

c_frame

Die Entwicklung eines Dämmsystems auf Basis eines Faserbetonelements.

Diplomarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades eines Diplomingenieurs

Studienrichtung: Architektur

Paul Matthias Mödritscher

Technische Universität Graz

Erzherzog-Johann-Universität

Fakultät Architektur

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Mag. Dr.iur. Dr.techn. Peter Kautsch

Institut: Hochbau

Mai, 2012

01 Vorwort 2

02 Grundlagen 3

- 02| 1 *Das Bausystem SWA 3*
- 02| 3 *Grundgedanken zum System 10*
- 02| 4 *Bestehende Systeme 13*

03 Produktentwicklung 25

- 03| 1 *Allgemeiner Elementaufbau 25*
- 03| 2 *Produktion der SWA-Systemwand 28*
- 03| 3 *Allgemeine Anforderungen an das Tragwerk 33*
- 03| 4 *Materialkatalog 41*
- 03| 5 *Schallschutz 50*

04 Das Projekt - Der Altbau 52

- 04| 1 *Der Standort 52*
- Abb.2 Infrastruktur um den Standort 53*
- 04| 2 *Die Bausubstanz 54*
- Abb.3 Bestandsgebäude, NW Fassade 54*
- 04| 3 *Bestandspläne 55*
- 04| 4 *Energieausweis - Bestandsgebäude 61*
- 04| 5 *Wirtschaftlichkeit der Anwendung von vorgefertigten Fassaden 62*

05 Das sanierte Projekt 63

- 05| 1 *Ziele der Sanierung 63*
- 05| 2 *Nutzungskonzept, Funktionsschema 63*
- 05| 3 *Schaubilder und Pläne 65*
- 05| 3 *Beschreibung der Fassade 74*
- 05| 4 *Beurteilung des hygrothermischen Verhaltens 75*
- 05| 5 *Beurteilung des hygrothermischen Verhaltens 78*
- 05| 6 *Entwicklung des Fensterdetails 83*
- 05| 7 *Anschlussdetails 89*
- 05| 8 *Energieausweis des sanierten Gebäudes 93*

06 Anhang 96

- Anhang 01 96*
- Anhang 02 Verankerung 99*
- Anhang 03 Anker 104*
- Anhang 04 Norm Z-Verbindung Typ NVZ 109*
- Anhang 05 111*
- Anhang 06 115*

07 Literaturverzeichnis 133

01 VORWORT

Diese Diplomarbeit behandelt das Thema Thermisches Sanieren von Baubestand, mit der spannenden Aufgabe einer Produktentwicklung. Genauer gesagt geht es um die Weiterentwicklung eines etablierten Bauproduktes, einem Bausystem, der Firma SWA-Systemkeller, in der eine eigenständige Produktlinie neben dem Basissortiment von Frostschrützen, Streifenfundamenten, Schwimmbecken und Fertigg Keller, entstehen soll. Den Kern der momentanen Entwicklungsarbeit bildet die Forschung im Bereich der Machbarkeit der Erweiterung des Keller-Bausystems auf andere Gebäudebereiche. Das Fassadenelement soll sich aus dem bestehenden bzw. „neu“ entstehenden System entwickeln. Ziel ist es, die Wertschöpfung des vorhandenen Know How's und der Betriebseinrichtungen zu erhöhen, neue Einsatzgebiete zu erschließen und dabei auf Wirtschaftlichkeit von Adaptierung und Änderungen des Produktionsablaufes sowie auf Systemtreue zu achten.

Die Entwicklung, die ich in dieser Arbeit beschreibe, beginnt beim ursprünglichen Produkt und zeigt, nach einem Kapitel der Grundlagen der Firma SWA, also der Idee zu einem Dämmelement aus dem SWA-System, allgemeine Entwicklungen und Anwendungen aus meiner Sicht. Im Projektteil der Diplomarbeit wende ich eine Systemvariante an einem sanierungsbedürftigen Bauwerk aus den 1950er Jahren an.

Dieses Bauwerk steht stellvertretend für eine große Masse von Gebäuden aus dem Zeitraum der Nachkriegszeit zwischen 1945 und 1985, die drei Viertel des Althausbestandes in Österreich darstellt.

In dieser Zeit wurden 820.000 Wohneinheiten gebaut, deren durchschnittlicher spezifischer Jahresheizenergieverbrauch noch immer ca. 200kWh/m²a beträgt.

Bei thermischen Sanierungen den Heizwärmebedarf von 200kWh/m²a auf 65kWh/m²a zu senken ist schon seit längerem Stand der Technik. Zum Beispiel wurde in Kärnten die Sanierung von Altbauten auf einen Heizwärmebedarf von unter 45kWh/m²a bis zum 31.12.2011 gefördert. Ab 1.1.2012 sank diese Grenze auf 36kWh/m²a.

Eine in 15 Gemeinden des Bezirkes Gmunden durchgeführte Erhebung der Gebäude mit max. 2 Wohnungen führte zu über 5000 Interviews. Der durchschnittliche Heizenergieverbrauch je Wohneinheit beträgt 36.000kWh pro Jahr. Das entspricht 197kWh/m²a welche zu zwei Drittel aus fossilen Brennstoffen gewonnen werden. Die Außenwände sind zu 74% überhaupt nicht oder nicht dicker als 5cm gedämmt.

Laut dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, gibt es immer mehr Gründe, warum der Althausanierung und der Forschung und Entwicklung in dem Bereich eine steigende Bedeutung zukommt.

Der Rückgang des Wohnungsneubaus erhöht die Chancen auf Förderung von Althausanierungen.

Die thermische Althausanierung ist eine zusätzliche Maßnahme um die Kyoto - Klimaschutzziele zu erreichen, denn die angestrebte CO₂- Reduktion wird zu einem Drittel alleine durch thermisch-energetische Maßnahmen im Wohngebäudebestand erlangt.

Trotz der zunehmenden Bedeutung der Althausanierung zeigen Untersuchungen, dass die Qualität von Sanierungen in der Regel mangelhaft ist und dies sowohl unter ökonomischen als auch ökologischen Gesichtspunkten.¹

¹ Vgl. "Wege zur Steigerung des Bauvolumens um 500% bei standardisierter thermischer Althausanierung". Projektbericht der Programmlinie „Haus der Zukunft“ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.2005. Seite 13

02 GRUNDLAGEN

02 | 1 Das Bausystem SWA

Das Systemelement

Das Charakteristikum dieses Betonfertigteils ist die, trotz geringer Bauteildicken von nur 55mm, durch besondere Betongüte erreichte hohe Wasserundurchlässigkeit sowie die „leichte“ Konstruktionsweise des Bauteils. Das Element besteht aus Mikrofaserbeton mit zusätzlichen Stahlbewehrungen.

Das statische Grundprinzip gleicht einer Pfosten-Riegel-Konstruktion mit einer dünnen Betonscheibe an der Außenseite, die die Konstruktion aussteift und die dichte „Außenhaut“ bildet. Eine konstruktionsbedingte Wärmebrücke bildet nur der „umlaufende“ Rahmen. Die vertikalen Stützrippen innerhalb des Rahmens sind durch 25mm dickes expandiertes Polystyrol thermisch entkoppelt.

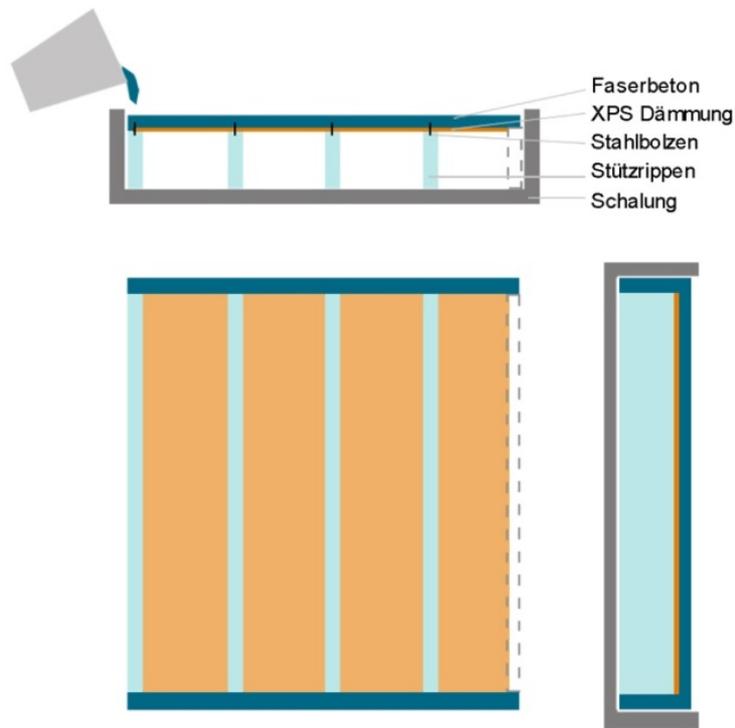
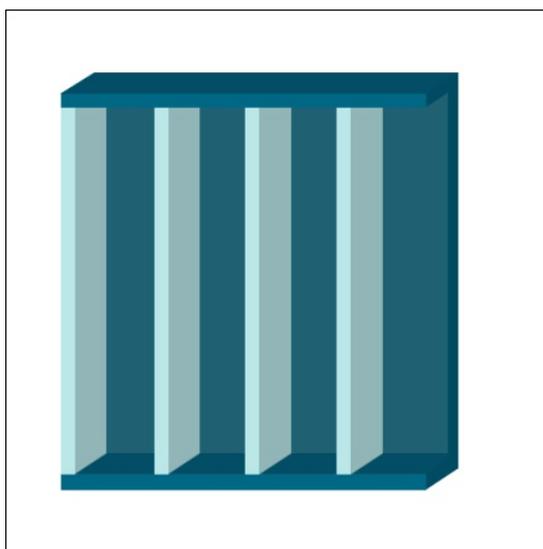
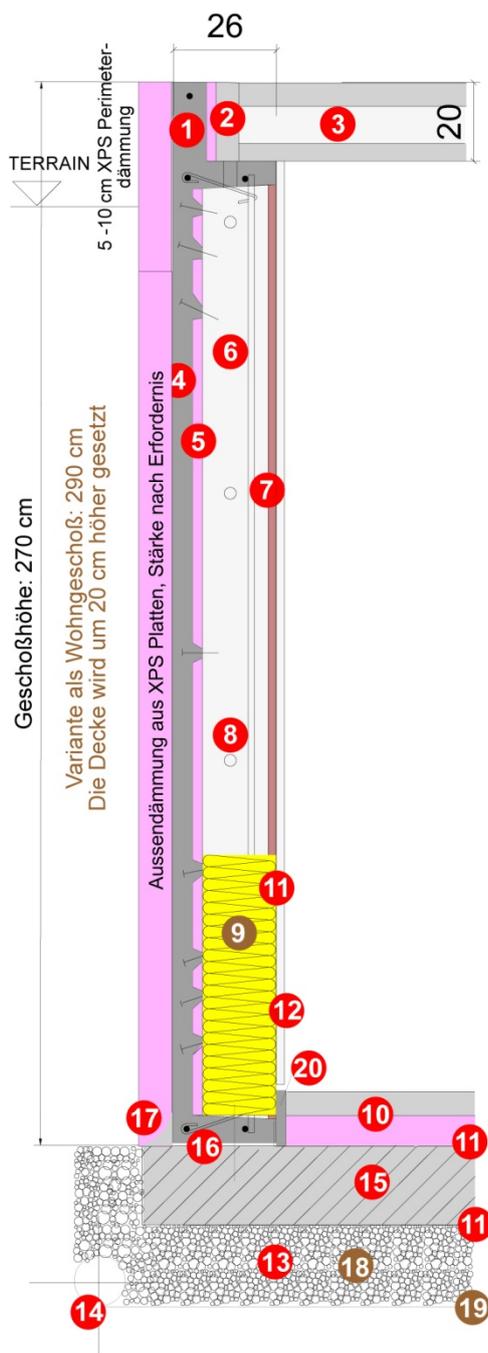


Abb.2 SWA Systemelement



Der folgende Systemschnitt zeigt den Aufbau und die Schichtfolgen innerhalb der Konstruktion im Bereich des Kellers:



Ausführung: Lager- oder Nutzkeller

- 1 Wärme gedämmte Rostabschalung
- 2 Betonverguß
- 3 Ebenflächige Wohn-Hohldielendecke mit spachtelfertiger Untersicht
- 4 Wasserdichte Außenschale aus hochwertigem Beton mit Microfasern erspart die Feuchteisolation auf der Baustelle.
- 5 Vollflächige Wärmedämmung aus feuchteunempfindlichen Styrofoam vermeidet Kältebrücken und schafft ein angenehmes Raumklima.
- 6 Schubfest mit der Außenschale verbundene Stützrippen aus Stahlbeton übernehmen die vertikalen Lasten.
- 7 Druckimprägnierte Holzleisten zur Befestigung von Gipskarton-, Faserplatten, Paneelen etc.
- 8 Aussparungen in den Stützrippen zur Durchführung der Installationsleitungen.
- 9 Zusätzliche Wärmedämmung bis zu einer Gesamtdicke von 18 cm bietet höchste Wärmedämmung und garantiert ein Raumklima zum Wohlfühlen.
- 10 Der wärme gedämmte (Heiz-) Estrich als Grundlage für den Bodenbelag.
- 11 Lückenlose Dampfsperre mit SD - Wert min. 1500. bzw. Dampfbremse unter Bodenplatte.
- 12 Beplankung mit Gipskarton Faserplatten, Paneelen, etc.
- 13 20 cm starke kapillarbrechende, verdichtete Splittschicht als Sauberkeitsschicht.
- 14 Drainageleitung zur Ableitung der Oberflächen- bzw. Schichtenwasser bei bindigen bzw. nicht drainagefähigen Böden.
- 15 Bodenplatte aus Stahlfaserbeton mit Dichtmittel Zusätzen. Stärke nach statischer Erfordernis.
- 16 Verstiftung und dauerelastische Fugenabdichtung.
- 17 Schwindkompensierte, wasserundurchlässige Hohlkehlenausbildung.
- 20 feuchtebeständiger Schutz für Dampfsperre bis zum oberen Ende des Bodenaufbaues= z.B. Zementspanplatte, Zementfaserölplatte.

Ausführung: Wohn-, Hobby-, Wellnesskeller

- 9 Zusätzliche Wärmedämmung bis zu einer Gesamtdicke von 18 cm bietet höchste Wärmedämmung und garantiert ein Raumklima zum Wohlfühlen.
- 18 z. B. 20 - 50 cm Glasschaum Granulat als zusätzliche Bodendämmung. Hohe Druckfestigkeit, hoch wärmedämmend, kapillarbrechend ersetzt die Splittschicht bzw. hochdruckfeste XPS Platten, Stärke nach Erfordernis.
- 19 Geotextil als Trennlage zum gewachsenen Boden bei Glasschaum.

Abb.3
Systemschnitt einer Kellerwand

02|2|1 Fertigung des SWA-Systemelements

Augenschein in den Produktionshallen der Firma SWA:

Schrittweise Beschreibung der Herstellung von SWA Elementen: Die Stützrippen werden gesammelt und vor der Fertigung des Systemelements betoniert. Dabei werden zuerst mit Metallstiften versehene Holzbretter als verlorene Schalung in die Stahlschalung eingelegt. Diese befinden sich beim fertigen Element an der Innenseite, und erleichtern das Montieren der Innenbekleidung der Wände.



Abb.4 Stützrippenschalung

Die Schalung für die vertikalen Stützrippen besteht aus Stahl (Abb.2). Die vor dem Betonieren in die Schalung eingeschobenen roten Schläuche bieten nach dem Ausschalen die Möglichkeit Installationen horizontal durch das fertige Element zu führen (Abb.5).



Abb.5 Installationsausparungen



Abb.6 Shear - Connector

In die Stützrippe wird in den Randbereich, gegenüber der später aufbetonierten Scheibe, eine Stahlstabbewehrung eingelegt. Die Verbindung zwischen dieser Stahlstabbewehrung und der Bewehrung des horizontalen Riegels wird von dem sogenannten Shear-Connector (Abb.6) hergestellt. Dieser verhindert, wie der Name verrät, ein Abscheren der Stützrippe vom horizontalen Riegel.



Abb.7 Vorproduzierte Stützrippen

Nach dem Ausbetonieren der Schalung, werden in den noch feuchten Beton der Stützrippen, in regelmäßigen Abständen, Stifte aus nicht rostendem Stahl gesteckt (Abb.10). Diese verbinden im SWA-Element die Stützrippen mit der Außenscheibe, und verhindern zu starkes Ausbauchen, sobald die Schale Membran-Spannung erfährt.

Einige der fertigen Stützrippen können vorab im Standard-Achismaß von 625mm mit einer Bewehrungsstahlstange verschweißt werden (Abb.8).



Abb.8
Stützrippen
(Achismaß:

625mm)

Anschließend werden die Stützrippen in den gewünschten Abständen in die Schalungsvorrichtungen eingelegt (Abb.9). Das Achismaß richtet sich nach dem Standard (625mm) für den es fixe Stahlschalungen gibt, sowie die Abmessung und Positionierung von Fenster und Türöffnungen. Um unterschiedliche Elementlängen produzieren zu können werden im Randbereich die Abstände variiert und behelfsmäßige Schalungen aus XPS verwendet (Abb.10).

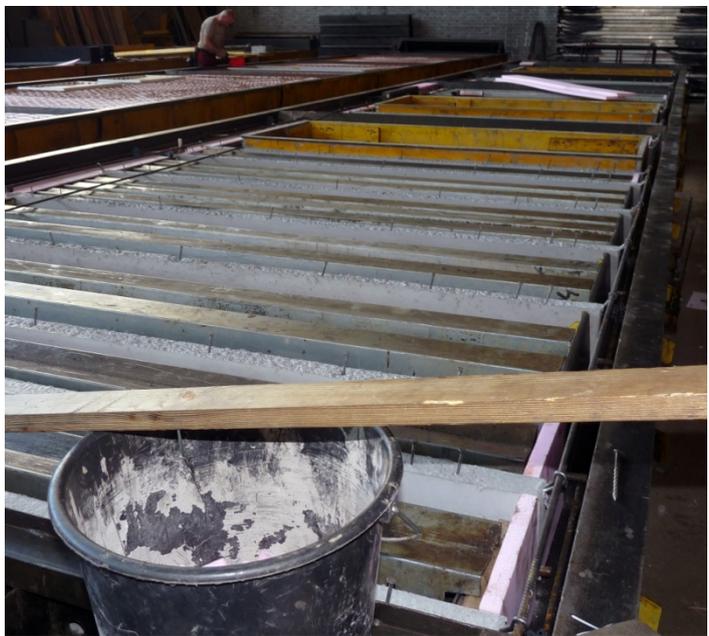


Abb.9 Schalungsvorrichtung SWA-Element

In den Schalungsvorrichtungen (Abb.9) werden mehrere Elemente in Serie betoniert. An den Elementstößen, auf Gehrung (Abb.11), stumpf (Abb.12) oder mit Falzung, werden in den horizontalen Riegeln Aussparungen vorgesehen, um die Bauteile untereinander verschrauben zu können.



Abb.10 Stützrippen im Randbereich der Schalung

In den Schalungsvorrichtungen (Abb.9) werden mehrere Elemente in Serie betoniert. An den Elementstößen, auf Gehrung (Abb.11), stumpf (Abb.12) oder mit Falzung, werden in den horizontalen Riegeln Aussparungen vorgesehen, um die Bauteile untereinander verschrauben zu können.



Abb.11 Elementstoß Gehrung



Abb.12 Elementstoß stumpf

Öffnungen und Aussparungen werden entweder mithilfe von Holzschalungen (Abb.13) bewerkstelligt, oder mittels Blindstöcken z.B. für Fenster (Abb.14) und kompletten Türstöcken (Abb.15) mit betoniert.



Abb.13 Holzschalung Türlaibung



Abb.14 Blindstock Kellerfenster



Abb.15 Türstock - Stahlzarge

Nach dem Einrichten, Platzieren der Öffnungen und Elementstößen werden auf die Stützrippen XPS-Platten als verlorene Schalung zum Betonieren der Außenschale als auch als durchgehende Dämmebene aufgebracht. Es findet also eine thermische Trennung von Außenschale und Stützrippen statt, die nur durch die Nirosta-Stifte sowie durch die Riegel unterbrochen wird.



Abb.16 XPS-Platten auf Stützrippen

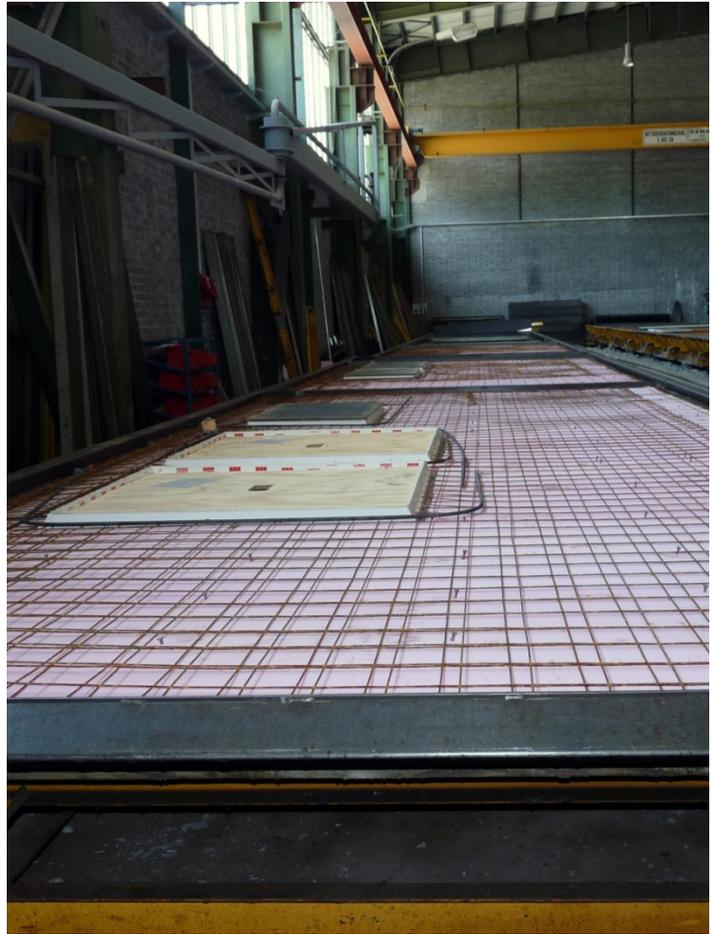


Abb.18 Ringbewehrung um Fenster

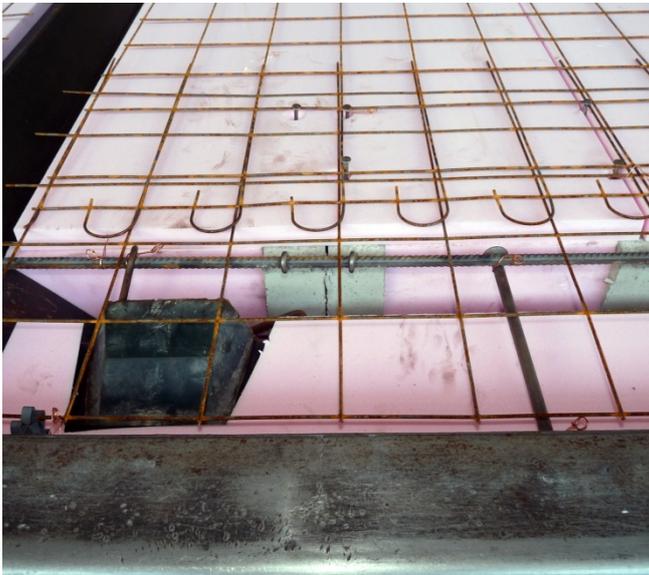


Abb.17 Gitterbewehrung mit Distanzhaltern

Anschließend wird auf die verlorene Schalung, in diesem Fall die XPS-Platte, ein Bewehrungsgitter mit Distanzhalter aufgelegt (Abb.17) und bei Bedarf Elementöffnungen zusätzlich bewehrt (Abb.18).

