querschnitten und Längen angewendet. Alle Produkte eignen sich für technische und ästhetisch anspruchsvolle Konstruktionen.<sup>5</sup>

#### 3.1 Aufbau von Brettschichtholz

BSH (alte Bezeichnung: Leimholz, Leimbalken) besteht aus mindestens drei faserparallel miteinander verklebten, getrockneten Brett lamellen aus Nadelholz (DIN 1052). Es ist vergütet infolge der Sortierung und der Homogenisierung durch schichtartigen Aufbau. Neben einfachen, geraden Bauteilen sind Formen mit variablem Querschnitt und/oder einfacher Krümmung üblich. Doppelt gekrümmte und tordierte Bauteile sind ebenfalls möglich.

Die Lamellendicke für gerade Bauteile ohne direkte Bewitterung beträgt 6 mm bis 42 mm, bei direkter Bewitterung 6 mm bis 33 mm. Die Standard-Querschnittsmaße der Elemente können von 6 mm auf 12 cm bzw. 20 cm auf

---

<sup>5</sup> Vgl. Herzog, T. et al (2003) S.40.

40 cm hergestellt werden. Die standardmäßigen Längen für diese Querschnitte werden bis zu 20 m, bei größeren Querschnitten auch noch länger hergestellt. Über die Querschnittshöhe können Lamellenlagen unterschiedlicher Sortierklassen angeordnet sein. Am Zugrand von Biegeträgern sind Lamellen höherer Sortierklassen angeordnet, im Inneren und am Druckrand Lamellen der nächst niedrigeren Klasse. Die Sortierklasse des auf Zug beanspruchten Querschnittsteils bestimmt die Festigkeitsklasse des BSH-Bauteils. Im Wesentlichen auf Zug beanspruchte Bauteile müssen aus einer Sortierklasse bestehen. Ebene und räumliche Krümmungen und Verdrehungen sind möglich.<sup>6</sup>

### 3.2 Oberflächenqualität und Nutzungsklassen

Das Brettschichtholz ist standardmäßig gehobelt und i.d.R. gefast. Es wird in drei Qualitäten unterschieden, die hier tabellarisch dargestellt werden.

**Tabelle 1:** Qualitäten von Brettschichtholz<sup>7</sup>

Qualität	Kriterien
<b>Auslesequalität</b>	gehobelt, i.d.R. gefast; fest verwachsene Äste und werkseitig ersetzte Äste zulässig; kleinastig; frei von Bläue und Rotsteifigkeit, nur in geringen Mengen verfügbar, da von nur kleinen Herstellern produziert
<b>Sichtqualität</b>	gehobelt und i.d.R. gefast; Ausfalläste über 20 mm werkseitig ersetzt; fest verwachsene Äste zulässig; farbliche Differenzen durch Bläue und durch Bläue und Rotsteifigkeit auf Sichtbaren Flächen bis zu 10% zulässig
<b>Industriequalität</b>	keine Anforderungen

Nach der Feuchtebeständigkeit im Gebrauchszustand unterscheidet man bei Brettschichtholz für eine Raumtemperatur von 20°C die Nutzungsklassen 1, 2, bzw. 3 mit einer andauernden relativen Luftfeuchte von < 65%, <85% bzw.

<sup>6</sup> Vgl. Scholz W., Hiese, W. (2003) S.812 ff.

<sup>7</sup> Scholz W., Hiese, W. (2003) S.813.

höher als bei Klasse 1 und 2. Äste und Kleinastigkeit sind zulässig. Des Weiteren müssen die Elemente frei von Bläue und Rotsteifigkeit sein.<sup>8</sup>

### **3.3 Verwendete Holzarten**

Zur Herstellung von Brettschichtholz wird überwiegend Fichte, seltener werden Tanne, Kiefer, Lärche oder Douglasie verwendet. Weitere Nadelhölzer sind zulässig, aber nicht gebräuchlich. Laubholz wird für die Herstellung nicht verwendet.

### **3.4 Klebstoffe zur Herstellung von Brettschichtholz**

Wie in der Einleitung unter Punkt 3 *Herstellung von BSH* erwähnt, werden die einzelnen Lamellen miteinander verleimt. Somit nehmen der Klebstoff und deren Verbindung eine zentrale Funktion ein und werden im folgenden Abschnitt näher erläutert.

Klebeverbindungen müssen mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden. Daher müssen die Hersteller geklebter Produkte eine sogenannte Leimgenehmigung besitzen. Diese ist der Nachweis der Eignung zur Verleimung tragender Holzbauteile. Voraussetzungen für diesen Befähigungsnachweis des Herstellers sind unter anderem geeignete, beheizbare Herstellräume, Fachpersonal und umfangreiche Erfahrungen im Bereich des Klebens. Zusätzlich werden die Produkte einer regelmäßigen Eigen- und Fremdüberwachung unterzogen. Betriebe, die diese Kriterien erfüllen, erhalten das Übereinstimmungszeichen-Zeichen und das CE-Zeichen, welches das Konformitätszeichen der Europäischen Gemeinschaft darstellt. Das Ü-Zeichen dient dem Nachweis der Verwendbarkeit des Baustoffs, das CE-Zeichen tragen Baustoffe die mit harmonisierten europäischen technischen Normen übereinstimmen.

---

<sup>8</sup> Vgl. Scholz, W. (2003) S.813.

Für das Kleben tragender Vollholzprodukte müssen geprüfte Klebstoffe verwendet werden. Die Klebstoffugen sind sehr dünn. Der Klebstoffanteil am fertigen Produkt beträgt weniger als 1%.<sup>9</sup>

**Tabelle 2:** Klebstoffarten und Anwendungsbereich<sup>10</sup>

Klebstoffart	Anwendungsbereich	Farbe der Klebefuge
Harnstoffharz	nur innen, Temperatur < 50°C	hell
Modifiziertes Melaminharz	innen und außen	hell bis braun
Phenol- Resorcinharz	innen und außen	dunkelbraun
Polyurethan	innen und außen	hell bis transparent

Die Firma Hüttemann verwendet für seine Produkte vorwiegend modifiziertes Melaminharz als Leim.

### 3.5 Herstellung

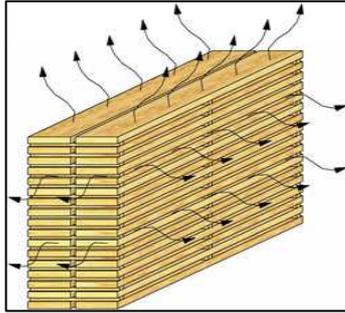
Im folgenden Abschnitt wird in 8 Schritten die Herstellung von Brettschichtholz erläutert. Jeder Schritt wird mit einer Grafik anschaulich dargestellt.

#### 1. Technische Trocknung der Rohware

Nadelholzbretter werden zunächst technisch auf eine Holzfeuchte von etwa  $10\% \pm 2\%$  getrocknet und danach vorgehobelt. Im Holzleimbau werden diese „Bretter“ als Lamellen bezeichnet.

<sup>9</sup> Vgl. Herzog, T. et al (2003) S.40 ff.

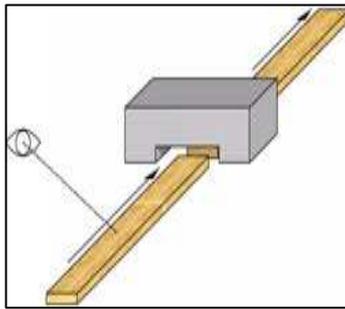
<sup>10</sup> Herzog, T. et al (2003) S.41.



**Abbildung 3-1:** Trocknung der Rohware

## 2. Festigkeitssortierung

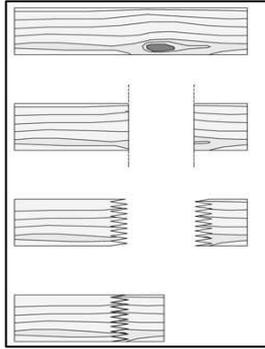
Die vorgehobelten und technisch getrockneten Lamellen werden visuell oder zunehmend auch maschinell nach Festigkeit sortiert. Für die Decklamellen der Bauteile werden bei höheren Oberflächenqualitäten über die Kriterien für eine Festigkeitssortierung hinausgehende Sortierkriterien berücksichtigt.



**Abbildung 3-2:** Festigkeitssortierung

## 3. Herauskappen von Ästen und Fehlstellen

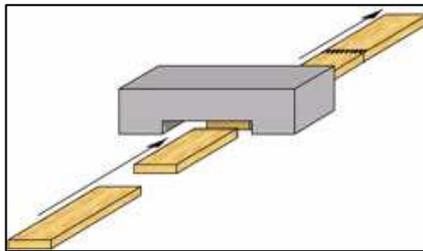
Bei der Sortierung entdeckte Lamellenabschnitte mit festigkeitsmindernden oder unansehnlichen Wuchsabweichungen, wie z.B. großen Ästen, Harzgallen und Rindeneinschlüssen, werden je nach Festigkeits- und Oberflächenklasse ggf. ausgekappt. Durch eine fingerförmige, kraftschlüssige Klebeverbindung (Keilzinkenverbindung) werden die einzelnen Lamellen in Längsrichtung zu im Prinzip endlos langen Lamellen gestoßen.



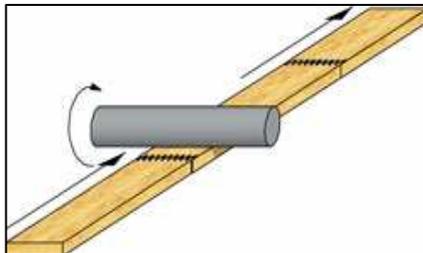
**Abbildung 3-3:** Herausknippen von Fehlstellen

#### 4. Lamellenhobelung

Die Endloslamellen werden auf eine Dicke von bis zu 45 mm gehobelt.



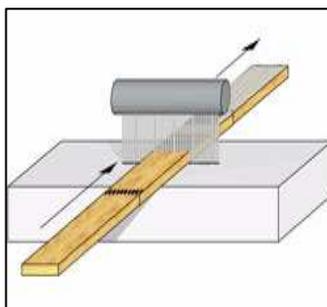
**Abbildung 3-4:** Zusammenführen der Lamellen



**Abbildung 3-5:** hobeln der Lamelle

#### 5. Klebstoffauftrag

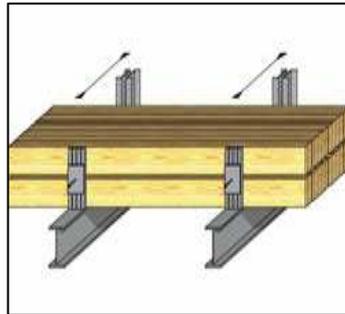
Auf die Breitseiten der Lamellen wird Klebstoff aufgetragen.



**Abbildung 3-6:** Klebstoffauftrag

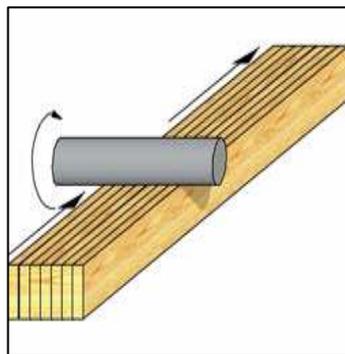
## 6. Verpressen der Lamellen

Mindestens drei beleimte Lamellen werden aufeinander geschichtet und in einem geraden oder auch gekrümmten Pressbett miteinander verpresst.

**Abbildung 3-7:** Verpressen der Lamelle

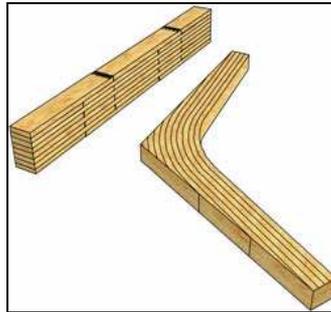
## 7. Hobeln des Rohlings

Der so entstandene Brettschichtholzrohling härtet unter Druck aus. Nach der Aushärtung wird der Rohling i.d.R. gehobelt und gefast

**Abbildung 3-8:** Hobeln der Rohlings

## 8. Abbund und weitere Arbeiten

Häufig werden weitere Abbundarbeiten, wie der Einbau von Stahlteilen, beim Hersteller vorgenommen. Die Bauteile werden ggf. mit einem Witterungs- oder Holzschutz versehen und verpackt.



**Abbildung 3-9:** Darstellung fertiger Elemente

### 3.6 Eigenschaften und Anwendung

Brettschichtholz wird nach der zulässigen Biegebeanspruchung in die Festigkeitsklassen BS 11, BS 14, BS 16 und BS 18 eingeteilt. Die zulässigen Spannungen werden in  $\text{N/mm}^2$  angegeben. Sie liegen bei der Beanspruchung auf Biegung zwischen 11 und 18  $\text{N/mm}^2$  und bei der Beanspruchung auf Zug und Druck parallel zur Faser zwischen 8,5 und 13  $\text{N/mm}^2$ . Das E-Modul, die Biegung und der Druck parallel zur Faser werden mit 11000 bis 14000  $\text{N/mm}^2$  angegeben. Brettschichtholz ist besonders geeignet für hoch belastete und weit gespannte Bauteile und/oder für Bauteile mit besonders hohen Anforderungen an Formstabilität und das Aussehen, z.B. Hallenbauten, Sportstätten sowie Brücken.<sup>11</sup>

### 3.7 Technische Regeln

Die hier aufgeführten Bestimmungen stellen die Grundlagen für die Berechnung, Herstellung und Verarbeitung von Brettschichtholz dar.

- DIN 1052: 2004 Entwurf, Berechnung von Holzbauwerken

---

<sup>11</sup> Scholz W. (2003) S.814.

- DIN 4074-1: 2003-1 Sortieren von Nadelholz nach der Tragfähigkeit, Nadelschnittholz
- DIN 18334: 2006-10 Zimmerer- und Holzarbeiten
- DIN EN 386: 2002-04 Brettschichtholz - Leistungsanforderungen und Mindestanforderungen an die Herstellung
- DIN EN 390: 1995-03 Brettschichtholz, Maße Grenzabmaße
- DIN EN 391: Delaminierungsprüfung von Klebstoffugen
- DIN EN 392: Scherprüfung der Leimfuge

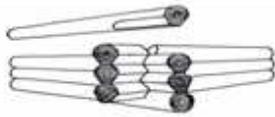
## **4 Konstruktive Grundlagen der massiven Holzbauweise**

In diesem Kapitel werden die Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten der massiven Holzbauweise erläutert. Des Weiteren wird auf die Tragsysteme und den Fertigungsprozess eingegangen.

### **4.1 Tragsysteme und deren Abgrenzung im Holzbau**

Im Holzbau zeichnen sich im technischen Bereich hinsichtlich Aufbau und Schichtaufbau der Gebäudehülle verschiedene Tragsysteme ab. Die gebräuchlichsten Systeme sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt und kurz beschrieben.

**Tabelle 3:** Übersicht der Holzbauweisen

Bauweise	Merkmale der Konstruktion	Darstellung
<b>Blockhausbau</b>	waagrecht übereinander gelegte, zwei- oder vierseitig bearbeitete Rundhölzer, auch geklebte Kanthölzer; an den Ecken Verkämmt oder ähnliches	
<b>Fachwerkhaus</b>	tragendes Holzskelett mit im Allgemeinen nicht tragender Ausfachung, z.B. Stohlehm der Ziegel. Die tragenden Stiele können über mehrere Geschosse gehen, oder sind stockwerksweise mit Schwelle und Rähm verbunden.	
<b>Holzskelettbau</b>	Tragende Stützen oft über zwei Etagen, meist in großen Abständen; waagerechte Tragteile, großformatige Balken, Unterzüge und Pfetten	
<b>Holzrahmenbau</b>	Tragende Holzrahmen, meist enge Stielstellung; stockweise abgebunden. Ausführung häufig durch Zimmereien. (USA, Kanada)	
<b>Holztafelbau</b>	Fließender Übergang zu Holzrahmenbau, höhere Vorfertigung; aussteifende Beplankung im Allgemeinen bereits werkseitig aufgebracht; Montage wandweise. Herstellung und Montage durch Fertighausfirmen.	
<b>Massivholzbau</b>	Wände aus Vollholz-Elementen: Brettstapel-Bauweise, Bretter hochkant verdübelt, vernagelt oder verleimt, mit zusätzlicher Wärmedämmschicht.	
	Brettsperrholz, kreuzweise Brettlagen, verleimt mit zusätzlicher Wärmedämmschicht	
	HolzWände aus gereuzten Brettlagen, mit Rundholzdübeln verbunden, ohne zusätzliche Wärmedämmschicht; Wanddicke ab ca. 25 cm erfüllen heutige Anforderungen.	

Die oben genannten Gesamtsysteme lassen sich in Bezug auf Wände, Decken und Dächer in einzelne Bauteilsysteme gliedern. Diese Bauteilsysteme bilden entweder ein Gesamtsystem oder können kombiniert werden und haben als Mischsystem einen Bezug zum Gesamtsystem.

Das wichtigste Kriterium der in der Tabelle aufgezeigten Bauweisen ist die Art der Lastabtragung, hier wird in punktuelle und lineare Lastabtragung unterschieden. Die massive Holzbauweise ist charakteristisch für die lineare

<sup>12</sup> Vgl. Herzog, T., Natterer, J. (2004) S.52 ff.

Lastabtragung, bei der die anfallenden Lasten über Decken- bzw. Wandscheiben in das Fundament abgetragen werden. Der Vorteil liegt in der Verteilung und damit in der Verringerung der einwirkenden Kräfte auf die Bauteile. Darüber hinaus erfüllen die Bauteile auch andere Funktionen, beispielsweise als Aussteifungsscheibe, als Zimmer- oder Wohnungstrennwände für raumbildende Zwecke sowie als Bauteil für die Gebäudehülle.

Im Massivholzbau gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Systemen. Hier wären z.B. kreuzweise verleimtes Brettsperrholz, 1-lagig gedübelte Brettstapel, Flachpressplatte (Spanplatte), Grobspanplatte sowie 1-lagig verleimtes Brettschichtholz zu nennen.<sup>13</sup>

## 4.2 Fertigungsprozess der Baukonstruktion

Das Zusammenfügen einzelner Teile in den Produktionshallen zu einem ganzen Bauteil wird als Vorfertigung bezeichnet. Hier können z.B. komplette Wände erstellt werden, die sämtliche Tür- bzw. Fensteröffnungen enthalten. Decken- und Dachelemente können schon in vorgesehener Länge geschnitten und Installationskanäle beispielsweise für Elektrik angelegt werden.

Vorgefertigte Elemente im Holzbau haben im Vergleich zur traditionellen Art des Bauens viele Vorteile. Die traditionelle Art, einen Bau zu planen und zu realisieren ist teuer, langsam und kompliziert. Rund ein Viertel des Materialaufwandes im Hochbau zur Erstellung eines Gebäudes fällt in Form von Abfällen an. Der Elementbau ermöglicht ein rationelles und Ressourcenschonendes Bauen mit hoher Qualität bei gleichzeitig vereinfachter Abfallsammlung und Verwendung.<sup>14</sup>

Das Hüttemann-System erlaubt einen hohen Grad der Vorfertigung, welche

---

<sup>13</sup> Vgl. Kolb, J., (2007) S.21.

<sup>14</sup> Vgl. Herzog, T., Natterer, J., (2004) S.74.

unabhängig von der Witterung in den Produktionshallen geschehen kann. Dieses reduziert die Arbeitszeit auf der Baustelle erheblich. Die Baukonstruktion wird also innerhalb weniger Tage auf der Baustelle montiert.

### 4.3 Das Brettschichtholzelement

Hüttemann-Brettschichtholzelemente (HBE) haben sich im Einsatz als Decken-, Dach- und Wandelemente im Holzmassiv-, Skelett-, Holzrahmenbau und in Kombination mit dem Steinmassivbau auf dem Markt etabliert.



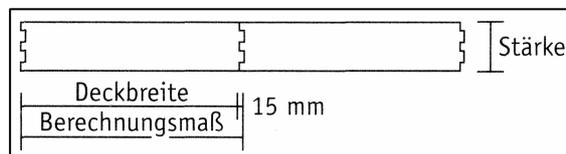
**Abbildung 4-1:** Hüttemann-Brettschichtholzelement

#### Technische Daten

Material: Das Element wird aus Nordischer Fichte der Güteklasse BS 11 (GL 24) mit einem Melaminharzkleber hergestellt. Die Oberfläche kann in sichtbarer als auch nicht sichtbarer Qualität erstellt werden. Die Rohdichte  $\rho$  beträgt  $450 \text{ kg/m}^3$  und die Holzfeuchte beträgt bei Herstellung um  $10 \pm 2\%$ .

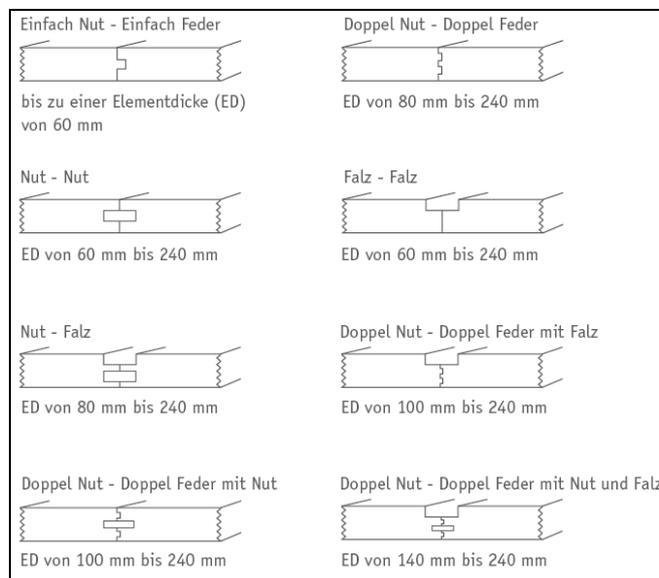
Eckdaten der Elemente:

- Die maximale Elementlänge beträgt 24,00 m
- Elementdicke (ED) 60mm und 80 mm bis zu einer Elementbreite/  
Berechnungsmaß von 320 mm
- Elementdicke (ED) von 100 mm bis 240 mm bis zu einer Elementbreite/  
Berechnungsmaß von 960 mm
- Sondermaße auf Anfrage



**Abbildung 4-2:** Darstellung HBE

Es besteht eine Vielzahl von Möglichkeiten, das HBE zu profilieren. Somit kann das Element an die jeweiligen Gegebenheiten optimal angepasst werden.



**Abbildung 4-3:** Profilierungsmöglichkeiten HBE

Blockbohlen: Unter Blockbohlen werden die einzelnen Elemente verstanden. Diese können ab einer Elementdicke von 120 mm bis 280 mm und bis zu einem Berechnungsmaß von 200 mm vielseitig eingesetzt werden.

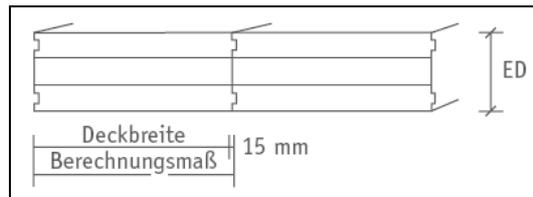


Abbildung 4-4: Darstellung Blockbohle

Begriffsdefinition und mögliche Maße:

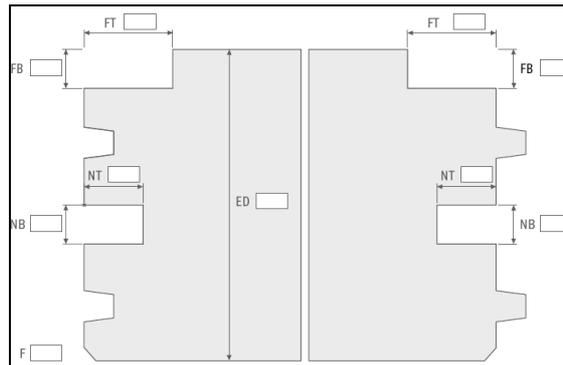


Abbildung 4-5: Symbolische Darstellung HBE zur Begriffsdefinition

Tabelle 4: Übersicht Begriffsdefinition HBE

Abkürzung	Bezeichnung	Maße
FT	Falztiefe	30 - 45 mm (5 mm Sprünge)
FB	Falzbreite	7 - 25 mm (1mm Sprünge)
NT	Nuttiefe	25 oder 30 mm
NB	Nutbreite	20 - 30 mm (1mm Sprünge)
F	Fase	2 mm (andere Maße auf Anfrage)
ED	Elementdicke	Je nach Profilierung: 60 - 240 mm (20 mm Sprünge)
□	Maßangaben	

#### 4.4 Feuchteverhalten von Holz

Holz ist hygroskopisch. Die Holzfeuchte, die sich allmählich, im Laufe mehrerer Monate als sogenannte Ausgleichsfeuchte einstellt, hängt von der relativen Feuchte und der Temperatur der umgebenen Luft ab. Für eingebautes Holz gilt nach der DIN 1052-1 die Ausgleichsfeuchte von  $9 \pm 3$  Masse % für allseitig geschlossene Bauwerke mit Heizung. Mit der Feuchtigkeitsabgabe und -aufnahme ist das Schwinden und Quellen das sogenannte Arbeiten des Holzes

verbunden. In verschiedene Hauptrichtungen beträgt das Schwinden infolge Trocknung in Längsrichtung (parallel zur Faser) etwa 0,1%, quer zur Faser in Radialrichtung 3 bis 6% und quer zur Faser in Tangentialrichtung 6 bis 12%.

Oberhalb des Fasersättigungspunktes von 30% Holzfeuchte und nach Erreichen der Ausgleichsfeuchte sind die Maßänderungen infolge Feuchtigkeitsschwankungen gering.

Die DIN 1052-1 gibt als Schwind- und Quellmaß 0,24% an. Dies gilt für Nadel- und Brettschichtholz quer zur Längsrichtung pro 1% Feuchteänderung unterhalb des Fasersättigungspunktes an. Schwinden und Quellen parallel zur Faser können bei statischen Berechnungen unberücksichtigt bleiben.<sup>15</sup>

Da die Holzfeuchte der Elemente, wie in Kapitel 3.5. *Herstellung* erläutert, um die 10%  $\pm$  2% liegt, ist nur mit einem geringen Arbeiten der Konstruktion zu rechnen.

#### **4.5 Verschiedene Anwendungsbereiche des HBE**

Die hier dargestellten und beschriebenen Einsatzbereiche sollen einen Überblick über die Vielseitigkeit der HBE geben. Der Einsatz ist als Dach-Decken und Wandelement möglich.

##### **4.5.1 Dach**

Brettschichtholzelemente ersetzen im Dachbereich Sparren, Pfetten sowie die Schalung. Somit ermöglichen sie eine viel geringere Aufbauhöhe. Zudem werden Dämmung und Unterspannbahn ohne Unterbrechung auf einer ebenen Fläche aufgelegt, wobei es sich um einen eindeutigen bauphysikalischen Vorteil handelt.

---

<sup>15</sup> Vgl. Hiese, W., Backe, H. (2004) S.356 ff.



Abbildung 4-6: Ansicht HBE Dach

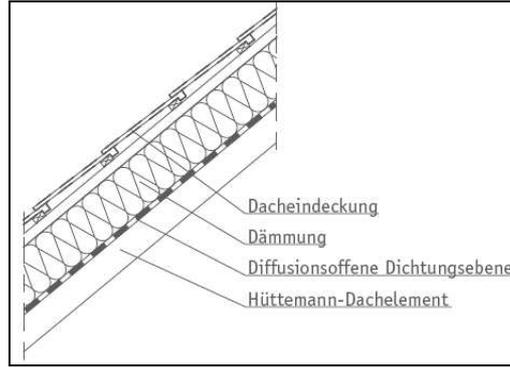


Abbildung 4-7: Schnitt HBE Dach

Detail: First

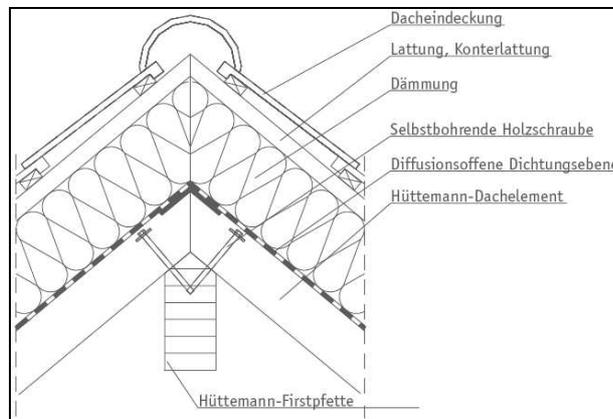


Abbildung 4-8: Detail: Schnitt First

## Detail: Traufe

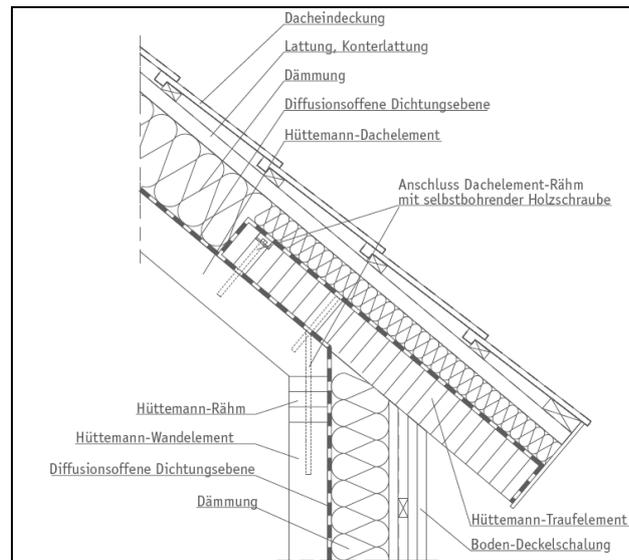


Abbildung 4-9: Detail: Schnitt Traufe

## 4.5.2 Decke

Mit Brettschichtholzelementen lassen sich einfache und wirtschaftliche Deckenkonstruktionen herstellen. Im Neubau entstehen in einer kurzen Montagezeit sofort belastbare Bauteile, die eine niedrige Aufbauhöhe haben und große Spannweiten überbrücken können. Beim Einbau entsteht keine zusätzliche Feuchte. Folgearbeiten können sofort ausgeführt werden und in den darunter liegenden Räumen ist eine uneingeschränkte Bewegungsfreiheit gewährleistet. Im Bereich der Sanierung und Aufstockung können die Brettschichtholzelemente vorteilhaft eingesetzt werden. Bestehende Konstruktionen, wie z.B. Decken oder Dächer, werden überspannt und können so erhalten bleiben. Die Deckenelemente lassen sich problemlos mit konventioneller, Holzrahmen- oder auch Massivholzbauweise kombinieren.



**Abbildung 4-10:** Decke – konv. Bauweise



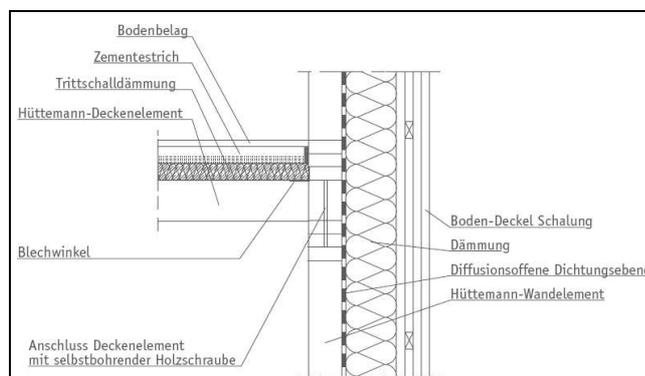
**Abbildung 4-11:** Decke - Holzrahmenbau



**Abbildung 4-12:** Decke - Massivholzbauweise

Die Ausbildung der Deckenelemente als Scheibe ist problemlos möglich, falls der Anteil der Aussparungen und Öffnungen nicht zu groß ist. Bei den üblichen Nachweisen für Einfamilienhäuser werden die auftretenden Querkräfte mit einer wechselseitigen Vernagelung der Elementstoßfuge aufgenommen.

Detail: Anschluss Deckenelement auf Wandelement (Außenwand)



**Abbildung 4-13:** Detail Anschluss Deckenelement auf Wandelement

Detail: Anschluss Deckenelement auf Wandelement (Innenwand)

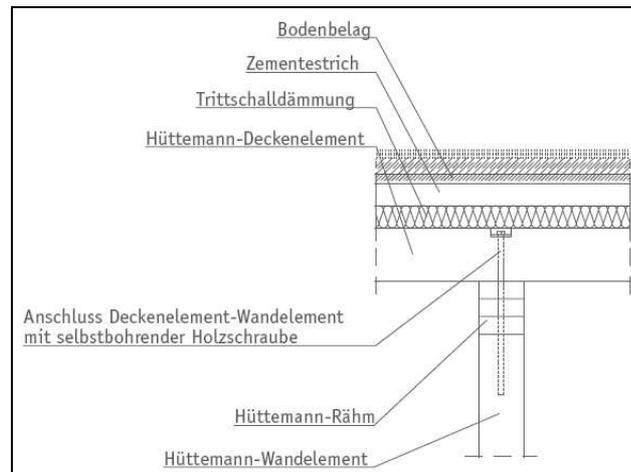


Abbildung 4-14: Detail Anschluss Deckenelement auf Wand

### 4.5.3 Wand

Brettschichtholzelemente können als tragende und nicht tragende Wände eingesetzt werden. Die Stoßfugen der Brettschichtholzelemente verlaufen lotrecht. Die Verbindung der einzelnen Bauteile erfolgt mit Nägeln oder Schrauben sowie den üblichen Blechformteilen. Die Wandstärke beträgt im Normalfall 10 cm. Bei normalen Raumhöhen lassen sich dabei sehr hohe Lasten abtragen.

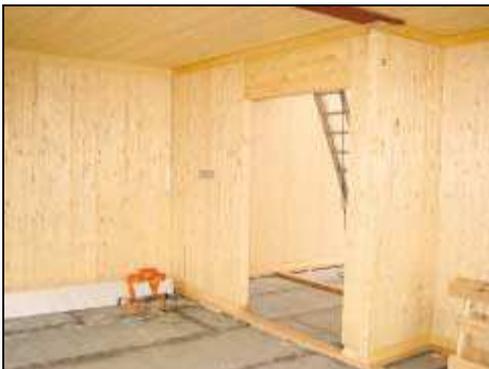


Abbildung 4-15: Wandelement



Abbildung 4-16: Wandelement als Giebel

Detail: Wandaufbau

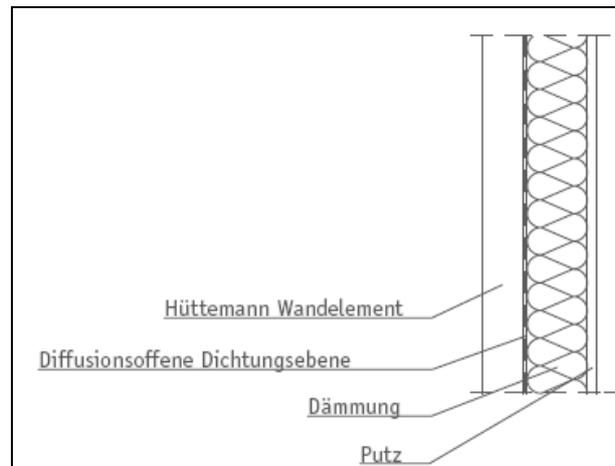


Abbildung 4-17: Detail Wandaufbau

Detail: Eckverbindung Wandelemente

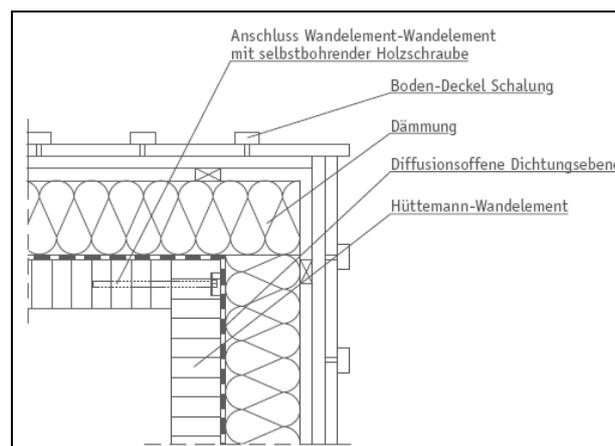
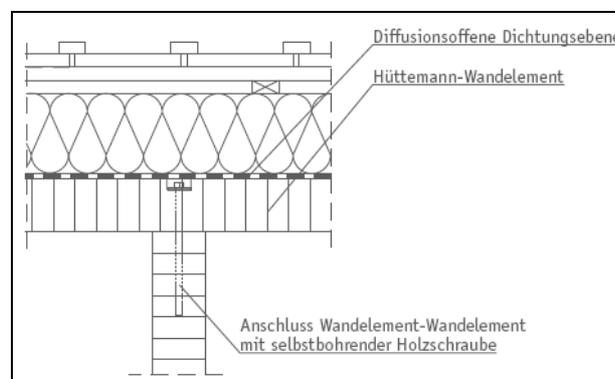


Abbildung 4-18: Detail Eckverbindung Wandelemente

Detail: Verbindung Wandelemente



**Abbildung 4-19:** Detail Verbindung Wandelemente

#### **4.6 Vor- und Nachteile der Anwendung des HBE**

Vorteile:

- geringe Konstruktionshöhe/ Konstruktionsstärke
- schnelle Montage
- hohe Maßgenauigkeit der Elemente
- gute Dämmeigenschaften von Holz
- sofort begeh- und belastbare Decken-, Wand- und Dachkonstruktionen
- Herstellung in der Werkstatt möglich (Vorfertigung)
- Möglichkeit der sichtbar belassenen Deckenunter-, Wandinnenseite und Dachkonstruktion
- vorteilhaftes Raumklima durch hohen Holzanteil
- sofort trockenes und behagliches Wohnklima
- Kombination mit anderen Bauweisen ohne großen Aufwand möglich
- diffusionsoffene Bauweise
- positive Ökobilanz
- trockene Bauweise

Nachteile:

- höhere Schwind- und Quellmasse sind konstruktiv zu berücksichtigen
- im Verhältnis zum hohen Holzverbrauch nur mäßiges Tragverhalten
- erhöhte Schallemission durch geringes Eigengewicht

## 5 Baubeschreibung der zu vergleichenden Objekte

Um ein vergleichbares Objekt hinsichtlich der Kosten, des Bauablaufes und der Bauphysik zu erstellen, wird ein fiktives Haus mit den gleichen Abmessungen in konventioneller Bauweise errichtet. Das hier gewählte System ist ein konstruktives Äquivalent zur Holzmassivbauweise.