Nach dem Ausbetonieren und Abziehen der Oberfläche, werden glatte Tafeln (Abb.18) auf den feuchten Beton aufgelegt und mit einem Rüttler auf den Tafeln der Beton verdichtet.

Nach dem Verdichten wird die Oberfläche mit einem Besen aufgeraut um Unebenheiten zu kaschieren.



Abb.19 Tafeln für die Betonverdichtung

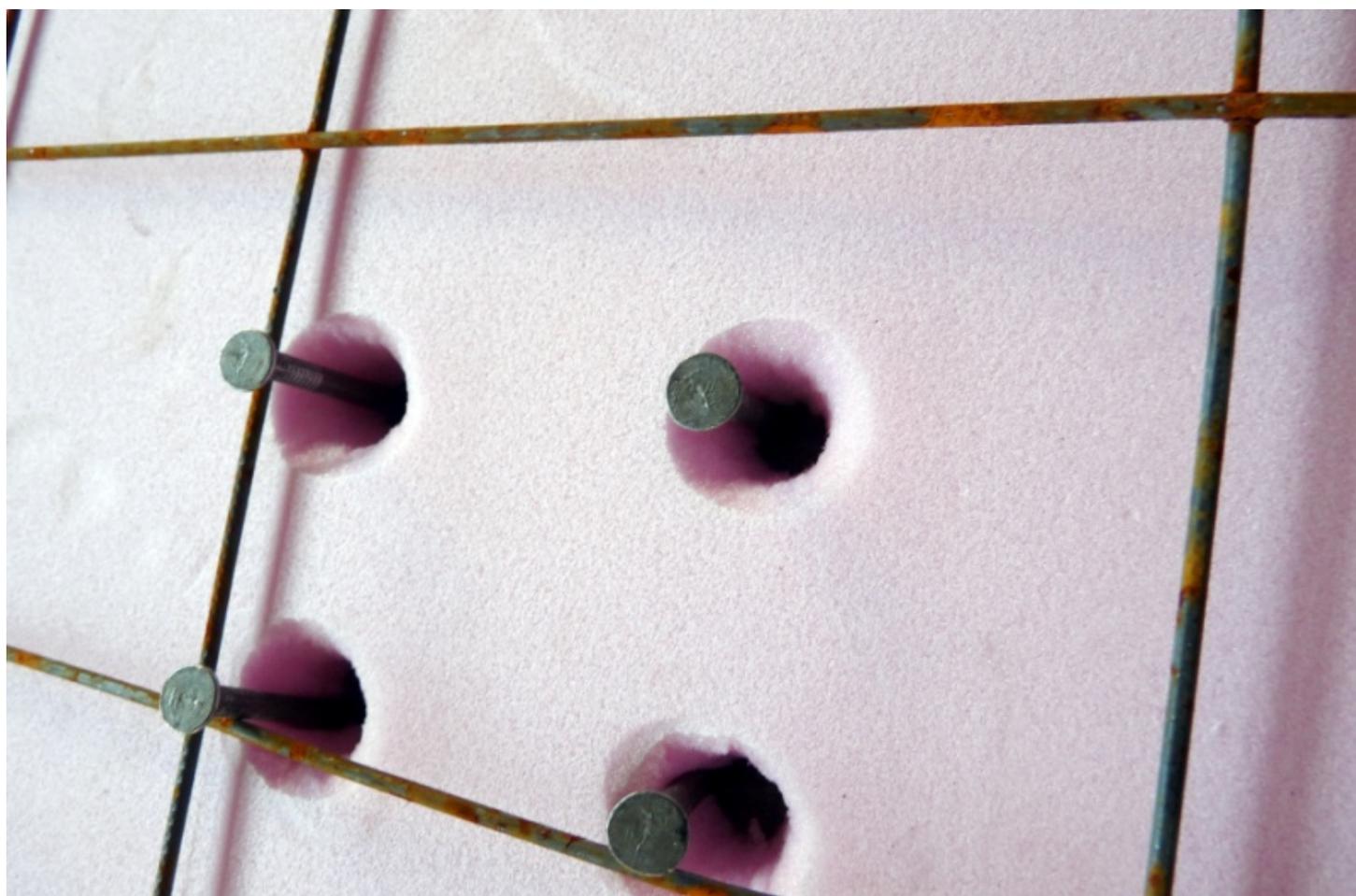


Abb.20 Stahlstifte durchdringen die XPS-Platte

02 | 3 Grundgedanken zum System

Framework als Wand und Fassade

Das zurzeit in Entwicklung befindliche System Framework basiert auf dem SWA Systemelement und dem Streben der Firma SWA Wohnkeller GmbH, die hauseigene Produktpalette auszubauen, dabei jahrelange Erfahrungen mit einem etablierten Produkt zu nutzen und dieses Produkt über gezielte Modifizierungen einem neuen Einsatzgebiet zuzuführen. Die Idee ist, das Systemelement SWA, das bis jetzt überwiegend im Kellerbereich Anwendung findet, durch mehr Materialeffizienz zu einer ressourcenschonenden und leichten Bauweise zu bringen, die in Konstruktionen von Innen- und Außenwänden in Ein- und Mehrfamilienhäusern zur Anwendung kommt, als auch in adaptierter Form als Fassadenelement für die thermische Sanierung von Bestandsgebäuden herangezogen werden soll.

Am Beginn der Entwicklung steht der Grundgedanke aus dem vorwiegend als Scheibe wirkenden SWA-System durch Reduktion ein Rahmensystem, das sogenannte Framework, zu machen.

Im Folgenden zeige ich die ersten, der Idee zugrundeliegenden, Skizzen und Denkansätze für die Framework-Entwicklung zum Thema Außenwände, Innenwände und Fassadensystem.

02 | 3 | 1 Das Framework Wandsystem

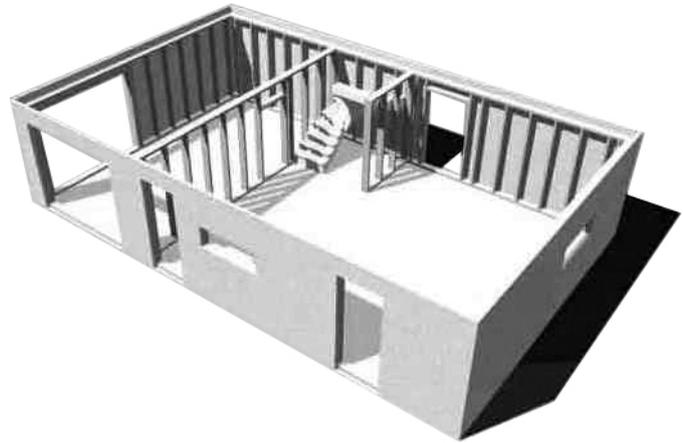


Abb.21 SWA-Systemkeller

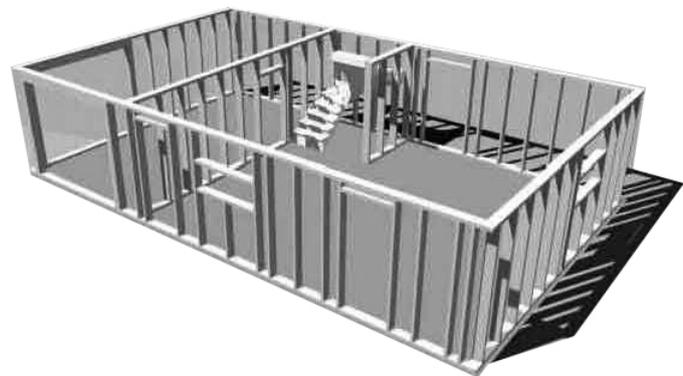


Abb.22 Framework als Kern tragender Wände

02|3|2 Das Framework Fassadensystem

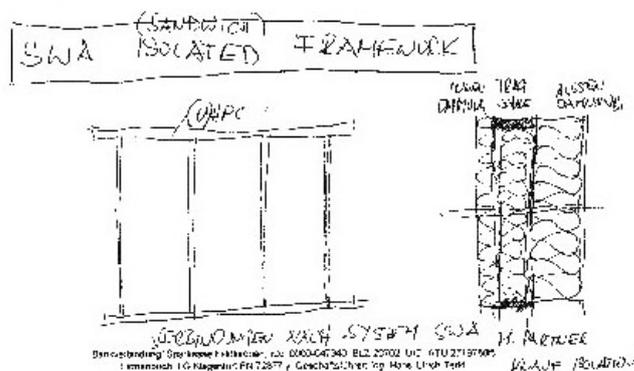


Abb.23 Skizze Schichtung Framework als Außenwand

Hierbei handelt es sich um ein gedämmtes Framework, das mit integrierten Fenstern und unterschiedlichsten Oberflächen als neue Gebäudehülle sanierungsbedürftige Gebäudebestände bekleidet. Konzeptionell entsteht ein Elementdämmsystem, das großflächig, geschosswise in Bändern an die Fassade gebaut wird. Unterschiedliche Oberflächenqualität und Charakteristik des Gebäudes kann dabei geschaffen werden und die Möglichkeit Photovoltaik- oder Solarthermische Elemente zu integrieren ist gegeben.

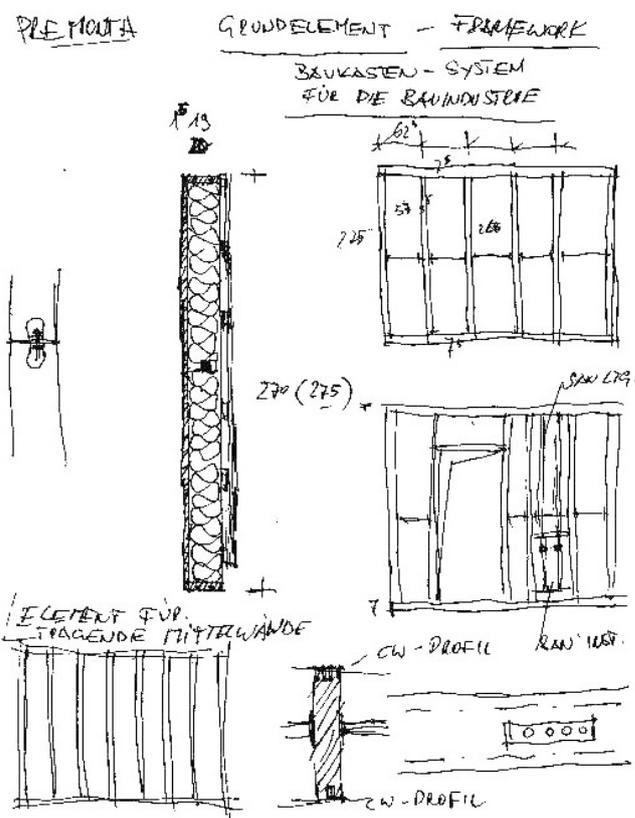
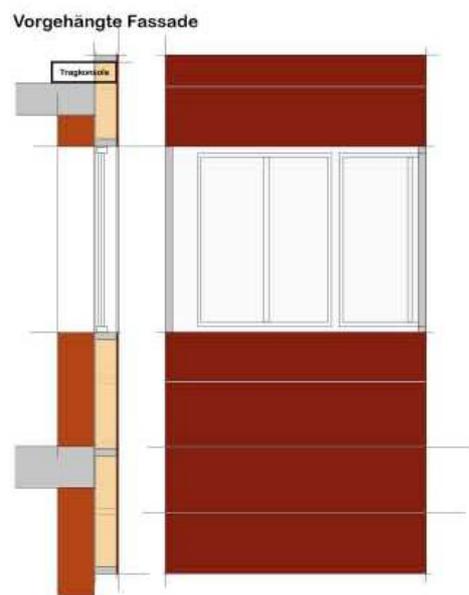


Abb.24 Skizze Schichtung Framework als tragende Innenwand



© SWA Technik, Feldkirchen im April 2011

Abb.25 Skizze Framework Fassadenelement

Bei Betrachtung dieses Rahmenwerkes einer Betonriegelkonstruktion (Abb.22) stellt sich die Frage wie sich in erster Linie die statischen Anforderungen erfüllen lassen.

Was verursachen Normalkräfte in den Stützrippen? Wie reduziert man die Gefahr des Ausknickens der Stützrippen? Wie verhält sich die Steifigkeit der Konstruktion. Welche Bauteile können Momente aufnehmen bzw. welche Bauteile muss man hinzufügen um das System auszusteifen? Kann man biegesteife Knoten zwischen den Stützrippen und den horizontalen Riegeln ausführen, oder muss man Windverbände oder scheibenartige Wandbekleidungen hinzufügen?

Ein Framework-ähnliches System findet als Kellerinnenwand bereits Anwendung (siehe Abb.21). Hierbei handelt es sich jedoch um eine nicht tragende Innenwand die zusätzlich an der bereits steifen Außenhülle angehängt ist.

Aus diesem System Framework wird sich das Framework-Fassadenelement zur thermischen Sanierung von Bestandsgebäuden entwickeln. Allgemein gilt für das Fassadensystem abzuwägen, inwieweit die Problembereiche der statischen Anforderungen auch für den Fassadenbereich gelten. Vertikallasten entstehen an der Fassade ausschließlich aus der Masse der Fassadenkonstruktion sowie eventuell auftretenden Zwängungen durch Temperaturdifferenzen und resultierender Dehnung. Primäre Horizontallasten, die auf das Einzelelement wirken, sind Winddruck und Windsog. Verkehrslasten, Horizontal-Vertikallasten und auch Momente, können durch das Benützen von Einbauten wie Fenster und Türen entstehen.

Allgemein lassen sich die Anforderungen an der Fassade leichter erfüllen als an der freistehenden Wand. Die zu erwartenden Lasten sind jedoch gebäudebezogen zu ermitteln sowie muss das Fassadenframework mit dessen

Verankerungstechnik in Verbindung mit dem Bestandsgebäude als statisches Gesamtsystem betrachtet werden.

Potenziale des Konzepts Framework Fassade

Durch das Framework ist das Fassadenelement selbsttragend und bildet mit Dämmung, Fenstern, Türen und Fassadenoberflächen ein Gesamtsystem, das bei der Wahl der einzelnen Materialien und Baustoffe unterschiedliche bauphysikalische und ästhetische Anforderungen erfüllen kann.

Da Oberflächenfertige Bauteile inklusive Fenster und Türen angeliefert werden können Komplettanierungen in kürzester Zeit durchgeführt werden. Die Fenster und Türen liegen in der Dämmebene der Gebäudehülle, wodurch aufwendige Laibungsdämmungen vor Ort mit einhergehender Verringerung der Dämmstärken vermieden werden.

Es wird ein Gesamtkonzept, das mehrere Gewerke (z.B. Fassade, Fenster, Haustechnik) beinhalten kann geliefert. Durch die Systematisierung stehen die Demontierbarkeit des Systems und die mögliche Verwendung von ökologisch unbedenklichen Materialien für Nachhaltigkeit und Recyclingfähigkeit des Produkts.

02 | 4 Bestehende Systeme

02 | 4 | 1 GEDT Element, Hofheim, Deutschland

Diese, von der Firma Variotec entwickelte, Dämmtechnik mit großen vorgefertigten Elementen, inklusive Türen und Fenstern, verfolgt den Gedanken der kurzen Bauzeiten, primär aber der geringen Bauteildicken. Die, vor allem in Städten vorhandener, Problematik der einhergehenden Verringerung der Grundstücksabstände mit thermischen Sanierungsmaßnahmen brachte die Firma auf die Idee der Entwicklung dieser Systems, genannt Großelementdämmtechnik (GEDT), das im südhessischen Hofheim an drei baugleichen Gebäuden getestet wurde. Die Elemente, die hauptsächlich mit Vakuumdämmpaneelen arbeiten, wurden jeweils nur an der Straßenseite zum öffentlichen Grund hin angewendet, um den Gehsteig nicht zu verschmälern. Der Baubestand besteht aus 30cm dicken Ziegelmauerwerk mit zwei 11,5cm dicken Schalen aus Normalformatziegeln und dazwischenliegender Luftschichte. Die Verankerung der Elemente erfolgte, nach Dübelauszugsversuchen der Firma Fischer, mittels Verbundanker, die in Vorbereitung durch beide Mauerwerksschalen gesetzt wurden. Bauwerksanschluss wurde in den Fensterleibungen luftdicht hergestellt und mit Gipskartonplatten verkleidet. Herausforderung bei dem unter 10cm dicken System bestand darin, die Vakuumdämmung durch den mehrschaligen Aufbau nicht durchdringen zu müssen, gleichzeitig aber alle Fassadelasten in den Bestand einzuleiten. Die Fassadenbekleidung wird auf Aluminiumhohlprofile, nach Montage der Dämmelemente, befestigt. Insgesamt wurden 4 symmetrische Fassadenelemente und 4 Füllelemente für den Traufenbereich produziert. Die Bauteildicke mit Fassadenbekleidung beträgt 124mm. Um mit herkömmlicher Styropordämmung

auf denselben U-Wert dieser Außenwand von $0,19\text{W/m}^2\text{K}$ zu kommen hätte die Gesamtkonstruktion 95mm dicker ausfallen müssen. (siehe Abb.26)



Abb.26 Mineralwolle zu Vakuum-Isolationspaneel



Abb.27 Montage der Elemente mit Spezialtraverse



Abb.28 fertiggestellte Fassade

Schichtaufbau des GEDT-Elements von innen nach außen:

Mineralwolle 20 mm (zusammendrückbar) als Ausgleich von Unebenheiten des Putzes zum bestehenden Mauerwerk.

Tragplatte aus Kerto-Furnierschichtholz 27 mm als Tragende Schicht im Dämmpaneelaufbau. Aufnahme aller Befestigungselemente und Lasten sowie Anbindung zur Bestandswand

Schutzschicht 2,75 mm (Sperrholz + 0,25 mm Alu) Aluminiumplatte als mechanischer Schutz der Vakuumdämmung und Dampfsperre

VIP-Dämmung 40 mm

Sperrholz 2,5 mm als Schutzschicht für Vakuumdämmung.

Baufurniersperrholz-Platte 18 mm als Träger der Unterkonstruktion der äußeren belüfteten Bekleidung.

Aluminium-Hohlprofil 20 mm + 5 mm als Unterkonstruktion für Fassadenbekleidung.

Vollkern-Schichtstoff-Fassadenplatte 8 mm als Fassadenbekleidung

Gesamtstärke des Dämmelements: 124 mm

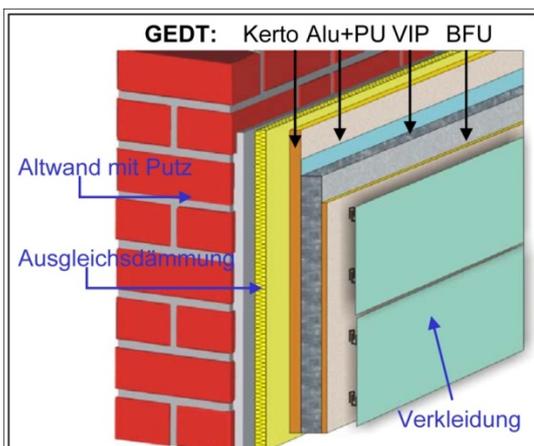


Abb.29 Schichtung GEDT-Element

02 | 4 | 2 GAP Paneel, Dieselweg, Graz

Die Bauaufgabe bestand in einer umfassenden Sanierung einer sozialen Wohnsiedlung mit 204 Wohneinheiten in Graz-Liebenau, wobei die Wohnungen durch die Mieter bewohnt bleiben sollten.

Als Sanierungsziele formulierte der Eigentümer der aus den 50er Jahren stammenden Wohnanlage, die GIWOG Gemeinnützige Industrie-Wohnungs- AG, folgende ambitionierte Projektziele:

- Senkung des Heizenergiebedarfs um ca. 90 %
- Senkung der Warmwasserkosten von ca. 0,40 Euro auf ca. 0,10 Euro/m²WNF/Monat
- Senkung des CO₂-Ausstoßes um ca. 90 % (von ca. 700 t/a auf ca. 80 t/a)
- Wertsteigerung der Immobilie
- Verbesserung der Wohnqualität durch: ständige Frischluft durch Wohnraumbelüftung, zentrale

Warmwasserbereitung, zentrale Raumwärmeversorgung, Wohnnutzflächen-vergrößerung durch Ausbau der Balkone zu Loggien und vorgesetzte Glaslifte.

Durch die Projektgröße sollen auch Ansätze von industrieller Fertigung, also vorgefertigten Elementen geschaffen werden sowie Ansätze für die Vorfertigung von Haustechnikkomponenten zur Energieversorgung über die Hülle gegeben werden. Aus diesem Grund griff man auf fix fertig vorgesetzte Solarfassadenwände mit schon integrierten Passivhausfenstern zurück. Die Solarfassadenwände bestehen im Wesentlichen aus einer gedämmten Holzriegelkonstruktion, die sich auf einer Ausgleichsdämmung, die auch Installationen für die Haustechnik (Rohrleitungen, Photothermische Anlagen, Lüftungsanlage, usw.) (siehe Abb.XX) beinhaltet, befindet. Die Elemente wurden im Ziegel-Bestandsmauerwerk direktverankert. Die Fassadenbekleidung wird durch ein Solarpaneel, dem sogenannten GAP-Paneel, hinter Glas befindliche Zellstoffwaben, die die flache Wintersonne an der Oberfläche lässt und die Sommersonne verschattet, gebildet.

Abb.30 Dieselweg, Graz. Vor und nach der Sanierung



Das haustechnische Energiekonzept wurde auf 20-30Wohnungseinheiten zusammengefasst, die zentral mit Warmwasser und Raumwärme über kontrollierte Wohnraumlüftung versorgt werden. In den Wintermonaten genügt eine 20kW-Wärmepumpe, dimensioniert für ein übliches Einfamilienhaus, um 20 Wohnungen mit Wärme zu versorgen.

Ab den Frühlingsmonaten April bzw. Mai übernehmen die solarthermischen Elemente in der Fassade vollständig die Wärmeversorgung. Durch den hohen Vorfertigungsgrad gelang es einen Wohnblock von 20 Wohneinheiten mit ca. 900m² Fassadenhüllfläche in 3 Tagen zu sanieren.

Nach der Sanierung wurde laut einer Berechnung die mit PHPP () durchgeführt wurde die Energiekennzahl von 225kWh/m²a auf 9,6 bis 13,6 kWh/m²a gesenkt.

Insgesamt wurden € 8,8 Mio. in die Sanierung investiert, womit € 816/m² auf die Wohnnutzfläche fallen.

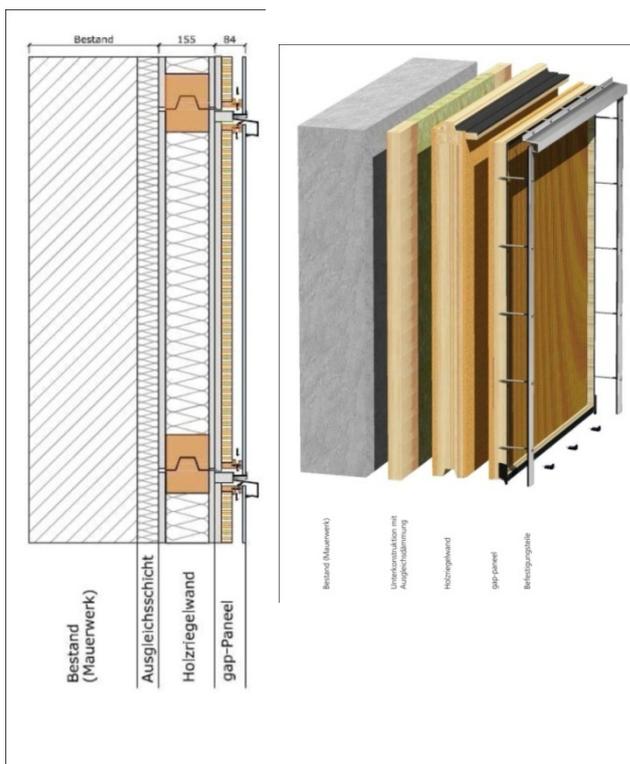


Abb.31 Systemschnitt – Fassade

Tatsächlich hat die Orientierung der Wohnungen, selbst nach der Sanierung, großen Einfluss auf die Behaglichkeit in den Räumen. Laut einem Nutzer gibt es in Wohnungen die Richtung Süden ausgerichtet sind, in den Sommermonaten, Schwierigkeiten behaglich kühle Innenlufttemperaturen zu erlangen, wodurch immer zusätzliches Fensterlüften notwendig ist.