Auf Grund der unterschiedlichen Baustoffe und Bauweisen werden einige konstruktive Unterschiede entstehen, welche es gilt sichtbar zu machen und monetär zu bewerten. In diesem Kapitel wird anhand einer Baubeschreibung der konstruktive Unterschied der Objekte transparent gemacht.

Eckdaten:

- zweigeschossiges Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung
- 237 m<sup>2</sup> Wohnfläche in zwei Vollgeschossen, davon 45,45 m<sup>2</sup> Ferienwohnung
- 136,30 m<sup>2</sup> große Bodenplatte
- Walmdach mit 22° Dachneigung



**Abbildung 5-1:** Ansicht Einfamilienhaus

Tabelle 5: Baubeschreibung

Holzmassivbauweise	Konventionelle Bauweise
<b>Gründung und Bodenplatte</b>	
- Streifenfundamente	- Streifenfundamente
- 20 cm Bodenplatte aus Ortbeton	- 20 cm Bodenplatte aus Ortbeton
<b>Außenwand</b>	
- Putz - Armierungsgewebe - 16 cm Holzweichfaserdämmung WLG 035 - diffusionsoffene Unterspannbahn - 10 cm Brettschichtholz Wandelement - 1,25 cm Gipskarton  - U-Wert=0,181 W/m <sup>2</sup> *K	- Putz - Armierungsgewebe - 16 cm Holzweichfaserdämmung WLG 035 - 17,5 cm Kalksandstein - 1,5 cm Gipsputz  - U-Wert=0,20 W/m <sup>2</sup> *K
<b>Innenwand</b>	
- 1,25 cm Gipskarton - 10 cm Brettschichtholz Wandelement - 1,25 cm Gipskarton	- 1,5 cm Gipsputz - 11,5 cm Kalksandstein - 1,5 cm Gipsputz
<b>Geschosdecke EG – OG</b>	
- 6 cm Zementestrich - 3,5 cm Trittschalldämmung - 14 cm Brettschichtholz Deckenelement	- 6 cm Zementestrich - 3,5 cm Trittschalldämmung - 6 cm Ortbeton - 8 cm Filigrandecke
<b>Geschosdecke OG- Dach</b>	
- 20 cm Mineralfaserdämmung - 10 cm Brettschichtholz Deckenelement  - U-Wert=0,150 W/m <sup>2</sup> *K	- 6/20 cm Holzbalkendecke e = 80 cm - 20 cm Mineralfaserdämmung in der Balkenlage - Dampfsperre PE Folie - 2 cm Sparschalung - 1,25 cm Gipskarton  - U-Wert=0,210 W/m <sup>2</sup> *K
<b>Dach</b>	
- Walmdach 22 °Dachneigung	- Walmdach 22 °Dachneigung
<b>Dachhaut</b>	
- Glasierte Tonpfanne	- Glasierte Tonpfanne
<b>Fenster</b>	
- doppelt verglast K-Wert=1,1	- doppelt verglast K-Wert=1,1
<b>Treppen</b>	
- massive Holztreppe	- massive Holztreppe
<b>Heizung</b>	
- Gastherme	- Gastherme

Aus dieser Aufstellung wird ersichtlich, dass sich die beiden Bauwerke lediglich hinsichtlich ihres Rohbaus unterscheiden.

Elemente wie Fundamente, Bodenplatte, Wärmedämmverbundsystem (WDVS), Fenster, Innen- und Außentüren, Treppen, Heizung, Dachkonstruktion und die

Dachhaut werden als identisch angenommen.

Konstruktive Unterschiede weisen die Außen- und Innenwände, Geschossdecke EG – OG und die Geschossdecke OG – Dach auf.

Bei der konventionellen Bauweise wurde sich für die Ausführung des Mauerwerks im Dickbett entschieden. Das hier gewählte System soll ein konstruktives Äquivalent zur Holzmassivbauweise darstellen. Hieraus ergeben sich Abweichungen bezüglich des U-Wertes und der Gesamtsystemdicke. Diese werden im Kapitel 8.1. *Wärmeschutz* näher betrachtet.

Zur Anwendung kamen für die 17,5 cm Außenwand ein 3 DF Mauerstein (240/175/113mm), für die Innenwände ein DF Mauerstein (240/115/52mm).

Die Geschossdecke vom EG zum OG wurde als Fertigteilelement mit einer Ortbetonschicht ausgebildet. Die Geschossdecke vom OG zum DG wurde als Holzbalkendecke, wie in der Tabelle beschrieben, ausgeführt.

Entgegen der in Kapitel 4.4.1. *Dach* beschriebenen Anwendung des HBE, als Element für den Ersatz der Sparren, wurde sich für eine Dachkonstruktion in herkömmlicher Weise entschieden. Der Dachstuhl besteht aus Brettschichtholz und ist vom Zimmerer abgebunden worden.

Ausführliche Pläne wie Grundrisse, Ansichten, Schnitt sowie die Massenermittlung sind im Anhang unter *Anlagenverzeichnis und Anlagen* (S. 1-10) zu finden und können dort eingesehen werden.

## 6 Kostenermittlung und Vergleich

In diesem Kapitel werden die Kosten im Hochbau erläutert. Des Weiteren werden diese für beide Bauweisen ermittelt und gegenüber gestellt.

### 6.1 Kosten im Bauwesen nach DIN 276

Unter Kosten im Bauwesen sind Aufwendungen für Güter, Leistungen, Steuern und Abgaben zu verstehen, welche für die Vorbereitung, Planung und Ausführung von Bauprojekten erforderlich sind.

Die Kostenermittlungen dienen als Grundlagen für Finanzierungsüberlegungen und Kostenvorgaben, für Maßnahmen der Kostenkontrolle und der Kostensteuerung, für Planungs-, Vergabe- und Ausführungsentscheidungen sowie zum Nachweis der entstandenen Kosten.<sup>16</sup>

### 6.2 Gliederung der Kosten nach DIN 276

Kostenermittlung ist ein zusammenfassender Begriff für die Vorausberechnungen der zu erwartenden Kosten, bzw. für die Feststellung der tatsächlich entstandenen Kosten.

Wie detailliert die Kosten ermittelt werden ist abhängig von dem Stand der Planung. Es gibt vier Stufen der Kostenermittlung, welche an die Leistungsphasen des Architekten gebunden sind. Hier wird ein kurzer Überblick gegeben über Aufgaben, Grundlagen, wann diese Kostenermittlung durchgeführt wird sowie deren Abweichungen.<sup>17</sup>

**Kostenschätzung:** überschlägige Ermittlung vorrangig für

---

<sup>16</sup> Vgl. DIN 276 (2006) S.4.

<sup>17</sup> Vgl. Fröhlich, P. J., (2006) S.58 ff.

Finanzierungsüberlegung, Leistungsphase 2: Vorplanung, Gliederung der Kosten bis in die 1. Ebene, Abweichung von  $\pm 30\%$

**Kostenberechnung:** Grundlage durchgearbeiteter Vorentwurf bzw. Entwurfsplanung, Leistungsphase 3: Entwurfsplanung, Gliederung der Kosten bis in die 2. Ebene, Abweichungen von  $\pm 15\%$

**Kostenanschlag:** Grundlage sind konkrete Angebote von potentiellen Planern und Auftragnehmern, Leistungsphase 7: Mitwirken bei der Vergabe, Gliederung der Kosten bis in die 3. Ebene, Abweichungen von  $\pm 5\%$

**Kostenfeststellung:** Grundlage sind die geprüften Abrechnungsunterlagen der Auftragnehmer, Leistungsphase 8: Objektüberwachung

### 6.3 Systematik der Kostenermittlung

Relevant für die Kostenermittlung sind nur die Kosten der Kostengruppen(KGR) 300 Bauwerk – Baukonstruktion und 400 Bauwerk - technische Anlagen. Andere, wie z.B. die KGR 100 Grundstück, sind für den Vergleich der Bauweisen nicht von Bedeutung.

Kostengruppen nach DIN 276 in der 1. Ebene:

**Tabelle 6:** Kostengruppen DIN 276 1.Ebene

Kostengruppe	Bezeichnung der Kostengruppe
100	Grundstück
200	Herrichten und Erschließen
300	Bauwerk – Baukonstruktionen
400	Bauwerk – technische Anlagen
500	Außenanlagen
600	Ausstattung und Kunstwerke
700	Baunebenkosten

Die KGR in der 2. Ebene ist bauteilorientiert, jede Ebene wird hierarchisch weiter aufgegliedert. Beispielhaft hier ein Auszug der Kostengruppe 300.

**Tabelle 7:** Kostengruppen DIN 276 2. Ebene Auszug

Kostengruppe	Bezeichnung der Kostengruppe
300	Bauwerk – Baukonstruktionen
310	Baugrube
320	Gründung
330	Außenwände

Für eine noch genauere Kostenermittlung werden die Kosten der 2. Ebene noch tiefer in die 3. Ebene aufgeschlüsselt.

#### 6.4 Kostenermittlung konventionelle Bauweise

Um die Kosten der konventionellen Bauweise zu berechnen, wurden 3 Schritte durchgeführt:

1. Kostenschätzung: 1. Ebene, Bezug: BRI; BGF
2. Kostenberechnung: 2. Ebene, Bezug BGF
3. Kostenberechnung: 3. Ebene

Für die ersten beiden Schritte wurde auf statistische Daten des Baukosteninformationszentrums Deutscher Architektenkammern zurückgegriffen. Mit Hilfe von Vergleichsobjekten sowie der Bruttogeschossfläche (BGF) und dem Bruttorauminhalt (BRI), ermittelt nach DIN 277, konnten hier die Kosten berechnet werden.

Um eine größtmögliche Annäherung und damit Vergleichbarkeit der beiden Gesamtkosten zu erreichen, wurde die Kostenermittlung für die konventionelle Bauweise bis zur Kostenberechnung in die 3. Ebene durchgeführt. Zur Berechnung wurde auf das Baupreislexikon zurückgegriffen. Hierbei handelt es sich um eine Datenbank, die aktuelle Baupreise regional unterschieden und ausführungsorientiert ausgibt. Es wurde ein Leistungsverzeichnis mit den relevanten Positionen für den Rohbau erstellt. Diese Daten bilden die Grundlage für die Kostenermittlung in der dritten Ebene. Kosten, die unabhängig vom Rohbau sind, wie z.B. Fenster, Treppen sowie das Dach,

wurden als gleich angenommen und aus der Kostenfeststellung der Holzmassivbauweise entnommen.

Im folgenden Abschnitt wird aus Platzgründen lediglich ein Ausschnitt der Berechnungen dargestellt. Die ausführlichen Berechnungen der Flächen, Massen sowie Kosten können im Anhang unter *Anlagenverzeichnis und Anlagen* (S. 7- 16) eingesehen werden.

### 1.Schritt

**Tabelle 8:** Kostenschätzung 1. Ebene Bezug BRI

Kosten-gruppe	Bezeichnung der Kostengruppe	Bezugs-einheit	Menge	Kennwert [€/Einheit]	Kosten (brutto)	% von 300+400
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	m² BRI	947 m²	325,62	255.147 €	82,7%
					- €	
400	Bauwerk - Technische Anlagen	m² BRI	947 m²	325,62	53.374 €	17,3%
300+400	Bauwerk - gesamt	m² BRI			308.521 €	100%

**Tabelle 9:** Kostenschätzung 1. Ebene Bezug BGF

Kosten-gruppe	Bezeichnung der Kostengruppe	Bezugs-einheit	Menge	Kennwert [€/Einheit]	Kosten (brutto)	% von 300+400
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	m² BGF	273 m²	967,01	218.004 €	82,7%
400	Bauwerk - Technische Anlagen	m² BGF	273 m²	967,01	45.604 €	17,3%
300+400	Bauwerk - gesamt	m² BGF			263.608 €	100%

### 2.Schritt

**Tabelle 10:** Kostenberechnung 2. Ebene

Kosten-gruppe	Bezeichnung der Kostengruppe	Bezugs-einheit	Menge	Kennwert [€/Einheit]	Kosten (brutto)	% von 300+400
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	m² BGF	272,60		253.544 €	82,16
400	Bauwerk - Technische Anlagen	m² BGF	272,60		55.065 €	17,84
300+400 - Summe Bauwerkskosten		m² BGF			308.609 €	100%
	Gesamtkosten incl. Index und RF		Index = 1,03	RF = 0,958	304.517 €	

### 3.Schritt

**Tabelle 11:** Kostenberechnung 3.Ebene

KG	Bezeichnung der Kostengruppe	Einheit	Kennwert [€/Einheit]	Kosten - brutto	% von 300+400	% von Gesamt
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	m² BGF		158.632 €	79,27	
400	Bauwerk - Technische Anlagen	m² BGF		41.490 €	20,73	
300+400 - Summe Bauwerkskosten		m² BGF		200.122 €	100,00	

Um die Preise des mit dem Baupreislexikon erstellten Leistungsverzeichnisses aus Schritt 3 zu hinterlegen, wurden die Positionen noch einmal bei einem Planungsbüro angefragt und verglichen. Hierbei ergab sich ein Unterschied von 59.900 € auf 75.600 €, also eine Preisdifferenz von 15.700 €. Somit können die Preise des Baupreislexikons als sehr günstige reelle Preise angesehen werden. Eine detaillierte Aufstellung kann auch hier im Anhang unter *Anlagenverzeichnis und Anlagen* (S. 17- 32) eingesehen werden.

### 6.5 Kostenfeststellung Holzmassivbauweise

Die Kosten der Holzmassivbauweise sind bekannt und bis in die dritte Ebene der Kostengruppen aufgeteilt. Es handelt sich hier um die Kostenfeststellung des Bauherren. Auch hier wird lediglich ein Auszug der Berechnung dargestellt. Eine detaillierte Aufstellung kann im Anhang unter *Anlagenverzeichnis und Anlagen* (S. 15) eingesehen werden.

**Tabelle 12:** Kostenfeststellung Holzmassivbauweise

KG	Bezeichnung der Kostengruppe	Einheit	Kennwert [€/Einheit]	Kosten - brutto	% von 300+400	% von Gesamt
300	Bauwerk - Baukonstruktionen	m² BGF		153.610 €	79,06	
400	Bauwerk - Technische Anlagen	m² BGF		40.690 €	20,94	
<b>300+400 - Summe Bauwerkskosten</b>		m² BGF		<b>194.300 €</b>	<b>100,00</b>	

### 6.6 Fazit der Kostenermittlung

Bei direktem Vergleich beider Werte fällt auf, dass eine Differenz von 5800€ vorhanden ist.

Da es sich im 3. Schritt der konventionellen Bauweise lediglich um eine theoretische Ermittlung der Kosten handelt, ist dieser Wert mit einer Fehlerquote von mindestens  $\pm 5\%$  behaftet. Es ist anzunehmen, dass die Gesamtkosten des Rohbaues, wie aus dem Gesamtpreis des Planungsbüros hervorgeht, nach oben abweichen.

Die hier durchgeführte Kostenermittlung führte zu dem Ergebnis, dass es einen

Unterschied bezüglich der Kosten gibt. Die konventionelle Bauweise ist kostenintensiver als die Holzmassivbauweise.

## **7 Der Bauablauf im Vergleich**

In diesem Kapitel sind Pläne zur Darstellung der zeitlichen Abläufe sowie der Organisation der Gewerke erstellt worden. Bei der Darstellung handelt es sich um einen Ablaufplan in einem Gant-Diagramm, welcher mit Hilfe von Microsoft Projekt erstellt worden ist.

Die Holzmassivbauweise ist eine trockene Bauweise und kann weitgehend unabhängig von Witterungseinflüssen erstellt werden.

Obwohl dieses Bauvorhaben zur ungünstigsten Zeit des Jahres realisiert wurde (Beginn 15.11.2007), ist bei der konventionellen Bauweise auf Witterungseinflüsse, wie z.B. Frost oder Regen, keine Rücksicht genommen worden. Bei dieser Bauweise werden fast alle Rohbauarbeiten, wie z.B. Mauern, Ringanker gießen sowie die Ortbetonschicht der Geschossdecke gießen, unter Zugabe von Wasser ausgeführt. Diese Arbeiten sind nur uneingeschränkt möglich, wenn kein Frost oder permanenter Regen einwirken.

### 7.1 Darstellung Bauablaufplan Holzmassivbauweise

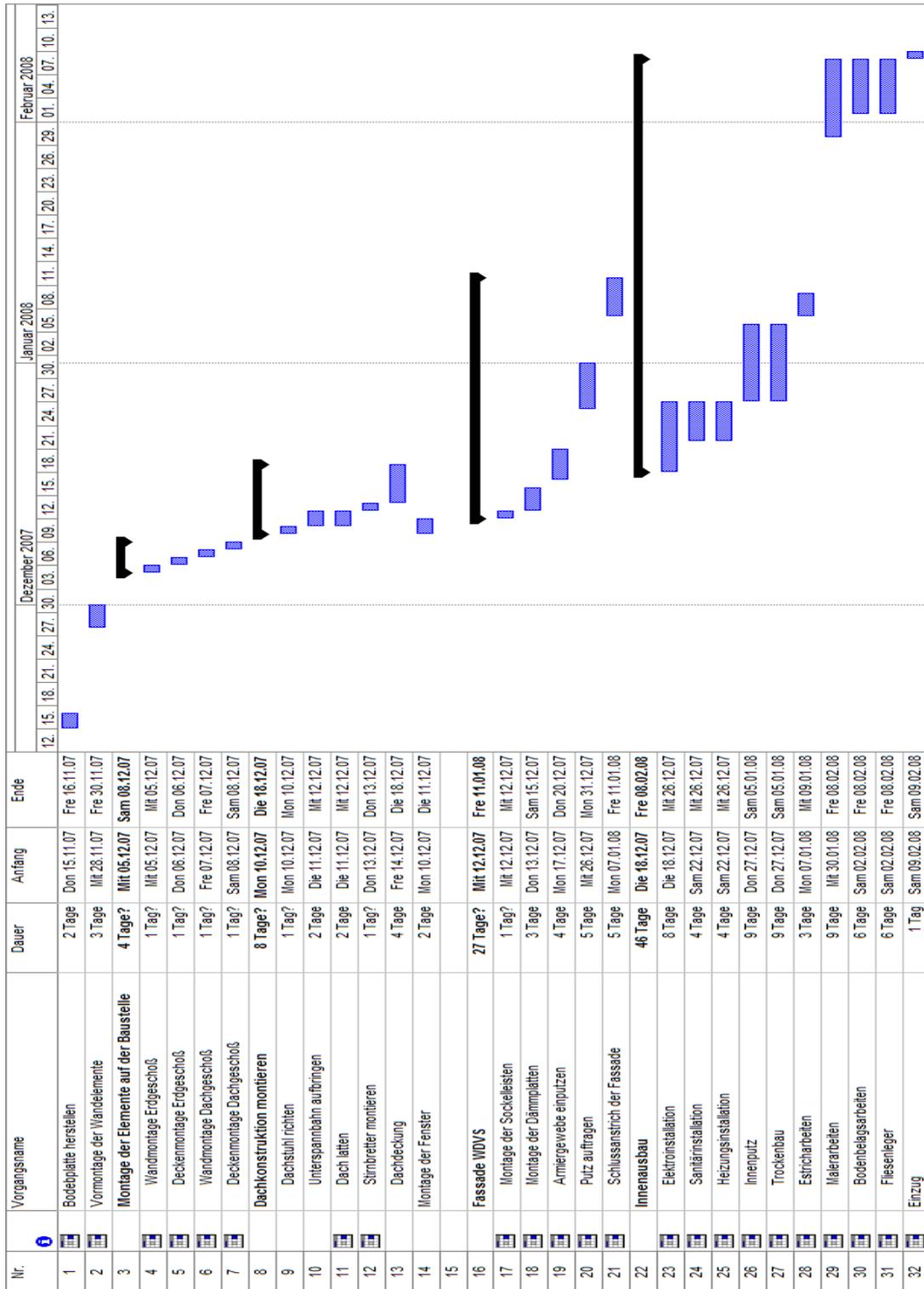


Abbildung 7-1: Bauablaufplan Holzmassivbauweise

### 7.1.1 Erläuterung Holzmassivbauweise

Die Organisation der Gewerke und des zeitlichen Ablaufes der Holzmassivbauweise wurden aus der Projektdokumentation der Firma Hüttemann entnommen. Der Bauablauf lässt sich in fünf Phasen untergliedern.

1. Erstellen der Bodenplatte
2. Erstellen des Rohbaus
3. Herstellen der Dachkonstruktion
4. Herstellen des WDVS
5. Innenausbau

In diesen Angaben sind alle Trocken- und Aushärtezeiten enthalten, die z.B. bei der Herstellung der Bodenplatte oder dem Einbringen des Estrichs anfallen.

Der relativ kurze Zeitraum bis zur Fertigstellung des Rohbaus ist Dank des hohen Maßes der Vorfertigung und der großformatigen HBE möglich. Die Innen- sowie Außenwände wurden in einer Halle vorgefertigt. Die Deckenelemente sind werkseitig auf entsprechende Länge geschnitten, mit den Wänden auf die Baustelle geliefert und dort montiert worden. Nach dem Stellen des Erdgeschosses war es möglich, gleich die Deckenelemente zu verlegen, da hierfür keine Trockenzeiten berücksichtigt werden musste. Nach zwei Tagen auf der Baustelle konnte mit der Montage der Wände im Dachgeschoss begonnen werden. Insgesamt wurden für das Erstellen des Rohbaus mit 272 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche inklusive Vorfertigung nur sieben Tage benötigt. Weitere Vorteile sind z.B. für die Arbeiten des Elektrikers zu nennen. Dieser hat einen geringeren Aufwand, seine Leitungen zu verlegen. Diese Vorteile spiegeln sich auch in dem angebotenen Preis für seine Leistung wieder. Des Weiteren sind Anpassungsarbeiten für eventuell falsch geplante oder ausgeführte Details ohne größeren zeitlichen und materiellen Aufwand möglich.

Die Gesamtdauer beträgt somit insgesamt 12 Wochen. Dies ist eine sehr geringe Bauzeit und spricht für eine gute Planung, Ausführung und Koordination der Gewerke.

Eine Fotodokumentation des Bauablaufes ist im Anhang unter *Anlagenverzeichnis und Anlagen* (S. 33- 36) einzusehen.

## 7.2 Darstellung Bauablaufplan konventionelle Bauweise

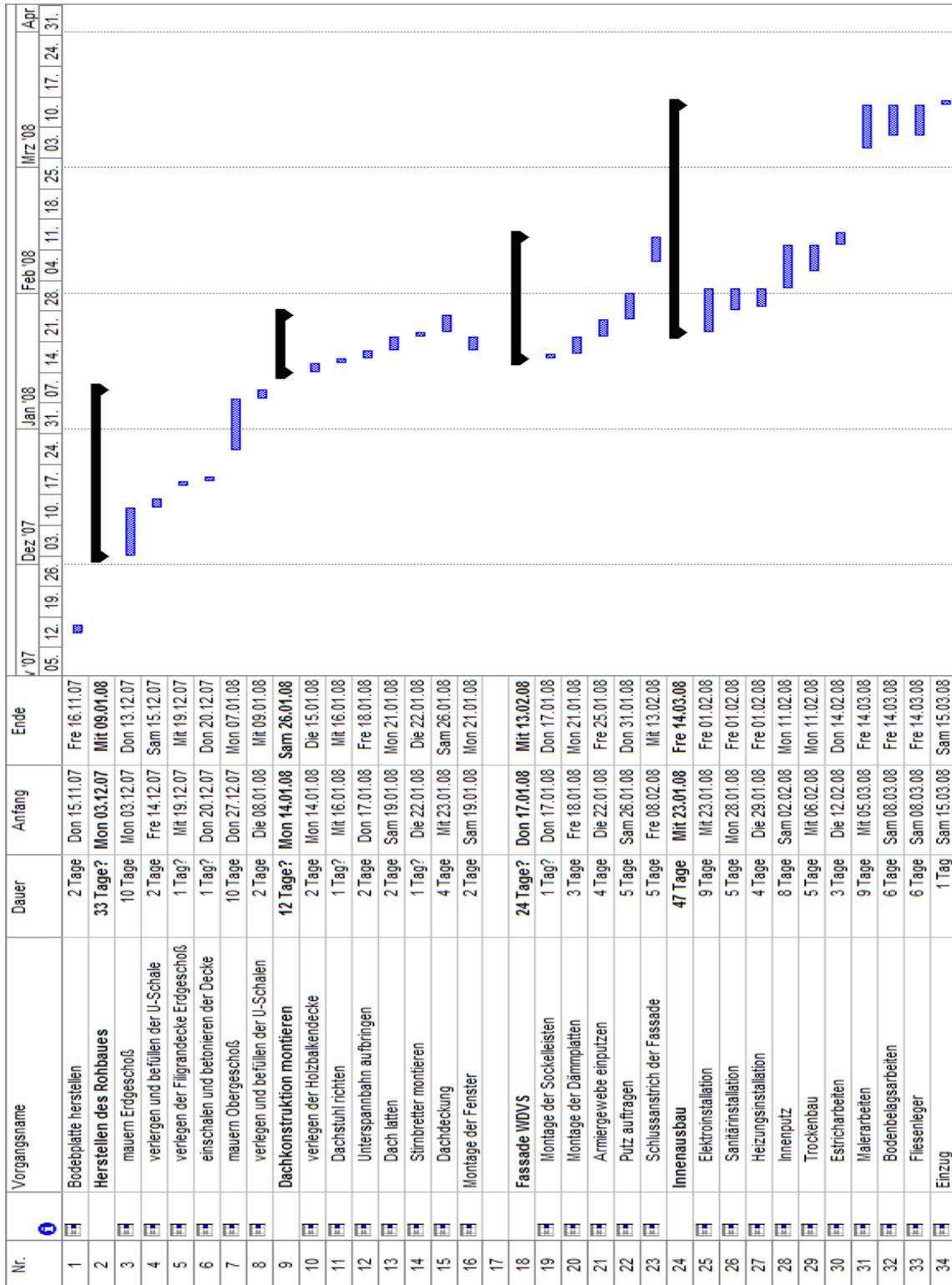


Abbildung 7-2: Bauablaufplan konventionelle Bauweise

### 7.2.1 Erläuterung konventionelle Bauweise

Da es sich bei dieser Betrachtung um ein fiktives Bauprojekt handelt, wurden die Bauzeiten zum einen aus der Holzmassivbauweise entnommen und zum anderen durch Erfahrungswerte aus der Praxis ergänzt. Auch hier lässt sich das Projekt in fünf Phasen gliedern. (siehe Einteilung in der Holzmassivbauweise)

Die Herstellungsdauer für die Bodenplatte, Dachkonstruktion, WDVS sowie des Innenausbauens wurden ebenfalls der Holzmassivbauweise entnommen, da diese Arbeiten größtenteils unabhängig von den verwendeten Materialien des Rohbaus sind.

In diesen Angaben sind alle Trocken- und Aushärtezeiten enthalten, die z.B. bei der Herstellung der Bodenplatte, Ringanker, Filigrandecke und dem Mauerwerk anfallen.

Die längere Bauzeit resultiert größten Teils aus der Erstellung des Rohbaus. Die Wände werden Stein auf Stein im Dickbett gemauert. Auch der Ringanker als die letzte obere Schicht eines jeden Geschosses muss erst aushärten, bevor dieser wieder belastet werden kann. Erst dann kann die Filigrandecke verlegt werden, die mit Bewehrung versehen und danach mit Ortbeton ausgegossen wird. Jegliche Innenwände erhalten Gipsputz. Diese Arbeitsschritte sind alle sehr zeitaufwendig und bedürfen verschiedener Aushärtungszeiten. Dadurch verlängert sich die Gesamtbauzeit wesentlich gegenüber der Holzmassivbauweise.

Die Gesamtdauer des Projektes beträgt insgesamt 17 Wochen. Auch hier wird eine gute Planung, Ausführung sowie Koordination der Gewerke angenommen.

## 8 Gegenüberstellung Holzmassiv und konventionelle Bauweise

Im folgenden Kapitel werden weitere Eigenschaften der beiden Bauweisen untersucht und gegenübergestellt.

Im Allgemeinen hat die Holzbauweise in Deutschland mit vielen Vorurteilen zu kämpfen, diese resultieren aus den Behelfsbauten nach 1945 und den einfachen Holzbauweisen der 60er- und 70er Jahre. In dieser Zeit erfüllten die Gebäude die Anforderungen, welche an sie gestellt wurden.<sup>18</sup>

Hier gilt es, die Vorurteile der Holzbauweise zu nennen, im Einzelnen zu betrachten und der konventionellen Bauweise gegenüberzustellen. Dieses bildet die Grundlage für eine objektive Bewertung im letzten Kapitel.

- Im Winter warm, aber im Sommer heiß?
- Schlechter Schallschutz – hellhörig!
- Durch Holzschutzmittel und Formaldehyd belastet!
- Sind Holzhäuser nicht Brandgefährlich?
- Überdauert ein Holzhaus mehr als eine Generation, das heißt, ist die technische Lebensdauer überhaupt ausreichend?

### 8.1 Wärmeschutz

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) ist seit dem 01. Oktober 2007 die verbindlich zu erfüllende Vorschrift für den Wärmeschutz im Bauwesen. Sie stellt verschiedene, die Gebäudeform (Kompaktheit) und Konstruktion

---

<sup>18</sup> Vgl. Winter, S., Kehl, D. (2008) S.3.

betreffende Anforderungen an Wohngebäude:<sup>19</sup>

1. Begrenzung des maximalen Jahresprämienergiebedarfs  $Q_{p,max}$  für Heizung, Warmwasser und Lüftung in Abhängigkeit vom Verhältnis  $A/V_e$  ( $A$ = Wärmeübertragende Umfassungsfläche,  $V_e$  = Gebäudevolumen)
2. Begrenzung des spezifischen Transmissionswärmeverlustes  $H_t$ , Wärmetauschender Flächen
3. Einhaltung des Mindestwärmeschutzes
4. Luftdichtheit der Gebäudehülle
5. Berücksichtigung des Einflusses von Wärmebrücken

Zum Nachweis der oben genannten EnEV-Anforderungen dient DIN 4108 – Wärmeschutz und Energieeinsparung von Gebäuden – als Regelwerk.

Für die Einhaltung des Mindestwärmeschutzes ist der Normenteil DIN 4108-2: 2003-07 Mindestanforderung an den Wärmeschutz – zu Grunde gelegt.

Es werden zwei Arten von Wärmeschutz unterschieden, der sommerliche und der winterlichen Wärmeschutz, welche in der oben genannten Norm geregelt sind.

Der winterliche Wärmeschutz hat den Zweck, während der Heizperiode an den Innenoberflächen der Bauteile eine ausreichend hohe Oberflächentemperatur zu gewährleisten und damit Oberflächenkondensat bei üblichem Raumklima auszuschließen. Oberflächenkondensat entsteht, wenn die Temperatur der Wandoberfläche unter der Taupunkttemperatur liegt.

Der sommerliche Wärmeschutz dient dazu, die durch Sonneneinstrahlung verursachte Aufheizung von Räumen, die in der Regel im Wesentlichen auf eine Einstrahlung durch die Fenster zurückzuführen ist, so weit zu begrenzen,

---

<sup>19</sup> Vgl. Meier, U. (2004) S. 22.

dass ein behagliches Raumklima gewährleistet wird.

Der Energieausweis berücksichtigt diese Parameter und muss zusammen mit den Bauunterlagen zur Baugenehmigung eingereicht werden und liegt somit für die Holzmassivbauweise vor. Für die konventionelle Bauweise wurde ein Energieausweis erstellt, um die relevanten Daten miteinander zu vergleichen.

Dieser Ausweis dient auch als Grundlage für andere Nachweise, z.B. für KfW-Nachweise, um im Zuge einer Fördermaßnahme für energiesparendes Bauen, ein zinsgünstiges Darlehen in Anspruch zu nehmen.

Hier wird der berechnete Energiebedarf der Gebäude dargestellt. Die vollständigen Energieausweise sowie die Energieeinsparnachweise sind im Anhang unter *Anlagenverzeichnis und Anlagen* (S. 37- 84) einzusehen.

Holzmassivbauweise:

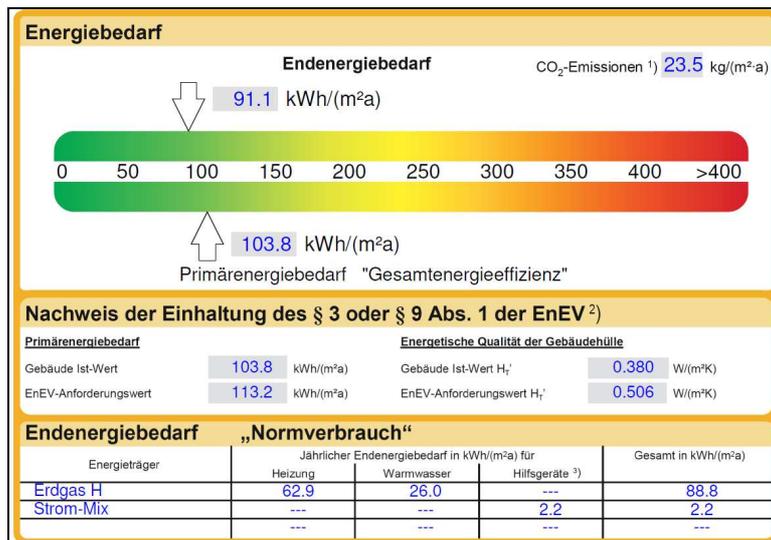


Abbildung 8-1: Energieausweis Holzmassivbauweise

Konventionelle Bauweise:

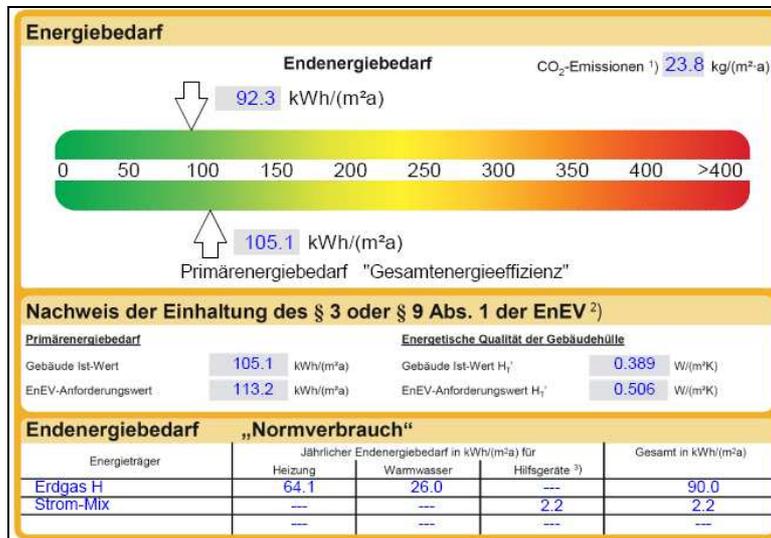


Abbildung 8-2: Energieausweis konventionelle Bauweise

„Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Prämienenergiebedarf und dem Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf Grundlage der Bauunterlagen, bzw. gebäudebezogener Daten, unter der Annahme von standardisierten Randbedingungen (z.B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und der inneren Wärmegewinne) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen der standardisierten Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Verbrauch.“<sup>20</sup>

Der Energieausweis betrachtet ein Gebäude als ganzes System. Durch seine standardisierten Randbedingungen ermöglicht er den Vergleich zwischen Gebäuden bezüglich der Energieeffizienz.

Aus dem Vergleich der beiden Werte Endenergiebedarf und Prämienenergiebedarf geht hervor, dass es minimale Vorteile für die

<sup>20</sup> Bundesgesetzblatt (2007) EnEV S.45.

Holzmassivbauweise gibt. Da der Unterschied sehr gering ausfällt, kann angenommen werden, dass sich beide Gebäude vom Energiebedarf her gleich verhalten.

Trotz unterschiedlicher Ausgangswerte bezüglich der U-Werte und der Außenwandkonstruktionsbreiten ist der Energiebedarf gleich. Dieses ist auf die erhöhte Dämmwirkung des HBE und damit geringeren U-Wert zurückzuführen. Die konventionelle Bauweise hat eine größere Masse und somit die Fähigkeit, Wärme besser zu speichern. Diese beiden Aspekte heben sich im Gesamtsystem auf. Die geringere Breite der Außenwandkonstruktion der Holzmassivbauweise führt dazu, dass im Vergleich zur konventionellen Bauweise um die 2% mehr Grundfläche zur Verfügung stehen.

Einfamilienhäuser, wie die konkreten Beispiele in dieser Arbeit, mit einem Prämienenergiebedarf von um die 104 kWh/(m<sup>2</sup>a) erfüllen die EnEV 2007. Dieser Wert überschreitet jedoch bei weitem die Anforderungen der Kreditanstalt für Wiederaufbau für energiesparendes Bauen. Dieses Institut fördert drei Standards: das Passivhaus, das KfW 40- und das KfW 60- Haus. Die Bezeichnung KfW 60 bedeutet das der Prämienenergiebedarf nicht über 60 kWh/(m<sup>2</sup>a) liegen darf. Es handelt sich bei den vorliegenden Konstruktionen um Niedrigenergiehäuser, welche den KfW 60- Standard um 73% überschreiten. Im Hinblick auf die EnEV 2009 droht die Gefahr, dass die vorgestellten Konstruktionen die zukünftigen Anforderungen nicht erfüllen.

Der sommerliche Wärmeschutz wird in beiden Varianten nicht erfüllt, da die Fensterflächen einen Anteil über 30 % der Außenwandflächen haben. Diese verfügen über keine automatische Verschattung oder ähnliches.