Abb.32 Montage der Elemente auf vormontierte Ausgleichsdämmung



Abb.33 Fassadengliederung durch GAP-Elemente

Schichtfolge von außen nach innen:

Vorgefertigte Solarwand:

Glas ESG	6 mm
Luftebene	
Solarwabe aus Karton	30 mm
Paneelrückwand	15 mm
Holzweichfaserplatte	15 mm
Holzrahmenkonstruktion mit Zellosedämmung	120 mm
OSB-Platte	18 mm
Ausgleichsdämmung bauseits aufgebracht: Steinwolle	100 mm
<hr/>	
Gesamtstärke des Dämmelements	340mm

Altbestand: Außenputz | Hochlochziegel 300 mm
| Innenputz

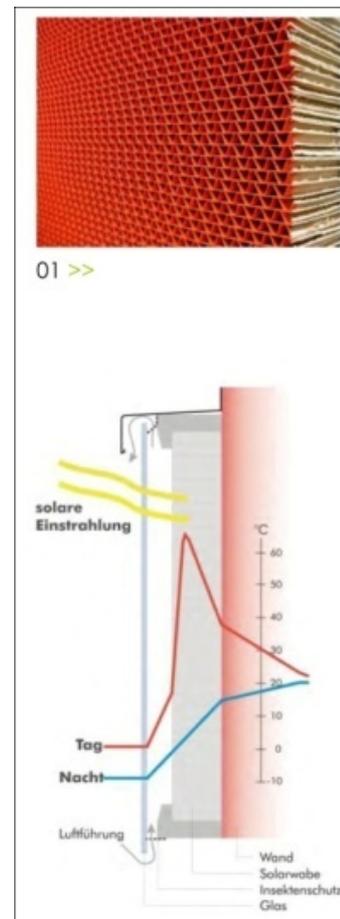


Abb.34 Zellstoffwaben – Temperaturverlauf bei Sonneneinstrahlung

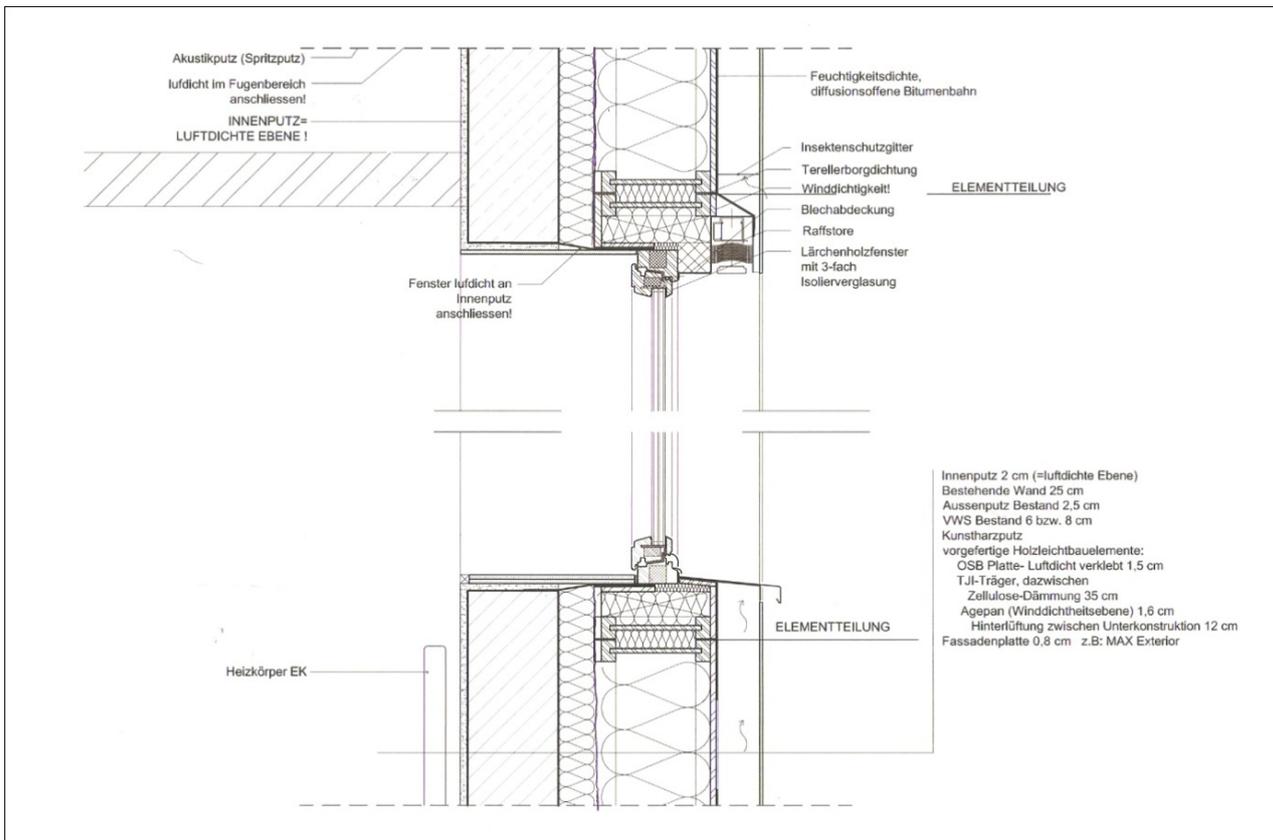


Die im Jahre 1964 errichtete Volksschule liegt in St. Leonhard bei Siebenbrünn in Kärnten und wurde im Bereich der Gebäudehülle und mit dem Einbau einer zentralen Komfortlüftungsanlage in Passivhausqualität saniert.

gedämmte Holz-Riegel-Konstruktion, deren konstruktive Querschnitte und damit Wärmebrücken durch Sonderprofile (z.B. TJI-Träger) gering gehalten werden, und weist eine hinterlüftete Fassade auf.

Die Architekten griffen dabei auf das System Intelligent Skin der Firma Weißenseer aus Kärnten zurück. Intelligent Skin ist im Wesentlichen eine

Abb.37 Detail Bau-teilschichten



Es handelt sich hierbei um einen Stahlbeton- bzw. Ziegelbau, der bereits mit einem Wärmedämmverbundsystem 6 bzw. 8cm versehen wurde. Aus diesem Grund konnte man die Elemente nicht direkt in der Außenwand verankern, sondern legte die Dämmelemente auf Stahlkonsolen im Sockelbereich auf. Das System wird in gebäudehohen vertikalen Bändern angewendet und im Dachbereich mittels Stahllaschen fixiert. Die Hinterlüftungsebene ist 12cm breit und nimmt die Regenwasserfallrohre auf.

Schichtfolge von außen nach innen:

Fassadenplatte (z.B. MAX Exterior)	8mm
Hinterlüftungsebene	120mm
Agepanplatte (Winddichtheitsebene)	16mm
TJI-Träger mit Zellulosedämmung	350mm
OSB-Platte luftdicht verklebt	15mm
Kunstharzputz	
WDVS	60 bis 80mm
Außenputz	25mm
bestehende Wand	250mm
Innenputz (luftdichte Ebene)	20mm

Gesamtstärke des Dämmelements 510mm



Abb.38 Montage der vertikalen Fassadenelemente



Abb.39 liegende Anlieferung und Montage

Hierbei handelt es sich um ein Bausystem, einem Verbundmaterial aus einem Polyurethan-Dämmkern beidseitig kaschiert mit Holzwerkstoffplatten (siehe Abb. 40). Öffnungen und konstruktive Hölzer werden je nach Anforderungen in das System eingebaut. Die Elemente sind in Stärken von 125mm bis 185mm lieferbar und können mit unterschiedlichen Deckschichten, z.B. einer 60mm starken Holzfaser-Putzträgerplatte außen hergestellt werden. Dieses Produkt der Firma Linzmeier ähnelt dem TEK-Building System der britischen Firma Kingspan, die ebenso wie Linzmeier ein Komplettsystem für Wand, Dach und Decke anbietet, und die Möglichkeiten der hinterlüfteten Fassadenbekleidung mit dem System anbietet (siehe Abb.41)

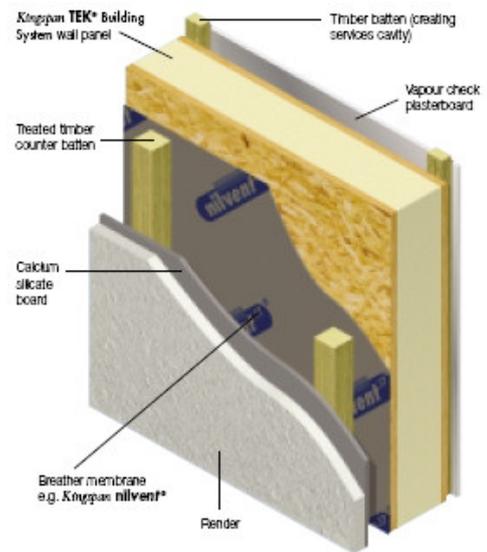


Abb.41 TEK Building System – Kingspan



Abb.42 Litec WBS - Rohbauzustand



Abb.40 Litec WBS - Linzmeier



Abb.43 Litec WBS – fertige Fassade

02 | 4 | 5 Brucha Fassadenpaneele



Abb.44 Firmengebäude Solution Solartechnik in OÖ

Die Firma Brucha produziert Paneele für den Kühlhaus-, Tiefkühl-, Industrie- und Agrarhallenbau, bestehend aus einem Dämmkern, aus Polyurethan oder Mineralwolle, der beidseitig schubfest mit einem polyesterbeschichteten Stahlblech kaschiert ist. Fassadenpaneele für thermisches Sanieren von Baubestand entwickeln sich aus dem Wandpaneel.

Die Verbindung der Paneele untereinander wird mit einem Nut und Feder-Stecksystem (Abb.X) hergestellt. Die Oberflächen sind in unterschiedlichen Profilformen und Farbstufen sowie Dekore erhältlich. Das Mineralwollpaneel ist feuchteempfindlich, schwerer und nicht so tragfähig wie das Polyurethanpaneel. Die Paneelabmessungen betragen 1100mm in der Breite und maximal 18m in der Länge. Paneeldicken werden bis 160mm und einem U-Wert von $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ hergestellt.



Abb.45 Brucha Fassadenpaneele

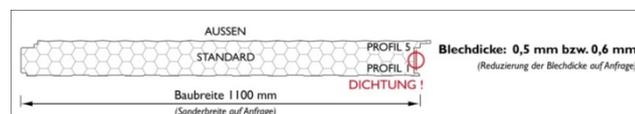


Abb.46 Fassadenpaneele Querschnitt

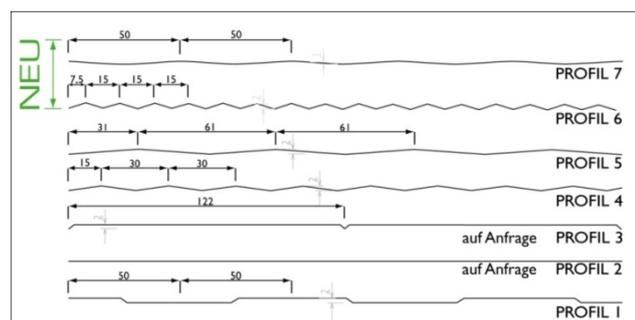


Abb.47 Oberfläche - Profilformen

Schichtfolge von AUSSEN nach INNEN:

AUSSEN Sichtseite 25 μm Polyesterbeschichtung mit PVC-Schutzfolie, die nach Abschluss der Bauarbeiten entfernt werden muss (vor Sonnenbestrahlung schützen). Profil 5 = Standard, andere Profile siehe Abb.X

DÄMMKERN Polyurethan-Hartschaum kontinuierlich geschäumt, ca. 95 % geschlossenzellig schubfest mit dem Stahlblech verbunden ;Raumgewicht ca. 40 kg/m^3 absolut FCKW- und H-FCKW-frei – Pentanschäumverfahren; Brandverhalten nach EN 13501-1, Euroklasse B schwer entflammbar

INNEN Sichtseite 25 μm Polyesterbeschichtung mit einer PVC-Schutzfolie, die nach Abschluss der Bauarbeiten entfernt werden muss (vor Sonnenbestrahlung schützen). Profil 1 = Standard (Profil 2 und 3 auf Anfrage)

Gesamtstärke des Dämmelements 60mm bis 160mm

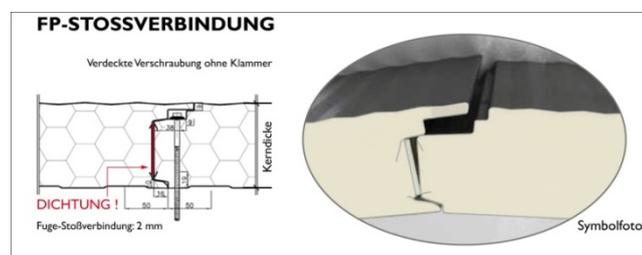
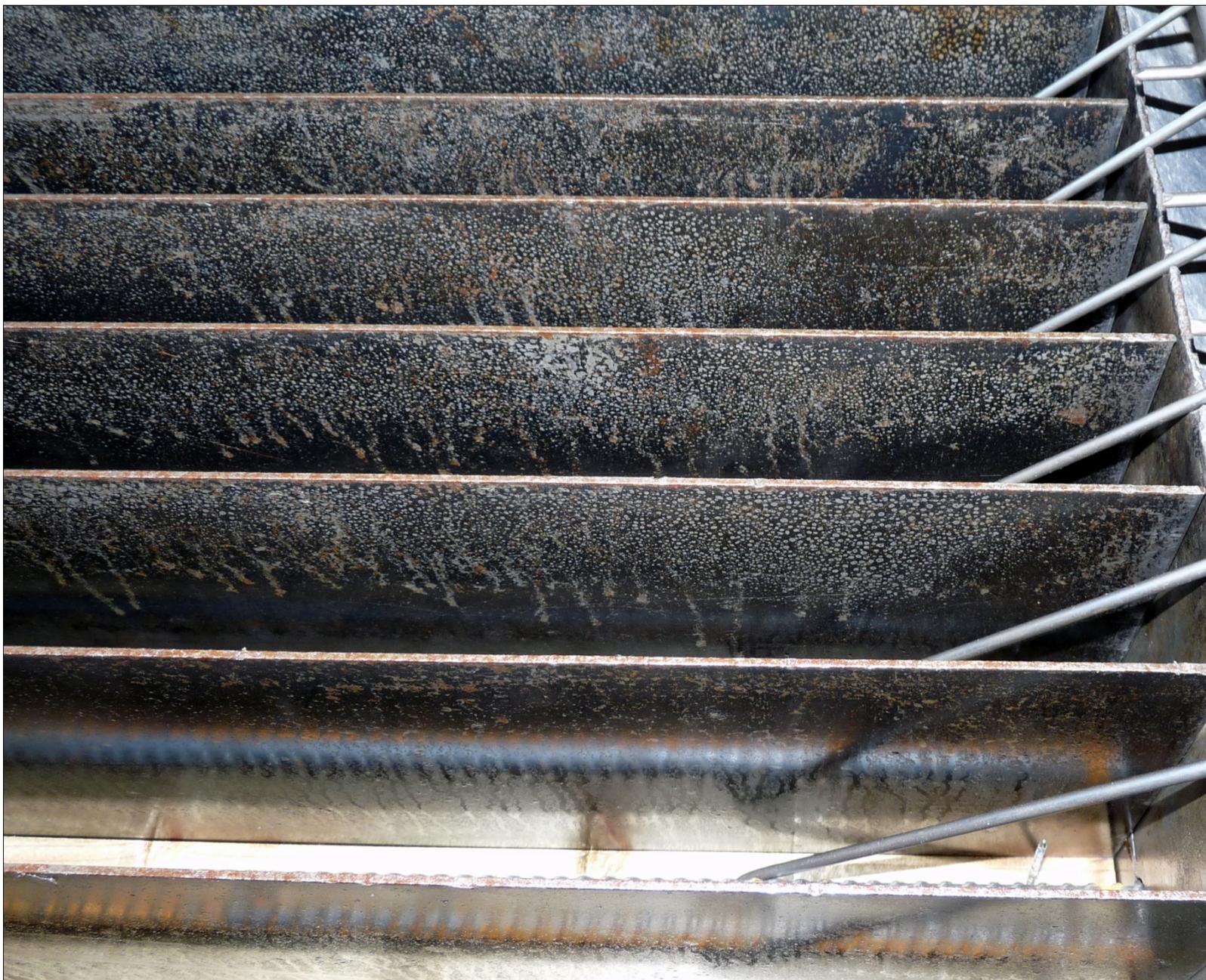


Abb.48 Stoßverbindung mit verdeckter Verankerung

02 | 4 | 6 Vergleich bestehender Systeme mit c_frame

	GEDT - Hofheim	GAP - Dieselweg	Intell. Skin - St.Leonhard	Litec WBS	Brucha	c_frame
Geringer Perforationsgrad der Hauptdämmebene durch Verankerung bzw. Konstruktion						
Diffusionsoffene Schichtfolge						
Große Dämmstoffauswahl						
Auch schwere Bekleidungen						
Systemimmanente Hinterlüftungsebene						
Geringe Bauteildicke						
Geringe Produktionskosten						
Ausgleichsmöglichkeiten von Fassadenunebenheiten						
Geringe Belastung des Bestands						
Installationsführung möglich						
Zerlegbarkeit - Recycling						



02 Quellenangabe

02| 1 Althausbestand:

Projektbericht der Programmlinie „Haus der Zukunft“ im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

02| 4| 1 GEDT Element, Hofheim, Deutschland:

<http://www.baulinks.de/webplugin/2008/0654.php4>, 30.04.2012.

02| 4| 2 GAP Paneel, Dieselweg, Graz:

Projektbericht – Aufwertung einer Wohnanlage.

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6516>, 30.04.2012.

02| 4| 4 LITEC WBS – Fa Linzmeier:

<http://www.linzmeier.de/de/litec-bausysteme>, 30.04.2012.

02| 4| 5 Brucha Fassadenpaneele:

Produktinformation,

<http://www.netteam.at/opmodule/user/brucha-neu/default.asp?kat=18&op=3>, 30.04.2012.

02 Abbildungsverzeichnis

Abb.1 SWA Element. Quelle: Verfasser.

Abb.2 SWA Systemelement. Quelle: Verfasser.

Abb.3 Systemschnitt einer Kellerwand. Quelle: Produktkatalog der Firma SWA.

Abb.4 Stützrippenschalung. Quelle: Verfasser.

Abb.5 Installationsaussparung Stützrippen. Quelle: Verfasser.

Abb.6 Shear-Connector. Quelle: Verfasser.

Abb.7 Vorproduzierte Stützrippen. Quelle: Verfasser.

Abb.8 Stützrippen Achsmaß 625mm. Quelle: Verfasser.

Abb.9 Schalungsvorrichtung SWA-Element. Quelle: Verfasser.

Abb.10 Stützrippen im Randbereich der Schalung. Quelle: Verfasser.

Abb.11 Elementstoß Gehrung. Quelle: Verfasser.

Abb.12 Elementstoß Stumpf. Quelle: Verfasser.

Abb.13 Holzschalung Türlaibung. Quelle: Verfasser.

Abb.14 Blindstock Kellerfenster. Quelle: Verfasser.

Abb.15 Türstock - Stahlzarge. Quelle: Verfasser.

Abb.16 XPS-Platten auf Stützrippen. Quelle: Verfasser.

Abb.17 Gitterbewehrung mit Distanzhalter. Quelle: Verfasser.

Abb.18 Ringbewehrung um Fenster. Quelle: Verfasser.

Abb.19 Tafeln für die Betonverdichtung. Quelle: Verfasser.

Abb.20 Stahlstifte durchdringen die XPS-Platte. Quelle: Verfasser.

Abb.21 SWA-Systemkeller. Quelle: Produktentwicklung der Firma SWA.

Abb.22 Framework als Kern tragender Wände. Quelle: Produktentwicklung der Firma SWA.

Abb.23 Skizze: Schichtung Framework als Außenwand. Quelle: Produktentwicklung der Firma SWA.

Abb.24 Skizze: Schichtung Framework als tragende Innenwand. Quelle: Produktentwicklung der Firma SWA.

Abb.25 Skizze: Framework Fassadenelement. Quelle: Produktentwicklung der Firma SWA.

Abb.26 Mineralwolle zu Vakuum-Isolationspaneel. Quelle: <http://www.baulinks.de/webplugin/2008/0654.php4>, 30.04.2012.

Abb.27 Montage der Elemente mit Spezialtraverse. Quelle: <http://www.baulinks.de/webplugin/2008/0654.php4>, 30.04.2012.

Abb.28 Fertiggestellte Fassade. Quelle:

<http://variotec.eu/hp2209/GEDT-Grosselement-Daemntechnik.htm>, 30.04.2012.

Abb.29 Schichtung GEDT-Element. Quelle: Endbericht - Teilprojekt Großelement-Dämmtechnik mit Vakuumdämmung, 2007, Darmstadt, Seite 2.

Abb.30 Dieselweg, Graz. Vor und nach der Sanierung.

Quelle: Projektbericht – Aufwertung einer Wohnanlage.

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6516>, 30.04.2012.

Abb.31 Systemschnitt - Fassade. Quelle: Projektbericht – Aufwertung einer Wohnanlage.

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6516>, 30.04.2012.

Abb.32 Montage der Elemente auf vormontierte Ausgleichsdämmung. Quelle: Projektbericht – Aufwertung einer Wohnanlage.

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6516>, 30.04.2012.

Abb.33 Fassadengliederung durch GAP-Elemente. Quelle: Projektbericht – Aufwertung einer Wohnanlage.

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6516>, 30.04.2012.

Abb.34 Zellstoffwaben – Temperaturverlauf bei Sonneneinstrahlung. Quelle: Projektbericht – Aufwertung einer Wohnanlage.

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6516>, 30.04.2012.

Abb.35 und 36 Fertige Fassade der Volksschule St. Leonhard. Quelle: <http://www.archmore.cc/cms/>, 30.04.2012

Abb.37 Detail Bauteilschichten. Quelle: Architekturbüro arch+more

Abb.38 Montage der vertikalen Fassadenelemente. Quelle: Architekturbüro arch+more.

Abb.39 Liegende Anlieferung und Montage. Quelle: Architekturbüro arch+more.

Abb.40 Litec WBS - Linzmeier. Quelle:

<http://www.linzmeier.de/de/litec-bausysteme>, 30.04.2012.

Abb.41 TEK Building System - Kingspan. Quelle:

http://www.tek.kingspan.com/uk/cladding_options.htm, 30.04.2012.

Abb.42 Litec WBS - Rohbauzustand. Quelle:

<http://www.linzmeier.de/de/litec-bausysteme>, 30.04.2012.

Abb.43 Litec WBS – Fertige Fassade. Quelle:

<http://www.linzmeier.de/de/litec-bausysteme>, 30.04.2012.

Abb.44 Firmengebäude Solution Solartechnik in Oberösterreich. Quelle:

<http://www.brucha.at/opmodule/user/brucha-neu/>, 30.04.2012.

Abb.45 Brucha Fassadenpaneele - Solution Solartechnik.

Quelle: <http://www.brucha.at/opmodule/user/brucha-neu/>, 30.04.2012.

Abb.46 Fassadenpaneele Querschnitt. Quelle: Produktinformation,

<http://www.netteam.at/opmodule/user/brucha-neu/default.asp?kat=18&op=3>, 30.04.2012.

Abb.47 Oberfläche - Profilformen. Quelle:

Produktinformation,

<http://www.netteam.at/opmodule/user/brucha-neu/default.asp?kat=18&op=3>, 30.04.2012.

Abb.48 Stoßverbindung mit verdeckter Verankerung. Quelle: Produktinformation,

<http://www.netteam.at/opmodule/user/brucha-neu/default.asp?kat=18&op=3>, 30.04.2012.

03 PRODUKTENTWICKLUNG

03 | 1 Allgemeiner Elementaufbau

Die Entwicklung einer Faserbetonriegelkonstruktion, abgeleitet vom SWA-System, sollte nicht nur aus Gründen der Wirtschaftlichkeit oder Steigerung der Wertschöpfung verwandter Systeme, mit vorhandenen Einrichtungen der Produktion bzw. über Weiterentwicklung der schon beschriebenen schrittweisen Herstellungsverfahren zu optimierten anforderungsgerechten Bauteilquerschnitten führen. Dieses Framework soll in einem vorgefertigten Fassadendämmelement zur Anwendung kommen, in dem es statische Grundanforderungen während der Produktion bis zur Montage erfüllt, nach der es, in Verbindung mit dem zu sanierenden Bestandsgebäude, zu einem statischen Gesamtsystem kommt.

03 | 1 | 1 Konstruktionsgrundlage

Die horizontale Anwendung des SWA-Systems als Wandelement durch den logischen geschößweisen Aufbau von Wohngebäuden muss man bei dem Framework als Fassadenelement hinterfragen. Was bedeutet die mögliche Vertikalstellung für die Produktion, den Aufbau und die Anwendung des Systems.



Abb.1 Skizze Anordnung vertikal/ horizontal

Vertikale Fassadenelemente

Nachteile:

- Die liegenden Stützrippen werden in dieser Lage ungünstig belastet. Anstatt von Normalkräften werden, vor allem durch Fenster und Türen Querkräfte bzw. Momente in den Querschnitt eingeleitet.
- Element wird liegend produziert und transportiert, muss dann an der Baustelle aufgestellt werden, wodurch sich neben dem logistischen Mehraufwand auch erhöhte statische Anforderungen an den Faserbetonrahmen stellen.

Vorteile:

- Fassadenöffnungen sind (Elementbreite max. 2,7m, Elementlänge richtet sich nach LKW-Abmessungen) auch für höhere Räume realisierbar.
- Durch vertikale Elemente sind gebäudehohe Hinterlüftungsebenen möglicherweise leichter realisierbar.

Horizontale Fassadenelemente

Neben der Umkehrung der negativen und positiven Begleiterscheinungen bleibt der Vorteil bei der Systemtreue, zum Beispiel den Eckausführungen die in dieser Lage auf Gehrung ausgeführt werden können.

03 | 1 | 2 Funktionsweisen, schematisch

Die Aufgabenstellung lässt zwei bekannte Konstruktionsarten für Außenbauteile, die durch die Situierung des Frameworks in der Gesamtkonstruktion entstehen, erkennen. Ungeachtet einer horizontalen oder vertikalen Anwendung lassen sich beide Funktionsweisen als System im Werk der SWA herstellen.

Einschalige Konstruktion

Das Betonriegelsystem „Framework“ dient als tragender Kern für das Dämmmaterial, Fenster bzw. Türstöcke. Das Element wird mit dem Bestandsmauerwerk verbunden und bildet ein einschaliges System, das als Wärmedämmverbundsystem bezeichnet werden kann.

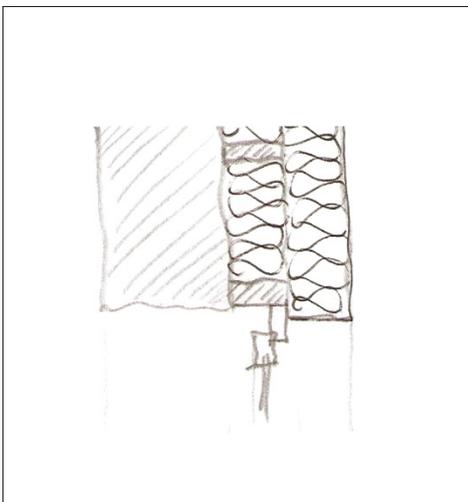


Abb.2 Skizze einschalige Konstruktion

Nachteile

- Eingeschränkte Produktauswahl des Dämmmaterials (überputzbar, Dampfdiffusionsoffenheit der Gesamtkonstruktion)
- Schallschutz schlechter als bei mehrschaligen Bauteilen
- Eingeschränkte Gestaltungsmöglichkeiten der Fassadenoberfläche
- Für einheitliche Putzfassade ist das Verputzen erst bauseits möglich, bzw. bleiben die Elementstöße sichtbar
- Viele Verklebungen und schwer zu trennende Schichten – Recyclierbarkeit!

Vorteile

- da der tragende Kern am Bestandsmauerwerk anliegt sind Bauanschlüsse leicht herzustellen
- Verankerung im Bestand sind leichter zu bewerkstelligen
- Durchgehende außenliegende Dämmschichte

Mehrschalige Konstruktion - Hinterlüftete Fassade

In diesem Fall dient das Framework als tragender Kern für die Dämmmaterialien, die konstruktiven Subsysteme wie Fenster, Türen und Verglasungen und für die Fassadenbekleidung.

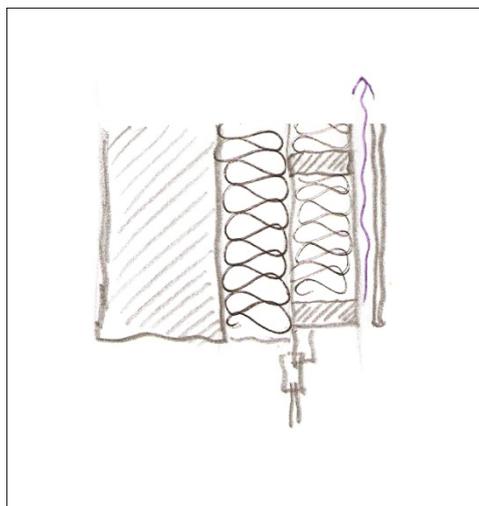


Abb.3 Skizze mehrschalige Konstruktion

Nachteile

- Die innere Dämmschicht benötigt eine Behelfskonstruktion, möglicherweise einen Stock, der in erster Linie einen luftdichten Anschluss an den Baubestand schafft. Und müsste dieser Stock loses bzw. weicheres Dämmmaterial schützen.
- Die Kerndämmung, also die innenliegende Dämmschicht wird durch die Verankerung der Fassadenelemente unterbrochen.

Vorteile

- Eine Vielfalt an Dämmmaterialien sind anwendbar.
- Durch die innere Dämmschicht können Unebenheiten im Baubestand leichter ausgeglichen werden.
- Besserer Schallschutz durch Mehrschaligkeit.
- Einfachere Zerlegbarkeit – gut recycelbar!

In den Skizzen ist bereits erkennbar, dass das Element aus mehreren teilweise inhomogenen Schichten besteht. Im Wesentlichen sind es drei Schichten.

1. Eine inhomogene Schicht, bestehend aus dem tragenden Framework mit Dämmstoff.
2. Eine weitestgehend homogene Schicht aus Dämmmaterial, die Wärmebrücken bedingt durch das Tragwerk dämmt. Bei der zweischaligen Konstruktionsweise wird durch die außenliegende tragende Schicht diese homogene Dämmschicht durch Verankerungen unterbrochen.
3. Eine fassadenbildende Schicht entweder selbsttragend in hinterlüfteter Ausführung, oder aufkaschiert auf tragfähiges Dämmmaterial.

Um die dabei entstehenden Bauteil-Gesamtdicken möglichst gering zu halten, muss das Framework von der momentan systemimmanenten Dicke von 19cm, bzw. 26cm mit Betonschale, auf geringere den jeweiligen Tragwerksanforderungen dennoch entsprechenden Dicken reduziert werden.

03 | 2 Produktion der SWA-Systemwand

und Adaptierung des Herstellungsverfahrens an geänderte Anforderungen der SWA Fassade

Der wesentliche Unterschied im Querschnitt des Frameworks zum herkömmlichen SWA-Element ist die Elementdicke. Im Vordergrund steht hier die Reduktion der Dicke auf ein, den geringeren Lasten an der Fassade, angepasstes Maß. Der Betonanteil und die Konstruktionsimmanente Wärmebrücken in dem zukünftigen Fassadenelement sollen minimiert werden um möglichst geringe Bauteilgesamtdicken zu erhalten.

Dies erreicht man am leichtesten indem man die vorhandene Schalung, die parallel auch der Produktion stärkerer Elemente dient, mit unterschiedlichen Schalungsbeilagen versieht die erst die Abmessungen der Stützrippen verringert, danach in der liegenden Elementschalung je nach Bedarf ein reines Rahmenwerk, bzw. ein Framework mit Betonschale unterschiedlicher Dicke produziert.

In den Plandarstellungen auf den Seiten 29 bis 30 habe ich die in Kapitel 5 beschriebenen Schalungsschritte schematisch dargestellt. Die Zeile 1 zeigt das konventionelle SWA Kellerelement.

Die genaue Dimensionierung des Frameworks muss auf ein konkretes Projekt abgestimmt sein und statisch nachgewiesen werden. Bei diesem theoretischen Ansatz ging ich von einer Reduktion um 135mm, also von 265mm auf 130mm aus.

Die Zeile 2 zeigt die Schalungsschritte für ein reines Rahmenwerk, wie es für Kellerinnenwände bereits produziert wurde, ohne Betonschale. In die Stützrippenschalung werden Schalungsbeilagen eingelegt und die Stützrippen werden wie beschrieben betoniert, jedoch mit beidseitiger Holzkaschierung um spätere Anbauten zu erleichtern.

Die Probleme mit der Steifigkeit des Systems, die man sich bei dieser Bauweise auferlegt, sind natürlich nicht von Vorteil. Einerseits sind die Betonquerschnitte zu klein um aufwendige biegesteife Knotenpunkte produzieren zu können, andererseits lautet die Aufgabe ein Fassadendämmelement zu konzipieren, also das Framework unter anderem mit Dämmstoffen auszustatten. Jetzt wieder einen Plattenwerkstoff anzubauen um das System auszusteifen sowie Montagemöglichkeiten für Dämmmaterialien zu haben, bedeutet wieder einen Schritt zurück zu gehen. Warum also nicht an Ort und Stelle bleiben, und das Framework mit Betonschale herstellen?

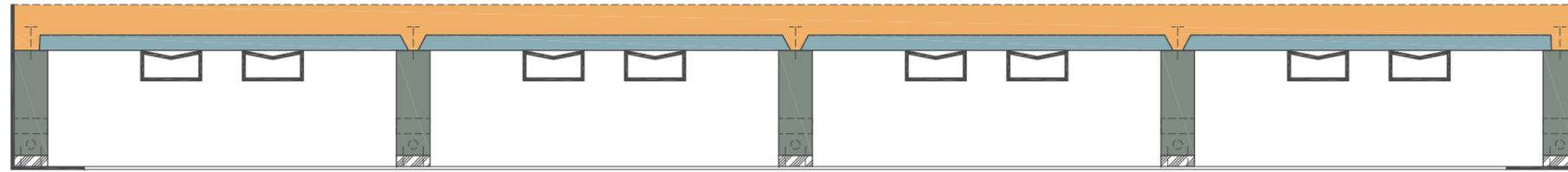
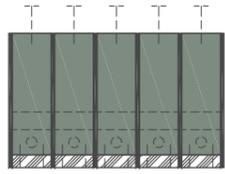
Zeile 3 zeigt ein Framework mit 130mm Gesamtdicke, 100mm Stützrippen sowie einer 20mm Betonschale auf Faserzementplatten als verlorene Schalung.

In Zeile 4 variieren die Höhen der Stützrippenquerschnitte um im Element bei außenliegenden Stützrippen die Fassadenbekleidung direkt zu montieren und eine gebäudehohe Hinterlüftungsebene zu erlangen.

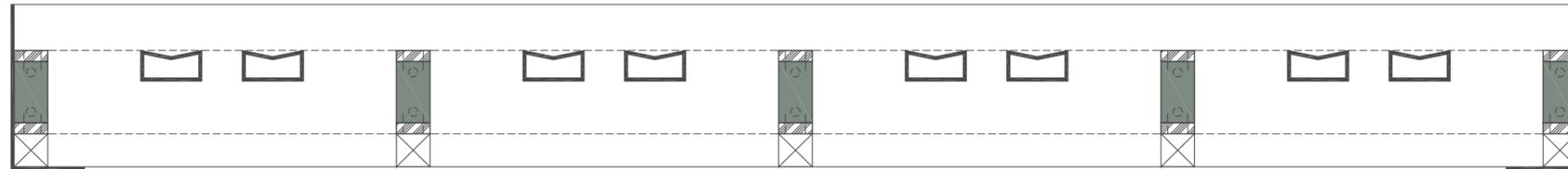
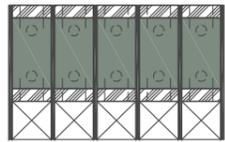
Schnitt Stützrippen

Schnitt Schalung längs (horizontal)

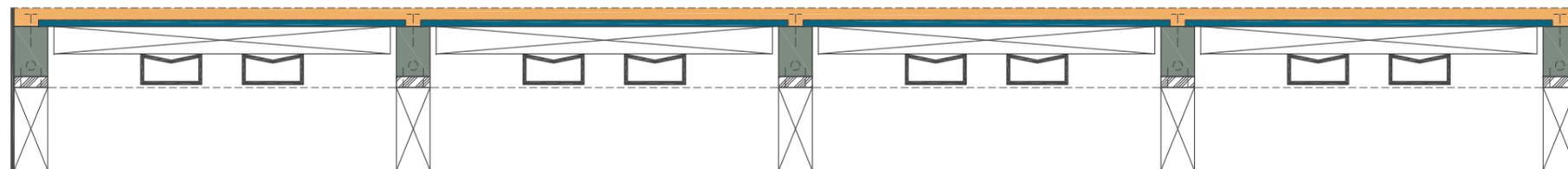
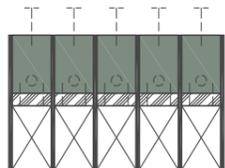
1)



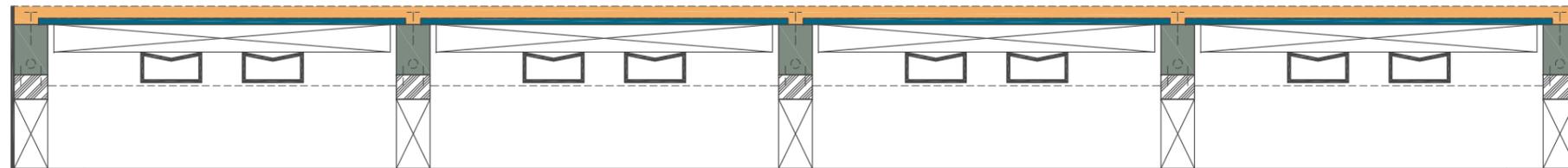
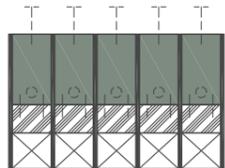
2)



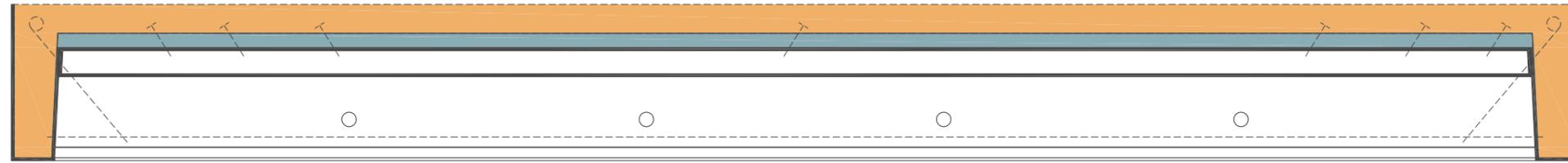
3)



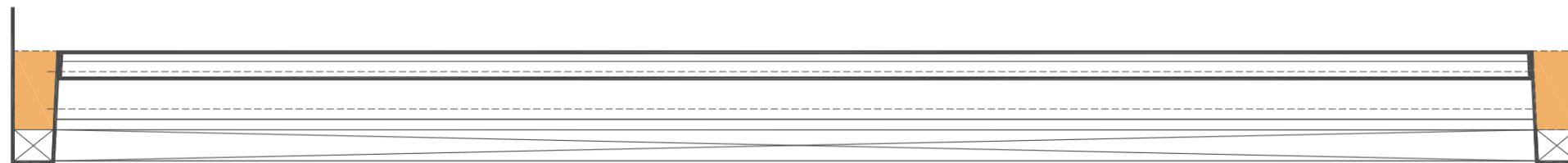
4)



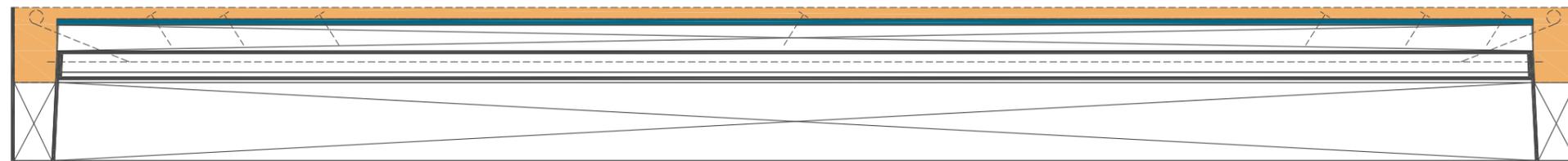
Schnitt Schalung quer (vertikal)



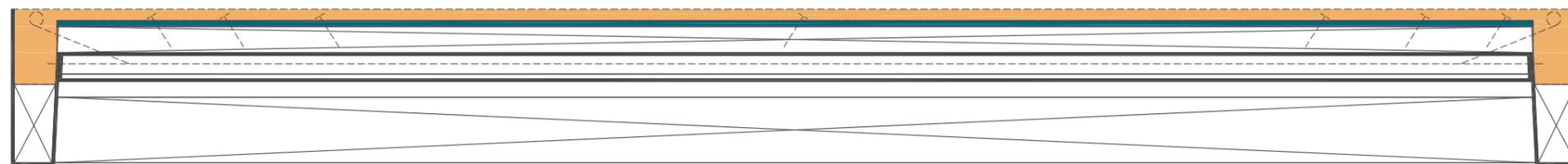
SWA - Kellersystemelement



SWA - Rahmenkonstruktion - reduzierter Querschnitt



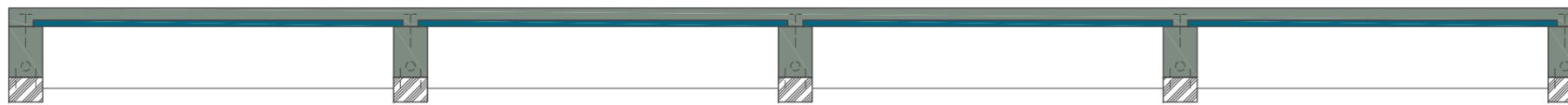
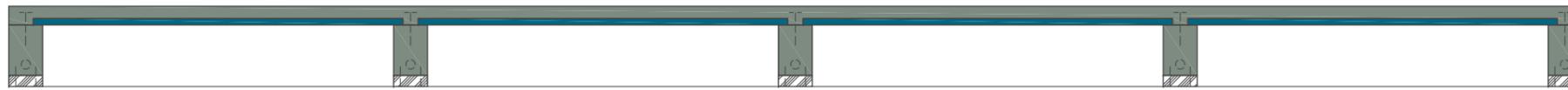
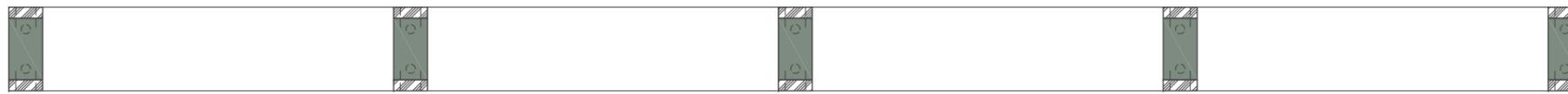
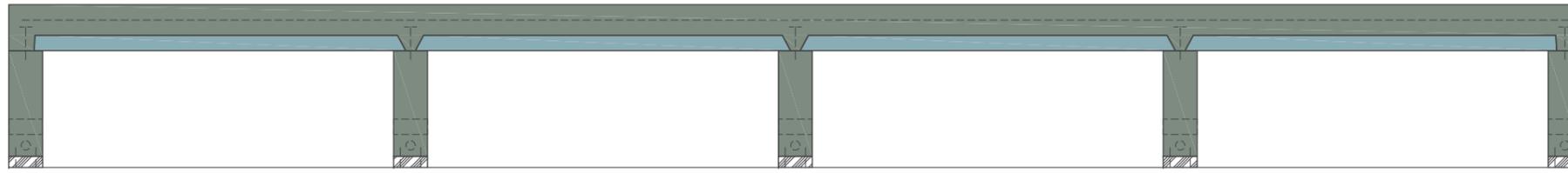
SWA - Element - reduzierter Querschnitt



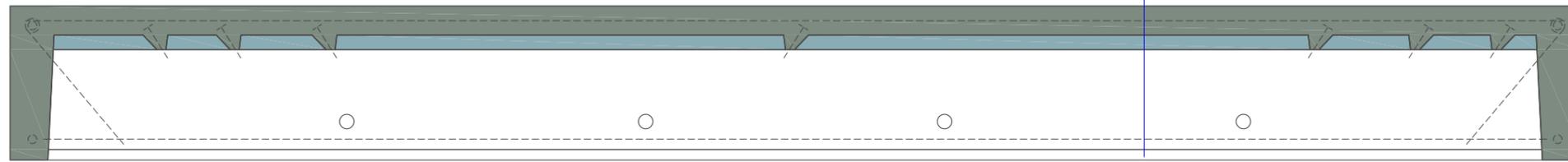
SWA - Element - reduzierter Querschnitt mit Hinterlüftung

- Schalung
- Schalungsbeilagen
- Mikrofaserbeton
- Betonierschritt 2
- Holz
- XPS
- Faserzementplatte

Schnitt Element längs (horizontal)



Schnitt Element quer (vertikal)



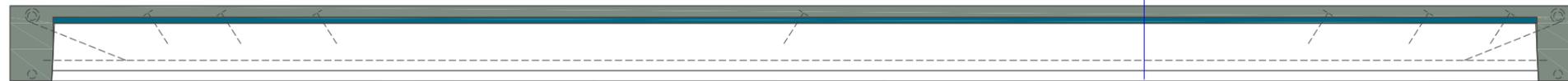
SWA - Kellersystemelement

Gesamtaufbau SWA-Kellerelement 265mm:
 Betonschale 50mm
 XPS 25mm
 Stützrippe Mikrofaserbeton 55mm x 170mm
 Stützrippe Holzbrett 20mm



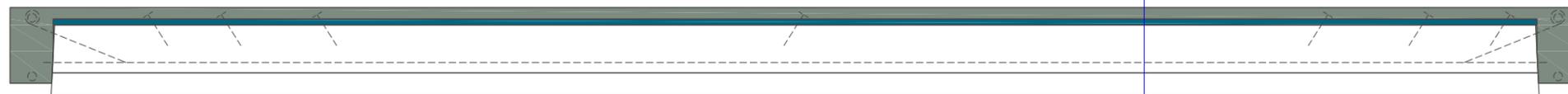
SWA - Rahmenkonstruktion - reduzierter Querschnitt

Gesamtaufbau Framework - 1 - Rahmen 130mm:
 Stützrippe Holzbrett 20mm
 Stützrippe Mikrofaserbeton 55mm x 90mm
 Stützrippe Holzbrett 20mm



SWA - Element - reduzierter Querschnitt

Gesamtaufbau Framework - 2 - mit Schale 130mm:
 Betonschale 20mm
 Faserzementplatte 10mm
 Stützrippe Mikrofaserbeton 55mm x 80mm
 Stützrippe Holzbrett 20mm



SWA - Element - reduzierter Querschnitt mit Hinterlüftung

Gesamtaufbau Framework - 3 - mit Schale 130mm:
 Betonschale 20mm
 Faserzementplatte 10mm
 Stützrippe Mikrofaserbeton 55mm x 80mm
 Stützrippe Kantholz (mit 20mm Hinterlüftung) 55mm x 40mm

Mikrofaserbeton
 Holz
 XPS
 Faserzementplatte

03 | 3 Allgemeine Anforderungen an das Tragwerk

und die Vordimensionierung der Verankerung

Die statische Leistungsfähigkeit des Framework entspricht der eines selbst tragenden Fassadenbauteils, das fähig ist an der Fassade auftretende Lasten in den Bestand abzuleiten. Die Lasten die auf ein Fassadenelement wirken, hängen von Einsatz des Elements ab. Im Folgenden werde ich die Möglichkeiten des Einsatzes aufzeigen und notwendige Verankerungsmittel auflisten.