## **8.2 Feuchteschutz**

„Der Feuchteschutz hat im Wesentlichen zwei Aufgaben: Zum einen muss er den Wärmeschutz der Bauteile durch einen Tauwasserschutz sicherstellen und zum anderen muss er die Dauerhaftigkeit der Bauteile infolge

Schlagregenbeanspruchung gewährleisten. Maßgebend für den Feuchteschutz ist DIN 4108-3:2001-07– Wärmeschutz und Energieeinsparung an Gebäuden – Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung. Zusätzlich zum oben genannten enthält die Norm Hinweise zur Luftdichtheit.<sup>21</sup>

Dringt Feuchtigkeit in ein Bauwerk ein, wird unabhängig von Holzmassiv- oder Massivbauweise die Funktion der Bauteile beeinträchtigt. Die Dämmwirkung wird vermindert, bei Frost kann es zu Abplatzungen kommen oder die Ansiedlung von Pilzen und Algen wird begünstigt.<sup>22</sup>

Von Bedeutung sind:

- Witterungsschutz, z.B. durch ein Wärmedämmverbundsystem
- Funktionale Anschlussdetails, z.B. an Leibungen und Bauteilübergängen; die Dichtigkeit sollte gegebenenfalls durch Dichtbänder hergestellt werden.
- Spritzwasserschutz in Bädern, z.B. durch die Verwendung von geeigneten Dichtungssystemen.
- Luftdichte Gebäudehülle zur Vermeidung eines konvektiven Feuchteintrags durch Warmluftströmungen in der Konstruktion.
- Diffusionsoffene Konstruktionen mit ausreichendem Rücktrocknungsvermögen gemäß dem Konstruktionsprinzip: innen so diffusionshemmend wie nötig, außen so diffusionsoffen wie möglich.

Es sind langjährige Erfahrungen auf diesem Gebiet vorhanden und die Hersteller, z.B. für ein Wärmedämmverbundsystem, verfügen über eine

---

<sup>21</sup> Kolb, J.,(2007) S.8.

<sup>22</sup> Vgl. Winter, S., Kehl, D. (2008) S.14.

bauaufsichtliche Zulassung für ihr Produkt. Da sie als Gesamtsystem mit konkreten Vorgaben zur Ausführung der Anschluss- und Eckdetails vertrieben werden, wird eine hohe Ausführungssicherheit erreicht.

Abschließend bleibt zu sagen, dass der Feuchteschutz kein Problem darstellt, wenn zum einen die Anforderungen des Energieausweises erfüllt werden und zum anderen der Schichtaufbau der Wände auf das jeweilige System angepasst wird.

### **8.3 Holzschutz**

In diesem Kapitel wird der Holzschutz abgehandelt. Dieser ist lediglich für die Holzmassivbauweise von Bedeutung, so dass die konventionelle Bauweise hier nicht betrachtet wird.

Der heutige Stand der Technik erlaubt es, beim Holzhausbau weitgehend auf chemische Holzschutzmaßnahmen zu verzichten. Voraussetzung dafür ist jedoch das Ausführen bestimmter baulicher Maßnahmen. DIN 68 800-3:1996-05- Holzschutz – Vorbeugende Bauliche Maßnahmen - stellt hierfür die verbindliche Norm für tragende und aussteifende Bauteile aus Holz (Voll- oder Brettschichtholz) oder aus Holzwerkstoffen dar. Sie gilt für alle Holzbauarten mit Ausnahme klassisch ausgemauerter Fachwerkwände. Für nicht tragende Bauteile ist grundsätzlich kein chemischer Holzschutz erforderlich.

Der chemische Holzschutz hat gegenüber dem baulichen Holzschutz in den vergangenen Jahren an Bedeutung verloren. Grundvoraussetzung für den Verzicht auf chemischen Holzschutz ist die Verwendung von trockenem Holz, das heißt, eine ausschließliche Verwendung von Holz mit einer Holzfeuchte  $u = 15 \pm 3\%$  sowie das Verwenden von Holzwerkstoffen mit einer maximalen Holzfeuchte von zirka 13%. Die dauerhafte Sicherstellung, dass während des Transports, der Baustellenlagerung, des Bauzustandes und während der Nutzung das Holz vor unzuträglicher Feuchte oder Feuchteänderungen geschützt wird, ist ebenfalls einzuhalten. Zusätzlich muss der Tauwasserschutz

für die Nutzungsdauer gewährleistet sein.<sup>23</sup>

## 8.4 Schallschutz

Dem Schallschutz fällt im Bauwesen eine große Bedeutung zu, da die Wohnung dem Menschen zur Entspannung und zum Ausruhen dient und zusätzlich den eigenen häuslichen Bereich gegenüber den Nachbarn abschirmen soll. Maßgebend für den Schallschutz ist die DIN 4109-09 – Schallschutz im Hochbau-. Anforderungen und Nachweise sowie das zugehörige Änderungspapier A1: 2001-01. enthalten Auszüge für Einfamilienhäuser. Für den Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs enthält die Norm keine Mindestanforderungen sondern nur Empfehlungen.

Die wichtigsten Kenngrößen für den Schallschutz sind zum einen das bewertete Schalldämmmaß  $R'w$  für die Luftschalldämmung von Wänden, Decken, Türen und Fenstern und zum anderen der bewertete Normtrittschallpegel  $L'n,w$  für die Trittschalldämmung von Decken und Treppen. Für die schnelle Einschätzung von Schalldämmwerten gilt:<sup>24</sup>

- Je höher der Zahlenwert  $R'w$ , desto besser die Luftschalldämmung.
- Je niedriger der Zahlenwert von  $L'n,w$ , desto besser die Trittschalldämmung.

---

<sup>23</sup> Vgl. Meier, U. (2004) S.25.

<sup>24</sup> Vgl. Schulz, H. (1998) S.6 ff.

Empfehlungen:

**Tabelle 13:** Empfehlung nach DIN 4109 normaler Schallschutz

Bauteil	Luftschalldämmung	Trittschalldämmung
	empfohlen $R'w$ (dB)	empfohlen $L'n,w$ (dB)
Wände	40	-
Decken	50	56

Gegenüberstellung:

Die hier dargestellten Werte beruhen auf Herstellerangaben sowie Berechnungen der jeweiligen Konstruktion.

**Tabelle 14:** Gegenüberstellung der Tritt- und Luftschallwerte

Bauteil	Holzmassivbauweise		Konventionelle Bauweise	
	$R'w$	$L'n,w$	$R'w$	$L'n,w$
Innenwand	39 dB	-	42 dB	-
Außenwand	39 dB	-	48 dB	-
Geschoßdecke EG-OG	46 dB	66 dB	50 dB	56 dB
Geschossdecke OG-DG	45 dB	-	47 dB	-

Wie aus der Übersicht hervorgeht, werden in der Holzmassivbauweise schlechtere Werte erreicht als in der konventionellen Bauweise.

Fazit dieser Betrachtung ist, dass die konventionelle Bauweise durch ihre größere Masse bessere Werte im Schallschutz erreicht. Da die DIN aber für Einfamilienhäuser nur Empfehlungen gibt, ist der Schallschutz vorher mit dem Bauherren abzuklären und zu vereinbaren. Für besondere Anforderungen kann auch ein erhöhter Schallschutz nach der Richtlinie des Verbandes Deutscher Ingenieure, der VDI 4100, vereinbart werden. Die Holzmassivbauweise kann diese Anforderungen auch erfüllen, aber nur mit einem erhöhten materiellen und damit verbundenen finanziellen Aufwand, wie z.B. einer zusätzlichen vollflächigen Beschwerung der Decke durch 40 mm Platten. Dies ist bei dem konkreten Beispiel der vorliegenden Arbeit nicht der Fall.

## 8.5 Brandschutz

Der Brandschutz fällt unter das Länderrecht, somit wird er abgeleitet aus der Landesbauordnung Mecklenburg Vorpommern (LBauO-MV), Die aktuelle Version dieser Verordnung ist vom 18.04.2006. Es kann von Bundesland zu Bundesland Unterschiede geben, welche es im Einzelfall zu prüfen gilt.

Die LBauO-Anforderungen an den Brandschutz können mit Hilfe der Ausführungsnorm DIN 4102 – Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen erfüllt werden. Im Normenteil DIN 4102-1: 1981-05- Baustoffe- erfolgt eine Klassifizierung der Baustoffe nach ihrer Brennbarkeit. Der Normteil DIN 4102-4:1994-03 enthält brandschutztechnisch geregelte Baustoffe und Bauteile, d.h. dort sind unter anderem klassifizierte Wand-, Decken- und Dachkonstruktionen des Holzbaus angegeben.<sup>25</sup>

Das zu erstellende Objekt ist nach § 2 LBauO M-V in eine Gebäudeklasse einzuteilen. Es handelt sich um ein freistehendes Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>. Dabei bezieht sich die Höhe auf die Oberkante des Fußbodens des höchstgelegenen Geschosses. Die Brandschutzanforderung in Abhängigkeit der Gebäudeklasse kann dann bestimmt werden.

Bei dem Objekt dieser Arbeit handelt es sich um eine Konstruktion der Gebäudeklasse 1. Hieraus wird die Anforderung der LBauO abgeleitet. Alle tragenden, aussteifenden sowie raumabschließenden Bauteile müssen eine Feuerwiderstandsdauer von mindestens 30 Minuten aufweisen (F30).

---

<sup>25</sup> Vgl. Winter, S., Lautenbach, (2002) S.15 ff.

**Tabelle 15:** Feuerwiderstand der Bauweisen

	Feuerwiderstandsklassen	
	Holzmassivbauweise	Massivbauweise
Innenwände	F 60	>F 90
Außenwände	F 60	>F180
Geschoßdecke EG-OG	F 60	F 90
Geschossdecke OG-DG	F 30	F 30
Dachkonstruktion	F 60	F 60

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, werden alle Anforderungen der DIN erfüllt.

Unabhängig von der oben genannten DIN 4102 können auch Bauteile verwendet werden, die allgemein bauaufsichtlich zugelassen sind oder wenn sie über ein entsprechendes allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis verfügen.

Abschließend kann festgehalten werden, dass eine Vielzahl von genormten und geprüften Konstruktionen zur Verfügung stehen und der Brandschutz für beide Bauweisen kein Problem darstellt. Alle Ansprüche an den Brandschutz werden somit mehr als erfüllt.

## 8.6 Ausführungsqualität

Mit dem Begriff Ausführungsqualität im Hausbau werden Eigenschaften und Fähigkeiten sowie Güte oder Brauchbarkeit unterschiedlicher Einflussfaktoren für die Planung und den Bau von Häusern beschrieben. Diese Faktoren sind zum einen abhängig von der Bauherrschaft, beispielsweise bei Baukosten, Wohnfläche und Wohnkomfort, zum anderen von den Qualitätsanforderungen der Planer sowie der Bauausführenden.

Zu den Grundlagen für die Ausführungsqualität der Bauplanung und Bauausführung gehören die Planung der Bauteile, z.B. Konstruktion und Aufbau, des Weiteren ist die Arbeitsvorbereitung zu nennen. Aufgrund dieser Vorarbeiten werden die Konstruktionen gefertigt. Je detaillierter die Vorplanung ausgeführt wird, umso besser ist das erzielte Ergebnis. Deshalb ist es unumgänglich, dass sich der Architekt, der Tragwerksplaner und der

ausführende Betrieb frühzeitig und im Bedarfsfall kontinuierlich abstimmen.

Im Holz- und Mauerwerksbau steht eine Vielzahl von Standardkonstruktionen zur Verfügung, diese haben sich in der Praxis bewährt. Deshalb sollten sie bei der Planung berücksichtigt werden, um den Planungsaufwand zu verringern und somit zur Wirtschaftlichkeit beizutragen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass hinsichtlich der Ausführungsqualität ein gutes Ergebnis zu erwarten ist, wenn alle Aspekte von den Planern berücksichtigt werden und die ausführenden Unternehmen nach den anerkannten Regeln der Technik arbeiten.

## **8.7 Raumlufqualität**

Mehr als 90% ihrer Zeit verbringen Menschen in Europa in Innenräumen. Entsprechend groß ist die Sensibilität vieler Menschen gegenüber möglichen oder vermuteten Beeinträchtigungen der Wohnumwelt durch luftverunreinigende Schadstoffe.

Neben den eingesetzten Baumaterialien beeinflusst die Inneneinrichtung wesentlich die Qualität der Raumluf. Baustoffe und Ausbaumaterialien, wie z.B. Möbel, Farbanstriche und Klebstoffe, emittieren verschiedene Stoffe in die Innenraumluf.

Ende der Siebziger Jahre ist der Holzbau durch Holzschutzmittel- und Formaldehydbelastungen in der Raumluf in die Diskussion gekommen. Holzschutzmittel werden im Innenbereich seit Langem nicht mehr gefordert und werden deshalb auch dort nicht mehr eingesetzt.

Die Vermeidung schädlicher Stoffe allein führt allerdings nicht zu einer guten Raumlufqualität. Das Nutzerverhalten spielt eine entscheidende Rolle. Ohne regelmäßige Lüftung kommt es zu einer Feuchteerhöhung der Innenraumluf, die bei schlecht wärmegeämmten Konstruktionen unabhängig von der Bauweise eine Schimmelpilzbildung zur Folge haben kann. Holzhäuser sind aufgrund ihres hohen Wärmedämmstandards und der geringen Wärmebrücken weniger schimmelgefährdet als andere Bauweisen. Dennoch ist eine

regelmäßige Lüftung durch Stoßlüften oder mechanische Lüftungsanlagen erforderlich und sorgt zudem für die Abfuhr anderer Schadstoffe, welche durch Einrichtungsgegenstände oder Rauchen eingetragen werden.

Potenzielle Emissionsquellen für flüchtige organische Verbindungen, zu denen auch Formaldehyd gehört, sind Bauteile, Möbel, Dämm- und Schaumstoffe, Fußbodenbeläge, Wandbelege, Textilien und Leder sowie Dichtungsmassen, Klebstoffe und Beschichtungssysteme. Das Spektrum von organischen Verbindungen ist sehr vielfältig. Formaldehyd ist der wohl bekannteste und am besten untersuchte Stoff in Innenräumen. Es handelt sich um eine sehr häufig vorkommende Verbindung, die als Stoffwechselprodukt unter anderem in vielen Pflanzen enthalten ist und damit zu unserem natürlichen Umfeld gehört. Auch Holz enthält Formaldehyd, allerdings in geringen Konzentrationen. Völlig formaldehydfreie Holzbauteile oder Holzwerkstoffe kann es deshalb nicht geben.

Das Emissionspotential von Holzwerkstoffen hängt stark vom Bindemitteltyp, der eingebrachten Menge und den klimatischen Bedingungen im Innenraum ab.<sup>26</sup> Da das HBE Bindemittel im Leim enthält, welches nicht mehr als 1% der Gesamtmasse eines Brettschichtholzelementes ausmacht, wird im Folgenden das Gutachten des verwendeten Leimes der Marke AKZO NOBEL beschrieben. Dieses Gutachten über die *„Formaldehydemission von tragenden Holzbauwerken verleimt mit Cascomin 1240 und Härter 2540“* besagt, dass bei ordnungsgemäßer Verwendung gemäß den technischen Richtlinien die Formaldehydemission weit unter dem zulässigen E-1 Wert der Chemikalienverbots-Verordnung von 0,1 ppm (parts per million) liegt. Die gemessenen Mittelwerte liegen unter 0,03 ppm gemäß Kammerprüfmethode. Der Grenzwert von 0,1 ppm wurde für alle Holzwerkstoffe in der Chemikalienverbots-Verordnung übernommen und ist verbindlich einzuhalten. Das oben genannte Gutachten ist im Anhang unter *Anlagenverzeichnis und Anlagen* (S. 88) einzusehen.

---

<sup>26</sup> Vgl. Winter, S., Kehl, D. (2008) S.24 ff.

Ein weiterer Aspekt, der in Bezug auf die Raumlufthqualität zu nennen ist, stellt die trockene Herstellung der Holzmassivbauweise dar. In der konventionellen Bauweise werden fast alle Arbeiten bezüglich des Rohbaus unter der Zugabe von Wasser realisiert. Neubauten weisen eine erhöhte Luftfeuchtigkeit auf, welche auch mindestens 2 Jahre im Bauwerk verbleibt und nur durch Heizen und gutes Lüften verringert werden kann. In der Holzbauweise entfällt das Trockenheizen der Konstruktion.

Der Holzbau weist ein angenehmes sowie behagliches Raumklima auf. Gründe hierfür sind die Masse des Holzes, sein Feuchtespeichervermögen sowie die Oberflächentemperatur der Außenwände. Letztere erreichen im Gegensatz zu den Wänden der konventionellen Bauweise nahezu Raumtemperatur, wodurch das angenehme Raumklima ebenfalls gefördert wird.

## **8.8 Werthaltigkeit der Gebäude**

Die Holzbauweise hat sich in den letzten 40 Jahren erheblich weiterentwickelt und verbessert. Durch bautechnische Verbesserungen haben sich die technische Lebens-, die Gesamtnutzungs- und die Restnutzungsdauer sowie auch der Wert einer Immobilie entscheidend verbessert.

Die Untersuchung „Holzhäuser – Werthaltigkeit und Lebensdauer“ aus dem Jahre 2002 zeigt beispielhaft, dass für die in Holzrahmen-/ Holztafelbauweise hergestellten Gebäude, ab dem Baujahr 1985, eine vergleichbar lange Gesamtnutzungsdauer wie die Massivbauweise erreicht wird. Eine ordnungsgemäße Wartung und Instandhaltung wird vorausgesetzt.

Die oben genannte Untersuchung berücksichtigt die wesentlichen beeinflussenden Faktoren, wie z.B. den Verkehrswert, die Herstellkosten, die Wertminderung wegen Alters und wegen Baumängel sowie die Marktanpassungsfaktoren.

Der Verkehrswert stellt den zurzeit voraussichtlichen Wert einer Immobilie dar. Dieser wird im Wesentlichen beeinflusst durch die Gesamt- und Restnutzungsdauer. Die Gesamtnutzungsdauer wird in der Studie für moderne

Holzhäuser mit 80 bis 100 Jahren angegeben.

Die Herstellkosten sind im Allgemeinen laut dieser Studie seit 1985 als gleich anzunehmen.

Für die Wertminderung wegen Alters schlägt die Studie eine Anpassung an übliche Massivhäuser vor, da moderne Holzhäuser über einen sehr guten winterlichen sowie sommerlichen Wärmeschutz und seit 1980 über eine überdurchschnittliche Luftdichtheit verfügen. Des Weiteren ist eine geringe Schadstoffbelastung der Raumluft sowie die Einhaltung aller Brandschutzanforderungen zu nennen.<sup>27</sup>

Fazit dieser Untersuchung ist, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen Holzmassiv- und Massivbauweise hinsichtlich der Werthaltigkeit gibt.

---

<sup>27</sup> Vgl. Winter, S., Kehl, D. (2008) S.26 ff.

## 9 Zusammenfassung und Ausblick

Die in den vorherigen Kapiteln behandelten Themen werden in diesem Abschnitt noch einmal zusammengetragen und bewertet. Dies geschieht mit Hilfe einer Wertetabelle, in der für die genannten Parameter Punkte vergeben werden. Bei der Punkteverteilung werden Leistungen, die weniger gut ausfallen, mit der Minimalpunktzahl von einem Punkt bewertet. Sehr gute Ergebnisse hingegen werden mit der Maximalpunktzahl von fünf beurteilt. Bei der Kostenermittlung erfolgt eine doppelte Wertung, da das Hauptaugenmerk des Bauherren auf den Kosten liegt.

**Tabelle 16:** Wertetabelle

Kriterium	Holzmassivbauweise	konventionelle Bauweise
Kosten	10	8
Bauablauf	5	4
Wärmeschutz	4	4
Feuchteschutz	4	4
Schallschutz	3	4
Brandschutz	4	4
Ausführungsqualität	4	4
Raumluftqualität	5	4
Werthaltigkeit	4	4
<b>Summe:</b>	<b>43</b>	<b>40</b>

**Tabelle 17:** Gewichtung

Punkte	Wichtung
1	sehr schlecht/ sehr hoch
2	schlecht/ hoch
3	mittelmäßig
4	gut/ niedrig
5	sehr gut/ sehr niedrig
Punkte für Kosten werden doppelt vergeben	

Aus der Tabelle ist zu erkennen, dass die Holzmassivbauweise gewisse Vorteile gegenüber der konventionellen Bauweise besitzt. Hierzu zählen:

**Geringere Kosten:** Die Kostenermittlung hat ergeben, dass zwischen den beiden Bauweisen eine Differenz von mindestens 5.800€ liegt. Außerdem ist anzunehmen, dass sich dieser Betrag aufgrund der reinen theoretischen Betrachtung auf Seiten der konventionellen Bauweise noch weiter erhöht.

**Schneller und damit wirtschaftlicher Bauablauf:** Die Holzmassivbauweise weist eine um fünf Wochen kürzere Bauzeit als die konventionelle Bauweise auf. Dadurch wird es dem Bauherren unter anderem ermöglicht, frühzeitig einzuziehen und somit die Doppelbelastung aus Miete und Kreditraten zu minimieren.

**Raumluftqualität:** Die Holzmassivbauweise weist aufgrund der Masse des Holzes und des Feuchtespeichervermögens ein angenehmes Raumklima auf. Hinzu kommt, dass die Oberflächentemperatur der Wände nahezu Raumtemperatur erreicht und somit ebenfalls für ein behagliches Gefühl sorgt. Das Trockenheizen des Bauwerks im Gegensatz zur konventionellen Bauweise entfällt.

Im Bereich des Schallschutzes liefert die konventionelle Bauweise mit vier Punkten ein besseres Ergebnis als die Holzmassivbauweise ab, welche hier lediglich eine Wertung von drei Punkten erfährt. Der bessere Schallschutz der konventionellen Bauweise gegenüber der Holzmassivbauweise ist mit der größeren Masse zu begründen. Durch sie werden ein höherer Luftschall und ein niedrigerer Trittschall erreicht, welche es bei der Holzmassivbauweise zu verbessern gilt.

Des Weiteren ist in der obigen Tabelle eine Vielzahl von Kriterien erkennbar, die bei beiden Bauweisen keine nennenswerten Unterschiede liefern. Sie werden aufgrund der Übereinstimmungen im Ergebnis lediglich aufgelistet. Anzuführen sind hier:

**Wärmeschutz**

**Feuchteschutz**

**Brandschutz**

**Ausführungsqualität**

**Werthaltigkeit.**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es sich bei der Holzmassivbauweise um eine moderne, ökonomische und ökologische Bauweise handelt, die den direkten Vergleich zur konventionellen Bauweise nicht zu scheuen braucht. Sie bietet Vorteile unterschiedlichster Art und liegt im direkten Vergleich zur konventionellen Bauweise mit einer Vielzahl von Qualitätsmerkmalen auf einer Stufe. Der einzig negative Aspekt bei der Betrachtung der Holzmassivbauweise fällt dem Schallschutz zu. Dieser wäre aber durchaus mit einem erhöhten materiellen und damit verbundenen finanziellen Aufwand zu kompensieren. Die Art der Bauweisen, die für den Bauherren sinnvoll und vertretbar ist, stellt eine individuelle Entscheidung dar. Zur Entscheidungsfindung tragen sehr viele Faktoren bei. Die in dieser Arbeit abgehandelten Themen sind nur einige davon. Letztendlich gilt es den Blickwinkel zu weiten und das Bauen als ganzheitliches System zu betrachten.

### III Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 1: Qualitäten von Brettschichtholz.....	7
Tabelle 2: Klebstoffarten und Anwendungsbereich.....	9
Tabelle 3: Übersicht der Holzbauweisen.....	16
Tabelle 4: Übersicht Begriffsdefinition HBE .....	20
Tabelle 5: Baubeschreibung.....	29
Tabelle 6: Kostengruppen DIN 276 1.Ebene .....	32
Tabelle 7: Kostengruppen DIN 276 2. Ebene Auszug .....	33
Tabelle 8: Kostenschätzung 1. Ebene Bezug BRI .....	34
Tabelle 9: Kostenschätzung 1. Ebene Bezug BGF .....	34
Tabelle 10: Kostenberechnung 2. Ebene.....	34
Tabelle 11: Kostenberechnung 3.Ebene.....	34
Tabelle 12: Kostenfeststellung Holzmassivbauweise .....	35
Tabelle 13: Empfehlung nach DIN 4109 normaler Schallschutz.....	50
Tabelle 14: Gegenüberstellung der Tritt- und Luftschallwerte .....	50
Tabelle 15: Feuerwiderstand der Bauweisen.....	52
Tabelle 16: Wertetabelle .....	57
Tabelle 17: Gewichtung.....	57

## IV Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 3-1: Trocknung der Rohware .....	12
Abbildung 3-2: Festigkeitssortierung .....	13
Abbildung 3-3: Herauskappen von Fehlstellen .....	13
Abbildung 3-4: Zusammenführen der Lamellen .....	14
Abbildung 3-5: Hobeln der Lamellen .....	14
Abbildung 3-6: Klebstoffauftrag .....	14
Abbildung 3-7: Verpressen der Lamellen .....	14
Abbildung 3-8: Hobeln der Rohlings.....	15
Abbildung 3-9: Darstellung fertiger Elemente .....	15
Abbildung 4-1: Hüttemann-Brettschichtholzelement .....	20
Abbildung 4-2: Darstellung HBE.....	21
Abbildung 4-3: Profilierungsmöglichkeiten HBE.....	21
Abbildung 4-4: Darstellung Blockbohle .....	21
Abbildung 4-5: Symbolische Darstellung HBE zur Begriffsdefinition .....	22
Abbildung 4-6: Ansicht HBE Dach.....	23
Abbildung 4-7: Schnitt HBE Dach .....	23
Abbildung 4-8: Detail: Schnitt First .....	24
Abbildung 4-9: Detail: Schnitt Traufe .....	24
Abbildung 4-10: Decke – konv. Bauweise.....	25
Abbildung 4-11: Decke – Holzrahmenbau .....	25
Abbildung 4-12: Decke – Massivholzbauweise.....	25
Abbildung 4-13: Detail Anschluss Deckenelement auf Wandelement.....	26
Abbildung 4-14: Detail Anschluss Deckenelement auf Wand.....	26
Abbildung 4-15: Wandelement.....	26
Abbildung 4-16: Wandelement als Giebel.....	26
Abbildung 4-17: Detail Wandaufbau .....	27

Abbildung 4-18: Detail Eckverbindung Wandelemente.....	27
Abbildung 4-19: Detail Verbindung Wandelemente .....	28
Abbildung 5-1: Ansicht Einfamilienhaus.....	29
Abbildung 7-1: Bauablaufplan Holzmassivbauweise .....	38
Abbildung 7-2: Bauablaufplan konventionelle Bauweise .....	40
Abbildung 8-1: Energieausweis Holzmassivbauweise.....	44
Abbildung 8-2: Energieausweis konventionelle Bauweise.....	45

## Bildnachweis:

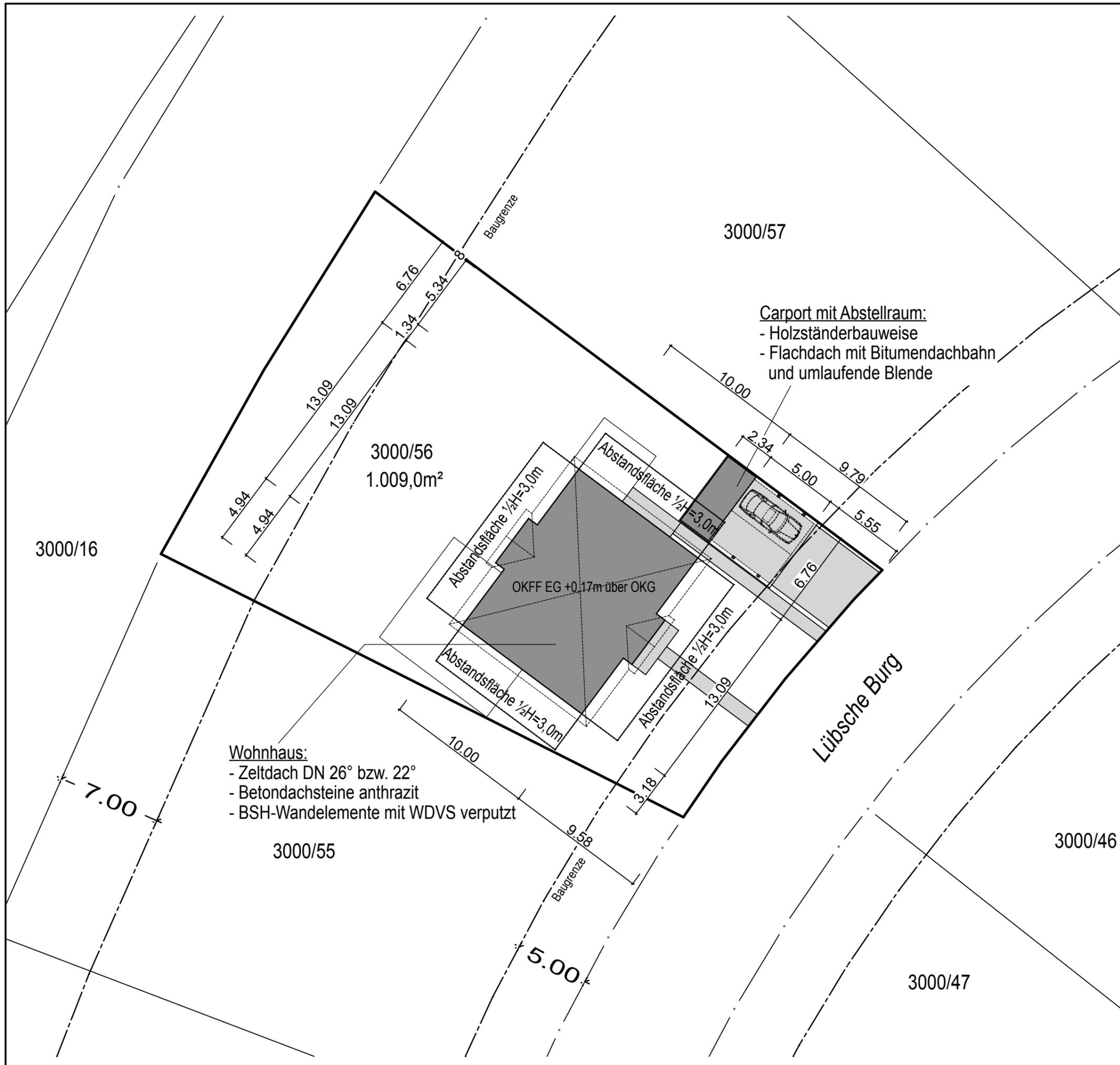
-Abbildung 3-1 bis 3-8	entnommen aus	<a href="http://www.brettschichtholz.de">www.brettschichtholz.de</a>
-Abbildung 4-1 bis 4-19	entnommen aus	Deckenfibel Fa. Hüttemann
-Abbildung 5-1	entnommen aus	Fotodokumentation der Fa. Hüttemann
-Abbildung 8-1	entnommen aus	Energieausweis Holzmassivbauweise
-Abbildung 8-2	entnommen aus	Energieausweis konvent. Bauweise

## Tabelle 3 Übersicht der Holzbauweisen

-Abbildung 1	Blockhausbau	Blockhäuser und Hütten selbst gebaut, Hakanson, S., G., S.37
-Abbildung 2	Fachwerkhaus	Hochbaukonstruktion, Schmitt, H., S.459
-Abbildung 3	Holzskelettbau	Hochbaukonstruktion, Schmitt, H., S.462
-Abbildung 4	Holzrahmenbau	Baukonstruktionslehre, Neumann, D., S.194
-Abbildung 5	Holztafelbau	Baukonstruktionslehre, Neumann, D., S.193
-Abbildung 6	Massivholzbau	Deckenfibel Fa. Hüttemann, S.10

## IV Anlagenverzeichnis und Anlagen

	Seite
Lageplan.....	1
Ansichten.....	2
Grundriss Erdgeschoss.....	4
Grundriss Dachgeschoss.....	5
Schnitt.....	6
Massen- und Flächenermittlung.....	7
1.Ebene BRI.....	11
1.Ebene BGF.....	12
2.Ebene BGF.....	13
3.Ebene konventionelle Bauweise.....	14
3.Ebene Holzmassivbauweise.....	15
Baupreisindex.....	16
Leistungsverzeichnis Baupreislexikon.....	17
Gegenüberstellung Baupreislexikon – Planungsbüro.....	32
Fotodokumentation der Holzmassivbauweise.....	33
EnEV Ausweis Holzmassivbauweise.....	37
Energieeinsparnachweis Holzmassivbauweise.....	40
EnEV Ausweis konventionelle Bauweise.....	61
Energieeinsparnachweis konventionelle Bauweise.....	64
Außenwand Holzmassivbau.....	85
Innenwand Holzmassivbau.....	86
Decke gegen den Dachraum.....	87
Gutachten des Leimes der Marke AKZO NOBEL.....	88
Trittschallberechnung der Holzmassivdecke.....	89



**ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT FERIENWOHNUNG UND CARPORT**

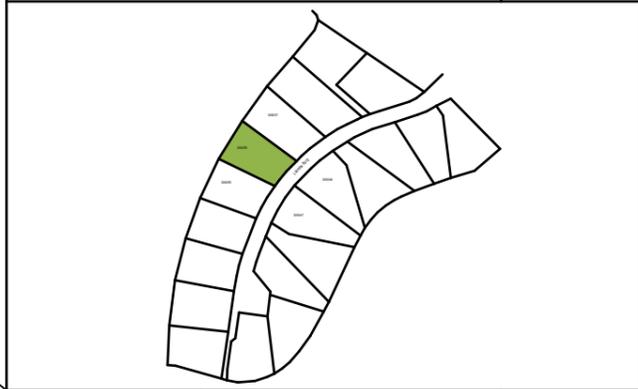
BAUHERR:  
 ANDREA UND UWE HERRING  
 AM PRIESTERSEE 19  
 23968 GÄGELOW

ARCHITEKT:  
 2504-01-1-a  
 Dipl.-Ing. Vitali Shembrowskij  
 Rosenstraße 11  
 19288 Fahrbinde  
 Tel.: 038753 8 33 34  
 Fax: 038753 8 33 33

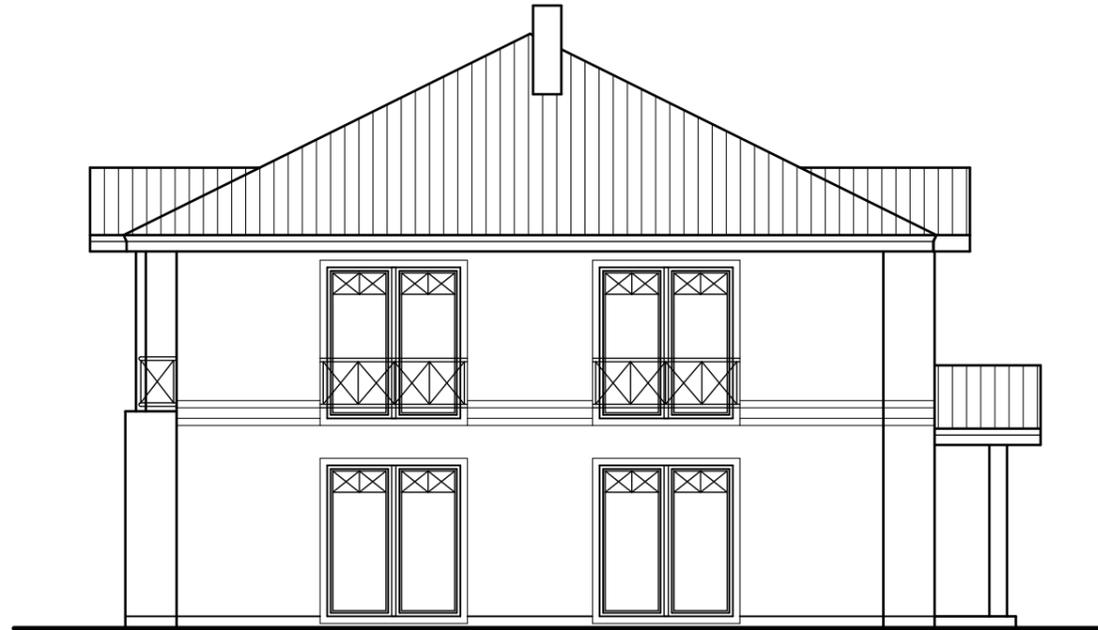
DATUM	UNTERSCHRIFT	DATUM	UNTERSCHRIFT
24.10.2007		24.10.2007	

ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT FERIENWOHNUNG UND CARPORT

GEMARKUNG: WISMAR  
 FLUR: 1  
 FLURSTÜCK: 3000/56

MASSTAB 1:250	PLANINHALT LAGEPLAN	BLATT NR. 01
PROJEKTPHASE GENEHMIGUNGSPLANUNG		VS 2 / TB PL 11



**ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT  
FERIENWOHNUNG UND CARPORT**

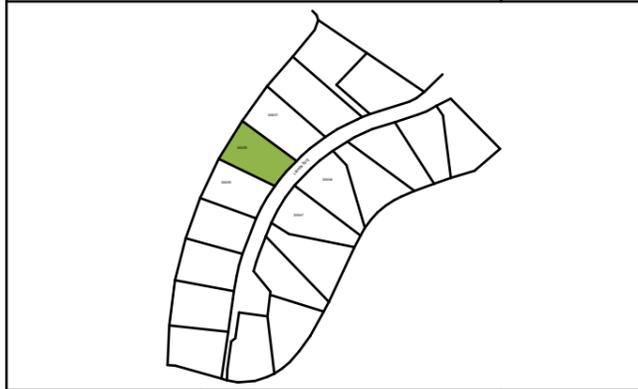
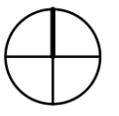
BAUHERR:  
**ANDREA UND UWE HERRING**  
AM PRIESTERSEE 19  
  
23968 GÄGELOW

ARCHITEKT:  
2504-01-1-a  
**Dipl.-Ing. Vitali Shembrowskij**  
  
Rosenstraße 11  
19288 Fahrbinde  
Tel.: 038753 8 33 34  
Fax: 038753 8 33 33

DATUM	UNTERSCHRIFT	DATUM	UNTERSCHRIFT
24.10.2007		24.10.2007	

**ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT FERIENWOHNUNG  
UND CARPORT**

GEMARKUNG: WISMAR  
FLUR: 1  
FLURSTÜCK: 3000/56



MASSTAB 1:100	PLANINHALT ANSICHTEN	BLATT NR. 03
PROJEKTPHASE GENEHMIGUNGSPLANUNG		VS 2 / TB 6 PL 13



ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT  
FERIENWOHNUNG UND CARPORT