Die wesentlichen horizontal wirkenden Lasten entstehen durch Windsog und Winddruck. Einen gewissen Einfluss könnte auch ein Erdbeben haben bzw. haben bestimmte Verkehrslasten die durch das „Benützen“ der Fassade, das Schließen von Fenstern usw., zustande kommen. Die wesentlichen Vertikallasten resultieren aus dem Eigengewicht des Elements und all seinen Einbauten, wie Dämmmaterialien, Trennschichten, Fassadenbekleidung, Fenster, Türen und sonstigen Verglasungen. Zwängungen, aus Temperaturdehnungen oder unterschiedlichen Setzungen des Untergrundes und Baubestandes, können ebenfalls Vertikallasten, sprich Normalkräfte im Faserbetonelement, verursachen.

Im Folgenden werde ich schematisch verschiedene Möglichkeiten über Fundieren, Fügen und Verbinden des Systems mit dem Bestand aufzeigen.

03 | 3 | 1 Systemanwendungen

Selbsttragende Fassade

Einerseits besteht die Möglichkeit eine selbsttragende Hülle um den Bestand zu errichten. Diese Variante bedingt eine möglichst

setzungsfreie Fundamentierung bzw. Montage im Sockelbereich des Gebäudes über die die Eigenlasten der Fassaden der darüber liegenden Geschoße ins Erdreich bzw. Bestandsfundament abgeleitet werden. Die Fassade muss nur an wenigen Punkten vom Bestand auf Abstand gehalten werden und wirkt über die gesamte Gebäudehöhe als selbsttragende Struktur.



Abb. 4 Schema selbsttragende Fassade

Direktverankerte Elemente

Andererseits kann man bei diesem System auch die Möglichkeit der Direktverankerung wie sie zum Beispiel an Natursteinfassaden angewandt wird umsetzen. Die Montage erfolgt geschoßweise bzw. elementweise direkt in den Baubestand. Übereinander liegende Elemente haben keinen statischen Einfluss aufeinander, die Verankerung ist dafür wesentlich massiver und führt zu stärkeren Wärmebrücken.

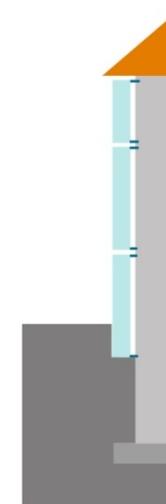


Abb. 5 Schema verankerte Fassade

03 | 3 | 2 Lastfälle am Faserbetonelement

Am besten beschreibt man das Faserbetonelement mit seinen Einzelteilen, der Betonschale, dem Ober- und dem Untergurt und den Stützrippen, von denen jedes seine Bedeutsamkeit, in statischer Hinsicht, besitzt. Unter Einfluss von unterschiedlichen Lasten werden unterschiedliche Bereiche im Faserbetonelement aktiv bzw. wirken verschiedene Teile des Elements miteinander.

Lastfall 1 (Abb. 6) zeigt eine vertikale Gleichlast, z.B. Eigengewicht, die zu Normalkräften in den Stützrippen führt. Das Ausknicken der Stützrippen wird durch die Betonschale verhindert.

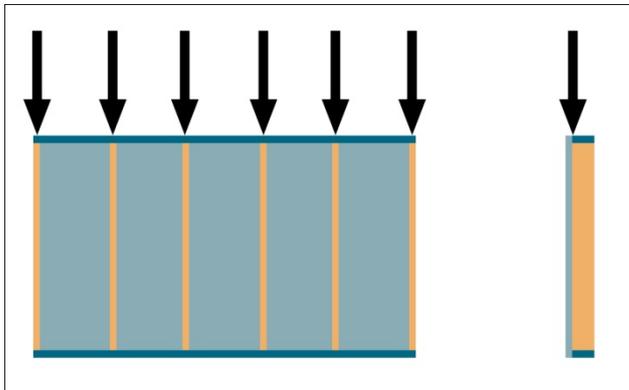


Abb.6 Lastfall 1

Lastfall 2 (Abb. 7) zeigt eine Horizontallast, z.B. Winddruck, bei der, je nach Lagerung, entweder die Stützrippen und oder der Ober- und Untergurt aktiviert werden und mit der Betonschale die Lasten aufnehmen.

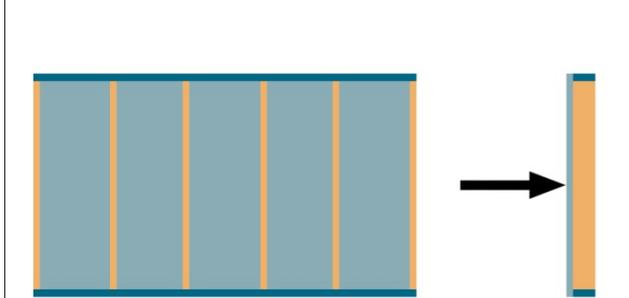


Abb.7 Lastfall 2

Lastfall 3 (Abb. 8) zeigt eine Horizontallast in Elementebene. Hier spielt die Betonschale eine wichtige Rolle, ohne die das „Pfosten-Riegel“ – System aus Stützrippen und Ober-Untergurt dessen Knotenpunkte nicht biegesteif sind, versagen würde. Die Last führt in der Betonschale zu einer Membranspannung und wölbt die Betonschale aus. Die Auswölbung wird durch den Verbund mit den Stützrippen abgeschwächt.

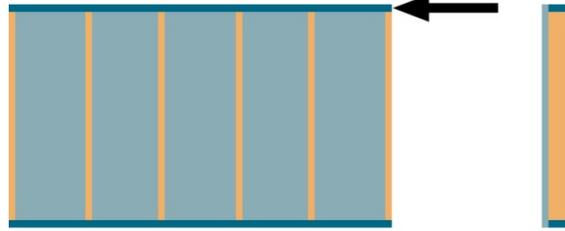


Abb.8 Lastfall 3



03 | 3 | 3 Zu erwartende flächenbezogene Masse²

Um die marktüblichen Verankerungssysteme und Befestigungsmittel näher einzuschränken muss die zu erwartende flächenbezogene Masse des Systems in verschiedenen Ausführungsvarianten vormessen werden.

Für das Framework als tragenden Kern, mit 10cm tiefen Stützrippen, einer ca. 1cm dicken Zementfaserplatte als verlorene Schalung und einer 2cm dicken Außenschale, ergibt sich ein Gewicht von 97,54kg/m².

In der Entwicklung wird auch eine Variante untersucht, in der die eigentlich später

² detaillierte Ermittlung siehe Anhang 01

eingebraachte Gefachdämmung in den Produktionsprozess eibezogen wird und als z.B. EPS mit der selben Dicke der Stützrippen, die verlorene Schalung ersetzt und die Betonschale direkt auf die Dämmung betoniert wird. In dieser Ausführung fällt auf das Framework eine Masse von 79,19kg/m².

Dieses Framework, einschalig im Verbund und mehrschalig mit Hinterlüftungsebene, ergeben sich folgende 4 Schichtungsvarianten deren jeweilige Flächenmasse als Maximalwert zu betrachten ist.

Aufbau 1 - einschalig

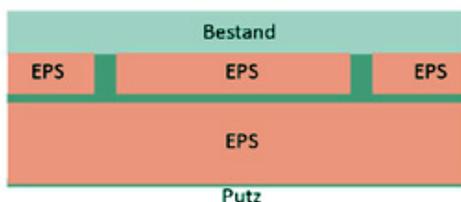


Abb.9 Schema Aufbau 1

EPS 10cm (im Framework) | EPS 20cm (als Putzträger) | Putz 0,5cm

Gesamtstärke 33,5cm
Gewicht 97,8kg/m²

Aufbau 2 - einschalig

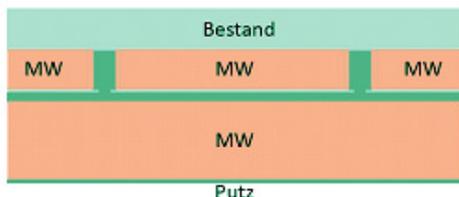


Abb.10 Schema Aufbau 2

Mineralwolle 10cm (im Framework) | Mineralwolle 20cm (als Putzträger) | Putz 1,5cm

Gesamtstärke 34,5cm
Gewicht 172,2kg/m²

Aufbau 3 - mehrschalig

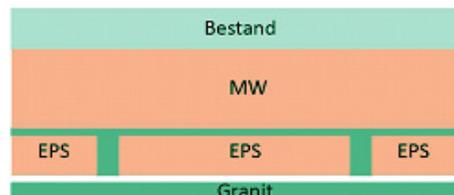


Abb.11 Schema Aufbau 3

EPS 10cm (im Framework) | Mineralwolle 20cm | Granit 4cm (mit Hinterlüftung)

Gesamtstärke 39,0cm
Gewicht 193,4kg/m²

Aufbau 4 - mehrschalig

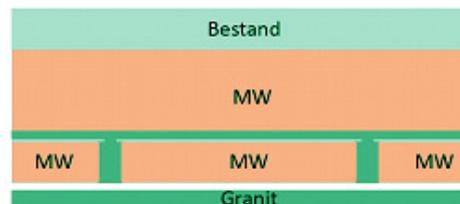


Abb.12 Schema Aufbau 4

Mineralwolle 10cm (im Framework) | Mineralwolle 20cm | 4cm Granit (mit Hinterlüftung)

Gesamtstärke 39,0cm
Gewicht 204,2kg/m²

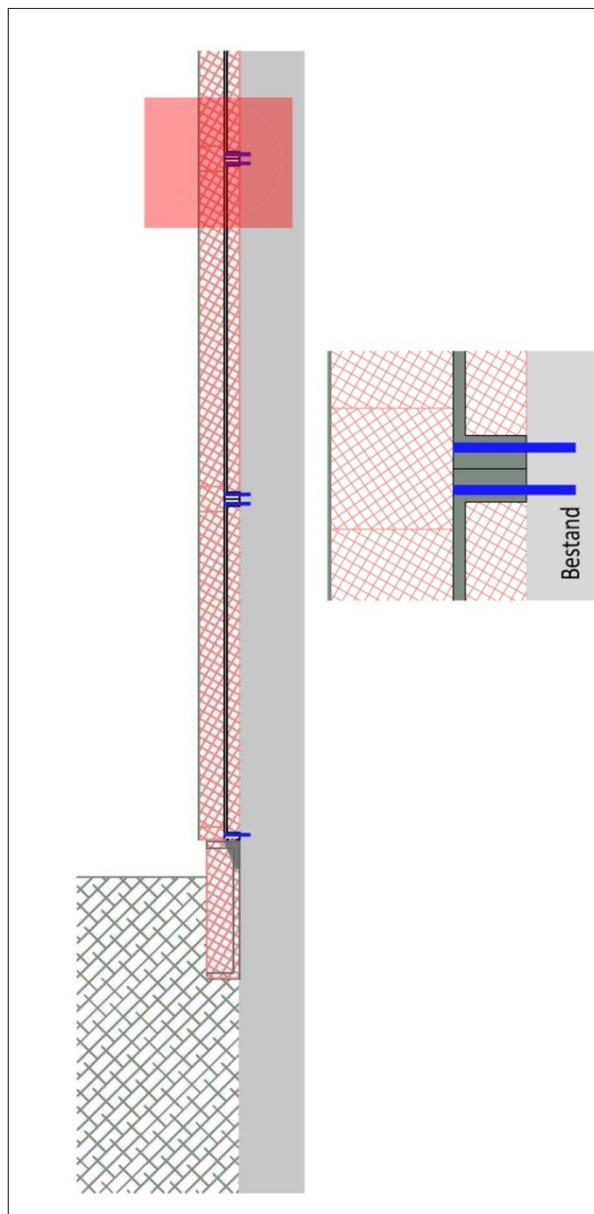
03 | 3 | 4 Verankerungen

Für die Wahl der richtigen Verankerungsmethode greife ich auf die Produktpalette von Verankerungs-vorrichtungen marktüblicher Hersteller, wie Firma Halfen, Dr. Grau oder Firma Pfeifer zurück, die entsprechende Erfahrung sowie geprüfte Typen anbieten können. Im Folgenden werden unter der Annahme eines 3-geschoßigen Gebäudes mit Ziegelmauerwerk die in Frage kommenden Verankerungen miteinander kombiniert und mit Elementmassen in der schweren einschaligen (Aufbau 2) bzw. mehrschaligen Ausführung mit hinterlüfteter Granitbekleidung (Aufbau 4) gerechnet.

Einschalige Direktverankerung³

Wird das Fassadendämmelement mit dem Bestand im Verbund, also einschalig angewendet, kann man von einer „einfachen“ direkten Verschraubung der Elemente mit dem Mauerwerk oder der Wand ausgehen. Hier werden die Elementstöße des Frameworks über den Verschraubungen bauseits gedämmt und die Putzfläche hergestellt. Zu Montagezwecken sind die Elemente im Sockelbereich zu unterfangen. Dazu werden die Elemente, wie bei mehrschaliger Direktverankerung bzw. selbsttragender Fassade, auf Konsolen aufgelegt. Die Perimeterdämmung ist mit geeignetem Material an der Baustelle herzustellen.

Die Elementgröße wird durch das maximale Gewicht von 4t aufgrund der Hebewerkzeuge im Werk bzw. an der Baustelle beschränkt und beläuft sich in der Ausführung auf 8,6m Länge und 2,7m Höhe. Es ergibt sich ein Gewicht von 464,94kg/lfm Fassadenelement.



■ Verschraubung Dübel

Abb.13 einschalige Direktverankerung

Mit der Masse von 100 – 170kg/m², je nach Ausführung, dringt man Verdübelung in Mauerwerk in kritische Bereiche vor, die mit handelsüblichen Techniken schwer zu bewerkstelligen sind. Die meisten Verankerungstechniken weisen bauaufsichtliche Zulassungen für gerissenen und ungerissenen Beton auf, jedoch nicht für Ziegelmauerwerk.

Es besteht jedoch die Möglichkeit auf Laborwerte z.B. der Firma Hilti (siehe Abb.5 im Anhang 2)

³ Tabellen und technische Daten siehe Anhang 02

zurückzugreifen. Hierzu muss der Untergrund bestimmte Bedingungen erfüllen, da die maximal zulässigen Lastwerte für Zug- Querlasten der Dübelung von Ziegelgüte (Ziegelausbruch) und Mörtelfuge (Herausziehen) abhängen. Für Anwendungen die außerhalb der in den Hilti - Planermappe beschriebenen Untergründen liegen haben Baustellentests zur Bestimmung der zulässigen Lasten zu erfolgen.

Die Hauptlasten, die aus Windsog bzw. Eigengewicht der Konstruktion entstehen, sollen im Wesentlichen durch ein chemisches Dübelssystem, in dem Untergrund entsprechender Anzahl, abgeleitet werden. Der große Nachteil chemischer Dübel ist die relativ lange Aushärtezeit von durchschnittlich 45 Minuten bei 20°C Lufttemperatur. Neben der Möglichkeit einen Rasten an Ankerstangen vorab im Mauerwerk passgenau zu versetzen und die Elemente nach dem Aushärten an die Fassade zu heben und zu verschrauben, besteht die Möglichkeit die Elemente im Sockelbereich auf Konsolen die im Kellerwandbereich idealerweise in Beton gedübelt sind aufzulagern. Dabei werden die Vertikallasten der Fassade aller darüber liegenden Geschoße vorerst in die Konsolen eingeleitet. Horizontal werden die Elemente während der Montage mittels Kunststoffdübel, z.B. dem Rahmendübel HRD bzw. HRD-UGS 14X230/160 (siehe Abb.14) der Firma Hilti, die für die Durchsteckmontage geeignet sind, gesichert. (Daten siehe Anhang 2) Danach können die Bohrungen im Mauerwerk durch die, bei der Produktion ausgesparten, Kanäle im Betonelement vorgenommen und die Ankerstangen, z.B. Ankerstange HAS M16X125/148 (siehe Abb.15) der Firma Hilti oder HB -VMU-A 16-155/300 GV der Firma Halfen, mit dem 2-komponentigen Injektionsmörtel, z.B. HIT-HY70 der Firma Hilti oder HB-VMU der Firma Halfen, gesetzt werden. Nach dem Aushärten, Verschrauben der Elemente und Entfernen allfälliger Distanzhalter in den Stoßfugen, hängen alle Elemente möglichst frei von Zwängungen an der Fassade.



Abb.14 HRD-UGS 14X230/160



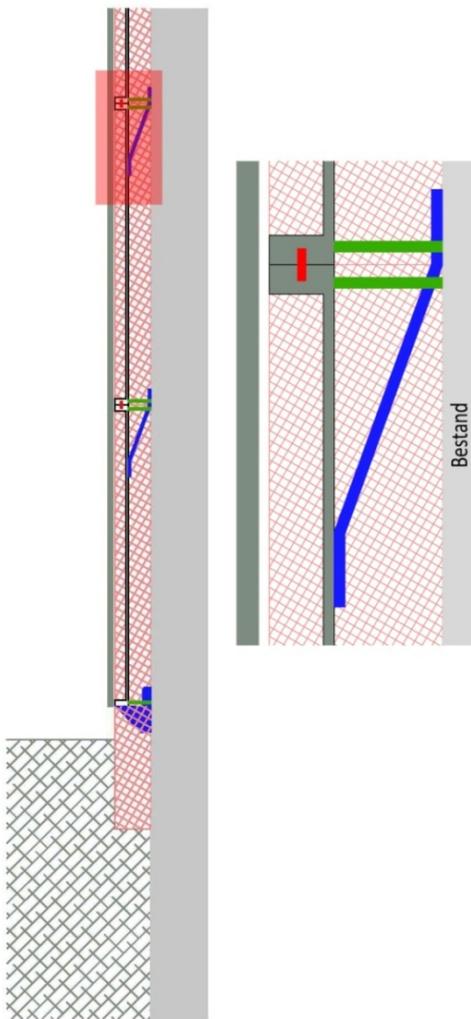
Abb.15 Ankerstange HAS M16X125/148

An das Element mit der Fläche von 23,22m² und 40kN Eigengewicht setze ich zur Vordimensionierung eine Windlast von 0,5kN/m² an um an eine Mindeststückzahl von Verankerungspunkten zu kommen. Laut den Setzdaten (Tabelle in Abbildung 5, Anhang2) beträgt der Richtwert für die Zuglast eines Einzelankers zwischen 4,8 und 11,3kN je nach Qualität des Vollziegelmauerwerks. Bei einem Windsog von 17,5kN auf die Gesamtfläche benötigt man bei schlechter Mauerqualität mindestens 4 Stück um die Horizontalkräfte aufzunehmen. Für die Vertikallasten aus Eigengewicht sind bei zulässigen Querlasten von 8,5kN mindestens 8 Verankerungspunkte notwendig.

Mehrschalige Direktverankerung⁴

Bei dieser Form der Direktverankerung werden die Elemente einzeln mittels Hängezuganker im Bestand verankert und durch Druckschrauben auf Distanz gehalten um Winddruck in den Bestand einzuleiten. Im Sockelbereich lagern die Elemente auf Stahlkonsolen auf und werden mit diesen verschraubt. Die Perimeterdämmung ist mit geeignetem Material an der Baustelle herzustellen.

⁴ Tabellen und technische Daten siehe Anhang 03



- Hängezuganker bzw. Einzelkonsolanker
- Druckschrauben
- Verstiftung

Abb.16 mehrschalige Direktverankerung

Die maximale Elementabmessung in der Ausführung mit hinterlüfteter Natursteinfassade beträgt 7,2m Länge und 2,7m Höhe, mit einem Gewicht von 4000kg/Element bzw. 550kg/lfm bzw. 204,2kg/m².

Die Einzelkonsolanker GK-UT der Firma Dr. Grau, bestehen aus Stahl und sind fähig den Wandabstand von 200mm statisch zu leisten. In der Laststufe 7,0kN ist dabei alle 126cm eine Konsole anzusetzen.

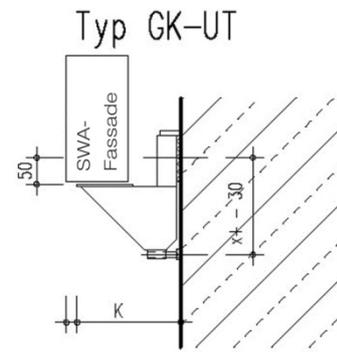


Abb.17 Einzelkonsolanker



Abb.18 Fischer Zykon-Anker FZA 22-100 M16

Die Masse des Einzelelements von 40kN ist grundsätzlich für Schwerlastverankerungen bzw. Direktverankerungen kein Problem. Die Hängezuganker der Firma Halfen, insbesondere der Fassadenplattenanker FPA-5Z (siehe Abb.19) für Bestandsmauerwerk arbeitet in Lastbereichen von 5kN bis 56kN. Es gilt also die Größe und Anzahl der Hängezuganker auf die Möglichkeit der Verankerung im Vollziegelmauerwerk anzupassen und auf die Elementlänge aufzuteilen. Der Hängezuganker besteht aus Einbauteil, das während der Produktion in den Beton bzw. dessen Bewehrung eingebunden wird, Lochband mit Mutter und Scheibe, Verriegelungsbolzen und Steigbügel, der in das Bestandsmauerwerk verankert wird.

Bei dieser Verankerung in Vollziegelmauerwerk gibt es nur stark eingeschränkte Produktauswahl.

Der Fischer Zykon (siehe Abb.18) ist ein Bolzenanker geprüft für gerissenen und ungerissenen Beton. Die Verwendung für Vollziegelmauerwerk ist auch möglich, jedoch liegen so weit keine Daten bezüglich zulässiger Maximalbelastungen für Ziegelmauerwerk vor.

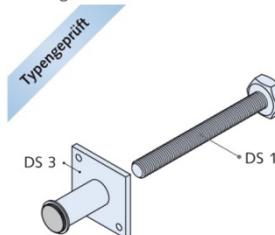
Für gerissenen Beton beträgt die max. Zuglast 16,88kN. Bei einer Fläche von 19,44m² und einer Windlast von 0,5kN/m² plus den Sicherheitsbeiwerten wirkt auf das Element ein Sog von 14,55kN.

Bei diesen Fassadenplattenankern ist es, wie bei der einschaligen Direktverankerung, ratsam auf das chemische Dübelssystem HIT-HY70 mit Ankerstangen der Dimension M16 (Abb.15) zurückzugreifen, da zumindest intern ermittelte Lastwerte der Firma Hilti vorliegen. Für die Vertikallasten benötigt man wiederum mindestens 8 Verankerungspunkte die in Summe horizontalen Zug von mindestens 38,4kN aufnehmen können.

Die Druckschrauben (siehe Abb.20) werden in die im Werk einbetonierten Hülse eingedreht und können mithilfe von Kontermuttern auf die Dicke der Dämmschichte eingestellt werden. Um beim Fügen der einzelnen Elemente übereinander einen Formschluss zu gewähren und Horizontallasten abzuleiten wird eine Verstiftung mittels lose Dorn und Passhülse (siehe Abb.21) jeweils im Ober bzw. Untergurt der übereinanderliegenden Elemente hergestellt.

DS 13

mit Zug- und Druckhülse



Druckschraube DS 13
bestehend aus: Zug-/Druckhülse DS 3
Druckschraube DS 1

Abb.20 Zug-
Druckschrauben Halfen
DS 13

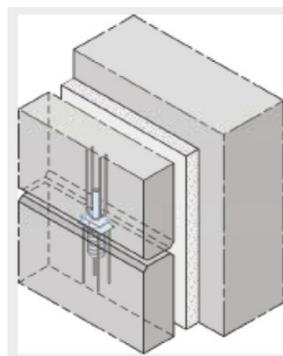


Abb.21 Verstiftung Halfen
Oberteil HFV 8, Dorn HFV 3,
Unterteil HFV 4

FPA-5Z

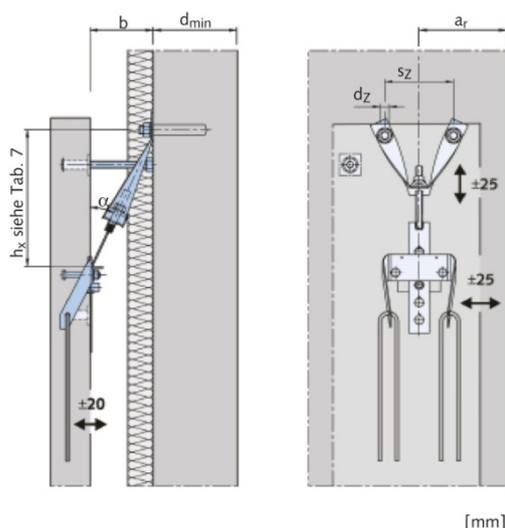
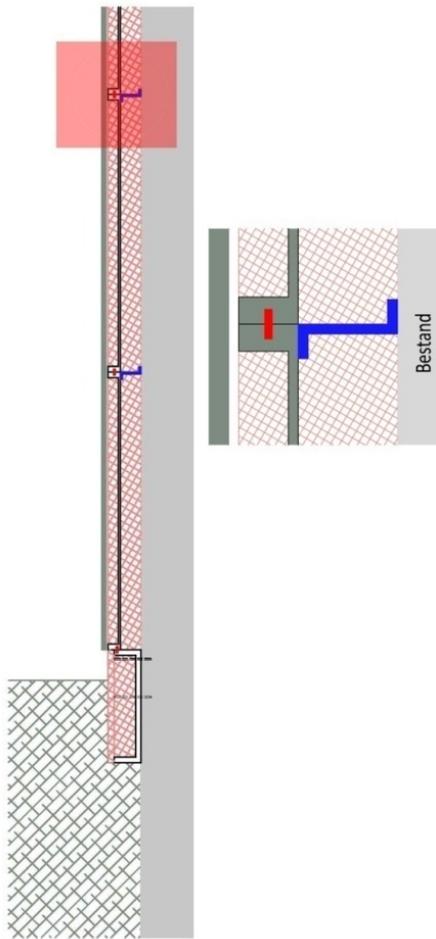


Abb.19 Hängezuganker Halfen FPA-5Z

Mehrschalige selbsttragende Fassade⁵

Die Elemente bilden eine selbsttragende zweite Gebäudehülle, die im Sockelbereich auf einem SWA-Perimeterdämmelement auflagert und über die Bestandsfassadenhöhe zu dieser auf Distanz gehalten wird. Die Perimeterdämmung entwickelt sich aus der SWA Frostschräge und wirkt durch Verschraubung mit dem Bestand als Konsole auf die die Elemente mittels Passhülse und Dorne aufgesetzt werden. Das jeweils untere Element wird mittels Laschen entweder Norm-Laschen (siehe Abb.20) oder Elementrückhalter (siehe Abb.21), die Horizontallasten in den Bestand ableiten, im Bestand verankert. Die darüberliegenden Elemente werden durch Dorne in Passhülse auf die bereits verankerten Elemente aufgesetzt.

⁵ Tabellen und technische Daten siehe Anhang 04



- Elementrückhalter
- Loser Dorn mit Passhülsen

Abb.22 Mehrschalige selbsttragende Fassade

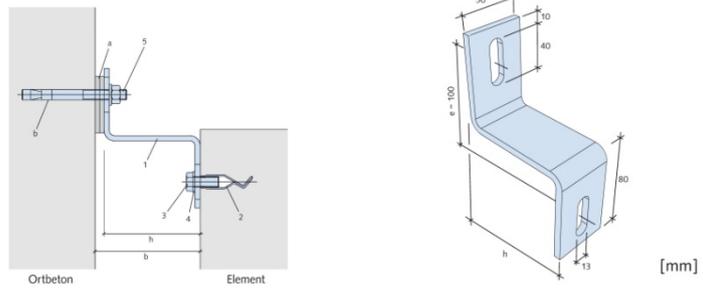


Abb.23 Norm Z-Verbindung Typ NVZ

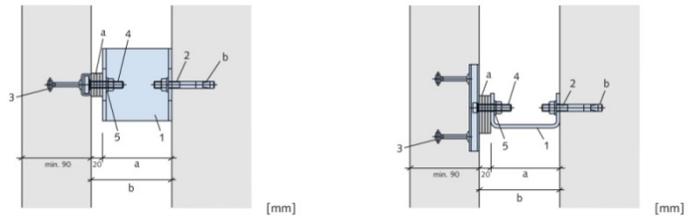


Abb.24 Halben Rückhalterung ERU

Die Verdübelung der Laschen im Bestand erfolgt mittels HRD-Rahmendübel (Abb.8) (Daten siehe Anhang 2 – Abb.5).

Bei Halbieren der charakteristischen Tragfähigkeit des HRD 10 von 3,0 auf 1,5kN je Dübel, sind bei dieser Konstruktion unter der Einwirkung von 14,55kN Windsog mindestens 10 Verankerungspunkte notwendig.

03 | 4 Materialkatalog

Womit wird das Produkt kombiniert?

03 | 4 | 1 Wärmedämmung

In dem Dämmsystem gibt es 2 Dämmebenen. Die durchgehende Hauptdämmebene (HDE) und die Gefachdämmung (GFD), siehe Abb.24, in den Stützrippenzwischenräumen. Dämmmaterialien gibt es in verschiedenen Produktformen, als Dämmplatten, als Dämmrollen und als Fasern. Für die Gefachdämmung werden in diesem Fall vorwiegend plattenförmige Dämmmaterialien mit Vlieskaschierung als Witterungsschutz und für die Optik bei Bekleidungsmaterialien mit offenen Fugen bzw. Dämmrollen mit winddichten Folien bzw. Windpapier zur Anwendung kommen.

Die Hauptdämmebene wird mittels Dämmplatten, die in der Vorfertigung auf die Betonschale aufgebracht werden innenliegend oder verputzt und außenliegend bzw. mit Dämmfasern, die in den Raum zwischen Betonelement und Bestand bauseits eingefüllt werden, hergestellt. Niedriger Diffusionswiderstand bezeichnet in den folgenden Tabellen ein materialspezifisches μ von unter 20.

Die Diffusionsoffenheit ist, vor allem bei hinterlüfteten Fassaden, eine wichtige Anforderung an die Wärmedämmung. Außerdem müssen die Dämmstoffe bei Nicht-Hochhäusern schwer brennbar (B1) bzw. normal brennbar (B2) sein. Die Fassade für ein Gebäude der Klasse 1 (weniger als 3 oberirdische Geschoße) muss brandhemmend sein, d.h. EI30 erfüllen.

Dämmstoffe sollen sich leicht an das Faserbetonelement montieren lassen und Unebenheiten am Baubestand bestmöglich ausgleichen. Sie sollte so eingebaut und angeschlossen werden, dass ein Hinterströmen von Kalt- bzw. Warmluft vermieden wird.

Bei der Verlegung von plattenartigen Dämmstoffen sind Hohlräume zu vermeiden T-Stöße zwischen den Platten, aus Gründen der Wärmebrückenbildung, den + Stößen vorzuziehen. Ein vollflächiges Verkleben von plattenförmigen Dämmstoffen mit der Faserbetonscheibe ist mit geeigneten, vom jeweiligen Hersteller empfohlenen, Klebern möglich, wodurch zumindest bei der hinterlüfteten Fassade, die Hauptdämmebene als Kerndämmung, ein zusätzliches mechanisches Befestigen nicht notwendig ist.

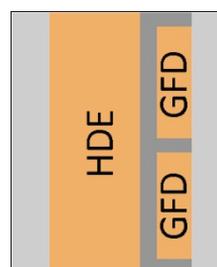


Abb.25 Dämmebenen im Fassadendämmsystem

1. Anorganische Dämmstoffe

I Mineralwolle (Stein- und Glaswolle):

Mineralwolle	Dämmplatte	Dämmrolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.26 Mineralwolle - Dämmrolle

II Glasschaum, Foamglas

Glasschaum	Dämmplatte	Dämmrolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.27 Schaumglas - Dämmplatte

III Leichtbeton

Leichtbeton	Dämmplatte	Dämmrolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.28 Leichtbetonplatte mit Polystyrol - Protolith

2. Organische Dämmstoffe

Kunststoffe (Erdölbasis)

I Polystyrol

Poly- styrol	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.29 Expandiertes Polystyrol

II Polyurethan

Poly- urethan	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.30 Polyurethandämmplatte

3. Naturstoffe (nachwachsend)

I Kork

Kork	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.31 Dämmplatte aus Kork

II Holzwolle

Holzwolle	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.32 Dämmplatte aus Holzwolle

III Holzspäne

Holz- späne	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend

IV Schilfrohr

Schilf- rohr	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.33

Schilfrohrpaletten

V Stroh

Stroh	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend

VI Flachs

Flachs	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.34 Dämmfilz aus Flachsfasern

VII Schafwolle

Schaf- wolle	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.35 Schafwoll- Dämmmaterial

4. Recyclate

I Zellulose

Schaf- wolle	Dämm- platte	Dämm- rolle	Vor- montage	Einblas- dämmung	M. bauseitig
HDE					
GFD					
Putztragend					
Diffusions- widerstand	Niedrig		Hoch		Sperrend



Abb.36

Zelluloseflocken als Einblasdämmmaterial

Folgende Materialien können für Fassadenbekleidungen herangezogen werden:

Fassadenbekleidungen stellen in erster Linie einen Witterungsschutz, Schutz gegen Schlagregen, Hagel, Schnee und Wind, für die dahinterliegende Konstruktion dar. Gleichzeitig bietet die Fassadenbekleidung ein großes Potential an Gestaltungsmöglichkeiten im Bereich der Fassade, und prägt das Erscheinungsbild des Gebäudes.

Die Fassade ist konstruktiv durch „Sollbruchstellen“ in Bereiche zu gliedern, die 50m² nicht übersteigen. Die Teile einer Außenwandverkleidung sind so zu montieren, dass keine Zwängungen, z.B. durch Bewegungen in den Fugen des Bauwerks, auftreten.

Man unterscheidet grundsätzlich zwischen kleinformatiger, kleiner als 0,4m² oder leichter als 5kg und großformatiger Bekleidung, die größer als 0,4 bzw. schwerer als 5kg ist. Großformatige Fassadenbekleidungen benötigen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, mit der Ausnahme von Aluminiumblechen, da diese als Halbzeuge definiert und nach DIN 4113 als gebrauchstauglich nachzuweisen sind.

Am Fußpunkt müssen die Fassadebekleidungen eine Öffnung aufweisen, damit etwaiges Tauwasser aus der Konstruktion entweichen kann. Im Bereich von offenen Fugen müssen direkt anschließende Konstruktionshölzer durch Fugenbänder vor der Witterung geschützt werden.

03|4|2|1 Metalle

Material	Stahl, wetterfester Stahl, Edelstahl, Aluminium, Kupfer, Zink
Formen	Platten, Schindeln, ebene Bänder, Lamellen, Paneele, Trapez- Wellblech, Verbundplatte (z.B. Alucobond)
Oberflächen	Eloxalschichte, Pulverbeschichtung, Oxid- und Korrosionsschicht, Emaillierung
Unterkonstruktion	Konterlattung auf Stützrippen, je nach Ausrichtung – bzw. Schalung bei ebenen Flächen (auch gegen Sekundärkondensat)
Befestigung	Verschieblich durch Fälze bzw. Metallprofilen in den Fugen
Fugen	Stehfälze, Metallprofile
Vermerk	Blechanistereffekt (Ausbeulungen) bei ebenen Flächen, Temperaturschwankungen und unterschiedliche Dehnung aufgrund Temperaturdifferenzen, Kontaktkorrosion zwischen unedlen und edlen Metallen (nichtleitende Zwischenlage notwendig), zwischen Kupfer und Holz eine Zwischenlage aus z.B. Bitumenbahnen anordnen.



Abb.37 Wellblechfassade aus Zink

03|4|2|2 Beton - Betonwerkstein

Material	Unbewehrt, schlaffe oder vorgespannte Stahlbewehrung, Faserbeton
Formen	Groß- und kleinformatig
Oberflächen	Gefärbt, glatt oder rau (je nach Schalung), geschliffen, gestockt, scharriert,... (alle Steinmetzwerkzeuge), Waschbeton,
Unterkonstruktion	Mögliche Montageleisten auf den Stützrippen, in die die Betonwerksteine über Nuten eingehängt werden.
Befestigung	Ankerdorne an der Plattenstirnseite, Schrauben, Profilstege, Hinterschnittbefestigung,
Fugen	Geschlossene Fugen durch Überfaltungen, offene Fugen,
Vermerk	Thermische Längenänderungen durch Gleitmöglichkeiten ausgleichen,

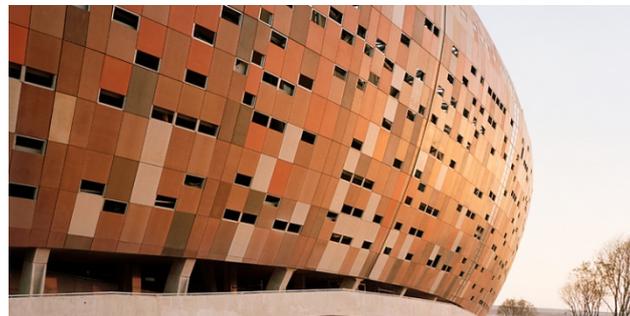


Abb.38 Fassade aus Betonwerksteinen – Fibre C.

03|4|2|3 Naturwerkstein

Material	Erstarrungsgesteine (Granit), Schichtgesteine (Marmor, Travertin), Metamorphe Gesteine (Dachschiefer)
Formen	Groß- und kleinformatig; Druckfestigkeitsgruppen: Gruppe 1 (>3kN/cm ²) - Granit, Travertin, Dolomit, Marmor; Gruppe 2 (<3kN/cm ²) - Tuffe, Sandsteine,
Oberflächen	Poliert, sägerau, beflammt, geschliffen, gestockt, scharriert,... (alle Steinmetzwerkzeuge),
Unterkonstruktion	Je nach Format direkt auf Stützrippen oder auf Konterlattung,
Befestigung	Ankerdorne an der Plattenstirnseite, Schrauben, Profilstege, Hinterschnittbefestigung,
Fugen	Offene Fugen, geschlossene Fugen (mit geeignetem elastoplastischen Fugenmaterial),
Vermerk	Mindestdicke in der Regel 30mm, Thermische Längenänderungen durch Gleitmöglichkeiten ausgleichen,

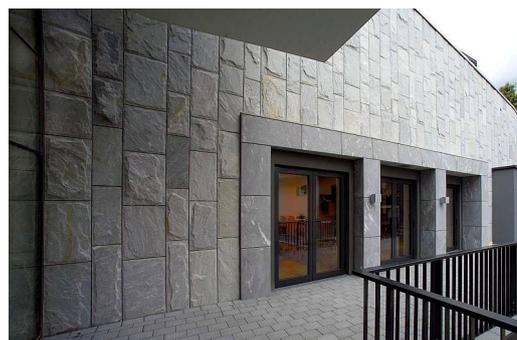


Abb.39 Fassade aus Naturstein

03 | 4 | 2 | 4 Faserzement

Material	Mit Fasern armerter Zement
Formen	Ebene und gewellte Platten bzw. Tafeln; kleinformatische Platten und Schindeln
Oberflächen	Natur, Eingefärbt oder Kunstharzbeschichtung vieler Farben (Eternitglasal)
Unterkonstruktion	Schindeln auf Horizontallatten (Holz oder Aluprofile); bei großformatigen Tafeln je nach statischer Erfordernis könnte eine Konterlattung auf Stützrippen nötig sein;
Befestigung	GROSSFORMAT: Fassadenschrauben; Fassadennieten (auf Alu-Unterkonstruktionen), Klemmdübel (rückseitig unsichtbar), KLEINFORMAT: durch Nagelung auf horizontalen Lattenrost oder mit Befestigungshaken auf Alu-Unterkonstruktion,
Fugen	Offen, oder mit Hutprofile geschlossen
Vermerk	Schlechte Frostbeständigkeit bei Beschichtung; allg. zwängungsfreie Montage



Abb.40 Fassade aus kleinformatischen Faserzementplatten

03 | 4 | 2 | 5 Putzträgermaterialien

Material	Zementgebundene Spanplatte (HZ), Holzwolleleichtbauplatte (HWL), Sto-Trägerplatte, Fertige Paneele,
Formen	Platten
Oberflächen	Kratzputz, Rillenputz, Rollputz, Buntsteinputz, Modellierputz, Kellenputz; aller Farben
Unterkonstruktion	Holzlattung auf Stützrippen, evtl. Konterlattung bei statischer Erfordernis
Befestigung	Schrauben, Klammern, Kleber
Fugen	Fugenloses Fassadenbild bei Sto-Trägerplatte, Offene Fugen bei Fertigem Paneel;
Vermerk	Sehr starke thermische Dehnung bei HZ-Platte; bei Sto-Trägerplatte nach 25m Gebäudelänge eine Dehnfuge;

03 | 4 | 2 | 6 Keramik

Material	Keramik
Formen	Klein- und Großformat bis 120x120cm, und größere Sonderformate; Bekleidungsplatten, Ziegelfassadenbekleidung, Fertigteilfassadenbekleidung
Oberflächen	In verschiedenen Farben lieferbar,
Unterkonstruktion	Holz, Alu oder Stahl
Befestigung	Linien- oder punktförmig; mit Schrauben, Nieten, Einhängehaken (bei Metallprofilen), Stahlclips (auch unsichtbare Befestigung möglich), ebenso wie Ankerdorne oder Profilstege (in Stirnflächen, Mindestplattendicke 3cm – Anforderungen wie Naturstein)
Fugen	Offen, Geschlossen (elastische Fugenmasse, Falzüberlappung, Fugendichtungsprofile)
Vermerk	Bei Ziegelfassadenbekleidung sind Steine einzeln austauschbar; bei Fertigteilfassaden werden keramische Beläge auf Beton-Werksteinplatten aufgebracht (Rastermaße der Serienfertigung auf Unterkonstruktion abstimmen)



Abb.41 Ziegelfassadenbekleidung -
Einhängehaken

Abb.42 Ziegelfassadenbekleidung

03 | 4 | 2 | 8 Kunststoff

Material	Meist Thermoplaste (z.B. Polyvinylchlorid)
Formen	Groß- als auch kleinformig; Extrudierte Profile, plastisch verformte Bekleidung, glasfaserverstärkte Bekleidung (GFK) bzw. Lichtplatten (Wellplatten, Trapezprofile)
Oberflächen	Große Form- und Farbauswahl; transluzent Flächen möglich;
Unterkonstruktion	Holzlatten der Stützrippen, bzw. je nach Größe und Struktur eine Konterlattung
Befestigung	Fast ausschließlich Klemmverbindungen wegen notwendiger Gleitfähigkeit.
Fugen	geschoßweise Dehnfugen bei ebenen Flächen;
Vermerk	Durch Brennbarkeit eingeschränkte Anwendung; relativ hohe thermische Ausdehnung;

03 | 4 | 2 | 7 Glas

Material	Einscheibensicherheitsglas (ESG), Verbundsicherheitsglas (VSG), Drahtglas
Formen	Großformatige Scheiben
Oberflächen	Emailliert in über 30 RAL-Farbtönen unterschiedlicher Reflexionsgrade
Unterkonstruktion	Holzlatten der Stützrippen bzw. Metallprofile
Befestigung	2-Seitig linienförmig,
Fugen	Neoprendichtungen und Deckleisten bzw. Structural Glazing (Klebefassade)
Vermerk	Die vorhandene Tragstruktur mit den Stützrippen könnte sich für die wirtschaftliche Anwendung von Glasbekleidung eignen.



Abb.44 Kunststofffassade aus Polycarbonat

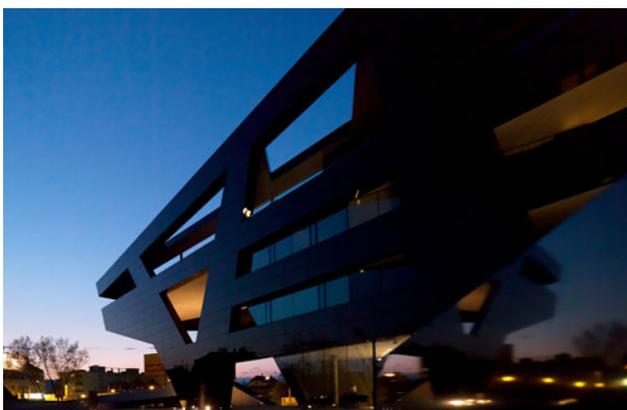


Abb.43 Glasfassade – StoVerotec Glass

Material	Holzspanplatten, Melamin-Schicht-Platten (HPL – High Pressure Laminate z.B. MAX Exterior), Fichte/Tanne (Resistenzklasse RK:3), Kiefer (RK:3-4), Lärche (RK:3), Eiche (RK:2), Robinie (RK:1), Douglasie (RK:3);
Formen	Besäumte Bretter, Profimbretter, Platten, Schindeln
Oberflächen	Sägerau, gehobelt, gespalten
Unterkonstruktion	Je nach Verlegerichtung auf Stützrippen oder Konterlattung entsprechender Abstände (nicht über 70cm);
Befestigung	Aus rostfreiem Edelstahl: Klammern, Nägel, Schrauben, Patentkrallen, Befestigungshaken, Kleber
Fugen	Vertikal: Deckschalung (mit Deckleisten), Nut- und Federschalung (gefast, mit Schattennut, Horizontal: Stülpchalungsprofile, Schindeln; Bei Plattenwerkstoffen die vertikalen Fugen mit Deckleisten oder Hutprofilen (Metall) abdecken;
Vermerk	Bei Profilierung bzw. Fugenausbildung auf konstruktiven Holzschutz achten.

Resistenzklassen:

- sehr resistent: 1
- resistent: 2
- mäßig resistent: 3
- wenig resistent: 4



Abb.45 Hozfassade – Stülpchalung Lärche-grau

Die Gesamtkonstruktion hat laut den Bauteildaten aus GEQ eine flächenbezogene Masse von 914kg/m² und stellt somit laut dem Massegesetz für den Luftschallschutz gegen direkte Übertragung (Abb.46) gute Voraussetzungen. Hinzu kommt noch die Tatsache der Mehrschaligkeit des Außenbauteils und die Masse, bzw. die schalltechnische Entkopplung der hinterlüfteten Fassadenbekleidung wodurch das Faserbetonelement nicht direkt angeregt werden kann.

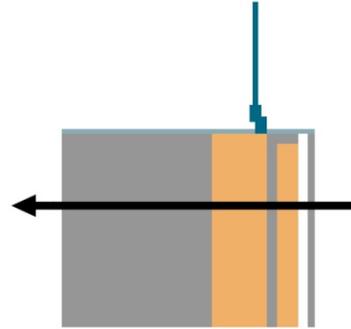


Abb.46 Direkte Übertragung

Maßgebend für das Schalldämmmaß wird die indirekte Übertragung des Schalls bzw. das Anregen von Bauteilen über flankierende Bauteile an den Fugen und Bauanschlüssen (Abb.2) sein.

Die flächenbezogene Masse des bloßen Faserbetonelements mit Gefachdämmung beträgt 140kg/m². Bei Bedarf sollte gegen die Übertragung über die Fensterleibung die Masse des inneren Stockes für den Bauanschluss erhöht werden.