BAUHERR:  
ANDREA UND UWE HERRING  
AM PRIESTERSEE 19  
23968 GÄGELOW



ARCHITEKT:  
2504-01-1-a

Dipl.-Ing. Vitali Shembrowskij

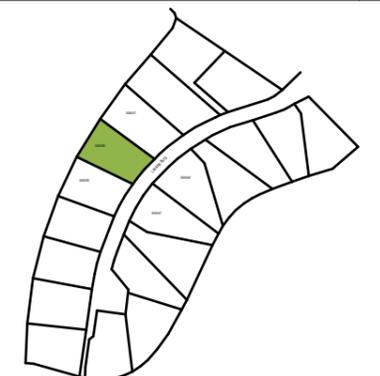
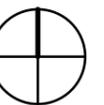
Rosenstraße 11  
19288 Fahrbinde

Tel.: 038753 8 33 34  
Fax: 038753 8 33 33

DATUM	UNTERSCHRIFT	DATUM	UNTERSCHRIFT
24.10.2007		24.10.2007	

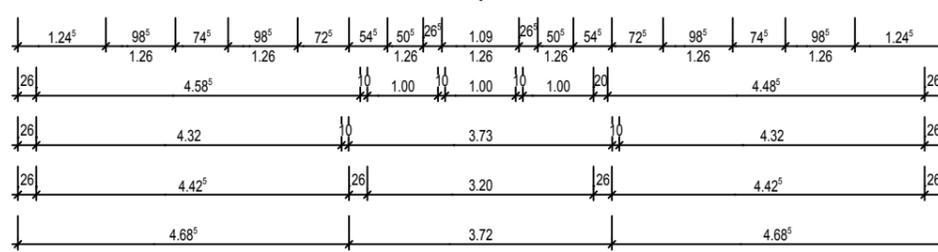
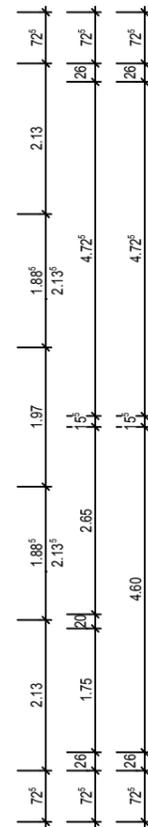
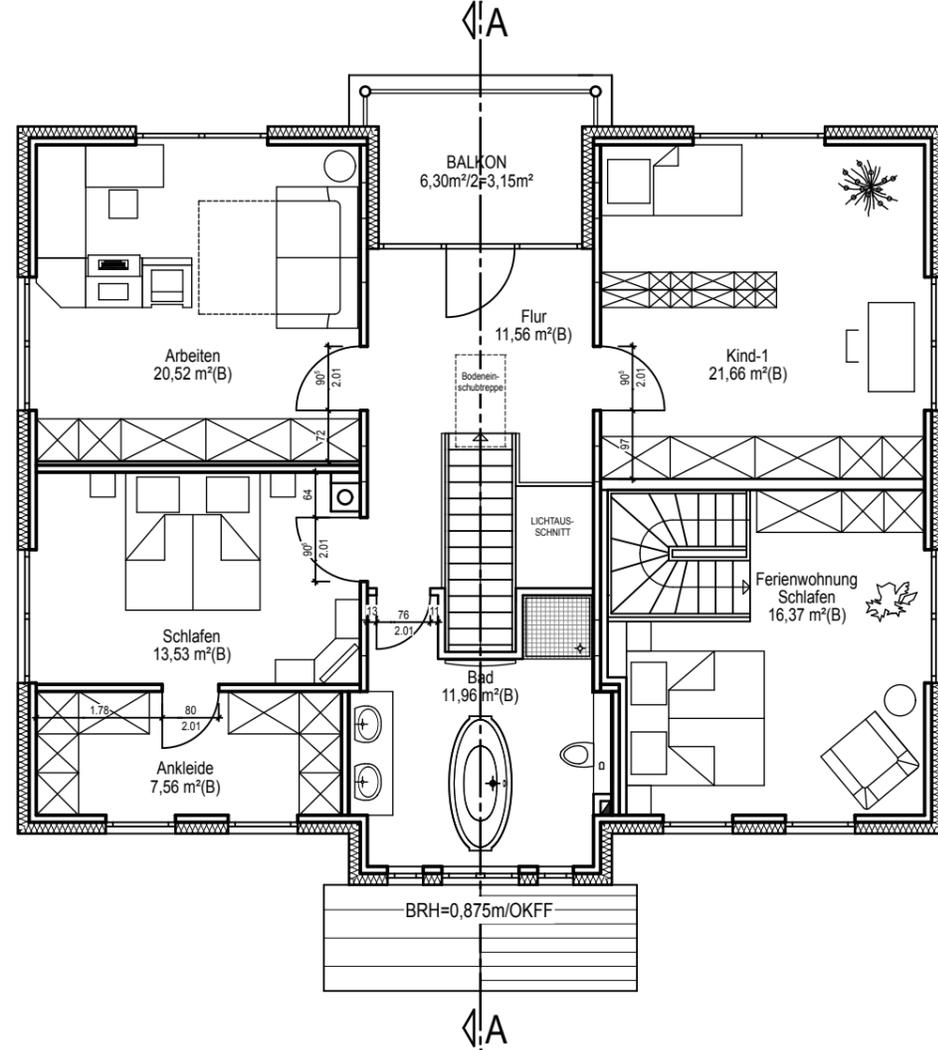
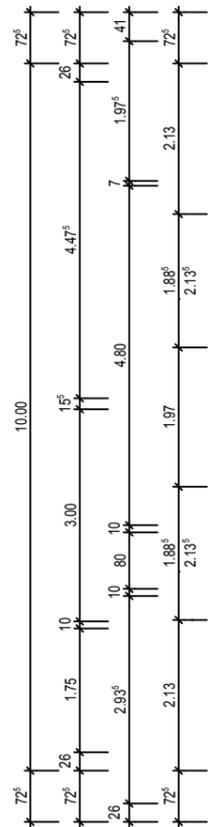
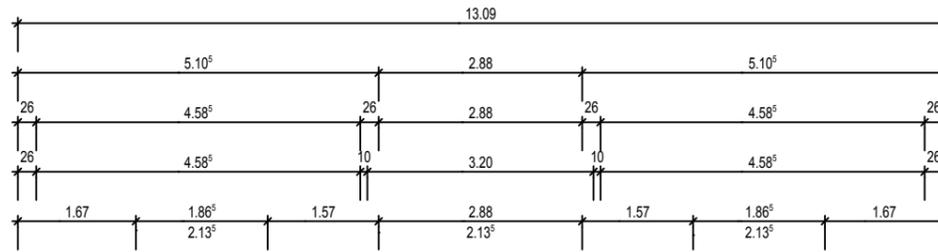
ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT FERIENWOHNUNG  
UND CARPORT

GEMARKUNG: WISMAR  
FLUR: 1  
FLURSTÜCK: 3000/56



MASSTAB 1:100	PLANINHALT ANSICHTEN	BLATT NR. 02
PROJEKTPHASE GENEHMIGUNGSPLANUNG		VS 2 / TB 5 PL 12





**ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT FERIENWOHNUNG UND CARPORT**

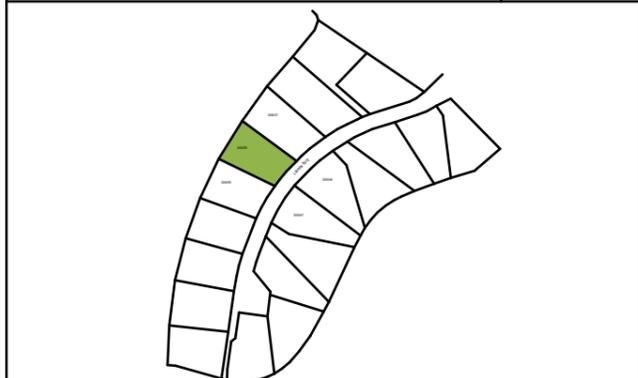
BAUHERR:  
**ANDREA UND UWE HERRING**  
 AM PRIESTERSEE 19  
 23968 GÄGELOW

ARCHITEKT:  
 2504-01-1-a  
**Dipl.-Ing. Vitali Shembrowskij**  
 Rosenstraße 11  
 19288 Fahrbinde  
 Tel.: 038753 8 33 34  
 Fax: 038753 8 33 33

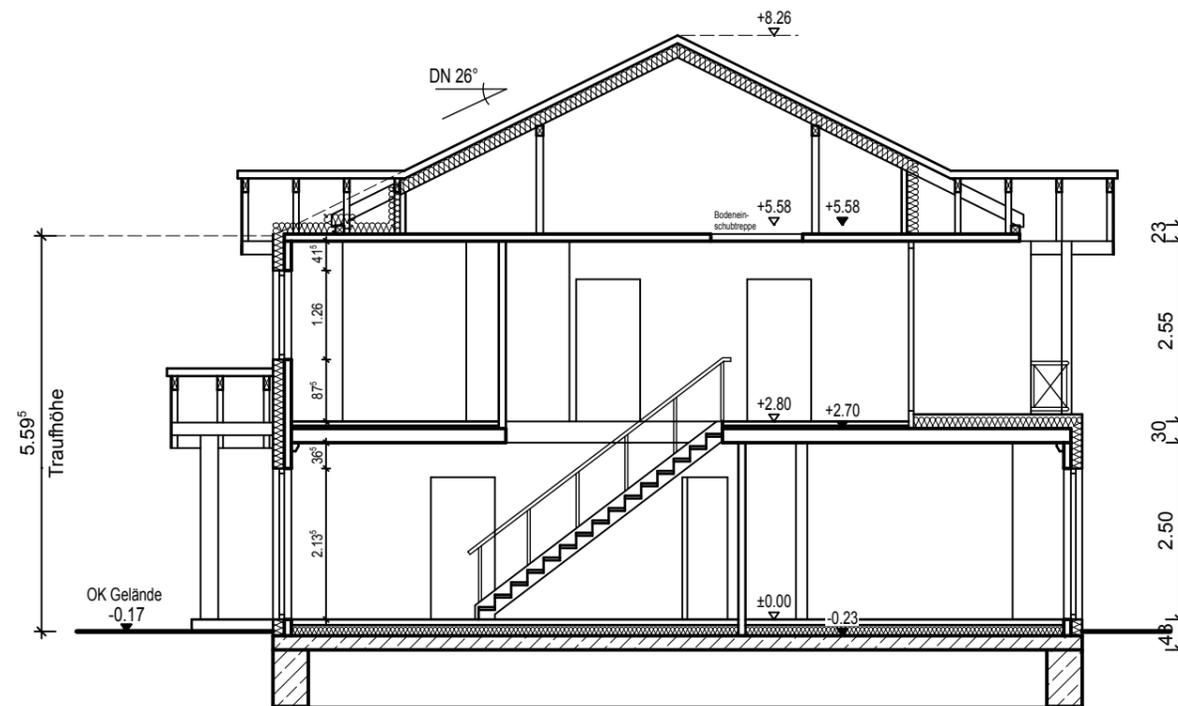
DATUM	UNTERSCHRIFT	DATUM	UNTERSCHRIFT
24.10.2007		24.10.2007	

ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT FERIENWOHNUNG UND CARPORT

GEMARKUNG: WISMAR  
 FLUR: 1  
 FLURSTÜCK: 3000/56



MASSTAB 1:100	PLANINHALT GRUNDRISS OG	BLATT NR. 05
PROJEKTPHASE GENEHMIGUNGSPLANUNG		VS 2 / TB 2 PL 15



ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT  
FERIENWOHNUNG UND CARPORT

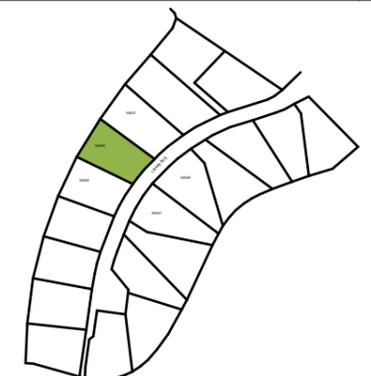
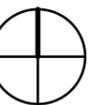
BAUHERR:  
ANDREA UND UWE HERRING  
AM PRIESTERSEE 19  
  
23968 GÄGELOW

ARCHITEKT:  
2504-01-1-a  
Dipl.-Ing. Vitali Shembrowskij  
  
Rosenstraße 11  
19288 Fahrbinde  
Tel.: 038753 8 33 34  
Fax: 038753 8 33 33

DATUM	UNTERSCHRIFT	DATUM	UNTERSCHRIFT
24.10.2007		24.10.2007	

ERRICHTUNG EINES EINFAMILIENHAUSES MIT FERIENWOHNUNG  
UND CARPORT

GEMARKUNG: WISMAR  
FLUR: 1  
FLURSTÜCK: 3000/56



MASSTAB 1:100	PLANINHALT SCHNITT A-A	BLATT NR. 06
PROJEKTPHASE GENEHMIGUNGSPLANUNG		VS 2 / TB 9 PL 16

**Projekt: .Einfamilienhaus Wismar**

**Brutto-Grundfläche (BGF) und Bruttorauminhalt (BRI) nach DIN 277**

Geschoss: EG, DG, Dach

Nr.	Bereich	Bemerkung: Raum, etc.	L [m]	B [m]	BGF	H [m]	Bereich	Bruttorauminhalt [m³]			
					[m²]			Bereich a	Bereich b <small>[nicht voll umschlossen]</small>	Bereich c <small>[nicht überdeckt]</small>	
	EG	Erdgeschoß	10,000	13,090	130,90	3,28	a	429,35	0,00	0,00	
			0,725	3,725	2,70	3,28	a	8,86	0,00	0,00	
			0,725	3,725	2,70	3,28	a	8,86	0,00	0,00	
					0,00		a	0,00	0,00	0,00	
	DG	Dachgeschoß	10,000	13,090	130,90	2,78	a	363,90	0,00	0,00	
			0,725	3,725	2,70	2,78	a	7,51	0,00	0,00	
			0,725	3,725	2,70	2,78	a	7,51	0,00	0,00	
					0,00		a	0,00	0,00	0,00	
	Dach	Pyramide $V=1/3 \cdot G \cdot h$	10,00	13,09	0,00	1,00	a	121,49	0,00	0,00	
		$G= 1/3 \cdot 136,30 \cdot 2,68=121,49$			0,00		a	0,00	0,00	0,00	
					<b>272,60</b>				<b>947,48</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
								<b>Bruttorauminhalt: 947,475575 m³</b>			

Projekt: Einfamilienhaus Wismar  
 Flächenberechnung nach DIN 277

Geschoss:

EG, DG,

Raum-Nr.	Raum-Bezeichnung	Abmessung a	Abmessung b	Flächentyp: [HNF; NNF; VF; FF; KGF]	HNF	NNF	VF	TF	lichte Höhe	NRI
<b>Erdgeschoß</b>										
0.01	Wohnen	4,585	9,480	HNF	43,47				2,50	108,66
		0,500	1,000		0,50				2,50	1,25
		- 0,400	0,400		-0,16				2,50	-0,40
0.02	Küche	3,200	4,505		14,42				2,50	36,04
		0,100	3,800		0,38				2,50	0,95
		- 0,900	0,450		-0,41				2,50	-1,01
0.03	Diele	3,200	6,325				20,24		2,50	50,60
		- 1,000	1,000				-1,00		2,50	-2,50
0.04	Hauswirtschaftsraum	2,190	3,380					7,40	2,50	18,51
0.05	WC	1,600	1,350		2,16				2,50	5,40
<b>FEWO</b>									2,50	0,00
0.06	Wohnen	2,900	4,425		12,83				2,50	32,08
		1,825	3,170		5,79				2,50	14,46
0.07	Flur	2,265	2,240				5,07		2,50	12,68
		2,345	0,900		2,11				2,50	5,28
0.08	Bad	2,210	2,240		4,95				2,50	12,38
<b>Dachgeschoß</b>										
0.01	Ankleide	4,320	1,750		7,56				2,55	19,28
0.02	Schlafen	4,585	3,000		13,76				2,55	35,08
		- 0,640	0,400		-0,26				2,55	-0,65
0.03	Arbeiten	4,585	4,475		20,52				2,55	52,32
0.04	Flur	3,200	4,800				15,36		2,55	39,17
		0,800	0,900				0,72		2,55	1,84
0.05	Loggia	2,880	1,975		5,69				2,55	14,50
		3,500	0,725		2,54				2,55	6,47
0.06	Bad	3,200	2,935		9,39				2,55	23,95
		0,530	1,750		0,93				2,55	2,37
		1,000	0,900		0,90				2,55	2,30
		1,000	0,900		0,90				2,55	2,30
0.07	Kind	4,585	4,725		21,66				2,55	55,24
<b>FEWO</b>					0,00				2,55	0,00
0.08	Schlafen	4,600	4,255		19,57				2,55	49,91

Summen: 189,19 0,00 40,39 7,40

Anteil an BGF / BRI [%]

**NGF Netto-Grundfläche: 236,99**

**BGF Brutto Grundfläche: 272,60**

**KGF Konstruktions-Grundfläche: 35,61**

Anteil KGF/BGF: **0,13**

## Flächenberechnung

Nr.	Bezeichnung	Länge in m	Breite in m	Ansatz Abzugsfläch he	Abzugs- fläche	Fläche	Ergebnis	Einheit
1	2	3	4	5	6			
Gründung	GRF	10,00	13,09			130,90		
		0,73	3,72			2,70		
		0,73	3,72			2,70		136,29 m <sup>2</sup>
						0,00		
Außenwände	AWF	5,29	10,00			52,90		
		5,29	10,00			52,90		
		5,29	13,09			69,25		
		5,29	13,09			69,25		
		5,29	0,73			3,84		
		5,29	0,73			3,84		
		5,29	0,73			3,84		
		5,29	0,73			3,84		259,63 m <sup>2</sup>
						0,00		
Innenwände	IWF EG	2,50	4,70			11,75		
		2,50	1,45			3,63		
		2,50	1,45			3,63		
		2,50	1,20			3,00		
		2,50	3,16			7,89		
		2,50	1,32			3,29		
		2,50	1,67			4,18		
		2,50	1,32			3,29		
		2,50	1,30			3,25		
		2,50	4,70			11,75		
		2,50	2,19			5,48		
		2,50	3,65			9,13		
		2,50	2,24			5,60		
		2,50	3,17			7,93		
2,50	0,70			1,75				
						0,00		
Innenwände	IWF DG	2,55	1,75			4,46		
		2,55	4,59			11,69		
		2,55	6,20			15,81		
		2,55	4,59			11,69		
		2,55	6,20			15,81		
		2,55	4,59			11,69		
		2,55	1,75			4,46		
2,55	5,20			13,26		174,39 m <sup>2</sup>		
						0,00		
Decken	DEF	10,00	13,09			130,90		
		0,73	3,72			2,70		
		0,73	3,72			2,70		
		10,00	13,09			130,90		
		0,73	3,72			2,70		
		0,73	3,72			2,70		272,59 m <sup>2</sup>
Dachfläche							330,826 m <sup>2</sup>	

## Massen und Flächenermittlung

Kostengruppe	Bezeichnung	Menge	Einheit
	<b>Wände</b>		
311	Tragende Außenwände	259,63	m <sup>2</sup>
336	Außenwandbekleidung innen	259,63	m <sup>2</sup>
341	Tragende Innenwände	174,39	m <sup>2</sup>
345	Innenwandbekleidung	608,41	m <sup>2</sup>
	U-Schalen 17,5 cm	98,15	lfdm
	U- Schalen 11,5 cm	69,06	lfdm
	<b>Decken</b>		
351	Deckenkonstruktion		
	Filigrandecke	136,29	m <sup>2</sup>
	Holzbalkendecke	136,29	m <sup>2</sup>

	Breite	Höhe	Anzahl	Fläche
<b>Fenster EG</b>				
	0,505	2,135	2	2,16
				-
	0,985	1,26	4	4,96
				-
	1,885	2,135	3	12,07
				-
	1,865	2,135	2	7,96
				-
	1,83	2,135	1	3,91
				-
<b>Fenster OG</b>				
	0,985	1,26	4	4,96
				-
	0,505	1,26	2	1,27
				-
	1,09	1,26	1	1,37
				-
	1,885	2,135	4	16,10
				-
	1,865	2,135	2	7,96
				-
	2,885	2,135	1	6,16
				-
			<b>Summe:</b>	<b>68,90</b>

	Breite	Höhe	Anzahl	Fläche
<b>Türen EG</b>				
	1,09	2,135	1	2,33
				-
	1,1	2,135	1	2,35
				-
	0,905	2,01	5	9,10
				-
	0,765	2,01	1	1,54
				-
<b>Türen OG</b>				
	0,905	2,01	3	5,46
				-
	0,8	2,01	1	1,61
				-
	0,76	2,01	1	1,53
				-
			<b>Summe:</b>	<b>23,90</b>

## Kostenschätzung - nach DIN 276-1:2006-11

Projekt: EFH Wismar

BRI: 947m<sup>3</sup>

Preisindex	103%
Kostenkennwert KG 300 + 400	330 €
Bezugsjahr	2007
Index Bezugsjahr	100
aktueller Index	1,03
aktualisierter KKW	326 €
Regionafaktor	0,958

lfd. Nr.	Kosten-gruppe	Bezeichnung der Kostengruppe	Bezugs-einheit	Menge	Kennwert [€/Einheit]	Kosten (brutto)	% von 300+400	% von Gesamt
1	100	Grundstück Verkehrswert Nebenkosten	€/m <sup>2</sup> %	m <sup>2</sup> FBG				
2	200	Herrichten und Erschließen	m <sup>2</sup> FBG					
3	300	Bauwerk - Baukonstruktionen	m <sup>3</sup> BRI	947 m <sup>3</sup>	325,62	255.147 €	82,7%	
4	400	Bauwerk - Technische Anlagen	m <sup>3</sup> BRI	947 m <sup>3</sup>	325,62	53.374 €	17,3%	
5	300+400	Bauwerk - gesamt	m <sup>3</sup> BRI			308.521 €	100%	
6	500	Außenanlagen	m <sup>2</sup> AUF					
7	600	Ausstattung und Kunstwerke	psch.					
8	700	Baunebenkosten	% von KG 300+400	10,0%	psch.			
9		<b>Gesamtkosten</b>				<b>308.521 €</b>		
10		<b>Gesamtkosten gerundet</b>						

Aufgestellt von:

Stand:

## Kostenschätzung - nach DIN 276-1:2006-11

Projekt: EFH Wismar

BGF: 273 m<sup>2</sup>

Preisindex	103%
Kostenkennwert KG 300 + 400	980 €
Bezugsjahr	2007
Index Bezugsjahr	100
aktueller Index	1,03
Regionafaktor	0,958
aktualisierter KKW	967 €

lfd. Nr.	Kosten-gruppe	Bezeichnung der Kostengruppe	Bezugs-einheit	Menge	Kennwert [€/Einheit]	Kosten (brutto)	% von 300+400	% von Gesamt
1	100	Grundstück Verkehrswert Nebenkosten	€/m <sup>2</sup> %	m <sup>2</sup> FBG				
2	200	Herrichten und Erschließen	m <sup>2</sup> FBG					
3	300	Bauwerk - Baukonstruktionen	m <sup>2</sup> BGF	273 m <sup>2</sup>	967,01	218.004 €	82,7%	
4	400	Bauwerk - Technische Anlagen	m <sup>2</sup> BGF	273 m <sup>2</sup>	967,01	45.604 €	17,3%	
5	300+400	Bauwerk - gesamt	m <sup>2</sup> BGF			263.608 €	100%	
6	500	Außenanlagen	m <sup>2</sup> AUF					
7	600	Ausstattung und Kunstwerke	psch.					
8	700	Baunebenkosten	% von KG 300+400	10,0%	psch.			
9		<b>Gesamtkosten</b>				<b>263.608 €</b>		
10		<b>Gesamtkosten gerundet</b>						

Aufgestellt von: \_\_\_\_\_

Stand: \_\_\_\_\_

# Kostenberechnung nach DIN 276-1:2006-11

Projekt: EFH Wismar

Flächenerfassung:

Flächen teilweise erfasst

Lfd. Nr.	KG	Bezeichnung der Kostengruppe	%	Menge	Einheit	Kennwert [€/Einheit]	Kosten - brutto	% von 300+400	% von Gesamt
1	100	Grundstück			m <sup>2</sup> FBG				
5	200	Herrichten und Erschließen			m <sup>2</sup> FBG				
11	300	Bauwerk - Baukonstruktionen		272,60	m <sup>2</sup> BGF		253.544 €	82,16	
12	310	Baugrube		180,00	m <sup>3</sup>	26,00	4.680 €	1,52	
13	320	Gründung		136,00	m <sup>2</sup>	165,00	22.440 €	7,27	
14	330	Außenwände		259,63	m <sup>2</sup>	258,00	66.985 €	21,71	
15	340	Innenwände		174,39	m <sup>2</sup>	126,00	21.973 €	7,12	
16	350	Decken		272,60	m <sup>2</sup>	215,00	58.610 €	18,99	
17	360	Dächer		330,83	m <sup>2</sup>	226,00	74.767 €	24,23	
18	370	Baukonstruktive Einbauten		272,60	m <sup>2</sup>	0,00	- €	0,00	
19	390	Sonst. Maßnahmen f. Baukonstrukt.		272,60	m <sup>2</sup>	15,00	4.089 €	1,32	
20	400	Bauwerk - Technische Anlagen		272,60	m <sup>2</sup> BGF		55.065 €	17,84	
21	410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen		272,60	m <sup>2</sup>	58,00	15.811 €	5,12	
22	420	Wärmeversorgungsanlagen		272,60	m <sup>2</sup>	78,00	21.263 €	6,89	
23	430	Lufttechnische Anlagen		272,60	m <sup>2</sup>	7,00	1.908 €	0,62	
24	440	Starkstromanlagen		272,60	m <sup>2</sup>	35,00	9.541 €	3,09	
25	450	Fernmelde- u. informationst. Anl.		272,60	m <sup>2</sup>	4,00	1.090 €	0,35	
26	460	Förderanlagen		272,60	m <sup>2</sup>	17,00	4.634 €	1,50	
27	470	Nutzungsspezifische Anlagen		272,60	m <sup>2</sup>	3,00	818 €	0,26	
28	480	Gebäudeautomation		272,60	m <sup>2</sup>	0,00	- €	0,00	
29	490	Sonst. Maßn. f. Techn. Anlagen		272,60	m <sup>2</sup>	0,00	- €	0,00	
30	300+400	Summe Bauwerkskosten			m <sup>2</sup> BGF		308.609 €	100,00	
31	500	Außenanlagen			m <sup>2</sup> AUF				
39	600	Ausstattung und Kunstwerke			m <sup>2</sup> BGF				
42	700	Baunebenkosten							
51	Gesamtkosten 300 - 400						308.609 €		
52	Gesamtkosten incl. Index und RF						304.517 €		
			RF = 0,958		Index = 1,03				

Aufgestellt:

Stand:

**Kostenanschlag 3.Ebene, nach DIN 276-1:2006-11**

Projekt: EFH Wismar konventionelle Bauweise

Flächen teilweise erfasst

Lfd. Nr.	KG	Bezeichnung der Kostengruppe	%	Menge	Einheit	Kennwert [€/Einheit]	Kosten - brutto	% von 300+400	% von Gesamt
1	100	Grundstück							
17	200	Herrichten und Erschließen			m² FBG				
48	300	Bauwerk - Baukonstruktionen			m² BGF		158.632 €		
49	310	Baugrube			m³				
50	311	Baugrubenerstellung			m³		4.000 €		
51	312	Baugrubenumschließung			m²				
52	313	Wasserhaltung			m³				
53	319	Baugrube, sonstiges			m³				
54	320	Gründung			m²				
55	321	Baugrubverbesserung			m²				
56	322	Flechgründungen			m²				
57	323	Tiefgründungen Streifenfundament			m²		3.885 €		
58	324	Unterböden und Bodenplatten			m²		11.000 €		
59	325	Bodenbeläge			m²				
60	326	Bauwerksabdichtungen			m²				
61	327	Drähagen			m²				
62	329	Gründung, sonstiges			m²				
63	330	Außenwände		259,00	m²		17.267 €		
64	331	Tragende Außenwände			m²				
65	332	Nichttragende Außenwände			m				
66	333	Außenstützen			m²				
67	334	Außenüren und -fenster			m²		20.000 €		
68	335	Außenwandbekleidungen, außen			m²		11.000 €		
69	336	Außenwandbekleidungen, innen			m²		3.994 €		
70	337	Elementierte Außenwände			m²				
71	338	Sonnenschutz			m²				
72	339	Außenwände, sonstiges			m²				
73	340	Innenwände		174,39	m²		9.529 €		
74	341	Tragende Innenwände			m				
75	342	Nichttragende Innenwände			m²				
76	343	Innenstützen			m²		2.500 €		
77	344	Innenüren und -fenster			m²		5.038 €		
78	345	Innenwandbekleidungen			m²				
79	346	Elementierte Innenwände			m²				
80	349	Innenwände, sonstiges			m²				
81	350	Decken			m²				
82	351	Deckenkonstruktionen			m²		12.327 €		
83	352	Deckenbeläge, Estich, Fußboden, Fliesen			m²		16.000 €		
84	353	Deckenbekleidungen			m²		11.719 €		
85	359	Decken, sonstiges			m²				
86	360	Dächer			m²				
87	361	Dachkonstruktionen			m²		8.123 €		
88	362	Dachfenster, Dachöffnungen			m²				
89	363	Dachbeläge		330,00	m²		15.000 €		
90	364	Dachbekleidungen			m²				
91	369	Dächer, sonstiges Kranarbeiten			m²		750 €		
92	370	Baukonstruktive Einbauten			m²				
93	371	Allgemeine Einbauten Treppen			m²		6.000 €		
94	372	Besondere Einbauten			m²				
95	379	Baukonstruktive Einbauten, sonstiges			m²				
96	390	Sonst. Maßnahmen f. Baukonstrukt.			m²				
97	391	Baustelleneinrichtung			m²		500 €		
98	392	Gerüste			m²				
99	393	Sicherungsmaßnahmen			m²				
100	394	Abbruchmaßnahmen			m²				
101	395	Instanzsetzungen			m²				
102	396	Materialentsorgung			m²				
103	397	Zusätzliche Maßnahmen			m²				
104	398	Provisorien			m²				
105	399	Sonst. Maßn. f. Baukonstr. sonstiges			m²				
106	400	Bauwerk - Technische Anlagen			m² BGF		41.490 €		
107	410	Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen			m²				
108	411	Abwasseranlagen, Trink-, Schmutzwasser			m²		4.690 €		
109	412	Wasseranlagen			m²		1.748 €		
110	413	Gasanlagen			m²				
111	419	Abw., Wasser-, Gasanl., sonstiges Stro. Baucontainer			m²		1.400 €		
112	420	Wärmeversorgungsanlagen			m²				
113	421	Wärmeerzeugungsanlagen			m²		14.000 €		
114	422	Wärmeverteiler			m²				
115	423	Raumheizflächen			m²				
116	429	Wärmeversorgungsanl., sonstiges Diverses			m²		2.000 €		
117	430	Lufttechnische Anlagen			m²				
123	440	Starkstromanlagen			m²				
124	441	Hoch- und Mittelspannungsanlagen			m²				
125	442	Eigenstromversorgungsanlagen			m²		8.800 €		
126	443	Niederspannungsschaltanlagen			m²				
127	444	Niederspannungsinstallationsanlagen			m²				
128	445	Beleuchtungsanlagen			m²				
129	448	Blitzschutz- und Erdungsanlagen			m²				
130	449	Starkstromanlagen, sonstiges			m²				
131	450	Fernmelde- u. Informations-Anl.			m²		354 €		
132	451	Telekommunikationsanlagen			m²				
133	452	Such- und Signalanlagen			m²				
134	453	Zeidenanlagen			m²				
135	454	Elektroakustische Anlagen			m²				
136	455	Fernseh- und Antennenanlagen			m²				
137	456	Gefahrenmelde- und Alarmanlagen			m²				
138	457	Übertragungsnetze			m²				
139	459	Fernmelde-, inform. techn. Anl., sonst.			m²				
140	460	Förderanlagen			m²				
141	461	Aufzugsanlagen			m²				
142	462	Fahrertruppen, Fahrsteige			m²				
143	463	Beläranlagen			m²				
144	464	Transportanlagen			m²				
145	465	Krananlagen			m²				
146	469	Förderanlagen, sonstiges			m²				
147	470	Nutzungspezifische Anlagen			m²				
148	471	Küchentechnische Anlagen			m²				
149	472	Wäscherei- und Reinigungsanlagen			m²				
150	473	Medienversorgungsanlagen			m²				
151	474	Medizin-, laborotechnische Anlagen			m²				
152	475	Feuerlöschanlagen			m²				
153	476	Bade technische Anlagen			m²				
154	477	Prozesswärme-, Kälte-, Luftanlagen			m²				
155	478	Erstversorgungsanlagen			m²				
156	479	Nutzungspezifische Anlagen, sonst. Sanitär			m²		8.500 €		
157	480	Gebäudeautomation			m²				
158	481	Automationsysteme			m²				
159	482	Schallschranke			m²		354 €		
160	483	Management- u. Bedieneinrichtungen			m²				
161	484	Raumautomationsysteme			m²				
162	485	Übertragungnetze			m²				
163	489	Gebäudeautomation, sonstiges			m²				
164	490	Sonst. Maßn. f. Techn. Anlagen			m²				
165	491	Baustelleneinrichtung			m²				
166	492	Gerüste			m²				
167	493	Sicherungsmaßnahmen			m²				
168	494	Abbruchmaßnahmen			m²				
169	495	Instanzsetzungen			m²				
170	496	Materialentsorgung			m²				
171	497	Zusätzliche Maßnahmen			m²				
172	498	Provisorien			m²				
173	499	Sonst. Maßn. f. Techn. Anl., sonstiges			m²				
174	300+400	Summe Bauwerkskosten			m² BGF		200.122 €	100,00	
175	500	Außenanlagen			m² AUF				
235	600	Ausstattung und Kunstwerke			m² BGF				
245	700	Baunebenkosten							
293		Gesamtkosten 100 - 700							100%
294		Gesamtkosten gerundet							

Aufgestellt:

Stand:

**Kostenberechnung 3.Ebene, nach DIN 276-1:2006-11**  
 Projekt: EFH Wismar Holzmassivbauweise

Flächenerfassung: Flächen teilweise erfasst

Lfd. Nr.	KG	Bezeichnung der Kostengruppe	%	Menge	Einheit	Kennwert [€/Einheit]	Kosten - brutto	% von 300+400	% von Gesamt
1	100	Grundstück			m² FBG				
17	200	Herrichten und Erschließen			m² BGF				
48	300	Bauwerk - Baukonstruktionen			m² BGF		153.510 €		
49	310	Baugrube			m³		4.000 €		
50	311	Baugrubenerstellung			m³				
51	312	Baugrubenumschließung			m³				
52	313	Wasserhaltung			m³				
53	319	Saugrupe, sonstiges			m³				
54	320	Gründung			m³				
55	321	Baugrubverbesserung			m³				
56	322	Flachgründungen			m³				
57	323	Tiefgründungen Stahlfundament			m³		3.995 €		
58	324	Unterböden und Bodengfläfen			m³		11.000 €		
59	325	Sodenbeläge			m³				
60	326	Bauwerksabdichtungen			m³				
61	327	Dränagen			m³				
62	328	Gründung, sonstiges			m³				
63	330	Außenwände		250,00	m²		7.149 €		
64	331	Tragende Außenwände			m²				
65	332	Nichttragende Außenwände			m²				
66	333	Außenstützen			m				
67	334	Außenlizen und -fenster			m²		20.000 €		
68	335	Außenwandbekleidungen, außen			m²		11.000 €		
69	336	Außenwandbekleidungen, innen			m²		6.000 €		
70	337	Elementierte Außenwände			m²				
71	338	Sonnenschutz			m²				
72	339	Außenwände, sonstiges Eisenblei			m²		2.000 €		
73	340	Innenwände		174,00	m²		7.149 €		
74	341	Tragende Innenwände			m²				
75	342	Nichttragende Innenwände			m²				
76	343	Innenstützen			m				
77	344	Innentüren und -fenster			m²		2.500 €		
78	345	Innenwandbekleidungen			m²		12.340 €		
79	346	Elementierte Innenwände			m²				
80	349	Innenwände, sonstiges			m²				
81	350	Decken			m²				
82	351	Deckenkonstruktionen			m²		19.463 €		
83	352	Deckenbeläge, Estrich, Fußboden, Fliesen			m²		16.000 €		
84	353	Deckenbekleidungen			m²				
85	359	Decken, sonstiges			m²				
86	360	Dächer			m²				
87	361	Dachkonstruktionen			m²		8.123 €		
88	362	Dachfenster, Dachöffnungen			m²				
89	363	Dachbeläge		330,00	m²		15.000 €		
90	364	Dachbekleidungen			m²				
91	369	Dächer, sonstiges Kranarbeiten			m²		1.500 €		
92	370	Baukonstruktive Einbauten			m²				
93	371	Allgemeine Einbauten Treppen			m²		6.000 €		
94	372	Besondere Einbauten			m²				
95	379	Baukonstruktive Einbauten, sonstiges			m²		7.149 €		
96	390	Sonst. Maßnahmen f. Baukonstrukt.			m²				
97	391	Bauauleinrichtung			m²		500 €		
98	392	Gerüste			m²				
99	393	Sicherungsmaßnahmen			m²				
100	394	Abbruchmaßnahmen			m²				
101	395	Installdarstellungen			m²				
102	396	Materialentsorgung			m²				
103	397	Zusätzliche Maßnahmen			m²		2.000 €		
104	398	Provisionen			m²				
105	399	Sonst. Maßn. f. Baukonstr. sonstiges			m²				
106	400	Bauwerk - Technische Anlagen			m² BGF		40.990 €		
107	410	Abwasser, Wasser, Gasanlagen			m²				
108	411	Abwasseranlagen, Trink-, Schmutzwasser			m²		4.990 €		
109	412	Wasseranlagen			m²				
110	413	Gasanlagen			m²				
111	419	Abw., Wasser-, Gasanl., sonstiges Sto, Baukombinar			m²				
112	420	Wärmeversorgungsanlagen			m²				
113	421	Wärmeerzeugungsanlagen			m²		1.746 €		
114	422	Wärmeverteilnetze			m²		1.400 €		
115	423	Raumheizflächen			m²				
116	429	Wärmeversorgungsanl., sonstiges Diverses			m²		14.000 €		
117	430	Lufttechnische Anlagen			m²				
118	431	Lüftungsanlagen			m²		2.000 €		
119	432	Teilklimaanlagen			m²				
120	433	Klimaanlagen			m²				
121	434	Kälteanlagen			m²				
122	439	Lufttechnische Anlagen, sonstiges			m²				
123	440	Starkstromanlagen			m²				
124	441	Hoch- und Mittelspannungsanlagen			m²				
125	442	Eigenstromversorgungsanlagen			m²		8.000 €		
126	443	Niederspannungsschaltanlagen			m²				
127	444	Niederspannungsalokatonsanlagen			m²				
128	445	Beleuchtungsanlagen			m²				
129	446	Blitzschutz- und Erdungsanlagen			m²				
130	449	Starkstromanlagen, sonstiges			m²				
131	450	Fernmelde- u. Informations-Anl.			m²		354 €		
132	451	Telekommunikationsanlagen			m²				
133	452	Such- und Signalanlagen			m²				
134	453	Zeitanlagen			m²				
135	454	Elektroakustische Anlagen			m²				
136	455	Fernseh- und Antennenanlagen			m²				
137	456	Gefährmelde- und Alarmanlagen			m²				
138	457	Übertragungsnetze			m²				
139	459	Fernmelde-, Inform.techn. Anl., sonst.			m²				
140	460	Förderanlagen			m²				
141	461	Aufzugsanlagen			m²				
142	462	Fahrtreppen, Fahrstiege			m²				
143	463	Belehtanlagen			m²				
144	464	Transportanlagen			m²		14.000 €		
145	465	Krananlagen			m²				
146	469	Förderanlagen, sonstiges			m²				
147	470	Nutzungsspezifische Anlagen			m²				
148	471	Küchenmechanische Anlagen			m²				
149	472	Wäscherei- und Reinigungsanlagen			m²				
150	473	Medienversorgungsanlagen			m²				
151	474	Medizin-, Labortechnische Anlagen			m²				
152	475	Feuerlöschanlagen			m²				
153	476	Badebeheizungsanlagen			m²				
154	477	Prozesswärme-, Kälte-, Lüftanlagen			m²				
155	478	Erversorgungsanlagen			m²				
156	479	Nutzungsspezifische Anlagen, sonst. Sanitär			m²		8.500 €		
157	480	Gebäudeautomation			m²				
158	481	Automatensysteme			m²				
159	482	Schallschirme			m²				
160	483	Management u. Bedienrichtungen			m²				
161	484	Raumautomationssysteme			m²				
162	485	Übertragungsnetze			m²				
163	489	Gebäudeautomation, sonstiges			m²				
164	490	Sonst. Maßn. f. Techn. Anlagen			m²				
165	491	Bauauleinrichtung			m²				
166	492	Gerüste			m²				
167	493	Sicherungsmaßnahmen			m²				
168	494	Abbruchmaßnahmen			m²				
169	495	Installdarstellungen			m²				
170	496	Materialentsorgung			m²				
171	497	Zusätzliche Maßnahmen			m²				
172	498	Provisionen			m²				
173	499	Sonst. Maßn. f. Techn.Anl., sonstiges			m²				
174	300+400	Summe Bauwerkskosten			m² BGF		194.300 €	100,00	
175	500	Außenanlagen			m² BGF				
235	600	Ausstattung und Kunstwerke			m² BGF				
245	700	Baunebenkosten							
293		Gesamtkosten 100 - 700					194.300 €		100%
294		Gesamtkosten gerundet							