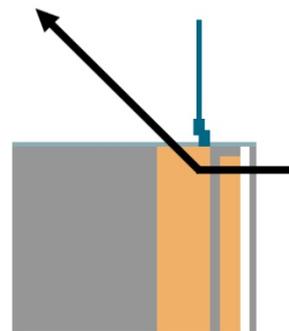


Abb.47 Indirekte Übertragung

03 Quellenangabe

03|4|1 Wärmedämmung:

Paul Eicher: Systematisierung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden, 2000, S.29-33

03|4|2 Fassadenbekleidung:

Paul Eicher: Systematisierung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden, 2000, S.54-151

03 Abbildungsverzeichnis

- Abb.1 Skizze – Anordnung vertikal/horizontal. Quelle: Verfasser.
- Abb.2 Skizze Einschalige Konstruktion. Quelle: Verfasser.
- Abb.3 Skizze Mehrschalige Konstruktion. Quelle: Verfasser.
- Abb.4 Schema selbsttragende Fassade. Quelle: Verfasser.
- Abb.5 Schema direktverankerte Elemente. Quelle: Verfasser.
- Abb.6 Lastfall 1. Quelle: Verfasser.
- Abb.7 Lastfall 2. Quelle: Verfasser.
- Abb.8 Lastfall 3. Quelle: Verfasser.
- Abb.9 Schema Aufbau1. Quelle: Verfasser.
- Abb.10 Schema Aufbau2. Quelle: Verfasser.
- Abb.11 Schema Aufbau3. Quelle: Verfasser.
- Abb.12 Schema Aufbau4. Quelle: Verfasser.
- Abb.13 Einschalige Direktverankerung. Quelle: Verfasser.
- Abb.14 HRD-UGS 14X230/160. Quelle: http://www.hilti.at/holat/page/module/product/prca_catnavigaton.jsf?lang=de&nodid=-426534
- Abb.15 Ankerstange HAS M16X125/148. Quelle: Halfen Produktkatalog Dübelsysteme. S.14
- Abb.16 Mehrschalige Direktverankerung. Quelle: Verfasser.
- Abb.17 Einzelkonsolanker. Quelle: Innovative Verankerungslösungen, Dr. Grau GmbH, S.4.
- Abb.18 Fischer Zykon-Anker FZA 22-100 M16. Quelle: www.fischer.de
- Abb.19 Hängezuganker Halfen FPA-5Z. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.8
- Abb.20 Zug-Druckschrauben Halfen DS 13. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.17
- Abb.21 Verstiftung Halfen Oberteil HFV 8, Dorn HFV 3, Unterteil HFV 4. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.27
- Abb.22 Mehrschalige selbsttragende Fassade. Quelle: Verfasser.
- Abb.23 Norm Z-Verbindung Typ NVZ. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.23
- Abb.24 Halfen Rückhalterung ERU. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.31
- Abb.25 Dämmebenen im Fassadendämmsystem. Quelle: Verfasser.
- Abb.26 Mineralwolle - Dämmrolle. Quelle: <http://www.daemmen-und-sanieren.de/daemmung/daemmstoffe/glaswolle-mineralwolle>, 29.04.2012.
- Abb.27 Schaumglas - Dämmplatte. Quelle: <http://www.bauemotion.de/galerie/1844192,1752891/schaumglas-daemmstoffe.html>, 29.04.2012.
- Abb.28 Leichtbetonplatte mit Polystyrol - Protolith. Quelle: http://baushop24.com/protolith-leichtbeton_837__index.html, 29.04.2012.

Abb.29 Expandiertes Polystyrol. Quelle: http://baustoffshop.at/styropor-dmmung-c-21_33.html, 29.04.2012.

Abb.30 Polyurethandämmplatte. Quelle: <http://www.m-vena.de/de/Leistungen/Waermedaemmung>, 29.04.2012.

Abb.31 Dämmplatte aus Kork. Quelle: [http://www.innotec-naturdaemmstoffe.de/typo3/30.98.html?&tx_samshop_pi1\[CMD\]=singleView&tx_samshop_pi1\[showUid\]=33&cHash=eddfb8815](http://www.innotec-naturdaemmstoffe.de/typo3/30.98.html?&tx_samshop_pi1[CMD]=singleView&tx_samshop_pi1[showUid]=33&cHash=eddfb8815), 29.04.2012.

Abb.32 Dämmplatte aus Holzwolle. Quelle: <http://www.daemmen-und-sanieren.de/daemmung/daemmstoffe/holzwolle>, 29.04.2012.

Abb.33 Schilfrohrplatten. Quelle: <http://www.daemmen-und-sanieren.de/daemmung/daemmstoffe/schilf>, 29.04.2012.

Abb.34 Dämmfilz aus Flachsfasern. Quelle: <http://www.daemmen-und-sanieren.de/daemmung/daemmstoffe/flachs>, 29.04.2012.

Abb.35 Schafwollämm-Material. Quelle: <http://www.daemmen-und-sanieren.de/daemmung/daemmstoffe/schafwolle>, 29.04.2012.

Abb.36 Zelluloseflocken als Einblasdämmmaterial. Quelle: <http://www.moresbyhaus.de/baustoffe.php>, 29.04.2012.

Abb.37 Wellblech-Fassade aus Zink. Quelle: <http://www.baulinks.de/webplugin/2008/0461.php4>, 29.04.2012.

Abb.38 Fassade aus Betonwerksteinen – Fibre C. Quelle: <http://www.rieder.cc/at/de/startsite/>, 29.04.2012.

Abb.39 Fassade aus Naturstein. Quelle: <http://www.rauriser.at/de/main/produkte/prod/2/waende-naturstein-fassaden/>, 29.04.2012.

Abb.40 Fassade aus kleinformatigen Faserzementplatten. Quelle: <http://www.baulinks.de/webplugin/2011/0160.php4>, 29.04.2012.

Abb.41 Ziegelfassadenbekleidung - Einhängehaken. Quelle: <http://www.architekturzeitung.com/innovation/fassade-fenster/904-keramische-alternative-zu-waermedaemmverbundsystemen.html>, 29.04.2012.

Abb.42 Ziegelfassadenbekleidung. Quelle: <http://www.architekturzeitung.com/innovation/fassade-fenster/904-keramische-alternative-zu-waermedaemmverbundsystemen.html>, 29.04.2012.

Abb.43 Glasfassade - StoVerotec Glass. Quelle: http://www.sto.at/evo/web/sto/33539_DE-Innovationen-Verotec-Glasfassade.htm, 29.04.2012.

Abb.44 Kunststofffassade aus Polycarbonat. Quelle: http://www.neomat.ch/produkte/bauprodukte/ueberdachung/fassaden/polycarbonat_fassaden.php, 29.04.2012.

Abb.45 Holzfassade – Stülpschalung Lärche Grau. Quelle: <http://www.baulinks.de/webplugin/2008/1534.php4>, 29.04.2012.

Abb.46 Direkte Übertragung. Quelle: Verfasser.

Abb.47 Indirekte Übertragung. Quelle: Verfasser.

04 | 1 Der Standort

Das zu sanierende Objekt ist ein Mehrfamilienhaus und wurde als Wohnhaus für Familien und Angehörige von Arbeitern, einer bis in die 70er Jahre großen, ortsansässigen Textilfabrik, im Jahre 1950 in Passering erbaut. Passering ist ein 535 Einwohner zählender Ort und liegt in der Gemeinde Kappel am Krappfeld des Bezirkes St. Veit an der Glan in Kärnten.

Für dieses Grundstück gibt es keine wesentlichen Beeinträchtigungen, keine übergeordneten Verkehrswege, kein Fluglärm und kein Gewerbe- oder Industriebetrieb in unmittelbarer Nähe. Mögliche Beeinträchtigungen bestehen durch Geruchsimmissionen durch tierhaltende Betriebe, den Bauernhöfen in der Nachbarschaft, sowie der Gleisachse der Südbahn, die jedoch durch die Topografie teilweise verschattet wird.



Abb.1 Passering im Bezirk St. Veit an der Glan

Die große Qualität des Standortes, die gleichzeitig auch als Manko ausgelegt werden könnte, ist die ländliche Umgebung. Der dörfliche Charakter des Gebietes ist geprägt von großen Waldflächen und Landwirtschaft. Es befinden sich Haltestellen öffentlicher Verkehrsmittel, Bus und Zug, in einem Umkreis von maximal 1km. Zwei Gasthöfe, Sportstätten mit Fußball und Tennisplätzen sowie einem Kulturhaus für Veranstaltungen, das sich aus dem Gefolgschaftshaus oder Volkshaus entwickelte.

Legende für Abbildung 2:

- Nahversorger 1
- Gasthof 2
- Bushaltestelle 3
- Haltestelle Zug 4
- Kulturhaus 5
- Sportanlage – Tennisplätze 6
- Fußballplatz 7

Abb.2 Infrastruktur um den Standort





Abb.3 Bestandsgebäude, NW Fassade

Der Grundriss des ursprünglichen Gebäudes aus dem Jahre 1950 ist der eines klassischen Wohnbaues aus dem politischen Sozialismus der Nachkriegszeit.

Die Zimmer sind symmetrisch um eine innenliegende Gangerschließung angeordnet und ließen sich entweder einzeln vom Gang aus betreten oder untereinander zu größeren Wohneinheiten ohne fließendes Wasser zusammenschalten. Fließendes Wasser gab es geschoßweise in einem Gemeinschaftsraum mit WCs.

Im Keller gab es zwei Räume mit fließendem Wasser, einer als Waschküche, der andere als Gemeinschaftsbad mit betonierter (!) Badewanne. Die Beheizung erfolgte mit Einzelöfen, die man in jedem Raum an einen Kamin anschließen konnte.

Der Keller, wie auch alle Geschoßdecken bestehen aus Stahlbeton. Das aufgehende Mauerwerk wurde mit Vollziegel, dem Altösterreichischen Format¹⁾ der Abmessungen 29cm x 14cm x 6,5cm, gemauert und beidseitig verputzt.

Die vierflügeligen Kastenfenster mit Sprossen wurden in eigemauerte Pfostenstöcke eingesetzt.

Die Fassade ist eben, weist also keine Vor- und Rücksprünge auf. Die einzigen Auskragungen stellen das Vordach und das Gesims im Traufenbereich dar. Das Dach ist ein Walmdach, es gibt also keine Giebelmauern.

Die Zufahrt ist für einen LKW mit entsprechenden Hebevorrichtungen an drei Seiten des Gebäudes möglich. Im Osten wäre die Zufahrt über das Benachbarte Grundstück möglich, bzw. müsste die Montage der Ostfassade mit einem von der Westseite ausgeführt werden.

Der Abstand des Gebäudes zur Grundstücksgrenze beträgt momentan unter 3m und würde sich bei der Sanierung weiter verringern. Rechtliche Hürden sind durch einen Grundstückszukauf der benachbarten Weideflächen auszuräumen.

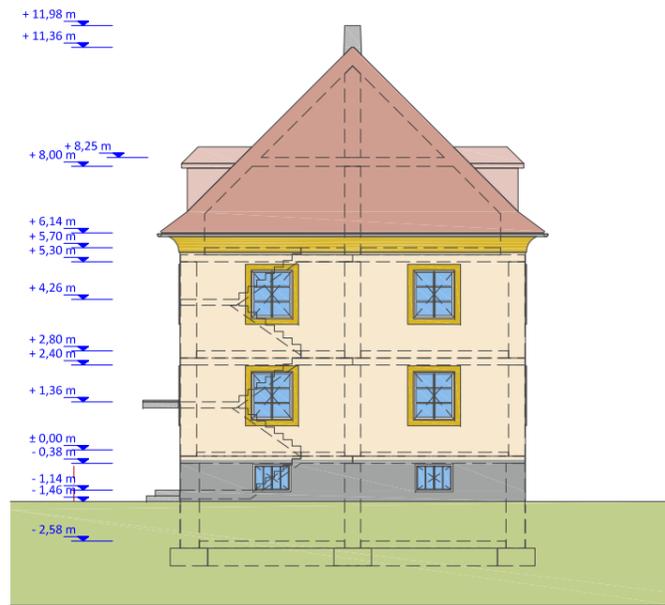
Abb.4 Bestandsgebäude, SW Fassade





Norden

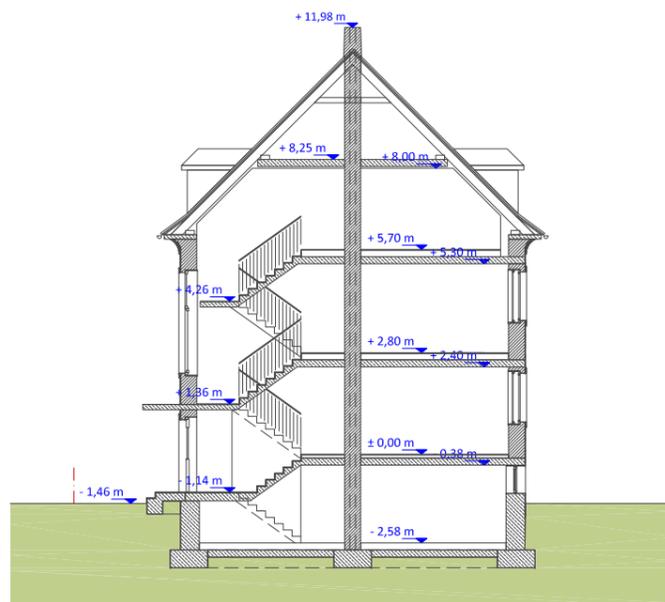
5m 10m



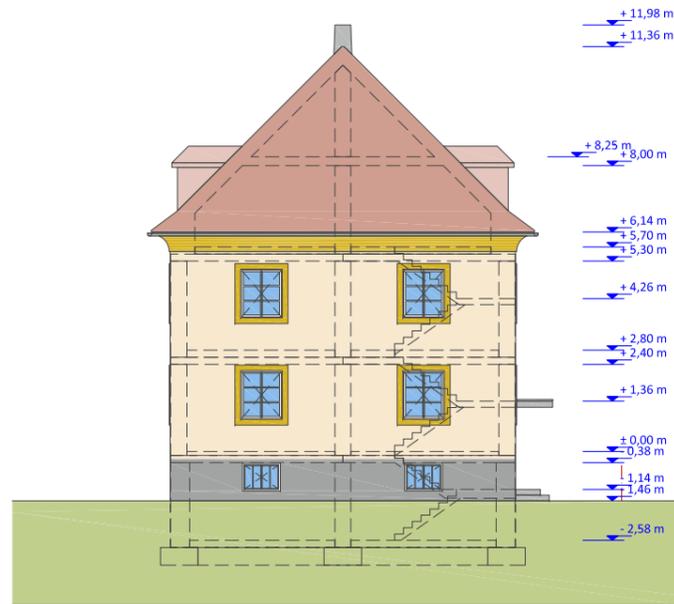
Nordfassade



Westfassade



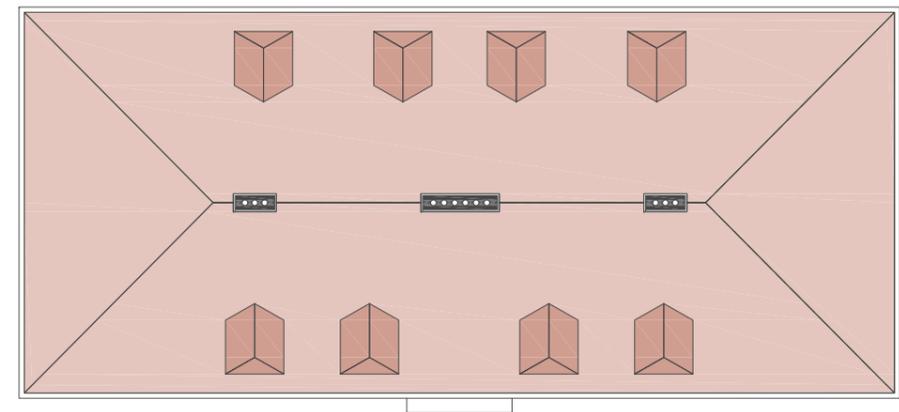
Schnitt



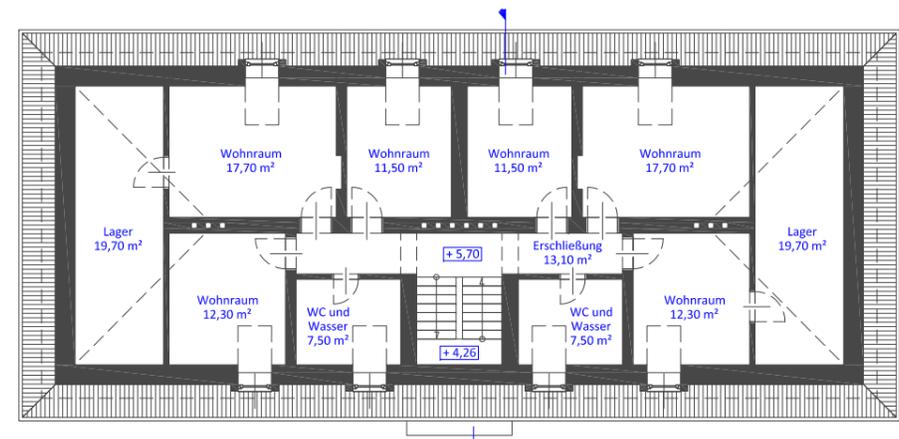
Südfassade



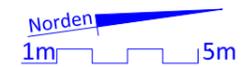
Ostfassade

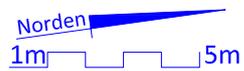
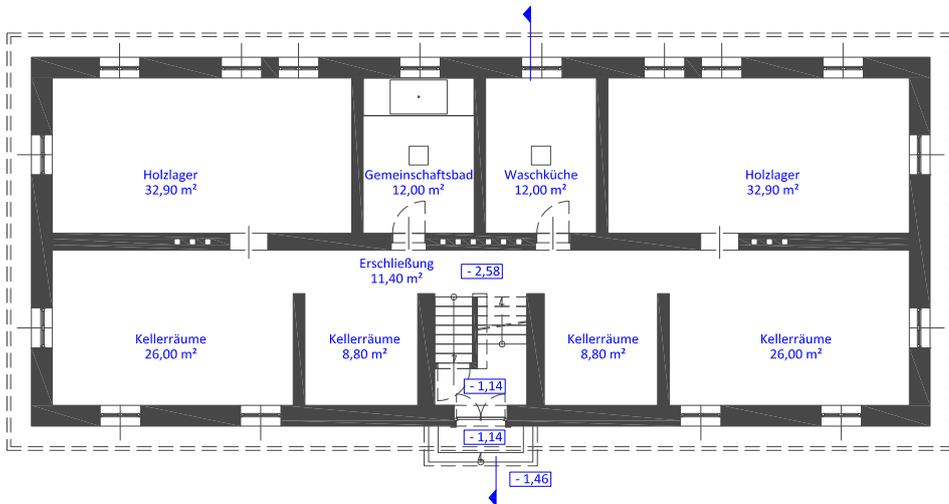
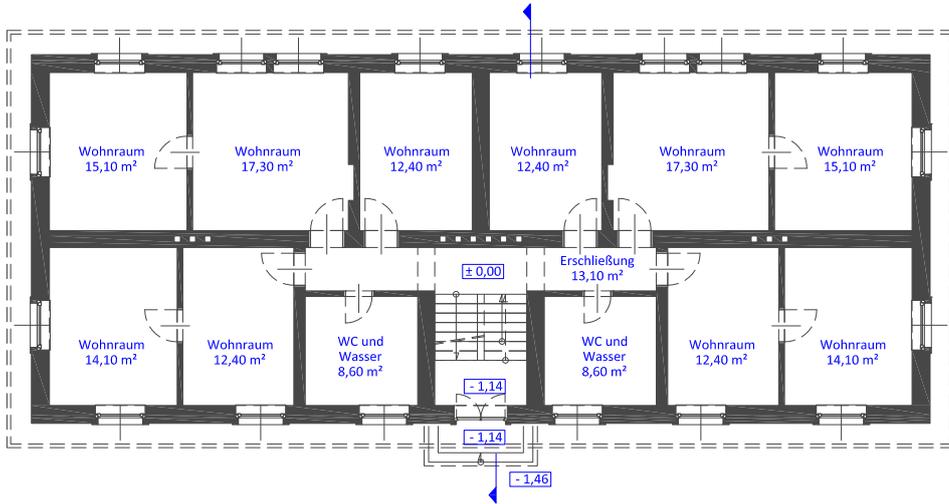
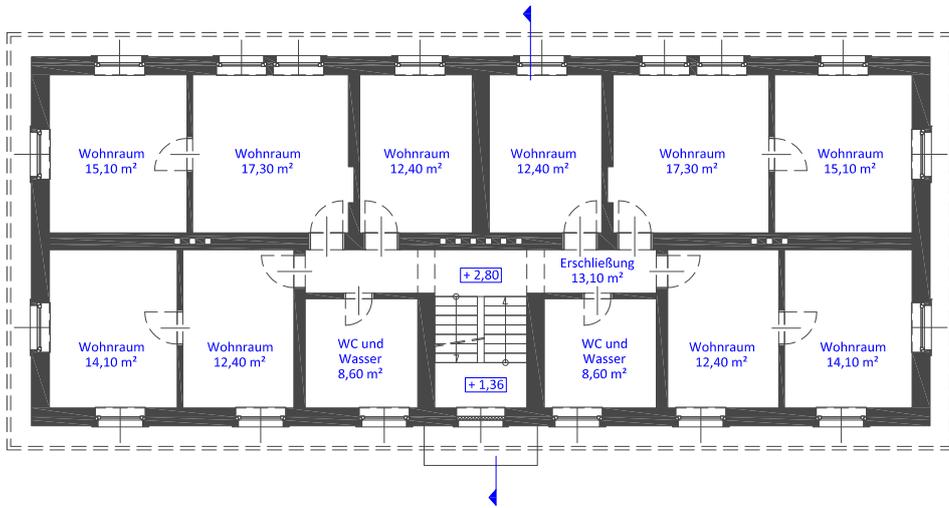


Dachaufsicht



Dachgeschoß

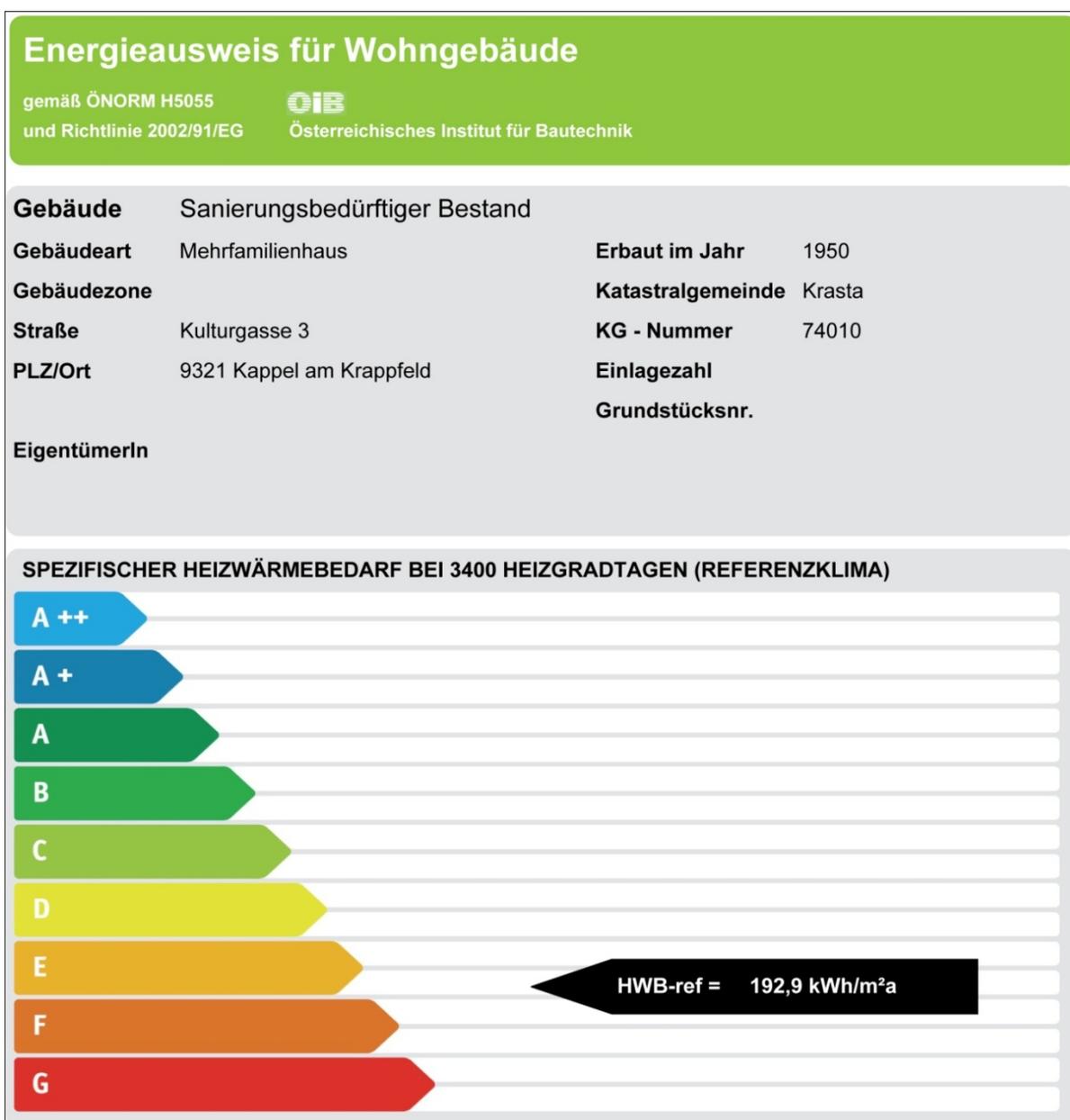




04 | 4 Energieausweis - Bestandsgebäude

Die einzigen Adaptierungen an der Gebäudehülle haben in Form eines Fenstertausches in den frühen 80ern stattgefunden. Für die Berechnung des Heizwärmebedarfs habe ich für die „neuen“ Fenster einen U_w -Wert von $2,2\text{W/m}^2\text{K}$ in den Obergeschoßen und $2,5\text{W/m}^2\text{K}$ im Dachgeschoß angenommen. Mit den Geometriedaten aus den Plänen im Kapitel 4|1|1 errechnet sich laut der Software GEQ ein Heizwärmebedarf von $192,9\text{kWh/m}^2\text{a}$ (siehe Abb.1).