Aufgestellt:

Stand:

## Baupreisindex

Jahr	Wohn-	Büro-	Gewerbliche	Straßen-	Instandhaltung	
Monat	gebäude 2)	gebäude 2)	Betriebs- gebäude 2)	bau	g 3)	
1) Einschließlich Umsatzsteuer						
2) In konventioneller Bauart						
3) Mehrfamiliengebäude ohne Schönheitsreparaturen						
Index						
2002 Jahresdurchschnitt	99,9	100,5	100,6	100,5	101,3	
2003 Jahresdurchschnitt	99,9	100,6	100,9	100,1	101,7	
2004 Jahresdurchschnitt	101,2	102,1	102,5	100,1	102,9	
2005 Jahresdurchschnitt	102,1	103,4	104,6	100,5	104,4	
2006 Jahresdurchschnitt	104,4	105,8	107,2	104,4	106,7	
2007 Jahresdurchschnitt	111,9	113,5	115,2	112,1	113,3	
2006	August	105	106,4	107,8	105,3	107,1
	November	106,1	107,5	109,2	106,3	108,1
2007	Februar	110,8	112,3	113,9	110,7	112,7
	Mai	111,7	113,2	114,9	111,8	113
	August	112,3	113,9	115,6	112,4	113,4
	November	112,8	114,5	116,4	113,4	114,2
2008	Februar	114,1	115,9	117,7	115,1	115,5
Veränderung gegenüber dem entsprechenden Vorjahreszeitraum						
in %						
2002 Jahresdurchschnitt	+/- 0,0	0,1	0,2	- 0,2	0,5	
2003 Jahresdurchschnitt	+/- 0,0	0,1	0,3	- 0,4	0,4	
2004 Jahresdurchschnitt	1,3	1,5	1,6	+/- 0,0	1,2	
2005 Jahresdurchschnitt	0,9	1,3	2	0,4	1,5	
2006 Jahresdurchschnitt	2,3	2,3	2,5	3,9	2,2	
2007 Jahresdurchschnitt	7,2	7,3	7,5	7,4	6,2	
2006	August	2,8	2,9	3	5	2,5
	November	3,7	3,8	4	4,9	3,1
2007	Februar	7,7	7,7	7,9	8	6,9
	Mai	7,8	7,8	8,1	7,9	6,6
	August	7	7	7,2	6,7	5,9
	November	6,3	6,5	6,6	6,7	5,6
2008	Februar	3	3,2	3,3	4	2,5

Basis = 100 %

Zeitpunkt der Fertigstellung

Veränderung in %

## Angebot

**Nr:** 2009-1  
**Bezeichnung:** Neues Angebot/Rechnung 19.01  
**Angebotsdatum:** 19.1.2009  
**Baumaßnahme:**

**Auftraggeber:**

**Angebotssumme:** 59.909,54 EUR  
brutto (incl. Umsatzsteuer)

\_\_\_\_\_, den \_\_\_\_\_  
Ort Datum Stempel / Unterschrift

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR	
___.___.0010.0	259,000 m2 <b>Mauerwerk Außenwand H bis 2,75m D 17,5cm KS SFK12 RDK1,6 MGIIa 3DF(240/175/113)</b> Mauerwerk: Mauerwerk, Bauteil, Wand/aufgehend: Außenwand, Anforderung Mauerwerk: ohne Angabe, Geschossebene: ohne Angabe, Arbeitshöhe [m] (innen): bis 2,75, Einzelflächenbereich [m2]: ohne Angabe, Dicke [cm] Wand: 17,5, Mauerstein: Kalksandstein KS, Festigkeitsklasse [N/mm2] Mauerstein: 12, Rohdichteklasse [kg/dm3] Mauerstein: 1,6, Mauermörtel: MG II a, Ausführung Vermauerung: mit Stoßfugenvermörtelung, Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]: ohne Angabe, Format L/B/H [mm] Mauerstein: 3 DF (240/175/113)	39,57	10.248,63	
		<b>Teilkosten</b>	<b>Menge</b>	<b>Preisanteil [EUR]</b>
		Löhne	0,746 h	19,75
		Stoffe		19,82
		Geräte		0,00
		Sonstige		0,00
		Nachunternehmer		0,00
___.___.0020.0	174,390 m2 <b>Mauerwerk Innenwand H bis 2,75m D 11,5cm KS SFK12 RDK1,6 MGIIa DF(240/115/52)</b> Mauerwerk: Mauerwerk, Bauteil, Wand/aufgehend: Innenwand, Anforderung Mauerwerk: ohne Angabe, Geschossebene: ohne Angabe, Arbeitshöhe [m] (innen): bis 2,75, Einzelflächenbereich [m2]: ohne Angabe, Dicke [cm] Wand: 11,5, Mauerstein: Kalksandstein KS, Festigkeitsklasse [N/mm2] Mauerstein: 12, Rohdichteklasse [kg/dm3] Mauerstein: 1,6, Mauermörtel: MG II a, Ausführung Vermauerung: mit Stoßfugenvermörtelung, Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]: ohne Angabe, Format L/B/H [mm] Mauerstein: DF (240/115/52)	34,54	6.023,43	
		<b>Teilkosten</b>	<b>Menge</b>	<b>Preisanteil [EUR]</b>
		Löhne	0,801 h	21,20
		Stoffe		13,34
		Geräte		0,00
		Sonstige		0,00
		Nachunternehmer		0,00

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR
___.___.0030.0	136,290 m2	21,53	2.934,32

**Elementdeckenplatte Fertigteil Typ 4301 L 5,4-5,6m D 20cm C30/37**

Betonfertigteil: Elementdeckenplatte,  
 Technologie Betonarbeiten: Betonfertigteilbau,  
 Querschnitt/Typ Betonfertigteil: Typ 4301, Elementdeckenplatte für Aufbeton, Systemmaß Wahl AN,  
 Länge/Längenbereich [m] Bauteil: über 5,4 bis 5,6,  
 Gesamtdicke [cm] Fertigteilplatte: 20,  
 Vergütung Ortbetoneergänzung: wird gesondert vergütet,  
 Anforderung nicht geschalte Betonfläche: geglättet,  
 Anforderung geschalte Betonfläche: ohne Angabe,  
 Oberflächenbehandlung: ohne Angabe,  
 Einteilung Beton nach Bewehrung: Stahlbeton,  
 Einteilung Beton nach Rohdichte/Verwendung: Normalbeton,  
 Festigkeitsklasse Beton DIN EN 206-1, DIN 1045-2: C 30/37,  
 Normung Beton: DIN EN 206-1, DIN 1045-2,  
 Expositionsklasse Frost Beton: ohne Angabe,  
 Expositionsklasse Verschleiß Beton: ohne Angabe,  
 Expositionsklasse chemischer Angriff Beton: ohne Angabe,  
 Expositionsklasse Bewehrungskorrosion Karbonatisierung: ohne Angabe,  
 Expositionsklasse Bewehrungskorrosion Chloride: ohne Angabe,  
 Expositionsklasse Bewehrungskorrosion Meerwasser: ohne Angabe,  
 Scheibenwirkung Wand-/Deckenplatte: mit Scheibenwirkung,  
 Verbundbewehrung Fertigteil: ohne Angabe,  
 Anschlussbewehrung Fertigteil: 2-seitig seitlich,  
 Typ Auflager: ohne Angabe,  
 Anschlussbewehrung Auflager: mit Anschlussbewehrung,  
 Aussparung Betonbauteil: ohne Angabe,  
 Ausbildung Auf-/Abkantung: ohne Angabe,  
 Vergütung Bewehrung: Bewehrung und Einbauteile werden gesondert vergütet,  
 Umfang Tragwerksplanung: Tragwerks-, Elementplanung durch AG,  
 Ausführungsunterlagen: ohne Angabe,  
 Dicke [cm] Fertigteilplatte ohne Ortbetoneergänzung: 5

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	0,217 h	5,92
Stoffe		15,61
Geräte		0,00
Sonstige		0,00
Nachunternehmer		0,00

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR																		
___.___.0040.0	12,000 St	20,09	241,08																		
	<b>Öffnung aufmauern B 1,51-2,01m H 1,51-2,13m D 17,5cm</b>																				
	Bearbeitung Öffnungen: Aufmauern von Öffnungen, Öffnungen Anschlag: mit Anschlag, Bauteil, Wand/aufgehend: Außenwand, Wandöffnungsart: Fenster- u. Türöffnung, Lichter Breitenbereich [m] Öffnung: über 1,51 bis 2,01, Lichter Höhenbereich [m] Öffnung: über 1,51 bis 2,13, Dicke [cm] Wand: 17,5																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,744 h</td> <td>20,09</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,744 h	20,09	Stoffe		0,00	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,744 h	20,09																			
Stoffe		0,00																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			
___.___.0050.0	11,000 St	13,21	145,31																		
	<b>Öffnung aufmauern B bis 1,01m H 1,51-2,13m D 11,5cm</b>																				
	Bearbeitung Öffnungen: Aufmauern von Öffnungen, Öffnungen Anschlag: mit Anschlag, Bauteil, Wand/aufgehend: Innenwand, Wandöffnungsart: Türöffnung, Lichter Breitenbereich [m] Öffnung: bis 1,01, Lichter Höhenbereich [m] Öffnung: über 1,51 bis 2,13, Dicke [cm] Wand: 11,5																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,489 h</td> <td>13,21</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,489 h	13,21	Stoffe		0,00	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,489 h	13,21																			
Stoffe		0,00																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			
___.___.0060.0	12,000 St	15,18	182,16																		
	<b>Öffnung aufmauern B bis 1,01m H 1,51-2,13m D 17,5cm</b>																				
	Bearbeitung Öffnungen: Aufmauern von Öffnungen, Öffnungen Anschlag: mit Anschlag, Bauteil, Wand/aufgehend: Außenwand, Wandöffnungsart: Türöffnung, Lichter Breitenbereich [m] Öffnung: bis 1,01, Lichter Höhenbereich [m] Öffnung: über 1,51 bis 2,13, Dicke [cm] Wand: 17,5																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,562 h</td> <td>15,18</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,562 h	15,18	Stoffe		0,00	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,562 h	15,18																			
Stoffe		0,00																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR																		
___.___.0070.0	2,000 St	17,64	35,28																		
	<b>Öffnung aufmauern B 1,01-1,51m H 1,51-2,13m D 17,5cm</b>																				
	Bearbeitung Öffnungen: Aufmauern von Öffnungen, Öffnungen Anschlag: mit Anschlag, Bauteil, Wand/aufgehend: Außenwand, Wandöffnungsart: Türöffnung, Lichter Breitenbereich [m] Öffnung: über 1,01 bis 1,51, Lichter Höhenbereich [m] Öffnung: über 1,51 bis 2,13, Dicke [cm] Wand: 17,5																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,653 h</td> <td>17,64</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,653 h	17,64	Stoffe		0,00	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,653 h	17,64																			
Stoffe		0,00																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			
___.___.0080.0	11,000 St	20,43	224,73																		
	<b>Öffnung überdecken KS-Sturz tragend H 11,3cm D 11,5cm B 101cm</b>																				
	Bearbeitung Öffnungen: Überdecken der Öffnungen, Baustoff/Art Sturz: Kalksandsteinsturz nach Flachsturzrichtlinie, Tragfähigkeit Sturz: tragend, Anforderung Oberfläche: ohne Angabe, Höhe [cm] Sturz: 11,3, Breite [cm] Sturz/Sturzkombination: 11,5, Dicke [cm] Wand: 11,5, Größte Rohbaubreite [cm]: 101, Ausführungsunterlagen: ohne Angabe																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,347 h</td> <td>9,18</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>11,25</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,347 h	9,18	Stoffe		11,25	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,347 h	9,18																			
Stoffe		11,25																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR																		
___.___.0090.0	12,000 St	40,74	488,88																		
	<b>Öffnung überdecken KS-Sturz tragend H 11,3cm D 17,5cm B 188,5cm</b>																				
	Bearbeitung Öffnungen: Überdecken der Öffnungen, Baustoff/Art Sturz: Kalksandsteinsturz nach Flachsturzrichtlinie, Tragfähigkeit Sturz: tragend, Anforderung Oberfläche: ohne Angabe, Höhe [cm] Sturz: 11,3, Breite [cm] Sturz/Sturzkombination: 17,5, Dicke [cm] Wand: 17,5, Größte Rohbaubreite [cm]: 188,5, Ausführungsunterlagen: ohne Angabe																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,600 h</td> <td>15,89</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>24,85</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,600 h	15,89	Stoffe		24,85	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,600 h	15,89																			
Stoffe		24,85																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			
___.___.0100.0	1,000 St	55,82	55,82																		
	<b>Öffnung überdecken KS-Sturz tragend H 11,3cm D 17,5cm B 276cm</b>																				
	Bearbeitung Öffnungen: Überdecken der Öffnungen, Baustoff/Art Sturz: Kalksandsteinsturz nach Flachsturzrichtlinie, Tragfähigkeit Sturz: tragend, Anforderung Oberfläche: ohne Angabe, Höhe [cm] Sturz: 11,3, Breite [cm] Sturz/Sturzkombination: 17,5, Dicke [cm] Wand: 17,5, Größte Rohbaubreite [cm]: 276, Ausführungsunterlagen: ohne Angabe																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,783 h</td> <td>20,73</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>35,09</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,783 h	20,73	Stoffe		35,09	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,783 h	20,73																			
Stoffe		35,09																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR
___.___.0110.0	136,290 m2	20,85	2.841,65

**Ortbeton Deckenpl. Stahlbeton C20/25 D 16cm**

Technologie Betonarbeiten: Ortbeton,  
 Geschoss-/Dachdecke: Deckenplatte,  
 Ausbildung obere Betonfläche: waagrecht,  
 Ausbildung untere Betonfläche: ohne Angabe,  
 Einteilung Beton nach Bewehrung: Stahlbeton,  
 Einteilung Beton nach Rohdichte/Verwendung: Normalbeton,  
 Festigkeitsklasse Beton DIN EN 206-1, DIN 1045-2: C 20/25,  
 Normung Beton: DIN EN 206-1, DIN 1045-2,  
 Expositionsklasse Bewehrungskorrosion Karbonatisierung:  
 ohne Angabe,  
 Betoneigenschaft speziell: ohne Angabe,  
 Anforderung geschalte Betonfläche: ohne Angabe,  
 Dicke [cm] Decke: 16,  
 Ausführungsunterlagen: gemäß Zeichnung,  
 Geschossebene: ohne Angabe,  
 Konsistenz Beton: F3,  
 Größtkorn [mm]: 16,  
 Zusatzmittel für Beton/Mörtel: ohne Zusatzmittel,  
 Einbauart Beton: mit Pumpe,  
 Nutzung Gerät: Mietgerät/Fremdgerät

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	0,121 h	3,31
Stoffe		14,37
Geräte		0,00
Sonstige		3,17
Nachunternehmer		0,00

___.___.0120.0	2,720 t	1.442,27	3.922,97
----------------	---------	----------	----------

**Betonstahlmatte BSt500M Lagermatte**

Bewehrung Hochbau: Betonstahlmatte BSt500M DIN 488,  
 Bauteil, Ortbeton: Decke,  
 Betonstahlmatte: Lagermatte,  
 Bezeichnung Lagermatte: ohne Angabe,  
 Ausführungsunterlagen: ohne Angabe

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	14,100 h	384,63
Stoffe		1.057,64
Geräte		0,00
Sonstige		0,00
Nachunternehmer		0,00

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR																		
___.___.0130.0	2,000 St <b>Schalung Öffnung T bis 20cm 2500-5000cm2</b> Technologie Betonarbeiten: Schalung, Bauteil, Schalung: Öffnung, Funktion Schalung: ohne Angabe, Schalungsform/Schalungslage: ohne Angabe, Eignung Schalungshaut für Betonflächen: ohne Angabe, Tiefenbereich [cm] Aussparung/Öffnung: bis 20, Einzelgrößbereich [cm2] Aussparung/Öffnung: über 2500 bis 5000, Ausführungsunterlagen: gemäß Zeichnung	26,32	52,64																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,786 h</td> <td>21,45</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>4,87</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,786 h	21,45	Stoffe		4,87	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,786 h	21,45																			
Stoffe		4,87																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			
___.___.0140.0	98,160 m <b>Ringanker KS-U-Schale 3DF(113/175/240) B 17,5cm Füllung C20/25</b> Bauteil, Decke: Ringanker, Baustoff, U-/L-Schale: Kalksandstein U-Schale, Format L/B/H [mm] KS-U-Schale: 3 DF (113/175/240), Breite [cm] U-Schale: 17,5, Bewehrung Hochbau: Betonstabstahl, Anzahl Stabstähle: 2, Durchmesser [mm] Betonstahl: 10, Vergütung Bewehrung U-/L-Schale: wird gesondert vergütet, Betonfüllung Schalungsstein/U-/L-Schale: C 20/25, Mauermörtel: MG II	26,65	2.615,96																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,470 h</td> <td>12,69</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>13,96</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,470 h	12,69	Stoffe		13,96	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,470 h	12,69																			
Stoffe		13,96																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR																		
___.___.0150.0	69,060 m <b>Ringanker KS-U-Schale 2DF(113/115/240) B 11,5cm Füllung C20/25</b> Bauteil, Decke: Ringanker, Baustoff, U-/L-Schale: Kalksandstein U-Schale, Format L/B/H [mm] KS-U-Schale: 2 DF (113/115/240), Breite [cm] U-Schale: 11,5, Bewehrung Hochbau: Betonstabstahl, Anzahl Stabstähle: 2, Durchmesser [mm] Betonstahl: 10, Vergütung Bewehrung U-/L-Schale: wird gesondert vergütet, Betonfüllung Schalungsstein/U-/L-Schale: C 20/25, Mauermörtel: MG II	19,98	1.379,82																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,309 h</td> <td>8,34</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>11,64</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,309 h	8,34	Stoffe		11,64	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,309 h	8,34																			
Stoffe		11,64																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			
___.___.0160.0	167,220 m <b>Ortbeton Ringanker Stahlbeton C20/25 B/H 20/20cm</b> Technologie Betonarbeiten: Ortbeton, Bauteil, Decke: Ringanker, Ausbildung obere Betonfläche: waagrecht, Einteilung Beton nach Bewehrung: Stahlbeton, Einteilung Beton nach Rohdichte/Verwendung: Normalbeton, Festigkeitsklasse Beton DIN EN 206-1, DIN 1045-2: C 20/25, Normung Beton: DIN EN 206-1, DIN 1045-2, Expositionsklasse Bewehrungskorrosion Karbonatisierung: ohne Angabe, Betoneigenschaft speziell: ohne Angabe, Anforderung geschalte Betonfläche: ohne Angabe, Form Bauteil: ohne Angabe, Querschnitt B/H [cm] Bauteil: 20/20, Länge/Längenbereich [m] Bauteil: ohne Angabe, Ausführungsunterlagen: ohne Angabe, Geschossebene: ohne Angabe, Konsistenz Beton: F3, Einbauart Beton: mit Pumpe, Nutzung Gerät: Mietgerät/Fremdgerät, Größtkorn [mm]: 16, Zusatzmittel für Beton/Mörtel: ohne Zusatzmittel	5,42	906,33																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,038 h</td> <td>1,04</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>3,59</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,79</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,038 h	1,04	Stoffe		3,59	Geräte		0,00	Sonstige		0,79	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,038 h	1,04																			
Stoffe		3,59																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,79																			
Nachunternehmer		0,00																			

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR
___.___.0170.0	170,000 m	2,73	464,10
	<b>Aufstellen/Verlegen Bauschnittholz bis 8/18cm Balkenlage</b>		
	Zimmer-/Holzbauarbeiten: Aufstellen/Verlegen, Bauholz: Bauschnittholz, Querschnitt [cm] Bauschnittholz (von): ohne Angabe, Querschnitt [cm] Bauschnittholz (bis): 8/18, Einzellängenbereich [m] Bauholz: ohne Angabe, Bauteil, Holzbau: Balkenlage, Ausführung Anschluss: ohne Angabe, Baustoff, Auflager Verzimmerung: ohne Angabe, Ausführungsunterlagen: ohne Angabe		
	<u>Teilkosten</u>	<u>Menge</u>	<u>Preisanteil [EUR]</u>
	Löhne	0,098 h	2,73
	Stoffe		0,00
	Geräte		0,00
	Sonstige		0,00
	Nachunternehmer		0,00
___.___.0180.0	170,000 m	0,84	142,80
	<b>Latte liefern Fichte/Tanne C24 60/40mm</b>		
	Bauholz: Latte, Zimmer-/Holzbauarbeiten: nur liefern, Holzart: Fichte/Tanne, Festigkeitsklasse Nadelholz: C 24, Sortierklasse Bauschnittholz DIN 4074-1: S 10, Holzfeuchtegehalt [%]: max. 20, Bearbeitungszustand Holz: ohne Angabe, Querschnitt B/H [mm] Latte: 60/40, Einzellängenbereich [m] Bauholz: bis 3, Ausführungsunterlagen: ohne Angabe		
	<u>Teilkosten</u>	<u>Menge</u>	<u>Preisanteil [EUR]</u>
	Löhne	0,000 h	0,00
	Stoffe		0,84
	Geräte		0,00
	Sonstige		0,00
	Nachunternehmer		0,00

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR
___.___.0190.0	608,000 m2	11,93	7.253,44

**Innenputz einlagig Innenwand PIV D 10mm Q2 gerieben**

Putzsystem: Innenputzsystem, einlagig,  
 Ausbildung Untergrundfläche: ohne Angabe,  
 Bauteil, Ausbau: Innenwand,  
 Untergrund Putz/Dämmstoff: Mauerwerk, saugfähig, raufächig,  
 Putz: Gipsputz P IV,  
 Dicke [mm] Putz: 10,  
 Qualitätsstufe Oberfläche: Q2 (Standardausführung),  
 Oberfläche Putz: gerieben,  
 Anforderung Innenputz: ohne Angabe,  
 Farbton Putz: ohne Angabe,  
 Arbeitshöhenbereich [m]: ohne Angabe,  
 Geschossebene: ohne Angabe,  
 Ausführungsunterlagen: ohne Angabe,  
 Putzverarbeitung (maschinell/manuell): maschinell mit Silo

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	0,348 h	7,46
Stoffe		3,55
Geräte		0,92
Sonstige		0,00
Nachunternehmer		0,00

___.___.0200.0	68,000 m2	3,92	266,56
----------------	-----------	------	--------

**Schutzabdeck. Fenster Tür Folie Papier Folie herstellen beseitigen**

Bauteilschutz: Schutzabdeckung,  
 Schutzbauteil, -gegenstand: Fenster und Tür,  
 Baustoff, Bauteilschutz: Folie und Papier,  
 Baustoff, Abdeckung 2. Lage: Folie,  
 Stoß-/Randbehandlung: überlappen,  
 Ausführung zusätzliche Abdeckung: ohne Angabe,  
 Leistungsumfang Bauteilschutz: herstellen und beseitigen,  
 Verbleib Stoffe: ohne Angabe,  
 Ausführungsunterlagen: gemäß Zeichnung und Einzelbeschreibung

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	0,160 h	3,00
Stoffe		0,92
Geräte		0,00
Sonstige		0,00
Nachunternehmer		0,00

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR
___.___.0210.0	25,150 m	2,78	69,92

**Kante Innenputz Profil Stahl verz. D 15mm**

Leistungsumfang Putz/Stuck: Kante in Innenputz mit Profil,  
Werkstoff, Putzprofil: Stahl, verzinkt,  
Dicke [mm] Putz: 15

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	0,100 h	2,14
Stoffe		0,64
Geräte		0,00
Sonstige		0,00
Nachunternehmer		0,00

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR
___.___.0220.0	136,290 m2	46,61	6.352,48

**Unterdecke einlagig Gipspl. Baupl. A D 12,5mm UK Holz  
MW D 200mm**

Bekleidung: Unterdecke,  
 Lüftung/Durchlässigkeit Bauteil: innen,  
 Anforderung Bekleidung: ohne Angabe,  
 Feuerwiderstandsklasse: ohne Angabe,  
 Klasse Brandverhalten: ohne Angabe,  
 Funktion/Verbindung Decke: Verbindung mit Holzbalkendecke,  
 Anzahl Bekleidungslagen: einlagig,  
 Baustoff, Bekleidung: Gipsplatte,  
 Gipsplattenart: Bauplatte Typ A,  
 Dicke [mm] Gipsplatte: 12,5,  
 Ausbildung Kante Gipsplatte: ohne Angabe,  
 Rückseitenbeschichtung Trockenbauplatte: ohne Angabe,  
 Befestigung Bekleidung: mit systemspezifischem  
 Befestigungsmittel,  
 Baustoff, Unterkonstruktion: Holz,  
 Unterkonstruktion Trockenbau: Traglattung,  
 Querschnitt B/H [mm] Traglatte: 40/60,  
 Trockenbau Abhängungselement: Noniusabhänger,  
 Befestigung Unterkonstruktion Trockenbau: befestigen mit  
 zugelassenen Befestigungsmitteln,  
 Befestigungsuntergrund Trockenbauarbeiten: Holzbalken,  
 Sichtbarkeit Unterkonstruktion: verdeckt,  
 Dämmschicht Belüftung: ohne Angabe,  
 Dämmstoff: Mineralwolle,  
 Kurzzeichen Dämmstoff: MW,  
 Norm Dämmstoff: DIN EN 13162,  
 Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]: 0,035,  
 Angaben zum Wärmeschutz: DIN V 4108-4, mit  
 bauaufsichtlicher Zulassung,  
 Dicke [mm] Dämmschicht: 200,  
 Lieferform Dämmstoff: Bahn,  
 Ausführung Kaschierung: ohne Kaschierung,  
 Kurzzeichen Anwendungsgebiet Dämmstoff: DI -  
 Innendämmung Decke/Dach/unter Sparren,  
 Tragkonstruktion/abgehängte Decke,  
 Anzahl Lagen: ohne Angabe,  
 Trennlage: ohne Angabe,  
 Qualitätsstufe Oberfläche: ohne Spachtelung,  
 Zusätzliche Angaben/Bestimmungen: ohne Angabe,  
 Umfang zusätzlicher Angaben: ohne Angabe,  
 Grundlage Berechnung: ohne Angabe,  
 Ausführungsunterlagen: ohne Angabe

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	0,624 h	13,63
Stoffe		32,98
Geräte		0,00
Sonstige		0,00
Nachunternehmer		0,00

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR
___.___.0230.0	136,290 m2	2,77	377,52

**Dampfbremse PE-Folie**

Unterkonstruktion Dachdeckung/Wandbekleidung:  
 Diffusionshemmende Schicht sd-Wert über 0,5 bis kleiner 100  
 m (Dampfbremse),  
 Durchlüftung Dach: nicht belüftet,  
 Baustoff, Abdichtung: Polyethylenfolie (PE),  
 Dicke [mm] Kunststoffolie: 0,2,  
 Verlegetechnologie Bahnen/Folien/Schichten: unterseitig an  
 Sparren befestigen,  
 Nahtbefestigung: Nähte und Stöße verkleben/verschweißen

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	0,088 h	2,40
Stoffe		0,37
Geräte		0,00
Sonstige		0,00
Nachunternehmer		0,00

___.___.0240.0	136,290 m2	7,88	1.073,97
----------------	------------	------	----------

**Flächenspachtelung Q2 Dispersions-Spachtelmasse Decke**

Bekleidung Vorbereitungsarbeiten: Flächenspachtelung,  
 Qualitätsstufe Oberfläche: Q2 (Standardausführung),  
 Spachtelmasse: Dispersionsspachtelmasse,  
 Bauteil, Ausbau: Decke,  
 Untergrund Beschichtung/Bekleidung: Gipsplatte,  
 Oberfläche Bekleidungsbauteil: glatt,  
 Rissart: Haarrisse,  
 Arbeitsflächenaufteilung: ohne Angabe,  
 Höhenbereich [m] Raum: ohne Angabe

Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]
Löhne	0,337 h	6,32
Stoffe		1,56
Geräte		0,00
Sonstige		0,00
Nachunternehmer		0,00

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR																		
___.___.0250.0	136,290 m2	7,88	1.073,97																		
	<b>Flächenspachtelung Q2 Dispersions-Spachtelmasse Decke</b>																				
	Bekleidung Vorbereitungsarbeiten: Flächenspachtelung, Qualitätsstufe Oberfläche: Q2 (Standardausführung), Spachtelmasse: Dispersionsspachtelmasse, Bauteil, Ausbau: Decke, Untergrund Beschichtung/Bekleidung: Beton, Oberfläche Bekleidungsbauteil: glatt, Rissart: Haarrisse, Arbeitsflächenaufteilung: ohne Angabe, Höhenbereich [m] Raum: ohne Angabe																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,337 h</td> <td>6,32</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>1,56</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,337 h	6,32	Stoffe		1,56	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,337 h	6,32																			
Stoffe		1,56																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			
___.___.0260.0	272,580 m2	3,56	970,38																		
	<b>Tapezieren Decke Papierwandbekl.</b>																				
	Verarbeitungstechnologie Beschichtung/Bekleidung: tapezieren, Bauteil, Ausbau: Decke, Ausführung Wandbekleidung: Papierwandbekleidung, Anforderung Bekleidung: kleisterbeschichtet, Musteransatz Bekleidung: ohne Angabe, Muster-/Oberflächenstrukturfestlegung: ohne Angabe, Höhenbereich [m] Raum: über 2,5 bis 3																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Teilkosten</th> <th>Menge</th> <th>Preisanteil [EUR]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Löhne</td> <td>0,147 h</td> <td>2,76</td> </tr> <tr> <td>Stoffe</td> <td></td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>Geräte</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Sonstige</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Nachunternehmer</td> <td></td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]	Löhne	0,147 h	2,76	Stoffe		0,80	Geräte		0,00	Sonstige		0,00	Nachunternehmer		0,00		
Teilkosten	Menge	Preisanteil [EUR]																			
Löhne	0,147 h	2,76																			
Stoffe		0,80																			
Geräte		0,00																			
Sonstige		0,00																			
Nachunternehmer		0,00																			
	<b>Angebotssumme netto</b>		<b>50.344,15</b>																		
	Umsatzsteuer (19,00%)		9.565,39																		
	<b>Angebotssumme brutto</b>		<b>59.909,54</b>																		

Gegenüberstellung Baupreislexikon- Planungsbüro

Ordnungszahl (Pos.-Nr.)	Bezeichnung	Einheitspreis EUR	Gesamtbetrag EUR	Umsatzsteuer 19%	Summe Gp+UST	Planungsbüro			
						Einheitspreis	Gesamtbetrag	Umsatzsteuer 19%	Summe Gp+UST
0010.0	259,00 m2	39,57	10.248,63€	1.947,24€	12.195,87€	45,00€	11.655,00 €	2.214,45€	13.869,45 €
	Mauerwerk Außenwand H bis 2,75m D 17,5cm KS SFK12 RDK1,6 MGIIa 3DF(240/175/113)								
0020.0	174,39 m2	34,54	6.023,43€	1.144,45€	7.167,88€	42,00€	7.324,38 €	1.391,63€	8.716,01 €
	Mauerwerk Innenwand H bis 2,75m D 11,5cm KS SFK12 RDK1,6 MGIIa DF(240/115/52)								
0030.0	136,29 m2	21,53	2.934,32€	557,52€	3.491,84€	31,40€	4.279,51 €	813,11€	5.092,61 €
	Elementdeckenplatte Fertigteil Typ 4301 L 5,4-5,6m D 20cm C30/37								
0040.0	12,00 St	20,09	241,08€	45,81€	286,89€	28,50€	342,00 €	64,98€	406,98 €
	Öffnung aufmauern B 1,51-2,01m H 1,51-2,13m D 17,5cm								
0050.0	11,00 St	13,21	145,31€	27,61€	172,92€	21,00€	231,00 €	43,89€	274,89 €
	Öffnung aufmauern B bis 1,01m H 1,51-2,13m D 11,5cm								
0060.0	12,00 St	15,18	182,16€	34,61€	216,77€	23,80€	285,60 €	54,26€	339,86 €
	Öffnung aufmauern B bis 1,01m H 1,51-2,13m D 17,5cm								
0070.0	2,00 St	17,64	35,28€	6,70€	41,98€	25,10€	50,20 €	9,54€	59,74 €
	Öffnung aufmauern B 1,01-1,51m H 1,51-2,13m D 17,5cm								
0080.0	11,00 St	20,43	224,73€	42,70€	267,43€	28,90€	317,90 €	60,40€	378,30 €
	Öffnung überdecken KS-Sturz tragend H 11,3cm D 11,5cm B 101cm								
0090.0	12,00 St	40,74	488,88€	92,89€	581,77€	64,80€	777,60 €	147,74€	925,34 €
	Öffnung überdecken KS-Sturz tragend H 11,3cm D 17,5cm B 188,5cm								
0100.0	1,00 St	55,82	55,82€	10,61€	66,43€	79,20€	79,20 €	15,05€	94,25 €
	Öffnung überdecken KS-Sturz tragend H 11,3cm D 17,5cm B 276cm								
0110.0	136,29 m2	20,85	2.841,65€	539,91€	3.381,56€	36,50€	4.974,59 €	945,17€	5.919,76 €
	Ortbeton Deckenpl. Stahlbeton C20/25 D 16cm								
0120.0	2,72 t	1442,27	3.922,97€	745,36€	4.668,33€	1.550,00€	4.216,00 €	801,04€	5.017,04 €
	Betonstahlmatte BSI500M Lagermatte								
0130.0	2,00 St	26,32	52,64€	10,00€	62,64€	26,32€	52,64 €	10,00€	62,64 €
	Schalung Öffnung T bis 20cm 2500-5000cm2								
0140.0	98,16 m	26,65	2.615,96€	497,03€	3.112,99€	42,40€	4.161,98 €	790,78€	4.952,76 €
	Ringanker KS-U-Schale 3DF(113/175/240) B 17,5cm Füllung C20/25								
0150.0	69,06 m	19,98	1.379,82€	262,17€	1.641,99€	26,70€	1.843,90 €	350,34€	2.194,24 €
	Ringanker KS-U-Schale 2DF(113/115/240) B 11,5cm Füllung C20/25								
0160.0	167,22 m	5,42	906,33€	172,20€	1.078,53€	8,50€	1.421,37 €	270,06€	1.691,43 €
	Ortbeton Ringanker Stahlbeton C20/25 B/H 20/20cm								
0170.0	170,00 m	2,73	464,10€	88,18€	552,28€	5,24€	890,80 €	169,25€	1.060,05 €
	Aufstellen/Verlegen Bauschnittholz bis 8/18cm Balkenlage								
0180.0	170,00 m	0,84	142,80€	27,13€	169,93€	0,95€	161,50 €	30,69€	192,19 €
	Latte liefern Fichte/Tanne C24 60/40mm								
0190.0	608,00 m2	11,93	7.253,44€	1.378,15€	8.631,59€	13,50€	8.208,00 €	1.559,52€	9.767,52 €
	Innenputz einlagig Innenwand PIV D 10mm Q2 gerieben								
0200.0	68,00 m2	3,92	266,56€	50,65€	317,21€	5,00€	340,00 €	64,60€	404,60 €
	Schutzabdeck. Fenster Tür Folie Papier Folie herstellen beseitigen								
0210.0	25,15 m	2,78	69,92€	13,28€	83,20€	4,00€	100,60 €	19,11€	119,71 €
	Kante Innenputz Profil Stahl verz. D 15mm								
0220.0	136,29 m2	46,61	6.352,48€	1.206,97€	7.559,45€	52,50€	7.155,23 €	1.359,49€	8.514,72 €
	Unterdecke einlagig Gipspl. Baupl. A D 12,5mm UK Holz MW D 200mm								
0230.0	136,29 m2	2,77	377,52€	71,73€	449,25€	3,00€	408,87 €	77,69€	486,56 €
	Dampfbremse PE-Folie								
0240.0	136,29 m2	7,88	1.073,97€	204,05€	1.278,02€	9,20€	1.253,87 €	238,23€	1.492,10 €
	Flächenspachtelung Q2 Dispersions-Spachtelmasse Decke								
0250.0	136,29 m2	7,88	1.073,97€	204,05€	1.278,02€	9,20€	1.253,87 €	238,23€	1.492,10 €
	Flächenspachtelung Q2 Dispersions-Spachtelmasse Decke								
0260.0	272,58 m2	3,56	970,38€	184,37€	1.154,75€	6,50€	1.771,77 €	336,64€	2.108,41 €
	Tapezieren Decke Papierwandbekl.								
			<b>Summe:</b>	<b>50.344,15€</b>	<b>9.565,39€</b>	<b>59.909,54€</b>	<b>63.557,37 €</b>	<b>12.075,90€</b>	<b>75.633,27 €</b>

## Fotodokumentation der Holzmassivbauweise



Bild 1  
15.11.2007  
Bodenplatte



Bild 4



Bild 2  
28.11.2007  
Vormontage der Wandelemente



Bild 5  
05.12.2007  
Montage Erdgeschoss



Bild 3



Bild 6

## Fotodokumentation der Holzmassivbauweise



Bild 7



Bild 10  
06.12.2007  
Deckenmontage Erdgeschoss



Bild 8



Bild 11



Bild 9



Bild 12  
07.12.2007  
Wandmontage Obergeschoss

## Fotodokumentation der Holzmassivbauweise



Bild 13



Bild 16



Bild 14  
08.12.2007  
Deckenmontage Obergeschoss



Bild 17  
11.12.2007  
Dach latten; Montage des WDVS



Bild 15  
10.12.2007  
Dachstuhl richten



Bild 18  
16.12.2007  
Dachdeckung; Montage des WDVS



Bild 19  
Innenausbau



Bild 20  
Objekt nach dem Einzug

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 02.12.2017

1

## Gebäude

Gebäudetyp	Neubau Einfamilienhaus	Gebäudefoto (freiwillig)	
Adresse	B-Plan: 54/00, Lübsche Burg, 23952 Wismar		
Gebäudeteil	EFH Herring		
Baujahr Gebäude	2007		
Baujahr Anlagentechnik	2007		
Anzahl Wohnungen	1		
Gebäudenutzfläche ( $A_N$ )	255.5 m <sup>2</sup>		
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	<input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung / Erweiterung)	<input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen – siehe Seite 4**).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Dipl.-Ing. Gerald Senckpiel  
Ingenieurbüro Gerald Senckpiel  
Stavenhagener Straße 4  
17091 Wolde

.....  
Datum

.....  
Unterschrift des Ausstellers

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

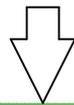
## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

2

### Energiebedarf

Endenergiebedarf

CO<sub>2</sub>-Emissionen <sup>1)</sup> **23.5** kg/(m<sup>2</sup>·a)



**91.1** kWh/(m<sup>2</sup>a)



**103.8** kWh/(m<sup>2</sup>a)

Primärenergiebedarf "Gesamtenergieeffizienz"

### Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 der EnEV <sup>2)</sup>

#### Primärenergiebedarf

Gebäude Ist-Wert **103.8** kWh/(m<sup>2</sup>a)

EnEV-Anforderungswert **113.2** kWh/(m<sup>2</sup>a)

#### Energetische Qualität der Gebäudehülle

Gebäude Ist-Wert H<sub>T</sub>' **0.380** W/(m<sup>2</sup>K)

EnEV-Anforderungswert H<sub>T</sub>' **0.506** W/(m<sup>2</sup>K)

### Endenergiebedarf „Normverbrauch“

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> a) für			Gesamt in kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte <sup>3)</sup>	
Erdgas H	<b>62.9</b>	<b>26.0</b>	---	<b>88.8</b>
Strom-Mix	---	---	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>
	---	---	---	---

### Sonstige Angaben

#### Einsetzbarkeit alternativer Energieversorgungssysteme

- nach § 5 EnEV vor Baubeginn geprüft

#### Alternative Energieversorgungssysteme werden genutzt für:

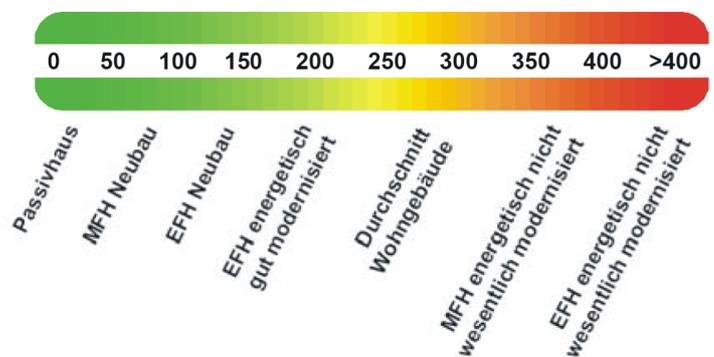
- Heizung  Warmwasser
- Lüftung  Kühlung

#### Lüftungskonzept

Die Lüftung erfolgt durch:

- Fensterlüftung  Schachtlüftung
- Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung
- Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

### Vergleichswerte Endenergiebedarf



4)

### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das verwendete Berechnungsverfahren ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfs-werte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>).

Seite 38 von 88

1) freiwillige Angabe

2) nur in den Fällen des Neubaus und der Modernisierung auszufüllen

3) ggf. einschließlich Kühlung

4) EFH – Einfamilienhäuser, MFH – Mehrfamilienhäuser

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Erläuterungen

4

### **Energiebedarf – Seite 2**

Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z.B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

### **Primärenergiebedarf – Seite 2**

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

### **Endenergiebedarf – Seite 2**

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Die Vergleichswerte für den Energiebedarf sind modellhaft ermittelte Werte und sollen Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten ermöglichen. Es sind ungefähre Bereiche angegeben, in denen die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen. Im Einzelfall können diese Werte auch außerhalb der angegebenen Bereiche liegen.

### **Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2**

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV:  $H_T'$ ). Er ist ein Maß für die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Kleine Werte signalisieren einen guten baulichen Wärmeschutz.

### **Energieverbrauchskennwert – Seite 3**

Der ausgewiesene Energieverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnung von Heiz- und ggf. Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung und/oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohn- oder Nuteinheiten zugrunde gelegt. Über Klimafaktoren wird der erfasste Energieverbrauch für die Heizung hinsichtlich der konkreten örtlichen Wetterdaten auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führen beispielsweise hohe Verbräuche in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Energieverbrauchskennwert gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Kleine Werte signalisieren einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von deren Lage im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und vom individuellen Verhalten abhängen.

### **Gemischt genutzte Gebäude**

Für Energieausweise bei gemischt genutzten Gebäuden enthält die Energieeinsparverordnung besondere Vorgaben. Danach sind - je nach Fallgestaltung - entweder ein gemeinsamer Energieausweis für alle Nutzungen oder zwei getrennte Energieausweise für Wohnungen und die übrigen Nutzungen auszustellen; dies ist auf Seite 1 der Ausweise erkennbar (ggf. Angabe „Gebäudeteil“).

# Energieeinsparnachweis

## nach der Energieeinsparverordnung EnEV 2007

vom 24.07.2007

"normale Innentemperatur"

öffentlich rechtlicher Nachweis

nach dem "Monatsbilanzverfahren" der DIN V 4108-6:2003-06  
und nach der Heizungsanlagenverordnung DIN V 4701-10:2003-08

Projekt Kurzbeschreibung: 0756 EFH Herring 02.Dez 2007

Bauvorhaben : Neubau Einfamilienhaus mit Ferienwohnung

Bearbeiter : Dipl.-Ing. Gerald Senckpiel

Objektstandort Baujahr 2007

Straße/Hausnr. : B-Plan: 54/00, Lübsche Burg

Plz/Ort : 23952 Wismar

Gemarkung : Wismar Flur: 1

Flurstücknummer: 3000/56

Hauseigentümer/Bauherr

Name/Firma : Andrea und Uwe Herring

Straße/Hausnr. : Am Priestersee 19

Plz/Ort : 23968 Gägelow

Telefon / Fax :

Anmerkungen:

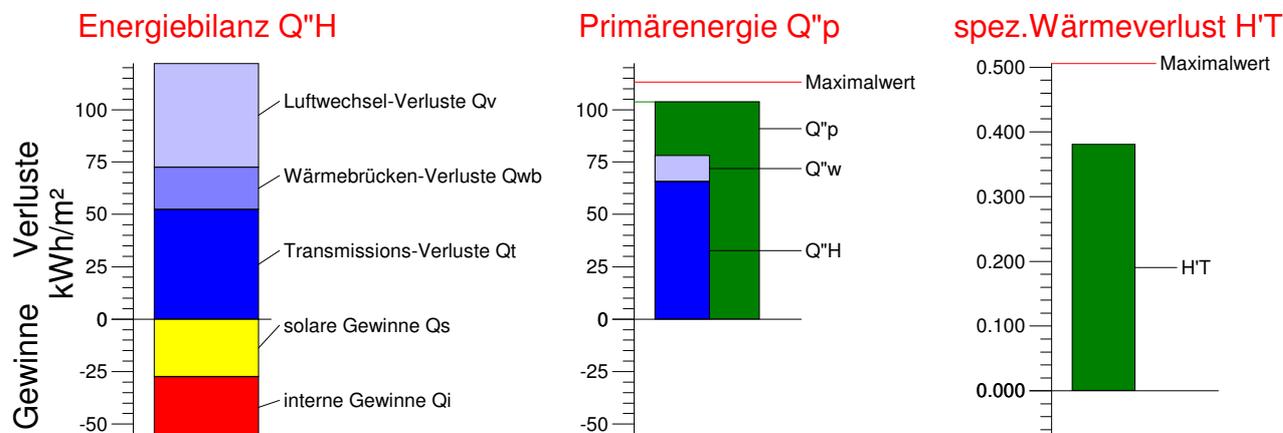
- 1) Das Dachgeschoß wird nicht beheizt.
- 2) Der sommerliche Wärmeschutz für das Gebäude wird nicht erfüllt!!  
Die Fenster und Fenstertüren der kritischen Räume sind mit geeigneten Verschattungseinrichtungen zu versehen, damit die Sonneneinstrahlung im Sommer begrenzt wird.

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Dipl.-Ing. Gerald Senckpiel Ingenieurbüro Gerald Senckpiel Stavenhagener Straße 4 17091 Wolde	12.Feb 2009

## Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]	
1	Wand								
1.1	10cm BSH-Wand Däm16	AwNordOst	NO	56.93	0.181	1.00	39	903	
1.2	10cm BSH-Wand Däm16	AwSüdost	SO	61.52	0.181	1.00	102	976	
1.3	10cm BSH-Wand Däm16	AwSüdWest	SW	55.24	0.181	1.00	91	876	
1.4	10cm BSH-Wand Däm16	AwNordwest	NW	51.40	0.181	1.00	35	816	
				<b>225.08</b>	<b>0.181</b>		<b>268</b>	<b>3571</b>	
2	Fenster, Fenstertüren								
2.1	zertifiziertes Fenster 1,1	AwNordOst	NO	12.13	1.100	1.00	g 0.53	895	1171
2.2	Haustür mit Fenster 2,0	AwNordOst	NO	2.35	2.000	1.00	0.20	66	413
2.3	zertifiziertes Fenster 1,1	AwSüdost	SO	14.82	1.100	1.00	0.53	1882	1430
2.4	Haustür mit Fenster 2,0	AwSüdost	SO	2.33	2.000	1.00	0.20	112	409
2.5	zertifiziertes Fenster 1,1	AwSüdWest	SW	16.18	1.100	1.00	0.53	2054	1561
2.6	zertifiziertes Fenster 1,1	AwNordwest	NW	19.92	1.100	1.00	0.53	1470	1922
2.7	zertifiziertes Fenster 1,1	AwNordwest	NW	7.34	1.100	1.00	0.53	542	709
				<b>75.09</b>	<b>1.156</b>		<b>7021</b>	<b>7615</b>	
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	Decke z.nicht ausgeb.Dachraum	Dach		138.38	0.150	0.80	---	1457	
3.2	EG-Decke zum Balkon	Balkonfubo		7.48	0.182	1.00	30	120	
				<b>145.86</b>	<b>0.123</b>		<b>30</b>	<b>1577</b>	
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	Fußboden Wohnraum geg.Erdreich	Grundfläche		136.29	0.262	*0.64	---	2254	
				<b>136.29</b>	<b>0.168</b>		-----	<b>2254</b>	
		Summe:		<b>582.32</b>	<b>0.289</b>		<b>7318</b>	<b>15017</b>	
Jahresprimärenergiebedarf Q <sup>"P</sup> = 103.8 [kWh/m <sup>2</sup> a] Q <sup>"P</sup> max = 113.2 [kWh/m <sup>2</sup> a] spezifischer Transmissionswärmeverlust H <sup>"T</sup> = 0.380 [W/m <sup>2</sup> K] H <sup>"T</sup> max = 0.506 [W/m <sup>2</sup> K]									
* Die Abminderungsfaktoren über das Erdreich wurden monatlich nach DIN EN ISO 13370 berechnet. Der angezeigte Wert ist der temperaturdifferenzgewichtete Wert der Heizperiode									

# E N E R G I E B I L A N Z



nutzbare Gewinne	[kWh/a]	Verluste	[kWh/a]
solare Gewinne $\eta^*Q_s$ :	7021	Transmission $Q_t$ :	15017
interne Gewinne $\eta^*Q_i$ :	7406	Wärmebrücken $Q_{WB}$ :	5108
		Lüftungsverluste $Q_v$ :	12666
		Nachtabsenkung $Q_{NA}$ :	-1336
		solar opake Bauteile $Q_s \text{ opäk}$ :	-297
	14427		31157
==> Jahresheizwärmebedarf $Q_h$ 16729 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung $Q_w$ 3193 [kWh/a]			

eine Nachtabschaltung wurde : berücksichtigt  
 Anlagenaufwandszahl  $e_p$  : 1.330  
 Nutzfläche : 255.5m²  
 Gebäudeart : Wohngebäude  
 Jahresheizwärmebedarf  $Q''_h$  : 65.48kWh/m²a

## Endergebnis der EnEV-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf $Q''_p$ : bezogen auf die Gebäudenutzfläche	103.8 [kWh/m²a]
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	113.2 [kWh/m²a]
spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T$ : der Gebäudehüllfläche	0.380 [W/m²K]
maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust:	0.506 [W/m²K]

die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

## Randbedingungen

### angewendete Richtlinienvereinfachungen

Nach Richtlinie werden bei pauschalen Fensterflächen alle Gewinne nach Ost/West-Richtung berechnet

### Sommerlicher Wärmeschutz:

**Der sommerliche Wärmeschutz für das Gebäude wird nicht erfüllt!!!!**

Die Fenster und Fenstertüren der kritischen Räume sind mit geeigneten Verschattungseinrichtungen zu versehen, damit die Sonneneinstrahlung im Sommer begrenzt wird.

### Anforderungen an die Dichtheit:

Die Fugendurchlaßkoeffizienten der außenliegenden Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen dürfen den in der Energieeinsparverordnung Anhang 4 Tabelle 1 genannten Wert 2.0 nicht überschreiten. Die Luftdichtheit der Wände, des Daches, des unteren Gebäudeabschlusses, der Anschlüsse und Fugen muss nach den neuesten Regeln der Technik gewährleistet werden (§5 der Energieeinsparverordnung).

### Abminderungsfaktoren $F_x$ über das Erdreich nach DIN EN ISO 13370

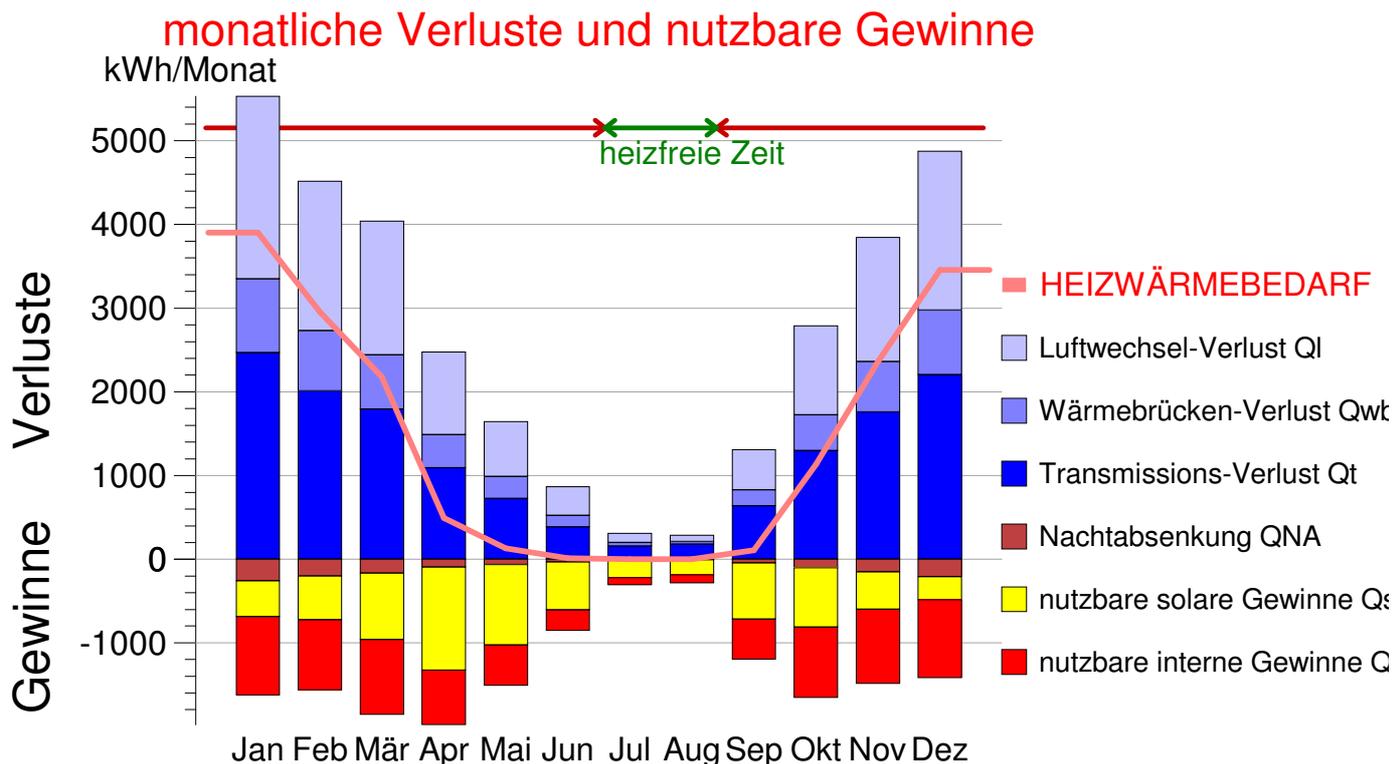
Grundfläche gegen Erdreich ohne Randdämmung														
Ag[m <sup>2</sup> ]	P[m]	B'	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
136.3	46.2	5.9	0.493	0.480	0.485	0.590	0.726	1.210	4.427	8.011	1.570	0.892	0.700	0.590

## Gewinne und Verluste im einzelnen

kWh/Monat	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	gesamt
Ausnutzgrad $\eta$	0.987	0.978	0.946	0.710	0.512	0.273	0.093	0.107	0.521	0.884	0.968	0.987	
Q Verlust	5275	4317	3875	2382	1582	835	298	279	1263	2688	3695	4667	31157
Q Gewinn	1390	1397	1792	2661	2837	3008	3194	2616	2212	1757	1380	1226	25470
$\eta * Q$ Gewinn	1372	1366	1695	1889	1452	823	298	279	1153	1554	1336	1210	14427
Q <sub>h,M</sub>	3902	2951	2180	494	131	12	0	0	110	1134	2359	3457	16729
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
QT	2463	2011	1805	1139	778	448	226	225	667	1306	1755	2193	15017
QS opak	-7	-0	10	49	53	62	68	44	30	8	-5	-14	297
QNA Nachtabs.	256	200	166	95	62	33	10	7	45	102	152	209	1336
QT-QNA-QSopak	2214	1812	1629	996	662	353	148	174	592	1196	1609	1998	13383
QWB	879	720	646	398	264	138	43	30	193	429	600	767	5108
QL	2181	1786	1601	988	655	343	107	75	478	1064	1487	1902	12666
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
Qs	440	538	841	1742	1887	2088	2244	1666	1292	807	460	275	14280
Qi	950	858	950	920	950	920	950	950	920	950	920	950	11190
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	629	515	462	285	189	99	0	0	138	307	429	549	3602

## Volumen und Flächen

Gebäudevolumen $V_e$	:	798.3 m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche $A$	:	582.3 m <sup>2</sup>
$A/V_e$	:	0.729 1/m
Außenwandfläche $A_{AW}$	:	232.6 m <sup>2</sup>
Fensterfläche $A_w$	:	75.1 m <sup>2</sup>
Fensterflächenanteil $f$	:	24.4 % (max $H_T'$ berechnet nach Spalte 5)



## allgemeine Projektdaten

Temperatur Warmseite  $\vartheta_i$  : 19°C (normale Innenraumtemperatur  $\geq 19$  °C nach Anhang 1 der EnEV)  
 Gebäudeart : Wohngebäude  
 Warmwasseraufbereitung : zentral  
 Bauart : ein Leichtbau  
 das Gebäude ist : ein Neubau  
 das Gebäude ist um : -8.0° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht.

## Luftvolumenberechnung

Gebäudeart : es handelt sich um ein Gebäude mit bis zu drei Vollgeschossen und nicht mehr als zwei Wohnungen oder um ein Ein- oder Zweifamilienhaus bis zu 2 Vollgeschossen und nicht mehr als 3 Wohneinheiten

Gebäudevolumen  $V_e$  : 798.3 m<sup>3</sup>  
 Luftvolumen : 606.7 m<sup>3</sup>      0,76 \* Gebäudevolumen

## Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe : 6.00 m  
 Geschoßanzahl : 2  
 Gebäudegrundfläche : 136.3 m<sup>2</sup>  
 Grundflächenumfang : 46.2 m  
 Gebäudenutzfläche : 255.5 m<sup>2</sup>      0.32 \* Gebäudevolumen

## interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden      24h/Tag      5W/m<sup>2</sup>      120 Wh/m<sup>2</sup> pro Tag  
 bei einer Nutzfläche von      255 m<sup>2</sup>      ==>      31 kWh/Tag

$Q_i =$ 11190 kWh/a      [ 920 kWh/Monat ] davon nutzbare Wärmegewinne $Q_{i=}$ 7406 kWh/a
---

## Wärmebrücken pauschal ohne weiteren Nachweis

Bei der Berechnung des Verlustes durch die Wärmebrücken wurde bei jedem verwendeten Bauteil ein Aufschlag auf den U-Wert von 0,1 W/m<sup>2</sup>K, berücksichtigt.  
Dabei wurden 0.0 m<sup>2</sup> Oberfläche ausgenommen (z.B.Vorhangfassade).

ursprünglicher mittlerer U-Wert 0.280 W/m<sup>2</sup>K [Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]  
neuer mittlere U-Wert 0.380 W/m<sup>2</sup>K  
Transmissionsverlust erhöht sich um 35.65 %

Q <sub>wb</sub> = 5108 kWh/a
------------------------------

## Luftwechsel

Lüftungsverluste Q <sub>v</sub> 12666 kWh/a
---

Luftvolumen: 606.7 m<sup>3</sup>  
Luftwechselrate: 0.70 h<sup>-1</sup>  
Art der Lüftung: freie Lüftung

Das Gebäude wird nach den Regeln der Technik gebaut und nachträglich nicht dichtheitsgeprüft.

Luftwechselverluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2181	1786	1601	988	655	343	107	75	478	1064	1487	1902

## Klimaort

Es wurden Solar- und Klimadaten vom "mittleren Standort Deutschland " verwendet.

Solar-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland  
Temperatur-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland

## monatliches Temperaturmittel

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
-1.3	0.6	4.1	9.5	12.9	15.7	18.0	18.3	14.4	9.1	4.7	1.3

## monatliche Strahlungsintensität

Strahlungsintensitäten die für die Berechnung benötigten Richtungen und Neigungen in W/m <sup>2</sup>													
Richtung	Neig.	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
waagrecht	0°	33	52	82	190	211	256	255	179	135	75	39	22
Süd-Ost	90°	44	52	70	140	132	146	153	120	109	69	44	26
Süd-West	90°	44	52	70	140	132	146	153	120	109	69	44	26
Nord-West	90°	14	25	38	89	105	124	128	90	62	35	18	10
Nord-Ost	90°	14	25	38	89	105	124	128	90	62	35	18	10

## Ausnutzungsgrad der Gewinne

Für die Berechnung des Ausnutzungsgrades  $\eta$  solarer und interner Wärmegewinne wurde der vereinfachte Ansatz verwendet.

die Bauart ist:	ein Leichtbau
Speicherfähigkeit:	15.00 Wh/m <sup>3</sup> K
Volumen:	798 m <sup>3</sup>
C <sub>wirk</sub> :	11975 Wh/K
spezifischer Wärmeverlust H:	366 W/K

## monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
0.987	0.978	0.946	0.710	0.512	0.273	0.093	0.107	0.521	0.884	0.968	0.987

## Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m<sup>2</sup>a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q <sub>w</sub> 3193 kWh/a
--

## maximaler Wärmebedarf der Heizungsanlage

maximale Temperaturdifferenz

Warmseitentemperatur	:	20.0 °C	
Kaltseitentemperatur	:	-12.0 °C	(Abminderung z.B. Keller oder
Temperaturdifferenz	:	32.0 °K	Erdreich ist berücksichtigt)

Wärmeverlust durch die Gebäudeoberfläche

spezifischer Wärmeverlust $H_T$	:	0.380 [W/m <sup>2</sup> K]	
Gebäudeoberfläche	:	582.3 [m <sup>2</sup> ]	7.09 kW

Wärmeverlust durch den Luftwechsel

Luftwechselverlust	:	144.4 [W/K]	4.62 kW
ausreichend für	:	12 Personen	

maximale Heizleistung: 11.71 kW

## Begrenzung der Leitungsverluste

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 12 Abs.5 i.V.m.Anhang 5 EnEV wie folgt zu begrenzen:

Zeile	Art der der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m <sup>2</sup> .K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 34 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach Inkrafttreten dieser Verordnung in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm

# Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10

## für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes: 0756 EFH Herring	Straße/Nr.: B-Plan: 54/00, Lübsche Burg
Ort: 23952 Wismar	Flurstücknummer: 3000/56
Gemarkung: Wismar	Flur: 1

### I. Eingaben

$A_N =$    $t_{HP} =$

#### Trinkwasser- Erwärmung

#### Heizung

#### Lüftung

absoluter Bedarf  $Q_{tw} =$    $Q_h =$

bezogener Bedarf  $q_{tw} =$    $q_h =$

### II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

### III. Ergebnisse

Deckung von  $Q_h$   $q_{h,TW} =$    $q_{h,H} =$    $q_{h,L} =$

$\Sigma$ Wärme	$Q_{TW,E} =$ <input type="text" value="6634.1 kWh/a"/>	$Q_{H,E} =$ <input type="text" value="16057.2 kWh/a"/>	$Q_{L,E} =$ <input type="text" value="0.0 kWh/a"/>
$\Sigma$ Hilfsenergie	<input type="text" value="207.5 kWh/a"/>	<input type="text" value="365.1 kWh/a"/>	<input type="text" value="0.0 kWh/a"/>

$\Sigma$  Primärenergie  $Q_{TW,P} =$    $Q_{H,P} =$    $Q_{L,P} =$

#### Endenergie

$Q_E =$    $\Sigma$  Wärme  
  $\Sigma$  Hilfsenergie

**Primärenergie**

**QP =**

**26507 kWh/a**

$\Sigma$  Primärenergie

**Anlagenaufwandzahl**

**eP =**

**1.330**

<b>TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10</b>			
Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 255.5 m <sup>2</sup>	
Wärmeverlust		Hilfsenergie	Heizwärmegutschriften

Verlust aus EnEV:  $q_{TW} = 12.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Übergabe:  $q_{TW,ce} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{TW,ce,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{h,TW,ce} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Verteilung:  $q_{TW,d} = 8.15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{TW,d,HE} = 0.57 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{h,TW,d} = 3.68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Verteilungsart: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung mit Zirkulation  
 Verteilung des Trinkwassers innerhalb thermischer Hülle  
 die Stichleitungen werden nicht von einer gemeinsamen Installationswand in benachbarte Räume geführt

Speicherung:  $q_{TW,s} = 2.66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{TW,s,HE} = 0.06 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{h,TW,s} = 1.18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Speicherart: indirekt beheizter Speicher (z.B. durch die Gebäudeheizanlage)  
 der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle

Wärmeerzeuger:  $\Sigma = 23.30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{TW,g,HE} = 0.19 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeerzeugerart: Brennwertkessel"verbessert" (BDH-Produktkennwerte)  
 Energieträgerart: Erdgas H

Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g} :$	100.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g} :$	1.114
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E} :$	25.97 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i} :$	1.10
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P} :$	28.57 kWh/m <sup>2</sup> a

Hilfsenergie:  $\Sigma q_{TW,HE,E} = 0.81 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	2.70
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{TW,HE,P} :$	2.19 kWh/m <sup>2</sup> a

**Endergebnis** Heizwärmegutschrift pro m<sup>2</sup>:  $q_{h,TW} = 4.86 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,E} :$	25.97 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,HE,E} :$	0.81 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,P} :$	30.76 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E} :$	6634.1 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,E} :$	207.5 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P} :$	7857.9 kWh/a

## HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 255.5 m<sup>2</sup>

**Wärmeverlust**

**Hilfsenergie**

Heizwärmebedarf  $q_h =$  65.48 kWh/m<sup>2</sup>a

Heizwärmegutschriften  $q_{h,TW} =$  4.86 kWh/m<sup>2</sup>a vom Trinkwasser

Heizwärmegutschriften  $q_{h,L} =$  0.00 kWh/m<sup>2</sup>a durch die Lüftungsanlage

Übergabe:  $q_{c,e} =$  3.30 kWh/m<sup>2</sup>a  $q_{ce,HE} =$  0.00 kWh/m<sup>2</sup>a

Übergabeart: Wasserheizung: freie Heizflächen, Thermostatregelventile, Auslegungsproportionalbereich 2°K  
Anordnung der Heizelemente überwiegend im Außenwandbereich  
Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

Verteilung:  $q_d =$  1.54 kWh/m<sup>2</sup>a  $q_{d,HE} =$  0.90 kWh/m<sup>2</sup>a

Verteilungsart: Heizkreistemperatur 55/45°C  
die horizontale Verteilung der Wärme erfolgt innerhalb der thermischen Hülle  
Verteilungsstränge (vertikal) befinden sich innerhalb der thermischen Hülle  
für die Verteilung der Heizungswärme wird eine geregelte Pumpe eingesetzt

Speicherung:  $q_s =$  0.00 kWh/m<sup>2</sup>a  $q_{s,HE} =$  0.00 kWh/m<sup>2</sup>a

Speicherart: keine Speicherung

Wärmeerzeuger:  $\Sigma =$  65.47 kWh/m<sup>2</sup>a  $q_{g,HE} =$  0.52 kWh/m<sup>2</sup>a

Wärmeerzeugerart: Brennwertkessel"verbessert" (BDH-Produktkennwerte)  
Energieträgerart: Erdgas H

Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	100.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	0.960
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	62.85 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.10
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	69.14 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeerzeuger, der raumluftunabhängig betrieben werden kann, befindet sich innerhalb der thermischen Hülle

Hilfsenergie:  $\Sigma q_{HE,E} =$  1.43 kWh/m<sup>2</sup>a

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	2.70
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{HE,P} :$	3.86 kWh/m <sup>2</sup> a

**Endergebnis**

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,E</sub> :	62.85 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,HE,E</sub> :	1.43 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,HE,P</sub> :	73.00 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeendenergie	Q <sub>H,E</sub> :	16057.2 kWh/a
Hilfsendenergie	Q <sub>H,E</sub> :	365.1 kWh/a
Primärenergie	Q <sub>H,P</sub> :	18648.7 kWh/a

## Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2003-07

Solarzone : sommerkühl (Grenzwert Innentemperatur 25 °C)  $S_x=+0.040$   
 erhöhte Nachtlüftung : während der zweiten Nachthälfte ist möglich ( $n \geq 1,5$  1/h)  $S_x=+0.020$   
 Bauart: leicht  $S_x=+0.060$

Ebene: Dachgeschoß Raum: <b>Schlafen</b>	Grundfläche $A_G$ : 13.53 qm Wandfläche $A_{AW}$ : 5.72 qm Fensterfläche $A_W$ : 4.04 qm Decke/Boden gegen kalt $A_D$ : 16.91 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil $f_{AG}$ : 29.9 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.158</b> <b><math>S_{max}</math>: 0.093</b> <b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>	
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.5      Kurzbezeichnung: AwSüdWest      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 4.04 qm      keine Verschattung Orientierung: SW		
Ebene: Dachgeschoß Raum: <b>Arbeiten</b>	Grundfläche $A_G$ : 20.52 qm Wandfläche $A_{AW}$ : 6.67 qm Fensterfläche $A_W$ : 8.05 qm Decke/Boden gegen kalt $A_D$ : 25.65 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil $f_{AG}$ : 39.2 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.208</b> <b><math>S_{max}</math>: 0.097</b> <b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>	
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.5      Kurzbezeichnung: AwSüdWest      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 4.04 qm      keine Verschattung Orientierung: SW		
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.6      Kurzbezeichnung: AwNordwest      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 4.00 qm      keine Verschattung Orientierung: NW		
Ebene: Dachgeschoß Raum: <b>Schlafen FEWO</b>	Grundfläche $A_G$ : 16.37 qm Wandfläche $A_{AW}$ : 8.51 qm Fensterfläche $A_W$ : 6.54 qm Decke/Boden gegen kalt $A_D$ : 20.46 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil $f_{AG}$ : 39.9 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.212</b> <b><math>S_{max}</math>: 0.163</b> <b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>	
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.3      Kurzbezeichnung: AwSüdost      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 2.49 qm      keine Verschattung Orientierung: SO		
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.1      Kurzbezeichnung: AwNordOst      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 4.04 qm      keine Verschattung Orientierung: NO		

Ebene: Dachgeschoß Raum: <b>Kind</b>	Grundfläche AG: 21.66 qm Wandfläche AAW: 7.38 qm Fensterfläche Aw: 8.05 qm Decke/Boden gegen kalt A <sub>D</sub> : 27.08 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil f <sub>AG</sub> : 37.1 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.197</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.146</b>
<b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>		
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.6 Fläche: 4.00 qm Orientierung: NW	Kurzbezeichnung: AwNordwest keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.1 Fläche: 4.04 qm Orientierung: NO	Kurzbezeichnung: AwNordOst keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %

Ebene: Erdgeschoss Raum: <b>Wohnzimmer und Küche</b>	Grundfläche AG: 58.28 qm Wandfläche AAW: 13.73 qm Fensterfläche Aw: 18.50 qm Decke/Boden gegen kalt A <sub>D</sub> : 60.00 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil f <sub>AG</sub> : 31.7 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.168</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.089</b>
<b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>		
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.3 Fläche: 2.49 qm Orientierung: SO	Kurzbezeichnung: AwSüdost keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.5 Fläche: 8.09 qm Orientierung: SW	Kurzbezeichnung: AwSüdWest keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.6 Fläche: 7.92 qm Orientierung: NW	Kurzbezeichnung: AwNordwest keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %

## Dampfdiffusionsnachweis

Bauteil	Fall	Tauw.	Verd.	Rest	Schicht	OK
	R-Type	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>		
10cm BSH-Wand Däm16	A 1	----	----	----	----	OK
Decke z.nicht ausgeb.Dachraum	A 3	----	----	----	----	OK
EG-Decke zum Balkon	B 3	0.179	0.244	----	2/3	OK

## Randbedingungen der Dampfdiffusionsberechnung

R-Type	°C warm	°C kalt	% warm	% kalt	Stunden	°C Dach
Type 1 normale Außenwand						
Tauperiode	20	-10	50	80	1440	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	
Type 3 Dach/Decke gegen Außenluft						
Tauperiode	20	-10	50	80	1440	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	20

## Bauteilverwendung

### Bauteile der Bauteilart: Wand

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 $R_{Si} = 0.13$ $R_{Se} = 0.04$ $R = 5.36$ Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad $\epsilon = 0.80$ Richt. = 37° (in etwa Nord-Ost) Neig = 90° senkrecht 10cm BSH-Wand Däm16 <b>Bez.: AwNordOst</b> Breite 10.00 * 2 * Geschosshöhe 3.005 Erker: 0.725*6.01+0.725*3.23 Balkon: 1.66*2.78	0.18 W/m²K	71.41 m²
"ZERTIFIZIERT" zertifiziertes Fenster 1,1 H x B : 2.14 m x 1.89 m 3 Stück 12.13 m² Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$	1.10 W/m²K	-12.13 m²
"TÜREN" Haustür mit Fenster 2,0 H x B : 2.14 m x 1.10 m 1 Stück 2.35 m² Glas+Ra. : U-Wert = 2.00 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 20 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$	2.00 W/m²K	-2.35 m²
		56.93 m²
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 $R_{Si} = 0.13$ $R_{Se} = 0.04$ $R = 5.36$ Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad $\epsilon = 0.80$ Richt. = 127° (in etwa Süd-Ost) Neig = 90° senkrecht 10cm BSH-Wand Däm16 <b>Bez.: AwSüdost</b> Länge 13.09 * 2 * Geschosshöhe 3.005	0.18 W/m²K	78.67 m²
"ZERTIFIZIERT" zertifiziertes Fenster 1,1 H x B : 1.26 m x 0.99 m 8 Stück 9.98 m² H x B : 1.26 m x 1.09 m 1 Stück 1.37 m² H x B : 1.26 m x 0.51 m 2 Stück 1.29 m² H x B : 2.14 m x 0.51 m 2 Stück 2.18 m² Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$	1.10 W/m²K	-14.82 m²
"TÜREN" Haustür mit Fenster 2,0 H x B : 2.14 m x 1.09 m 1 Stück 2.33 m² Glas+Ra. : U-Wert = 2.00 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 20 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$	2.00 W/m²K	-2.33 m²
		61.52 m²

0756 EFH Herring

12.Feb 2009 19:22:04

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00  $R_{Si} = 0.13$   $R_{Se} = 0.04$   $R = 5.36$

Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha = 0.50$  heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad  $\epsilon = 0.80$

Richt. =  $-143^\circ$  (in etwa Süd-West) Neig =  $90^\circ$  senkrecht

10cm BSH-Wand Däm16

**Bez.: AwSüdWest**

0.18 W/m<sup>2</sup>K

71.41 m<sup>2</sup>

Breite 10.00 \* 2 \* Geschosshöhe 3.005

Erker: 0.725\*6.01+0.725\*3.23

Balkon: 1.66\*2.78

"ZERTIFIZIERT"

zertifiziertes Fenster 1,1

1.10 W/m<sup>2</sup>K

-16.18 m<sup>2</sup>

H x B : 2.14 m x 1.89 m 4 Stück 16.18 m<sup>2</sup>

Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m<sup>2</sup>K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 %

Verschattung:  $F_S=0.900$   $F_F=0.700$   $F_C=1.000$

55.24 m<sup>2</sup>

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00  $R_{Si} = 0.13$   $R_{Se} = 0.04$   $R = 5.36$

Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha = 0.50$  heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad  $\epsilon = 0.80$

Richt. =  $-53^\circ$  (in etwa Nord-West) Neig =  $90^\circ$  senkrecht

10cm BSH-Wand Däm16

**Bez.: AwNordwest**

0.18 W/m<sup>2</sup>K

78.67 m<sup>2</sup>

Länge 13.09 \* 2 \* Geschosshöhe 3.005

"ZERTIFIZIERT"

zertifiziertes Fenster 1,1

1.10 W/m<sup>2</sup>K

-19.92 m<sup>2</sup>

H x B : 2.14 m x 1.87 m 4 Stück 16.01 m<sup>2</sup>

H x B : 2.14 m x 1.83 m 1 Stück 3.92 m<sup>2</sup>

Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m<sup>2</sup>K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 %

Verschattung:  $F_S=0.900$   $F_F=0.700$   $F_C=1.000$

"ZERTIFIZIERT"

zertifiziertes Fenster 1,1

1.10 W/m<sup>2</sup>K

-7.34 m<sup>2</sup>

H x B : 2.55 m x 2.88 m 1 Stück 7.34 m<sup>2</sup>

Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m<sup>2</sup>K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 %

Verschattung:  $F_S=0.900$   $F_F=0.700$   $F_C=1.000$

51.40 m<sup>2</sup>

## Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

Bauteil/Einsatzart

U-Wert

Fläche

Decke gegen Dachgeschoß kalt

Faktor = 0.80  $R_{Si} = 0.10$   $R_{Se} = 0.08$   $R = 6.48$

Richt. =  $-8^\circ$  (in etwa ----) Neig =  $0^\circ$  waagerecht

Decke z.nicht ausgeb.Dachraum

**Bez.: Dach**

0.15 W/m<sup>2</sup>K

138.38 m<sup>2</sup>

Breite 10.00 \* Länge 13.09

Erker: 0.725\*3.72

Balkon: 1.66\*2.88

138.38 m<sup>2</sup>

Dach/Decke gegen Außenluft

Faktor = 1.00  $R_{Si} = 0.10$   $R_{Se} = 0.04$   $R = 5.35$

Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha = 0.80$  dunkle Oberfläche (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad  $\epsilon = 0.80$

Richt. =  $-8^\circ$  (in etwa ----) Neig =  $0^\circ$  waagerecht

EG-Decke zum Balkon

**Bez.: Balkonfubo**

0.18 W/m<sup>2</sup>K

7.48 m<sup>2</sup>

1.66\*2.88+0.725\*3.72

7.48 m<sup>2</sup>

## Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

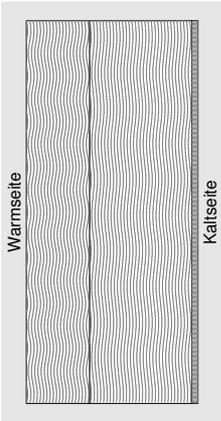
Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. gegen Erdreich Faktor = 0.50 keine Randdämmung B'=0.0 m R <sub>Si</sub> = 0.17 R <sub>Se</sub> = 0.00 R = 3.65 Richt. = -8° (in etwa ----) Neig = 0° waagerecht Fußboden Wohnraum geg.Erdreic Breite 10.00 * Länge 13.09 2*3.72*0.725	<b>Bez.: Grundfläche</b> 0.26 W/m²K	136.29 m²
		136.29 m²

## Volumenberechnung des Gebäudes

Geschosse: Breite 10.00 * Länge 13.09 * Gesamthöhe 6.01	=	786.7 m³
Erker: 3.72*0.725*3.23+3.72*0.725*6.01	=	24.9 m³
Balkon: -1.66*2.88*2.78	=	-13.3 m³
		798.3 m³

## Schichtaufbau der verwendeten Bauteile

10cm BSH-Wand Däm16		225.08 m²	U-Wert = 0.181 W/m²K
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK] R [m²K/W] Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13			
1 Holz (Fichte,Kiefer,Tanne)	D 600.0	100.00	0.130 0.769 40
2 Holzweichfaser 035	110.0	160.00	0.035 4.571 5
3 Leichtputz	D 1300.0	10.00	0.560 0.018 15 / 20
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04			
Bauteildicke = 270.00 mm	Flächengewicht = 90.6 kg/m²		R = 5.36 m²K/W

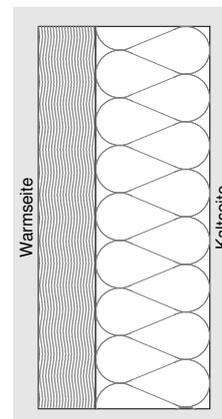


Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile (<100kg/m²):  
 der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 90.6 kg/m²  
 R an der ungünstigsten Stelle : 5.359 m²K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

Decke z.nicht ausgeb.Dachraum	138.38 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.150 W/m <sup>2</sup> K
-------------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10					
1 Fichte,Kiefer,Tanne	600.0	100.00	0.130	0.769	40
2 Mineralwolle 035	D 50.0	200.00	0.035	5.714	1
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.08					
Bauteildicke = 300.00 mm			Flächengewicht = 70.0 kg/m <sup>2</sup>		R = 6.48 m <sup>2</sup> K/W

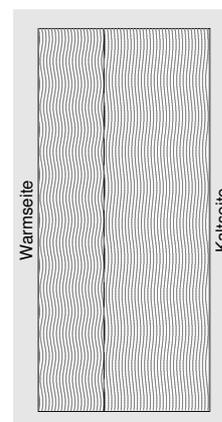


Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):  
 der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 70.0 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 6.484 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m<sup>2</sup>K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

EG-Decke zum Balkon	7.48 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.182 W/m <sup>2</sup> K
---------------------	---------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10					
1 Fichte,Kiefer,Tanne	600.0	100.00	0.130	0.769	40
2 Holzfaserdämmung 035	110.0	160.00	0.035	4.571	5
3 Dachabdichtung	1100.0	0.80	0.170	0.005	50000
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04					
Bauteildicke = 260.80 mm			Flächengewicht = 78.5 kg/m <sup>2</sup>		R = 5.35 m <sup>2</sup> K/W



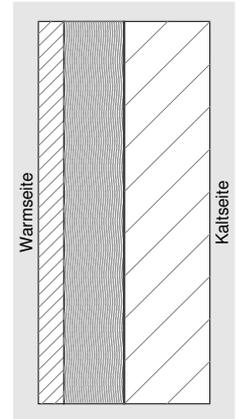
Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):  
 der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 78.5 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 5.345 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m<sup>2</sup>K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

Fußboden Wohnraum geg.Erdreic	136.29 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.262 W/m <sup>2</sup> K
-------------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>si</sub> 0.17					
1 Estrich (Zement)	D 2000.0	60.00	1.400	0.043	15
2 Polyethylenfolie PE 0.2 mm	1100.0	0.20	0.170	0.001	100000
3 Holzfaserdämmung 040	110.0	140.00	0.040	3.500	5
4 Dachbahn 52128 1200	D 1200.0	2.00	0.170	0.012	80000
5 Beton normal DIN 1045	D 2400.0	200.00	2.100	0.095	70 / 150
Luftübergang Kaltseite R <sub>se</sub> 0.00					

Bauteildicke = 402.20 mm      Flächengewicht = 618.0 kg/m<sup>2</sup>      R = 3.65 m<sup>2</sup>K/W



Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile ( $\geq 100\text{kg/m}^2$ ):

Einsatzart : gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. gegen Erdreich  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 618.0 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 3.651 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m<sup>2</sup>K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Gültig bis: 03.02.2019

1

## Gebäude

Gebäudetyp	Neubau Einfamilienhaus	Gebäudefoto (freiwillig)
Adresse	B-Plan: 54/00, Lübsche Burg, 23952 Wismar	
Gebäudeteil	EFH Herring	
Baujahr Gebäude	2007	
Baujahr Anlagentechnik	2007	
Anzahl Wohnungen	1	
Gebäudenutzfläche ( $A_N$ )	255.5 m <sup>2</sup>	
Anlass der Ausstellung des Energieausweises	<input checked="" type="checkbox"/> Neubau <input type="checkbox"/> Vermietung / Verkauf	<input type="checkbox"/> Modernisierung (Änderung / Erweiterung) <input type="checkbox"/> Sonstiges (freiwillig)

## Hinweise zu den Angaben über die energetische Qualität des Gebäudes

Die energetische Qualität eines Gebäudes kann durch die Berechnung des **Energiebedarfs** unter standardisierten Randbedingungen oder durch die Auswertung des **Energieverbrauchs** ermittelt werden. Als Bezugsfläche dient die energetische Gebäudenutzfläche nach der EnEV, die sich in der Regel von den allgemeinen Wohnflächenangaben unterscheidet. Die angegebenen Vergleichswerte sollen überschlägige Vergleiche ermöglichen (**Erläuterungen – siehe Seite 4**).

- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Berechnungen des **Energiebedarfs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 2** dargestellt. Zusätzliche Informationen zum Verbrauch sind freiwillig.
- Der Energieausweis wurde auf der Grundlage von Auswertungen des **Energieverbrauchs** erstellt. Die Ergebnisse sind auf **Seite 3** dargestellt.

Datenerhebung Bedarf/Verbrauch durch  Eigentümer  Aussteller

- Dem Energieausweis sind zusätzliche Informationen zur energetischen Qualität beigefügt (freiwillige Angabe).

## Hinweise zur Verwendung des Energieausweises

Der Energieausweis dient lediglich der Information. Die Angaben im Energieausweis beziehen sich auf das gesamte Wohngebäude oder den oben bezeichneten Gebäudeteil. Der Energieausweis ist lediglich dafür gedacht, einen überschlägigen Vergleich von Gebäuden zu ermöglichen.

Aussteller

Dipl.-Ing. Gerald Senckpiel  
Ingenieurbüro Gerald Senckpiel  
Stavenhagener Straße 4  
17091 Wolde

.....  
Datum

.....  
Unterschrift des Ausstellers

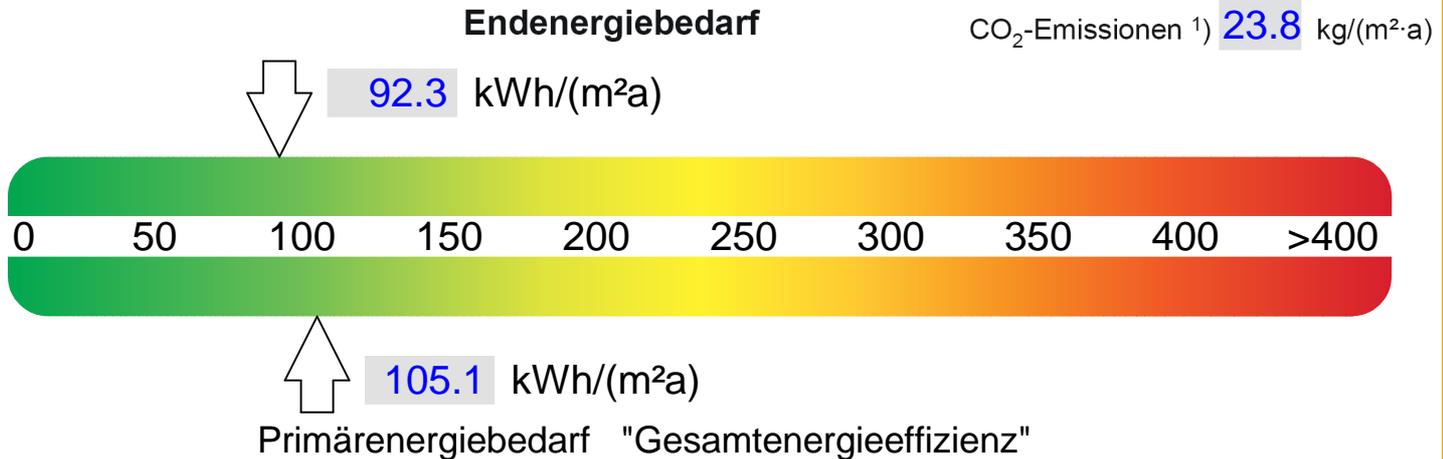
# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

2

### Energiebedarf



### Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 der EnEV <sup>2)</sup>

#### Primärenergiebedarf

Gebäude Ist-Wert **105.1** kWh/(m<sup>2</sup>a)  
 EnEV-Anforderungswert **113.2** kWh/(m<sup>2</sup>a)

#### Energetische Qualität der Gebäudehülle

Gebäude Ist-Wert H<sub>T</sub>' **0.389** W/(m<sup>2</sup>K)  
 EnEV-Anforderungswert H<sub>T</sub>' **0.506** W/(m<sup>2</sup>K)

### Endenergiebedarf „Normverbrauch“

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m <sup>2</sup> a) für			Gesamt in kWh/(m <sup>2</sup> a)
	Heizung	Warmwasser	Hilfsgeräte <sup>3)</sup>	
Erdgas H	64.1	26.0	---	90.0
Strom-Mix	---	---	2.2	2.2
	---	---	---	---

### Sonstige Angaben

#### Einsetzbarkeit alternativer Energieversorgungssysteme

- nach § 5 EnEV vor Baubeginn geprüft

#### Alternative Energieversorgungssysteme werden genutzt für:

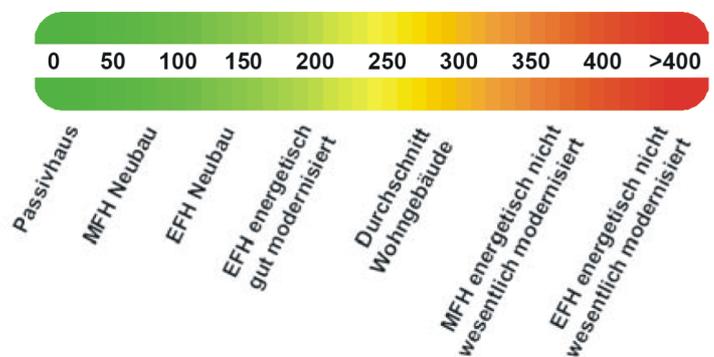
- Heizung  Warmwasser  
 Lüftung  Kühlung

#### Lüftungskonzept

Die Lüftung erfolgt durch:

- Fensterlüftung  Schachtlüftung  
 Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung  
 Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

### Vergleichswerte Endenergiebedarf



4)

### Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das verwendete Berechnungsverfahren ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfs- werte sind spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>N</sub>).

Seite 62 von 88

1) freiwillige Angabe

2) nur in den Fällen des Neubaus und der Modernisierung auszufüllen

3) ggf. einschließlich Kühlung

4) EFH – Einfamilienhäuser, MFH – Mehrfamilienhäuser

# ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

## Erläuterungen

4

### **Energiebedarf – Seite 2**

Der Energiebedarf wird in diesem Energieausweis durch den Jahres-Primärenergiebedarf und den Endenergiebedarf dargestellt. Diese Angaben werden rechnerisch ermittelt. Die angegebenen Werte werden auf der Grundlage der Bauunterlagen bzw. gebäudebezogener Daten und unter Annahme von standardisierten Randbedingungen (z.B. standardisierte Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, standardisierte Innentemperatur und innere Wärmegewinne usw.) berechnet. So lässt sich die energetische Qualität des Gebäudes unabhängig vom Nutzerverhalten und der Wetterlage beurteilen. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

### **Primärenergiebedarf – Seite 2**

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z. B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung. Zusätzlich können die mit dem Energiebedarf verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes freiwillig angegeben werden.

### **Endenergiebedarf – Seite 2**

Der Endenergiebedarf gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierte Innentemperatur, der Warmwasserbedarf und die notwendige Lüftung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

Die Vergleichswerte für den Energiebedarf sind modellhaft ermittelte Werte und sollen Anhaltspunkte für grobe Vergleiche der Werte dieses Gebäudes mit den Vergleichswerten ermöglichen. Es sind ungefähre Bereiche angegeben, in denen die Werte für die einzelnen Vergleichskategorien liegen. Im Einzelfall können diese Werte auch außerhalb der angegebenen Bereiche liegen.

### **Energetische Qualität der Gebäudehülle – Seite 2**

Angegeben ist der spezifische, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogene Transmissionswärmeverlust (Formelzeichen in der EnEV:  $H_T'$ ). Er ist ein Maß für die durchschnittliche energetische Qualität aller wärmeübertragenden Umfassungsflächen (Außenwände, Decken, Fenster etc.) eines Gebäudes. Kleine Werte signalisieren einen guten baulichen Wärmeschutz.

### **Energieverbrauchskennwert – Seite 3**

Der ausgewiesene Energieverbrauchskennwert wird für das Gebäude auf der Basis der Abrechnung von Heiz- und ggf. Warmwasserkosten nach der Heizkostenverordnung und/oder auf Grund anderer geeigneter Verbrauchsdaten ermittelt. Dabei werden die Energieverbrauchsdaten des gesamten Gebäudes und nicht der einzelnen Wohn- oder Nuteinheiten zugrunde gelegt. Über Klimafaktoren wird der erfasste Energieverbrauch für die Heizung hinsichtlich der konkreten örtlichen Wetterdaten auf einen deutschlandweiten Mittelwert umgerechnet. So führen beispielsweise hohe Verbräuche in einem einzelnen harten Winter nicht zu einer schlechteren Beurteilung des Gebäudes. Der Energieverbrauchskennwert gibt Hinweise auf die energetische Qualität des Gebäudes und seiner Heizungsanlage. Kleine Werte signalisieren einen geringen Verbrauch. Ein Rückschluss auf den künftig zu erwartenden Verbrauch ist jedoch nicht möglich; insbesondere können die Verbrauchsdaten einzelner Wohneinheiten stark differieren, weil sie von deren Lage im Gebäude, von der jeweiligen Nutzung und vom individuellen Verhalten abhängen.

### **Gemischt genutzte Gebäude**

Für Energieausweise bei gemischt genutzten Gebäuden enthält die Energieeinsparverordnung besondere Vorgaben. Danach sind - je nach Fallgestaltung - entweder ein gemeinsamer Energieausweis für alle Nutzungen oder zwei getrennte Energieausweise für Wohnungen und die übrigen Nutzungen auszustellen; dies ist auf Seite 1 der Ausweise erkennbar (ggf. Angabe „Gebäudeteil“).

# Energieeinsparnachweis

## nach der Energieeinsparverordnung EnEV 2007

vom 24.07.2007

"normale Innentemperatur"

öffentlich rechtlicher Nachweis

nach dem "Monatsbilanzverfahren" der DIN V 4108-6:2003-06  
und nach der Heizungsanlagenverordnung DIN V 4701-10:2003-08

Projekt Kurzbeschreibung: 0756 EFH Herring

02.Dez 2007

Bauvorhaben : Neubau Einfamilienhaus mit Ferienwohnung

Bearbeiter : Dipl.-Ing. Gerald Senckpiel

Objektstandort

Baujahr 2007

Straße/Hausnr. : B-Plan: 54/00, Lübsche Burg

Plz/Ort : 23952 Wismar

Gemarkung : Wismar Flur: 1

Flurstücknummer: 3000/56

Hauseigentümer/Bauherr

Name/Firma : Andrea und Uwe Herring

Straße/Hausnr. : Am Priestersee 19

Plz/Ort : 23968 Gägelow

Telefon / Fax :

Anmerkungen:

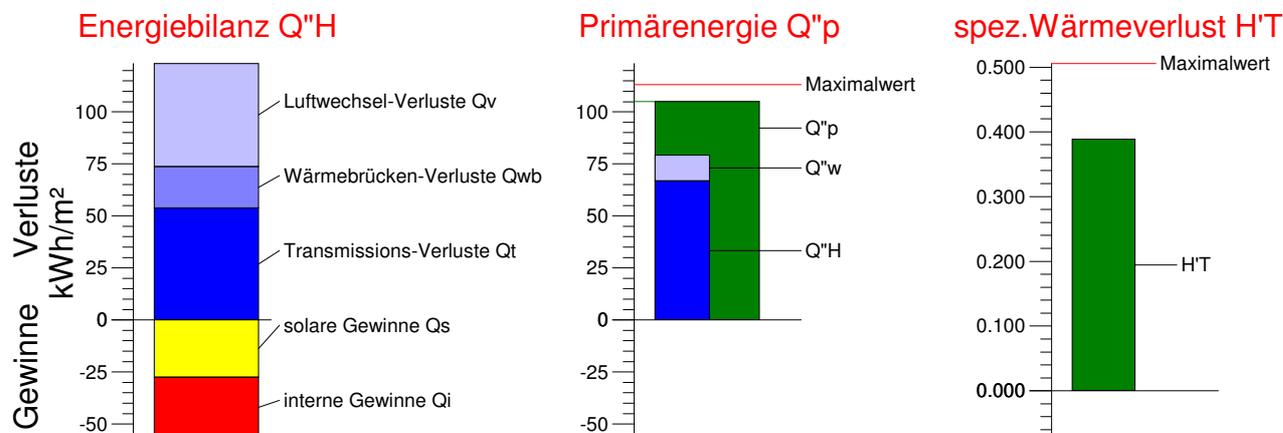
- 1) Das Dachgeschoß wird nicht beheizt.
- 2) Der sommerliche Wärmeschutz für das Gebäude wird nicht erfüllt!!  
Die Fenster und Fenstertüren der kritischen Räume sind mit geeigneten Verschattungseinrichtungen zu versehen, damit die Sonneneinstrahlung im Sommer begrenzt wird.

Name, Anschrift und Funktion des Ausstellers	Datum und Unterschrift, ggf. Stempel/Firmenzeichen
Dipl.-Ing. Gerald Senckpiel Ingenieurbüro Gerald Senckpiel Stavenhagener Straße 4 17091 Wolde	12.Feb 2009

## Tabelle der verwendeten Bauteile

	Bauteil	Bezeich	Ri.	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Fak	Gewinn [kWh/a]	Verlust [kWh/a]	
1	Wand								
1.1	17,5cm KS-Wand Däm16	AwNordOst	NO	56.93	0.202	1.00	44	1010	
1.2	17,5cm KS-Wand Däm16	AwSüdost	SO	61.52	0.202	1.00	114	1091	
1.3	17,5cm KS-Wand Däm16	AwSüdWest	SW	55.24	0.202	1.00	102	980	
1.4	17,5cm KS-Wand Däm16	AwNordwest	NW	51.40	0.202	1.00	39	912	
				<b>225.08</b>	<b>0.202</b>		<b>299</b>	<b>3992</b>	
2	Fenster, Fenstertüren								
2.1	zertifiziertes Fenster 1,1	AwNordOst	NO	12.13	1.100	1.00	g 0.53	897	1171
2.2	Haustür mit Fenster 2,0	AwNordOst	NO	2.35	2.000	1.00	0.20	66	413
2.3	zertifiziertes Fenster 1,1	AwSüdost	SO	14.82	1.100	1.00	0.53	1884	1430
2.4	Haustür mit Fenster 2,0	AwSüdost	SO	2.33	2.000	1.00	0.20	112	409
2.5	zertifiziertes Fenster 1,1	AwSüdWest	SW	16.18	1.100	1.00	0.53	2057	1561
2.6	zertifiziertes Fenster 1,1	AwNordwest	NW	19.92	1.100	1.00	0.53	1472	1922
2.7	zertifiziertes Fenster 1,1	AwNordwest	NW	7.34	1.100	1.00	0.53	543	709
				<b>75.09</b>	<b>1.156</b>		<b>7031</b>	<b>7615</b>	
3	Decke zum Dachge., Dach								
3.1	Decke z.nicht ausgeb.Dachraum	Dach		138.38	0.150	0.80	---	1457	
3.2	EG-Decke zum Balkon	Balkonfubo		7.48	0.182	1.00	30	120	
				<b>145.86</b>	<b>0.123</b>		<b>30</b>	<b>1577</b>	
4	Grundfläche, Kellerdecke								
4.1	Fußboden Wohnraum geg.Erdreich	Grundfläche		136.29	0.262	*0.64	---	2237	
				<b>136.29</b>	<b>0.167</b>		-----	<b>2237</b>	
		Summe:		<b>582.32</b>	<b>0.297</b>		<b>7360</b>	<b>15421</b>	
Jahresprimärenergiebedarf Q <sup>"P</sup> = 105.1 [kWh/m <sup>2</sup> a] Q <sup>"P</sup> max = 113.2 [kWh/m <sup>2</sup> a] spezifischer Transmissionswärmeverlust H <sup>"T</sup> = 0.389 [W/m <sup>2</sup> K] H <sup>"T</sup> max = 0.506 [W/m <sup>2</sup> K]									
* Die Abminderungsfaktoren über das Erdreich wurden monatlich nach DIN EN ISO 13370 berechnet. Der angezeigte Wert ist der temperaturdifferenzgewichtete Wert der Heizperiode									

# E N E R G I E B I L A N Z



nutzbare Gewinne	[kWh/a]	Verluste	[kWh/a]
solare Gewinne $\eta^*Q_s$ :	7031	Transmission $Q_t$ :	15421
interne Gewinne $\eta^*Q_i$ :	7413	Wärmebrücken $Q_{WB}$ :	5108
		Lüftungsverluste $Q_v$ :	12666
		Nachtabsenkung $Q_{NA}$ :	-1374
		solar opake Bauteile $Q_s \text{ opak}$	-329
	14444		31492
==> Jahresheizwärmebedarf $Q_h$ 17048 [kWh/a] + Trinkwassererwärmung $Q_w$ 3193 [kWh/a]			

eine Nachtabschaltung wurde : berücksichtigt  
 Anlagenaufwandszahl  $e_p$  : 1.326  
 Nutzfläche : 255.5m²  
 Gebäudeart : Wohngebäude  
 Jahresheizwärmebedarf  $Q''_h$  : 66.73kWh/m²a

## Endergebnis der EnEV-Berechnung

Jahres-Primärenergiebedarf $Q''_p$ : bezogen auf die Gebäudenutzfläche	105.1 [kWh/m²a]
maximal zulässiger Jahres-Primärenergiebedarf:	113.2 [kWh/m²a]
spezifischer Transmissionswärmeverlust $H'T$ : der Gebäudehüllfläche	0.389 [W/m²K]
maximal zulässiger spezifischer Transmissionswärmeverlust:	0.506 [W/m²K]

die maximal zulässigen Grenzwerte werden eingehalten.

## Randbedingungen

### angewendete Richtlinienvereinfachungen

Nach Richtlinie werden bei pauschalen Fensterflächen alle Gewinne nach Ost/West-Richtung berechnet

### Sommerlicher Wärmeschutz:

**Der sommerliche Wärmeschutz für das Gebäude wird nicht erfüllt!!!!**

Die Fenster und Fenstertüren der kritischen Räume sind mit geeigneten Verschattungseinrichtungen zu versehen, damit die Sonneneinstrahlung im Sommer begrenzt wird.

### Anforderungen an die Dichtheit:

Die Fugendurchlaßkoeffizienten der außenliegenden Fenster und Fenstertüren von beheizten Räumen dürfen den in der Energieeinsparverordnung Anhang 4 Tabelle 1 genannten Wert 2.0 nicht überschreiten. Die Luftdichtheit der Wände, des Daches, des unteren Gebäudeabschlusses, der Anschlüsse und Fugen muss nach den neuesten Regeln der Technik gewährleistet werden (§5 der Energieeinsparverordnung).

### Abminderungsfaktoren $F_x$ über das Erdreich nach DIN EN ISO 13370

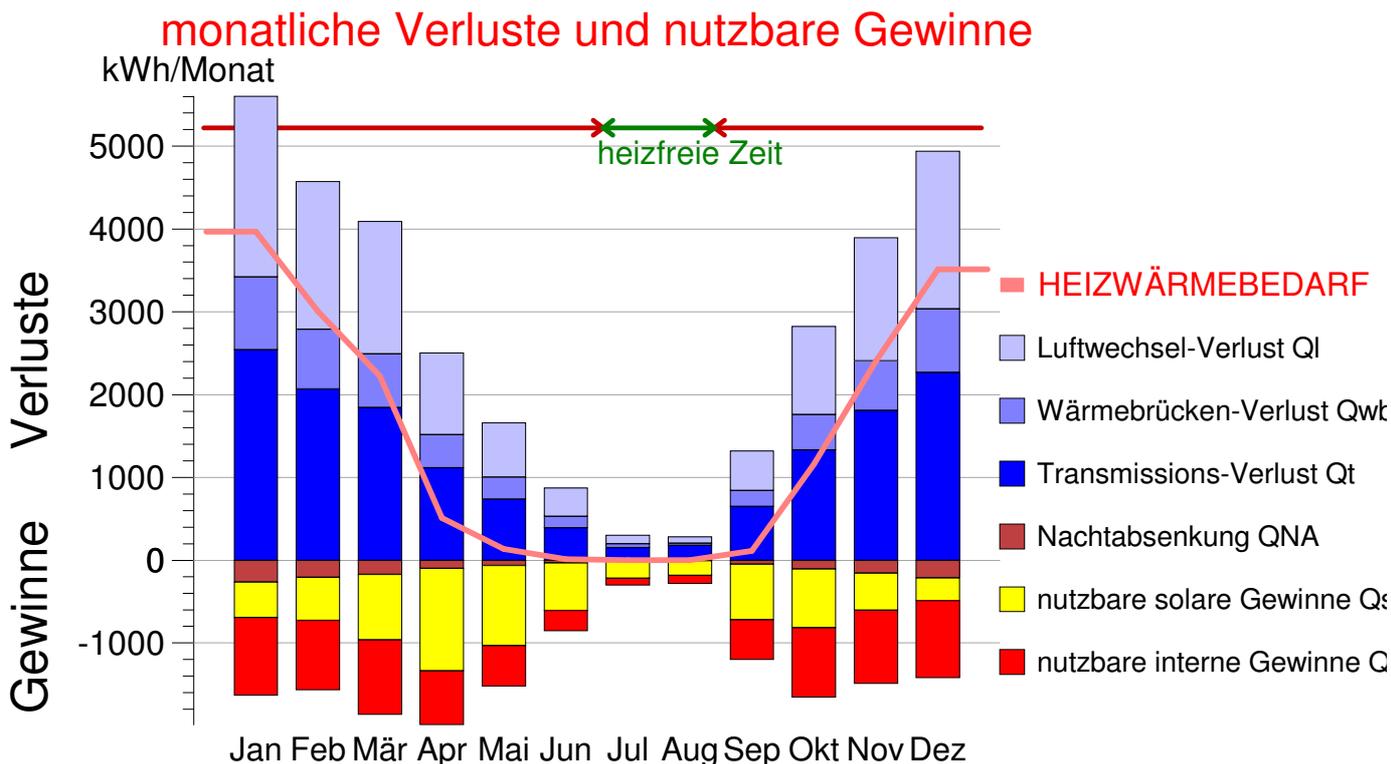
Grundfläche gegen Erdreich ohne Randdämmung														
Ag[m <sup>2</sup> ]	P[m]	B'	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
136.3	46.2	5.9	0.490	0.476	0.481	0.586	0.721	1.202	4.396	7.953	1.558	0.886	0.695	0.586

## Gewinne und Verluste im einzelnen

kWh/Monat	Jan	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	gesamt
Ausnutzgrad $\eta$	0.987	0.978	0.947	0.712	0.514	0.274	0.092	0.105	0.524	0.885	0.968	0.987	
Q Verlust	5339	4370	3921	2406	1596	838	294	276	1273	2718	3739	4724	31492
Q Gewinn	1390	1397	1792	2661	2837	3008	3194	2616	2212	1757	1380	1226	25470
$\eta * Q$ Gewinn	1372	1366	1696	1895	1459	825	294	275	1159	1556	1336	1210	14444
Q <sub>h,M</sub>	3967	3004	2225	511	136	13	0	0	114	1162	2402	3513	17048
Verluste im einzelnen aufgeschlüsselt													
QT	2534	2069	1856	1171	799	459	228	226	682	1340	1803	2254	15421
QS opak	-8	-1	11	54	59	69	75	49	33	9	-6	-16	329
QNA Nachtabs.	263	205	170	97	64	34	11	7	47	105	156	215	1374
QT-QNA-QSopak	2278	1864	1675	1020	676	356	143	170	602	1225	1652	2055	13718
QWB	879	720	646	398	264	138	43	30	193	429	600	767	5108
QL	2181	1786	1601	988	655	343	107	75	478	1064	1487	1902	12666
Gewinne im einzelnen aufgeschlüsselt													
Qs	440	538	841	1742	1887	2088	2244	1666	1292	807	460	275	14280
Qi	950	858	950	920	950	920	950	950	920	950	920	950	11190
Die äquivalente Heizgradtagezahl ermittelt aus dem energetischen Niveau des Gebäudes													
Heiz-Gt	629	515	462	285	189	99	0	0	138	307	429	549	3602

## Volumen und Flächen

Gebäudevolumen $V_e$	:	798.3 m <sup>3</sup>
Gebäudehüllfläche $A$	:	582.3 m <sup>2</sup>
$A/V_e$	:	0.729 1/m
Außenwandfläche $A_{AW}$	:	232.6 m <sup>2</sup>
Fensterfläche $A_w$	:	75.1 m <sup>2</sup>
Fensterflächenanteil $f$	:	24.4 % (max $H_T'$ berechnet nach Spalte 5)



### allgemeine Projektdaten

Temperatur Warmseite  $\vartheta_i$  : 19°C (normale Innenraumtemperatur  $\geq 19$  °C nach Anhang 1 der EnEV)  
 Gebäudeart : Wohngebäude  
 Warmwasseraufbereitung : zentral  
 Bauart : ein Leichtbau  
 das Gebäude ist : ein Neubau  
 das Gebäude ist um : -8.0° aus der Nord-Süd-Richtung gedreht.

### Luftvolumenberechnung

Gebäudeart : es handelt sich um ein Gebäude mit bis zu drei Vollgeschossen und nicht mehr als zwei Wohnungen oder um ein Ein- oder Zweifamilienhaus bis zu 2 Vollgeschossen und nicht mehr als 3 Wohneinheiten

Gebäudevolumen  $V_e$  : 798.3 m<sup>3</sup>  
 Luftvolumen : 606.7 m<sup>3</sup>      0,76 \* Gebäudevolumen

### Nutzflächenberechnung

Gebäudehöhe : 6.00 m  
 Geschoßanzahl : 2  
 Gebäudegrundfläche : 136.3 m<sup>2</sup>  
 Grundflächenumfang : 46.2 m  
 Gebäudenutzfläche : 255.5 m<sup>2</sup>      0.32 \* Gebäudevolumen

### interne Wärmegewinne pauschaler Ansatz

in Wohngebäuden      24h/Tag      5W/m<sup>2</sup>      120 Wh/m<sup>2</sup> pro Tag  
 bei einer Nutzfläche von      255 m<sup>2</sup>      ==>      31 kWh/Tag

$Q_i =$ 11190 kWh/a      [ 920 kWh/Monat ] davon nutzbare Wärmegewinne $Q_{i=}$ 7413 kWh/a
---

## Wärmebrücken pauschal ohne weiteren Nachweis

Bei der Berechnung des Verlustes durch die Wärmebrücken wurde bei jedem verwendeten Bauteil ein Aufschlag auf den U-Wert von 0,1 W/m<sup>2</sup>K, berücksichtigt.  
Dabei wurden 0.0 m<sup>2</sup> Oberfläche ausgenommen (z.B.Vorhangfassade).

ursprünglicher mittlerer U-Wert 0.289 W/m<sup>2</sup>K [Abminderungsfaktoren sind berücksichtigt]  
neuer mittlere U-Wert 0.389 W/m<sup>2</sup>K  
Transmissionsverlust erhöht sich um 34.63 %

Q<sub>wb</sub> = 5108 kWh/a

## Luftwechsel

Lüftungsverluste Q<sub>v</sub> 12666 kWh/a

Luftvolumen: 606.7 m<sup>3</sup>  
Luftwechselrate: 0.70 h<sup>-1</sup>  
Art der Lüftung: freie Lüftung

Das Gebäude wird nach den Regeln der Technik gebaut und nachträglich nicht dichtheitsgeprüft.

Luftwechselverluste in kWh

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
2181	1786	1601	988	655	343	107	75	478	1064	1487	1902

## Klimaort

Es wurden Solar- und Klimadaten vom "mittleren Standort Deutschland " verwendet.

Solar-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland  
Temperatur-Referenzort: mittlerer Standort Deutschland

## monatliches Temperaturmittel

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
-1.3	0.6	4.1	9.5	12.9	15.7	18.0	18.3	14.4	9.1	4.7	1.3

## monatliche Strahlungsintensität

Strahlungsintensitäten die für die Berechnung benötigten Richtungen und Neigungen in W/m <sup>2</sup>													
Richtung	Neig.	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
waagrecht	0°	33	52	82	190	211	256	255	179	135	75	39	22
Süd-Ost	90°	44	52	70	140	132	146	153	120	109	69	44	26
Süd-West	90°	44	52	70	140	132	146	153	120	109	69	44	26
Nord-West	90°	14	25	38	89	105	124	128	90	62	35	18	10
Nord-Ost	90°	14	25	38	89	105	124	128	90	62	35	18	10

## Ausnutzungsgrad der Gewinne

Für die Berechnung des Ausnutzungsgrades  $\eta$  solarer und interner Wärmegewinne wurde der vereinfachte Ansatz verwendet.

die Bauart ist:	ein Leichtbau
Speicherfähigkeit:	15.00 Wh/m <sup>3</sup> K
Volumen:	798 m <sup>3</sup>
C <sub>wirk</sub> :	11975 Wh/K
spezifischer Wärmeverlust H:	371 W/K

## monatliche Ausnutzungsgrade

Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
0.987	0.978	0.947	0.712	0.514	0.274	0.092	0.105	0.524	0.885	0.968	0.987

## Warmwasser

Warmwasser pauschal (12,5KWh/m<sup>2</sup>a)

Energiebedarf für die Warmwasseraufbereitung Q <sub>w</sub> 3193 kWh/a
--

## maximaler Wärmebedarf der Heizungsanlage

maximale Temperaturdifferenz

Warmseitentemperatur	:	20.0 °C	
Kaltseitentemperatur	:	-12.0 °C	(Abminderung z.B. Keller oder
Temperaturdifferenz	:	32.0 °K	Erdreich ist berücksichtigt)

Wärmeverlust durch die Gebäudeoberfläche

spezifischer Wärmeverlust H <sub>T</sub>	:	0.389 [W/m <sup>2</sup> K]	
Gebäudeoberfläche	:	582.3 [m <sup>2</sup> ]	7.24 kW

Wärmeverlust durch den Luftwechsel

Luftwechselverlust	:	144.4 [W/K]	4.62 kW
ausreichend für	:	12 Personen	

maximale Heizleistung: 11.86 kW

## Begrenzung der Leitungsverluste

Die Wärmeabgabe der Wärme- und Warmwasserverteilungsleitungen ist gem. § 12 Abs.5 i.V.m.Anhang 5 EnEV wie folgt zu begrenzen:

Zeile	Art der der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m <sup>2</sup> .K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 34 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Leitungen von Zentralheizungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach Inkrafttreten dieser Verordnung in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden.	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm

# Anlagenbewertung nach DIN 4701 Teil 10

## für ein Gebäude mit normalen Innentemperaturen

Bezeichnung des Gebäudes: 0756 EFH Herring Ort: 23952 Wismar Gemarkung: Wismar	Flur: 1  Straße/Nr.: B-Plan: 54/00, Lübsche Burg Flurstücknummer: 3000/56
--	--

### I. Eingaben

$A_N =$  
     
  $t_{HP} =$

#### Trinkwasser- Erwärmung

#### Heizung

#### Lüftung

absoluter Bedarf	$Q_{TW} =$	3193.4 kWh/a	$Q_h =$	17048.0 kWh/a
------------------	------------	--------------	---------	---------------

bezogener Bedarf	$q_{TW} =$	12.50 kWh/m²a	$q_h =$	66.73 kWh/m²a
------------------	------------	---------------	---------	---------------

### II. Systembeschreibung

Details siehe Trinkwasser- Heizungs- und Lüftungsbeschreibung

### III. Ergebnisse

Deckung von $Q_h$	$q_{h,TW} =$	4.86 kWh/m²a	$q_{h,H} =$	61.88 kWh/m²a	$q_{h,L} =$	0.00 kWh/m²a
-------------------	--------------	--------------	-------------	---------------	-------------	--------------

$\Sigma$ Wärme	$Q_{TW,E} =$	6634.1 kWh/a	$Q_{H,E} =$	16363.2 kWh/a	$Q_{L,E} =$	0.0 kWh/a
$\Sigma$ Hilfsenergie		207.5 kWh/a		365.1 kWh/a		0.0 kWh/a

$\Sigma$ Primärenergie	$Q_{TW,P} =$	7857.9 kWh/a	$Q_{H,P} =$	18985.3 kWh/a	$Q_{L,P} =$	0.0 kWh/a
------------------------	--------------	--------------	-------------	---------------	-------------	-----------

<b>Endenergie</b>	$Q_E =$	<b>22997 kWh/a</b>	$\Sigma$ Wärme
		<b>573 kWh/a</b>	$\Sigma$ Hilfsenergie

**Primärenergie**

**QP =**

**26843 kWh/a**

$\Sigma$  Primärenergie

**Anlagenaufwandzahl**

**eP =**

**1.326**

<b>TRINKWASSERERWÄRMUNG nach DIN 4701 TEIL 10</b>			
Bereich 1:	Anteil 100.0 %	Nutzfläche 255.5 m <sup>2</sup>	
	Wärmeverlust	Hilfsenergie	Heizwärmegutschriften

Verlust aus EnEV:  $q_{TW} = 12.50 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Übergabe:  $q_{TW,ce} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{TW,ce,HE} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{h,TW,ce} = 0.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Verteilung:  $q_{TW,d} = 8.15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{TW,d,HE} = 0.57 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{h,TW,d} = 3.68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Verteilungsart: gebäudezentrale Trinkwasseraufbereitung mit Zirkulation  
 Verteilung des Trinkwassers innerhalb thermischer Hülle  
 die Stichelungen werden nicht von einer gemeinsamen Installationswand in benachbarte Räume geführt

Speicherung:  $q_{TW,s} = 2.66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{TW,s,HE} = 0.06 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{h,TW,s} = 1.18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Speicherart: indirekt beheizter Speicher (z.B. durch die Gebäudeheizanlage)  
 der Speicher steht innerhalb der thermischen Hülle

Wärmeerzeuger:  $\Sigma = 23.30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$      $q_{TW,g,HE} = 0.19 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeerzeugerart: Brennwertkessel"verbessert" (BDH-Produktkennwerte)  
 Energieträgerart: Erdgas H

Deckungsanteil	$\alpha_{TW,g} :$	100.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_{TW,g} :$	1.114
Endenergie Erzeuger	$q_{TW,E} :$	25.97 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_{p,i} :$	1.10
Primärenergie Erzeuger	$q_{TW,P} :$	28.57 kWh/m <sup>2</sup> a

Hilfsenergie:  $\Sigma q_{TW,HE,E} = 0.81 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	2.70
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{TW,HE,P} :$	2.19 kWh/m <sup>2</sup> a

**Endergebnis** Heizwärmegutschrift pro m<sup>2</sup>:  $q_{h,TW} = 4.86 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,E} :$	25.97 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,HE,E} :$	0.81 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	$q_{TW,P} :$	30.76 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeendenergie	$Q_{TW,E} :$	6634.1 kWh/a
Hilfsendenergie	$Q_{TW,E} :$	207.5 kWh/a
Primärenergie	$Q_{TW,P} :$	7857.9 kWh/a

## HEIZUNG nach DIN 4701 TEIL 10

Bereich 1: Anteil 100.0 % Nutzfläche 255.5 m<sup>2</sup>

**Wärmeverlust**

**Hilfsenergie**

Heizwärmebedarf  $q_h =$  66.73 kWh/m<sup>2</sup>a

Heizwärmegutschriften  $q_{h,TW} =$  4.86 kWh/m<sup>2</sup>a vom Trinkwasser

Heizwärmegutschriften  $q_{h,L} =$  0.00 kWh/m<sup>2</sup>a durch die Lüftungsanlage

Übergabe:  $q_{c,e} =$  3.30 kWh/m<sup>2</sup>a  $q_{ce,HE} =$  0.00 kWh/m<sup>2</sup>a

Übergabeart: Wasserheizung: freie Heizflächen, Thermostatregelventile, Auslegungsproportionalbereich 2°K  
Anordnung der Heizelemente überwiegend im Außenwandbereich  
Übergabe erfolgt ohne zusätzliche Luftumwälzung z.B. durch einen Ventilator

Verteilung:  $q_d =$  1.54 kWh/m<sup>2</sup>a  $q_{d,HE} =$  0.90 kWh/m<sup>2</sup>a

Verteilungsart: Heizkreistemperatur 55/45°C  
die horizontale Verteilung der Wärme erfolgt innerhalb der thermischen Hülle  
Verteilungsstränge (vertikal) befinden sich innerhalb der thermischen Hülle  
für die Verteilung der Heizungswärme wird eine geregelte Pumpe eingesetzt

Speicherung:  $q_s =$  0.00 kWh/m<sup>2</sup>a  $q_{s,HE} =$  0.00 kWh/m<sup>2</sup>a

Speicherart: keine Speicherung

Wärmeerzeuger:  $\Sigma =$  66.72 kWh/m<sup>2</sup>a  $q_{g,HE} =$  0.52 kWh/m<sup>2</sup>a

Wärmeerzeugerart: Brennwertkessel"verbessert" (BDH-Produktkennwerte)  
Energieträgerart: Erdgas H

Deckungsanteil	$\alpha_{H,g} :$	100.0 %
Aufwandzahl Erzeuger	$e_g :$	0.960
Endenergie Erzeuger	$q_E :$	64.05 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiefaktor Erzeuger	$f_p :$	1.10
Primärenergie Erzeuger	$q_P :$	70.46 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeerzeuger, der raumluftunabhängig betrieben werden kann, befindet sich innerhalb der thermischen Hülle

Hilfsenergie:  $\Sigma q_{HE,E} =$  1.43 kWh/m<sup>2</sup>a

Primärenergiefaktor Hilfsenergie	$f_{p,H} :$	2.70
Primärenergie Hilfsenergie	$q_{HE,P} :$	3.86 kWh/m <sup>2</sup> a

**Endergebnis**

Wärmeendenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,E</sub> :	64.05 kWh/m <sup>2</sup> a
Hilfsendenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,HE,E</sub> :	1.43 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergie pro m <sup>2</sup>	q <sub>H,HE,P</sub> :	74.32 kWh/m <sup>2</sup> a

Wärmeendenergie	Q <sub>H,E</sub> :	16363.2 kWh/a
Hilfsendenergie	Q <sub>H,E</sub> :	365.1 kWh/a
Primärenergie	Q <sub>H,P</sub> :	18985.3 kWh/a

## Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 2003-07

Solarzone : sommerkühl (Grenzwert Innentemperatur 25 °C) S<sub>x</sub>=+0.040  
 erhöhte Nachtlüftung : während der zweiten Nachthälfte ist möglich (n >= 1,5 1/h) S<sub>x</sub>=+0.020  
 Bauart: leicht S<sub>x</sub>=+0.060

Ebene: Dachgeschoß Raum: <b>Schlafen</b>	Grundfläche A <sub>G</sub> : 13.53 qm Wandfläche A <sub>AW</sub> : 5.72 qm Fensterfläche A <sub>w</sub> : 4.04 qm Decke/Boden gegen kalt A <sub>D</sub> : 16.91 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil f <sub>AG</sub> : 29.9 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.158</b> <b>S<sub>max</sub>: 0.093</b> <b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>	
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.5      Kurzbezeichnung: AwSüdWest      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 4.04 qm      keine Verschattung Orientierung: SW		

Ebene: Dachgeschoß Raum: <b>Arbeiten</b>	Grundfläche A <sub>G</sub> : 20.52 qm Wandfläche A <sub>AW</sub> : 6.67 qm Fensterfläche A <sub>w</sub> : 8.05 qm Decke/Boden gegen kalt A <sub>D</sub> : 25.65 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil f <sub>AG</sub> : 39.2 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.208</b> <b>S<sub>max</sub>: 0.097</b> <b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>	
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.5      Kurzbezeichnung: AwSüdWest      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 4.04 qm      keine Verschattung Orientierung: SW		
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.6      Kurzbezeichnung: AwNordwest      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 4.00 qm      keine Verschattung Orientierung: NW		

Ebene: Dachgeschoß Raum: <b>Schlafen FEWO</b>	Grundfläche A <sub>G</sub> : 16.37 qm Wandfläche A <sub>AW</sub> : 8.51 qm Fensterfläche A <sub>w</sub> : 6.54 qm Decke/Boden gegen kalt A <sub>D</sub> : 20.46 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil f <sub>AG</sub> : 39.9 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.212</b> <b>S<sub>max</sub>: 0.163</b> <b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>	
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.3      Kurzbezeichnung: AwSüdost      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 2.49 qm      keine Verschattung Orientierung: SO		
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1 BauteilNr: 2.1      Kurzbezeichnung: AwNordOst      Energiedurchlassgrad: 53.00 % Fläche: 4.04 qm      keine Verschattung Orientierung: NO		

Ebene: Dachgeschoß Raum: <b>Kind</b>	Grundfläche AG: 21.66 qm Wandfläche AAW: 7.38 qm Fensterfläche Aw: 8.05 qm Decke/Boden gegen kalt A <sub>D</sub> : 27.08 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil f <sub>AG</sub> : 37.1 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.197</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.146</b>
<b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>		
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.6 Fläche: 4.00 qm Orientierung: NW	Kurzbezeichnung: AwNordwest keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.1 Fläche: 4.04 qm Orientierung: NO	Kurzbezeichnung: AwNordOst keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %

Ebene: Erdgeschoss Raum: <b>Wohnzimmer und Küche</b>	Grundfläche AG: 58.28 qm Wandfläche AAW: 13.73 qm Fensterfläche Aw: 18.50 qm Decke/Boden gegen kalt A <sub>D</sub> : 60.00 qm Überprüfung ab 10.0 % erforderlich.	
Fensterflächenanteil f <sub>AG</sub> : 31.7 %	<b>Sonneneintragskennwert S: 0.168</b>	<b>S<sub>max</sub>: 0.089</b>
<b>Anforderung ist nicht erfüllt</b>		
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.3 Fläche: 2.49 qm Orientierung: SO	Kurzbezeichnung: AwSüdost keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.5 Fläche: 8.09 qm Orientierung: SW	Kurzbezeichnung: AwSüdWest keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %
Fenster: "ZERTIFIZIERT" -- zertifiziertes Fenster 1,1		
BauteilNr: 2.6 Fläche: 7.92 qm Orientierung: NW	Kurzbezeichnung: AwNordwest keine Verschattung	Energiedurchlassgrad: 53.00 %

## Dampfdiffusionsnachweis

Bauteil	Fall	Tauw.	Verd.	Rest	Schicht	OK
	R-Type	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>		
17,5cm KS-Wand Däm16	B 1	0.213	3.384	-----	3/4	OK
Decke z.nicht ausgeb.Dachraum	A 3	-----	-----	-----	-----	OK
EG-Decke zum Balkon	B 3	0.179	0.244	-----	2/3	OK

## Randbedingungen der Dampfdiffusionsberechnung

R-Type	°C warm	°C kalt	% warm	% kalt	Stunden	°C Dach
Type 1 normale Außenwand						
Tauperiode	20	-10	50	80	1440	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	
Type 3 Dach/Decke gegen Außenluft						
Tauperiode	20	-10	50	80	1440	
Verdunstungsperiode	12	12	70	70	2160	20

## Bauteilverwendung

### Bauteile der Bauteilart: Wand

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 $R_{Si} = 0.13$ $R_{Se} = 0.04$ $R = 4.78$ Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad $\epsilon = 0.80$ Richt. = 37° (in etwa Nord-Ost) Neig = 90° senkrecht 17,5cm KS-Wand Däm16 <span style="float: right;"><b>Bez.: AwNordOst</b></span> Breite 10.00 * 2 * Geschosshöhe 3.005 <span style="float: right;">0.20 W/m²K</span> Erker: 0.725*6.01+0.725*3.23 <span style="float: right;">71.41 m²</span> Balkon: 1.66*2.78		
"ZERTIFIZIERT" zertifiziertes Fenster 1,1 <span style="float: right;">1.10 W/m²K</span> H x B : 2.14 m x 1.89 m 3 Stück 12.13 m² <span style="float: right;">-12.13 m²</span> Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$		
"TÜREN" Haustür mit Fenster 2,0 <span style="float: right;">2.00 W/m²K</span> H x B : 2.14 m x 1.10 m 1 Stück 2.35 m² <span style="float: right;">-2.35 m²</span> Glas+Ra. : U-Wert = 2.00 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 20 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$		
		56.93 m²
normale Außenwand beheizter Räume Faktor = 1.00 $R_{Si} = 0.13$ $R_{Se} = 0.04$ $R = 4.78$ Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha = 0.50$ heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad $\epsilon = 0.80$ Richt. = 127° (in etwa Süd-Ost) Neig = 90° senkrecht 17,5cm KS-Wand Däm16 <span style="float: right;"><b>Bez.: AwSüdost</b></span> Länge 13.09 * 2 * Geschosshöhe 3.005 <span style="float: right;">0.20 W/m²K</span> 78.67 m² <span style="float: right;">78.67 m²</span>		
"ZERTIFIZIERT" zertifiziertes Fenster 1,1 <span style="float: right;">1.10 W/m²K</span> H x B : 1.26 m x 0.99 m 8 Stück 9.98 m² <span style="float: right;">-14.82 m²</span> H x B : 1.26 m x 1.09 m 1 Stück 1.37 m² H x B : 1.26 m x 0.51 m 2 Stück 1.29 m² H x B : 2.14 m x 0.51 m 2 Stück 2.18 m² Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$		
"TÜREN" Haustür mit Fenster 2,0 <span style="float: right;">2.00 W/m²K</span> H x B : 2.14 m x 1.09 m 1 Stück 2.33 m² <span style="float: right;">-2.33 m²</span> Glas+Ra. : U-Wert = 2.00 W/m²K (Herstellerangabe) g-Wert = 20 % Verschattung: $F_S=0.900$ $F_F=0.700$ $F_C=1.000$		
		61.52 m²

0756 EFH Herring

12.Feb 2009 19:27:10

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00  $R_{Si} = 0.13$   $R_{Se} = 0.04$   $R = 4.78$

Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha = 0.50$  heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad  $\epsilon = 0.80$

Richt. =  $-143^\circ$  (in etwa Süd-West) Neig =  $90^\circ$  senkrecht

17,5cm KS-Wand Däm16

**Bez.: AwSüdWest**

0.20 W/m<sup>2</sup>K

71.41 m<sup>2</sup>

Breite 10.00 \* 2 \* Geschosshöhe 3.005

Erker: 0.725\*6.01+0.725\*3.23

Balkon: 1.66\*2.78

"ZERTIFIZIERT"

zertifiziertes Fenster 1,1

1.10 W/m<sup>2</sup>K

-16.18 m<sup>2</sup>

H x B : 2.14 m x 1.89 m 4 Stück 16.18 m<sup>2</sup>

Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m<sup>2</sup>K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 %

Verschattung:  $F_S=0.900$   $F_F=0.700$   $F_C=1.000$

55.24 m<sup>2</sup>

normale Außenwand beheizter Räume

Faktor = 1.00  $R_{Si} = 0.13$   $R_{Se} = 0.04$   $R = 4.78$

Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha = 0.50$  heller Anstrich (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad  $\epsilon = 0.80$

Richt. =  $-53^\circ$  (in etwa Nord-West) Neig =  $90^\circ$  senkrecht

17,5cm KS-Wand Däm16

**Bez.: AwNordwest**

0.20 W/m<sup>2</sup>K

78.67 m<sup>2</sup>

Länge 13.09 \* 2 \* Geschosshöhe 3.005

"ZERTIFIZIERT"

zertifiziertes Fenster 1,1

1.10 W/m<sup>2</sup>K

-19.92 m<sup>2</sup>

H x B : 2.14 m x 1.87 m 4 Stück 16.01 m<sup>2</sup>

H x B : 2.14 m x 1.83 m 1 Stück 3.92 m<sup>2</sup>

Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m<sup>2</sup>K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 %

Verschattung:  $F_S=0.900$   $F_F=0.700$   $F_C=1.000$

"ZERTIFIZIERT"

zertifiziertes Fenster 1,1

1.10 W/m<sup>2</sup>K

-7.34 m<sup>2</sup>

H x B : 2.55 m x 2.88 m 1 Stück 7.34 m<sup>2</sup>

Glas+Ra. : U-Wert = 1.10 W/m<sup>2</sup>K (Herstellerangabe) g-Wert = 53 %

Verschattung:  $F_S=0.900$   $F_F=0.700$   $F_C=1.000$

51.40 m<sup>2</sup>

## Bauteile der Bauteilart: Decke zum Dachge., Dach

Bauteil/Einsatzart

U-Wert

Fläche

Decke gegen Dachgeschoß kalt

Faktor = 0.80  $R_{Si} = 0.10$   $R_{Se} = 0.08$   $R = 6.48$

Richt. =  $-8^\circ$  (in etwa ----) Neig =  $0^\circ$  waagerecht

Decke z.nicht ausgeb.Dachraum

**Bez.: Dach**

0.15 W/m<sup>2</sup>K

138.38 m<sup>2</sup>

Breite 10.00 \* Länge 13.09

Erker: 0.725\*3.72

Balkon: 1.66\*2.88

138.38 m<sup>2</sup>

Dach/Decke gegen Außenluft

Faktor = 1.00  $R_{Si} = 0.10$   $R_{Se} = 0.04$   $R = 5.35$

Strahlungsabsorptionsgrad  $\alpha = 0.80$  dunkle Oberfläche (öffentlich rechtlich) Emissionsgrad  $\epsilon = 0.80$

Richt. =  $-8^\circ$  (in etwa ----) Neig =  $0^\circ$  waagerecht

EG-Decke zum Balkon

**Bez.: Balkonfubo**

0.18 W/m<sup>2</sup>K

7.48 m<sup>2</sup>

1.66\*2.88+0.725\*3.72

7.48 m<sup>2</sup>

## Bauteile der Bauteilart: Grundfläche, Kellerdecke

Bauteil/Einsatzart	U-Wert	Fläche
gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. gegen Erdreich Faktor = 0.50 keine Randdämmung B'=0.0 m R <sub>Si</sub> = 0.17 R <sub>Se</sub> = 0.00 R = 3.65 Richt. = -8° (in etwa ----) Neig = 0° waagrecht Fußboden Wohnraum geg.Erdreic Breite 10.00 * Länge 13.09 2*3.72*0.725	<b>Bez.: Grundfläche</b> 0.26 W/m²K	136.29 m²
		136.29 m²

## Volumenberechnung des Gebäudes

Geschosse: Breite 10.00 * Länge 13.09 * Gesamthöhe 6.01	=	786.7 m³
Erker: 3.72*0.725*3.23+3.72*0.725*6.01	=	24.9 m³
Balkon: -1.66*2.88*2.78	=	-13.3 m³
		798.3 m³

## Schichtaufbau der verwendeten Bauteile

17,5cm KS-Wand Däm16		225.08 m²	U-Wert = 0.202 W/m²K			
Material	Dichte [kg/m³]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m²K/W]	Diff. - Wid.	
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.13						
1 Gipsputz	D 1200.0	5.00	0.550	0.009	10	
2 Kalksandstein DIN 106	D 1800.0	175.00	0.990	0.177	5 / 25	
3 Holzweichfaserdämmung 035	110.0	160.00	0.035	4.571	5	
4 Leichtputz	D 1300.0	10.00	0.560	0.018	15 / 20	
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04						
Bauteildicke = 350.00 mm	Flächengewicht = 351.6 kg/m²		R = 4.78 m²K/W			

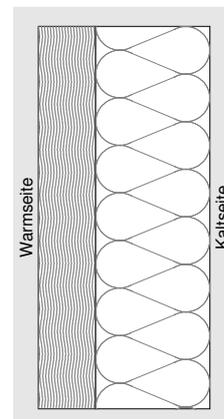
Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile (>=100kg/m²):

Einsatzart : normale Außenwand beheizter Räume		
zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht	: 351.6	kg/m²
R an der ungünstigsten Stelle	: 4.775	m²K/W
Grenzwert (Mindestwert) für R	: 1.200	m²K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

Decke z.nicht ausgeb.Dachraum	138.38 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.150 W/m <sup>2</sup> K
-------------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10					
1 Fichte,Kiefer,Tanne	600.0	100.00	0.130	0.769	40
2 Mineralwolle 035	D 50.0	200.00	0.035	5.714	1
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.08					
Bauteildicke = 300.00 mm			Flächengewicht = 70.0 kg/m <sup>2</sup>		R = 6.48 m <sup>2</sup> K/W

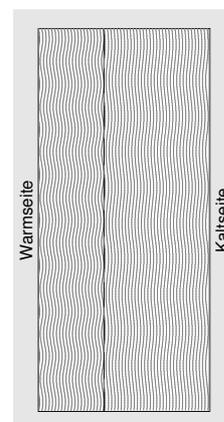


Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):  
 der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 70.0 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 6.484 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m<sup>2</sup>K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

EG-Decke zum Balkon	7.48 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.182 W/m <sup>2</sup> K
---------------------	---------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	λ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>Si</sub> 0.10					
1 Fichte,Kiefer,Tanne	600.0	100.00	0.130	0.769	40
2 Holzfaserdämmung 035	110.0	160.00	0.035	4.571	5
3 Dachabdichtung	1100.0	0.80	0.170	0.005	50000
Luftübergang Kaltseite R <sub>Se</sub> 0.04					
Bauteildicke = 260.80 mm			Flächengewicht = 78.5 kg/m <sup>2</sup>		R = 5.35 m <sup>2</sup> K/W



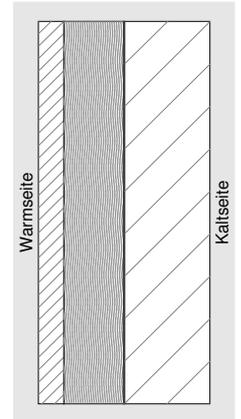
Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 leichte Bauteile (<100kg/m<sup>2</sup>):  
 der Wärmedurchlasswiderstand des gesamten Bauteils wurde zur Überprüfung verwendet  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 78.5 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 5.345 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 1.750 m<sup>2</sup>K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

Fußboden Wohnraum geg.Erdreic	136.29 m <sup>2</sup>	U-Wert = 0.262 W/m <sup>2</sup> K
-------------------------------	-----------------------	-----------------------------------

Material	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Dicke s [mm]	$\lambda$ [W/mK]	R [m <sup>2</sup> K/W]	Diff. - Wid.
Luftübergang Warmseite R <sub>si</sub> 0.17					
1 Estrich (Zement)	D 2000.0	60.00	1.400	0.043	15
2 Polyethylenfolie PE 0.2 mm	1100.0	0.20	0.170	0.001	100000
3 Holzfaserdämmung 040	110.0	140.00	0.040	3.500	5
4 Dachbahn 52128 1200	D 1200.0	2.00	0.170	0.012	80000
5 Beton normal DIN 1045	D 2400.0	200.00	2.100	0.095	70 / 150
Luftübergang Kaltseite R <sub>se</sub> 0.00					

Bauteildicke = 402.20 mm      Flächengewicht = 618.0 kg/m<sup>2</sup>      R = 3.65 m<sup>2</sup>K/W

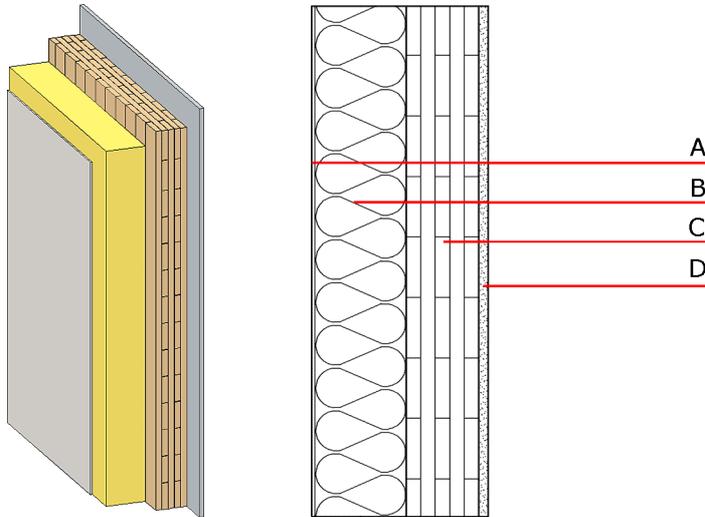


Überprüfung des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2:2003-7 Tabelle 3, normale Bauteile ( $\geq 100\text{kg/m}^2$ ):

Einsatzart : gedämmte Fußböden beheizter Aufenthaltsr. gegen Erdreich  
 zur Berechnung herangezogenes Flächengewicht : 618.0 kg/m<sup>2</sup>  
 R an der ungünstigsten Stelle : 3.651 m<sup>2</sup>K/W  
 Grenzwert (Mindestwert) für R : 0.900 m<sup>2</sup>K/W

die Anforderungen sind nach DIN 4108-2:2003-7 erfüllt

**Aussenwand - Holzmassivbau, nicht hinterlüftet, ohne Installationsebene, geputzt**



**Bemerkung:** Aufgrund des verbleibenden Restholzquerschnittes ist die Lastabtragung für das jeweilige Objekt gesondert nachzuweisen.

**Bauphysikalische und ökologische Bewertung**

<b>Brandschutz</b>	F	60
	REI	60

mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt 65  
 Beurteilung durch IBS

<b>Wärmeschutz</b>	U[W/m <sup>2</sup> K]	0,23
	Diffusionsverhalten	geeignet
	m <sub>w,B,A</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	42,5

Berechnung durch TU-GRAZ

<b>Schallschutz</b>	R <sub>w</sub> (C;C <sub>tr</sub> )	39 (-1; -4)
	L <sub>n,w</sub> (C)	-

Beurteilung durch TU-GRAZ

<b>Ökologie*</b>	O13 <sub>kon</sub>	24,2
------------------	--------------------	------

Berechnung durch IBO

**Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau**

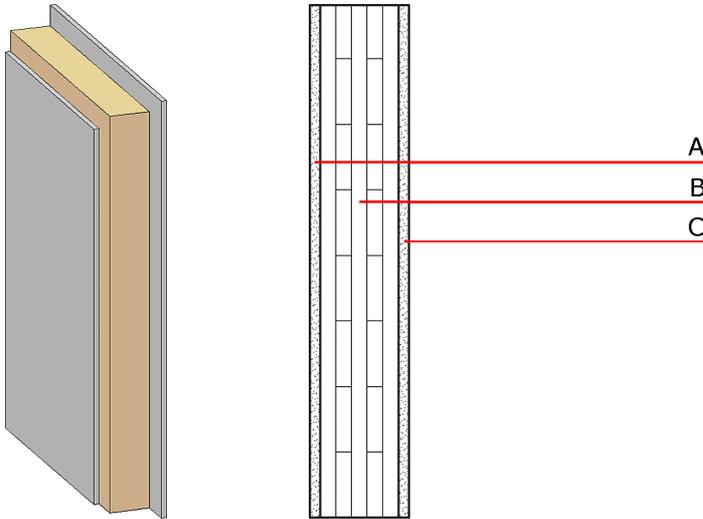
(von außen nach innen, Maße in mm)

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz				Brennbarkeitsk.	
			λ	μ min – max	ρ	c	ON	EN
A	4,0	Putz	1,000	10 - 35	2000	1,130	A	
B	140,0	Steinwolle MW-PT	0,041	1	155	1,030	A	A1
C	95,0	Massivholz (z.B. Brettsper Holz)	0,130	50	500	1,600	B2	D
D	10,0	Gipsfaserplatte bzw. 12,5 mm GKF; bei Variante -04 ohne Gipsplattenbeplankung	0,320	13	1150	1,100	A2	A2

**\*Ökologische Bewertung im Detail**

GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
[kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	[kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	[MJ]	[MJ]	[kg PO <sub>4</sub> Äqv.]	[kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Äqv.]
-33,2	0,319	705,9	1.339,2	0,019	0,017

Innenwand - Holzmassivbau, ohne Installationsebene



Bemerkung: Der Brand- bzw. Feuerwiderstand gilt beim Einsatz als Trennwand mit einseitiger Beflammung. Aufgrund des verbleibenden Restholzquerschnittes ist die Lastabtragung für das jeweilige Objekt gesondert nachzuweisen.

Bauphysikalische und ökologische Bewertung

Brandschutz	F	60
	REI	60

mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt 65mm  
 Beurteilung durch IBS

Wärmeschutz	U[W/m <sup>2</sup> K]	0,92
	Diffusionsverhalten	geeignet
	m <sub>w,BA</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	37,6

Berechnung durch HFA

Schallschutz	R <sub>w</sub> (C;C <sub>tr</sub> )	38 (-2; -5)
	L <sub>n,w</sub> (C <sub>1</sub> )	-

Beurteilung durch TU-GRAZ

Ökologie*	OI3 <sub>Kon</sub>	-18,8
-----------	--------------------	-------

Berechnung durch IBO

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau

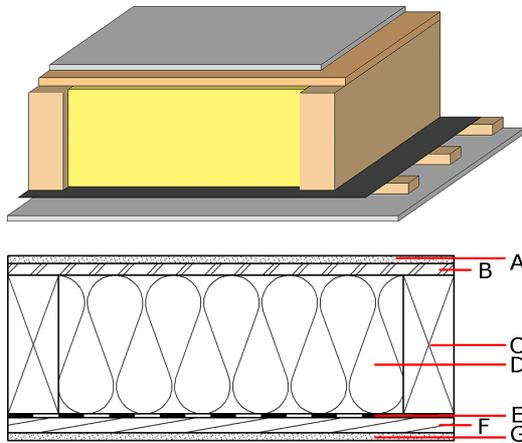
(von außen nach innen, Maße in mm)

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz				Brennbarkeitsk.	
			λ	μ min – max	ρ	c	ON	EN
A	10,0	Gipsfaserplatte od. 12,5 mm GKF	0,320	13	1150	1,100	A2	A2
B	95,0	Massivholz	0,130	50	500	1,600	B2	D
C	10,0	Gipsfaserplatte od. 12,5 mm GKF	0,320	13	1150	1,100	A2	A2

\*Ökologische Bewertung im Detail

GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
[kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	[kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	[MJ]	[MJ]	[kg PO <sub>4</sub> Äqv.]	[kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Äqv.]
-63,3	0,129	324,6	1.330,3	0,010	0,014

Decke gegen Dachraum - Holzrahmenbau, nicht abgehängt, trocken



Bemerkung: Aufgrund des verbleibenden Restholzquerschnittes ist die Lastabtragung für das jeweilige Objekt gesondert nachzuweisen.

Bauphysikalische und ökologische Bewertung

Brandschutz	F	30
	REI	30

mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt 60/230 mm  
 Beurteilung durch IBS

Wärmeschutz	U[W/m <sup>2</sup> K]	0,18
	Diffusionsverhalten	geeignet
	m <sub>w,B,A</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	20,5

Berechnung durch HFA

Schallschutz	R <sub>w</sub> (C; C <sub>tr</sub> )	47 (-3; -8)
	L <sub>n,w</sub> (C)	-

Beurteilung durch TGM

Ökologie*	O13 <sub>kon</sub>	-11,5
-----------	--------------------	-------

Berechnung durch IBO

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau

(von außen nach innen, Maße in mm)

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz				Brennbarkeitsk.	
			λ	μ min – max	ρ	c	ON	EN
A	12,5	GKF oder	0,210	8	900	1,050	B1	
A	10,0	Gipsfaserplatte	0,320	13	1150	1,100	A2	A2
B	18,0	OSB	0,130	200	680	1,700	B2	D
C	240,0	Holz Fichte Deckenbalken (80/*); e=625	0,130	50	500	1,600	B2	D
D	240,0	Glaswolle [0,040; R=16]	0,040	1	16	1,030	A	A2
E		Dampfbremse sd ≥ 15m			1000			
F	24,0	Holz Fichte Sparschalung (24/100; a=400)	0,130	50	500	1,600	B2	D
G	12,5	GKF oder	0,210	8	900	1,050	B1	
G	10,0	Gipsfaserplatte	0,320	13	1150	1,100	A2	A2

\*Ökologische Bewertung im Detail

GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
[kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	[kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	[MJ]	[MJ]	[kg PO <sub>4</sub> Äqv.]	[kg C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Äqv.]
-34,7	0,133	386,0	759,3	0,010	0,013

Telefax



Casco Products

Date

01.03.01

To

Herr Krückemeier

Company/Department

Hüttemann Holz GmbH &amp; Co.

Number of pages  
(incl. cover sheet)

Einkauf

Olsberg

Fax number

02962/806211

From

Stefan Groot

Company/Department

Casco Products GmbH

Fax number

+49 201 3106-112

Phone number

Wood Adhesives

+49 201 3106-138

If any pages are illegible or not received, please telephone us.

Sehr geehrter Herr Krückemeier,

nachfolgend erhalten Sie den übersetzten Text in Bezug auf Emissionen  
unseres Cascomin Leimsystems 1240 / 2540:

**" Formaldehydemission von tragenden Holzbauwerken verleimt mit Cascomin  
1240 und Härter 2540**

Cascomin 1240 mit Härter 2540 wird zur Herstellung von geleimten Holzbauteilen, wie  
Brettschichtholz (BSH), verwendet und entspricht den hohen Anforderungen der  
niedrigen Formaldehydemission .

Bei ordnungsgemäßer Verwendung gemäss unserer technischen Richtlinien ergeben  
mit Cascomin 1240 mit Härter 2540 verleimte Produkten eine Formadehydmission weit  
unter dem zulässigen E-1 Wert (0.1 ppm oder 0.124 mg/m<sup>3</sup>).

Der gemessene Mittelwerte liegt unter 0.03 ppm gemäss Kammerprüfmethode.

Stockholm 2001-03-01

Casco Products AB  
Wood Adhesives Europe

Niclas Wallin  
Product Supervisor

Sollten noch Fragen offen sein oder weitere Informationen benötigt werden, setzen Sie  
sich bitte mit uns in Verbindung.

Mit freundlichen Grüßen  
Casco Products  
Wood Adhesives

Stefan Groot

Casco Products GmbH  
Stoppenberger Str. 88  
D-45141 Essen  
P.O. Box 10 07 20  
D-45007 Essen  
Phone+49 201/3106-01

Seite/Page 1/1

GESAMT SEITEN 01

# INFORMATIONSDIENST **HOLZ**

## Geschossdecke EG-OG

<u>Estrichaufbau</u>		50 mm 22/20 mm 22/20 mm	Zementestrich PST SE-Trittschalldämmplatte; $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$ PST SE-Trittschalldämmplatte; $s' \leq 30 \text{ MN/m}^3$	<b>-17,0 dB</b>
<u>Rohdecke</u>		140 mm	Brettstapel-, Kreuzbalken- oder Massivholzdecken, geleimt	<b>79,7 dB</b>
<u>Wände/Flanken</u>	Wandbeplankung:			<b><math>L'_{n,w} : 66 \pm 3 \text{ dB}</math></b>

## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit erkläre ich, dass ich die hier vorliegende Arbeit selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur unter Verwendung der in der Arbeit aufgeführten Hilfsmittel angefertigt habe.

Ort, Datum

(Unterschrift)