Abb.5 Deckblatt Energieausweis - Bestandsgebäude



04 | 5 Wirtschaftlichkeit der Anwendung von vorgefertigten Fassaden

Ein im Rahmen des „Haus der Zukunft“ – Leitprojekts, des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, erstellter Kriterienkatalog, der ein Objekt und dessen Umgebung nach einem Punktesystem bewertet (Diagramme siehe Abb.4) sieht in diesem Objekt grundsätzlich die Möglichkeit mit vorgefertigten Modulen wirtschaftlich zu arbeiten. In Zusammenhang mit der Umgebung und dem Standort schwankt das Urteil dieses Bewertungssystems zwischen ersatzlosem Abbruch und Ersatz am gleichen Standort.

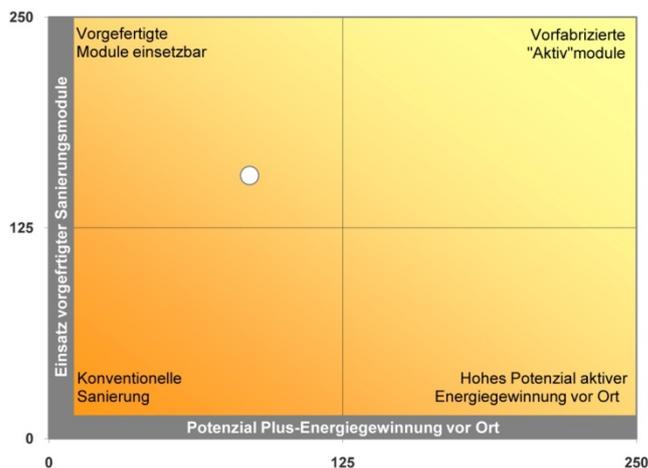
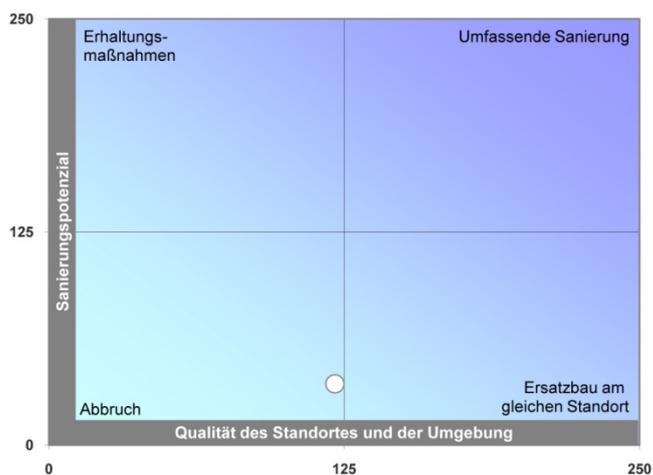


Abb.6 Strategische Positionierung

04 Quellenangabe

Riccabona Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten 2004

04 Abbildungsverzeichnis

Abb.1 Passering im Bezirk St.Veit an der Glan. Quelle: Verfasser.

Abb.2 Infrastruktur um den Standort. Quelle: www.maps.google.at, Verfasser.

Abb.3 Bestandsgebäude, NW Fassade. Quelle: Verfasser.

Abb.4 Bestandsgebäude, SW Fassade. Quelle: Verfasser.

Abb.5 Deckblatt Energieausweis - Bestandsgebäude. Quelle: Software GEQ, Verfasser.

Abb.6 Strategische Positionierung. Quelle: Kriterienkatalog „e80^3 - Sanierung zum Plus-Energiegebäude“ <http://www.hausderzukunft.at/publikationen/view.html/id892>

05 DAS SANIERTE PROJEKT

ohne einer Gesamtbaustelle, nachzugehen möchte ich nun wieder rückgängig machen.

05 | 1 Ziele der Sanierung

Das primäre Ziel der Sanierung ist, die Eigenschaften der Gebäudehülle auf den Stand der Technik zu bringen, also die Transmissionswärmeverluste und somit den Heizwärmebedarf zu verringern.

Die wesentlichen Eingriffe finden an der Fassade statt und sollen den Charakter des Gebäudes weitestgehend unbeeinflusst lassen. Die Formensprache wird sich aber dahingehend ändern, dass die Grundkörper, die das Bauwerk beschreibt, herausgearbeitet und bereinigt werden. Der Quader der beiden Obergeschoße und der Körper des Daches werden dabei ohne den vorhandenen Schmuck, den geputzten Rahmen um die Fenster sowie dem Gesims, ohne Vordach, ohne Vor und Rücksprünge ausgeführt. Detailpunkte, wie die fassadenintegrierte Dachentwässerung und Faltläden an den Fenstern als außenliegende Beschattung unterstützen dieses Erscheinungsbild.

05 | 2 Nutzungskonzept, Funktionsschema

Der Kern dieser Diplomarbeit ist der oben genannte Eingriff in die Gebäudehülle. Als Zusatzaufgabe versuchte ich mir Gedanken über die Nutzung des Wohngebäudes und die Geisteshaltung der möglichen Bewohner zu machen. Wie bereits erwähnt wurde das Gebäude als Personal-Wohnhaus für die Arbeiter einer Textilfabrik im politischen Sozialismus der Nachkriegszeit errichtet. Die im Laufe der Jahrzehnte „gewachsenen“ Grundrisse basierend auf Versuchen, die Wohnungen den sich ändernden Bedürfnissen der Nutzer anzupassen und dabei immer einer schrittweisen Adaptierung,

Kleinwohnungen, Einzimmerwohnungen und maximal Zweizimmerwohnungen, als Fortsetzung des Gedankens des Energiesparens auf der Ebene des Nutzers, nehme ich als Grundlage um den Gebäudegrundriss seiner ursprünglichen Form wieder rückzuführen. Die Sanitärbereiche befinden sich in den allgemein zugänglichen Gemeinschaftsbereichen jedes Geschoßes der Anlage. Die Gemeinschaftsbereiche bestehen des Weiteren aus einer großen Küche mit Wohn und Essbereich und vorgelagerter Terrasse und einem Ruhe – und Leseraum im Obergeschoß. In den jeweiligen Zimmern und Wohnungen gibt es zusätzlich die Möglichkeit sich einfache Speisen zuzubereiten.

Das Gebäude bietet Raum für gemeinsames und getrenntes Wohnen, also einer Wohngemeinschaft, die durchwegs Möglichkeiten der Gesellschaft und dem Kontakt bietet gleichzeitig aber Rückzugsmöglichkeiten von ruhigeren Zonen im Gemeinschaftsbereich bis hin zu den eigenen vier Wänden, und auch umgekehrt, schafft.

Insgesamt wird es in dem Gebäude 15 Wohnungen geben die für bis zu 21 Person Platz bieten.

Eine Maßnahme die sich von der Raumnutzung auf die Fassade auswirkt, ist die Änderung der Fensterproportionen. Ich reduziere die Parapethöhe von 90cm auf 45cm, aus Gründen der Raumwahrnehmung. Einerseits profitieren die kleinen Wohnungen von der Raumvergrößerung und der einhergehenden Möglichkeit sich auch in die Fensterleibung zu setzen und beispielsweise zu lesen, andererseits ist die Verbindung mit dem Außenraum eine stärkere, die dann auch aus sitzender Position besser wahrgenommen wird.

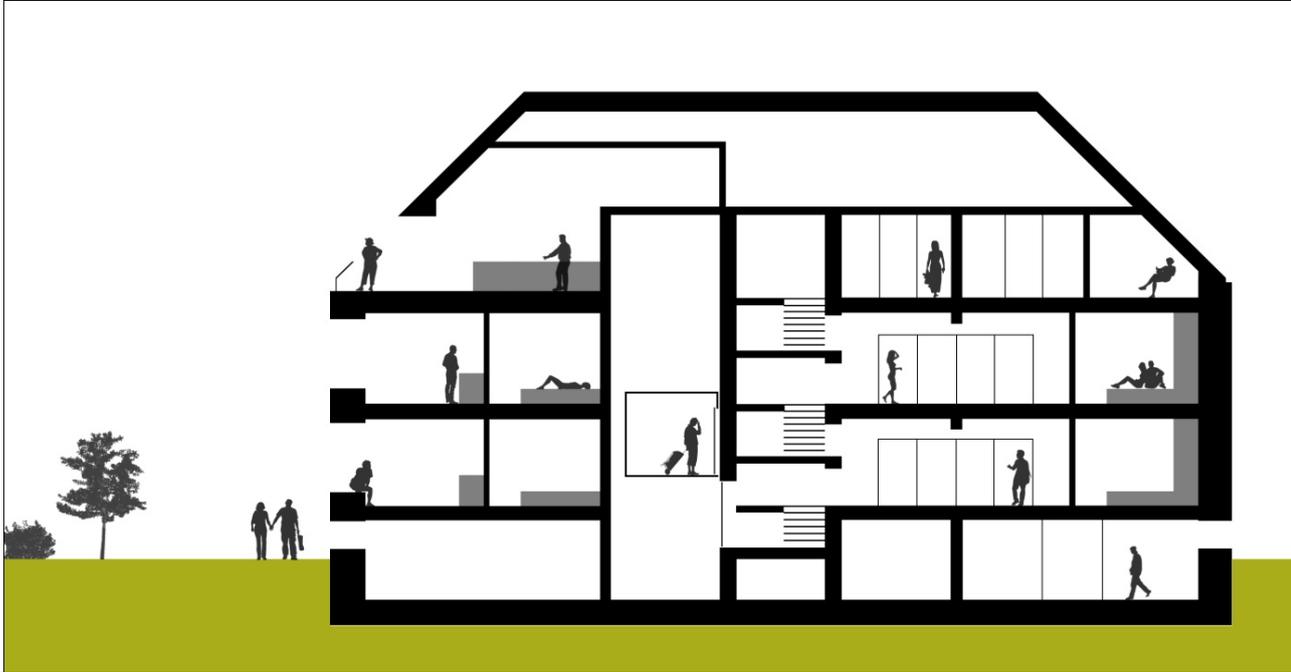


Abb.1 Schema Längsschnitt

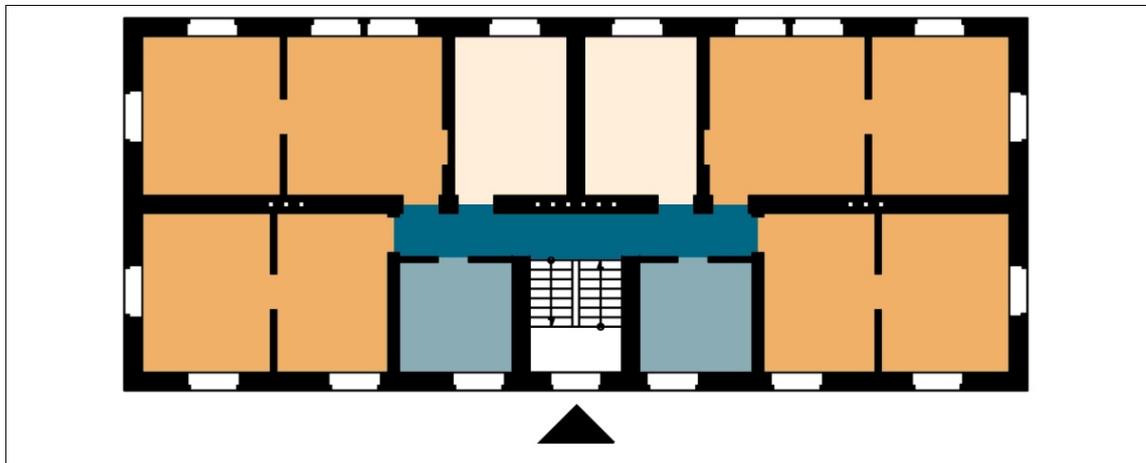


Abb.2 Nutzungsschema – Bestandsgebäude 1950

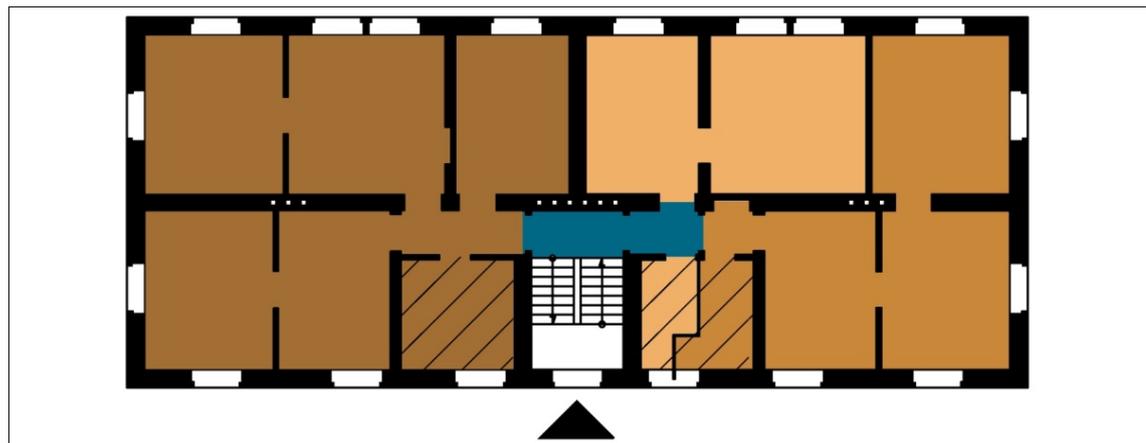
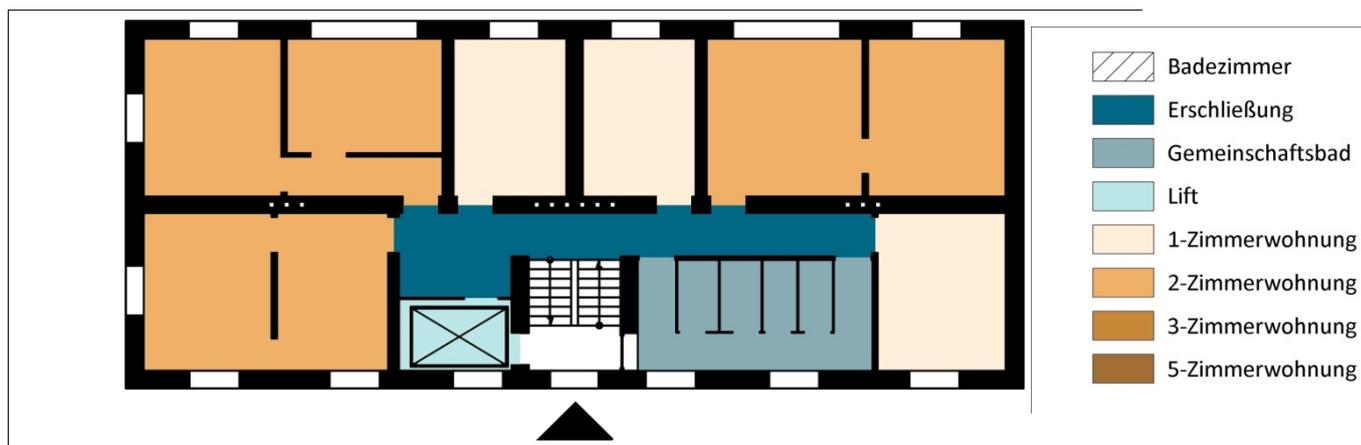


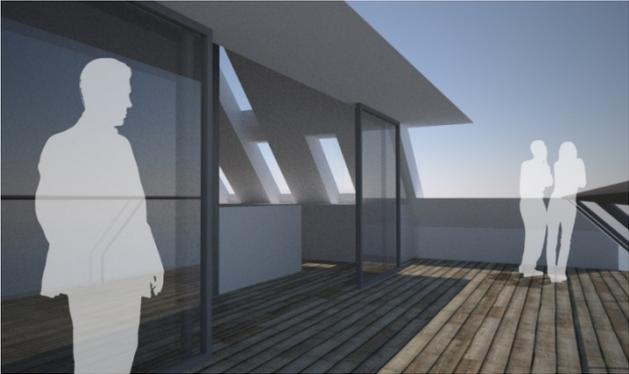
Abb.3 Nutzungsschema – Bestandsgebäude 1980

Abb.4 Nutzungsschema – Umbau 2012

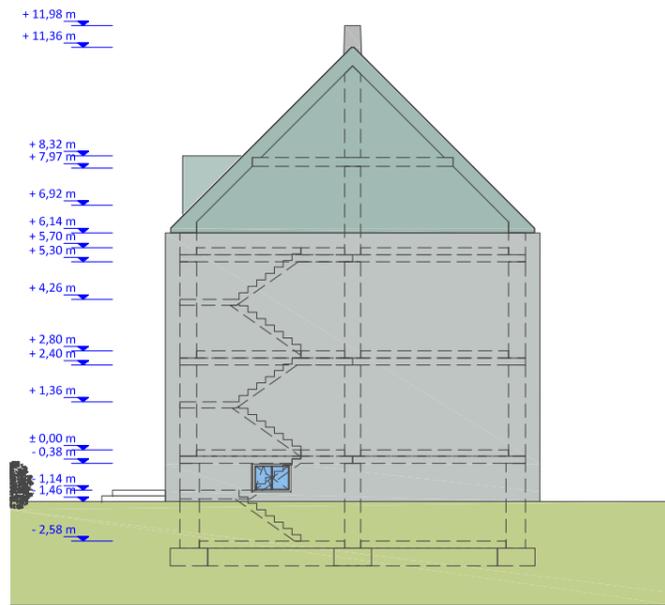


05 | 3 Schaubilder und Pläne





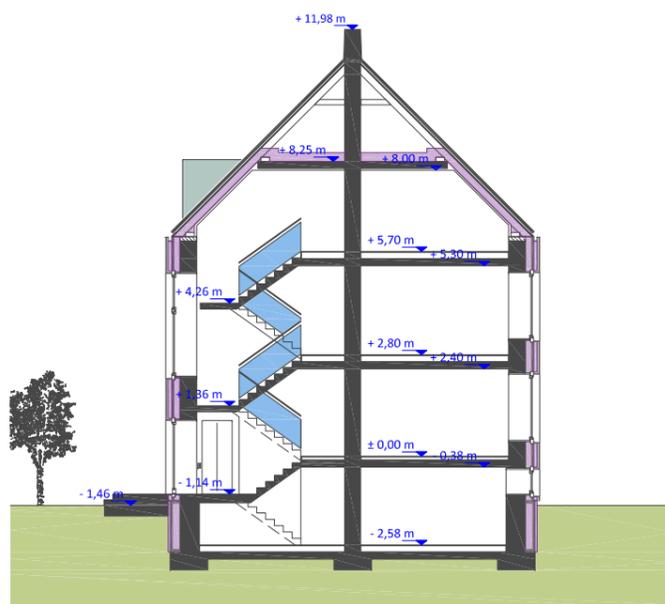




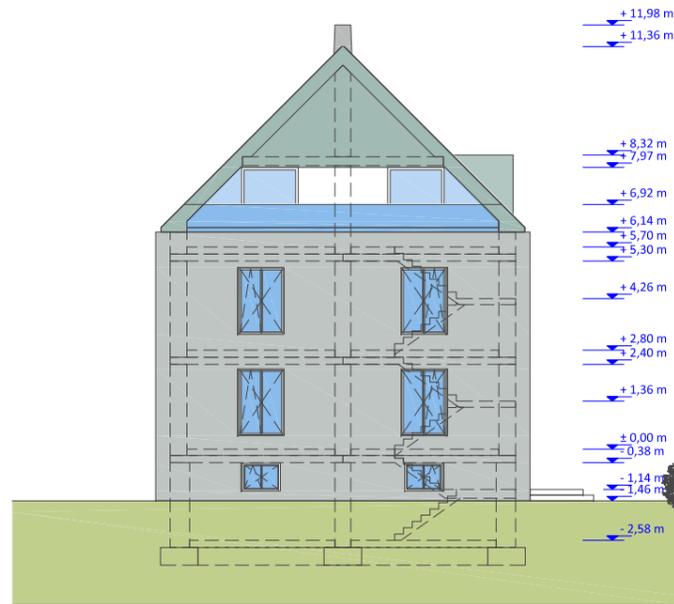
Nordfassade



Westfassade



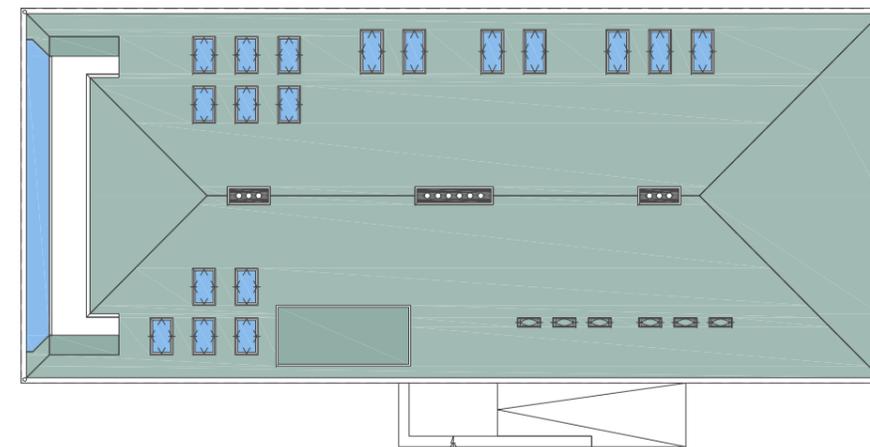
Schnitt



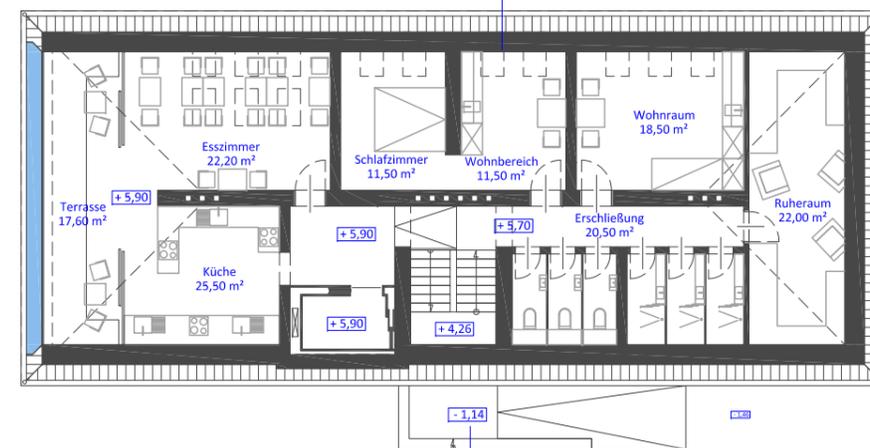
Südfassade



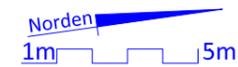
Ostfassade

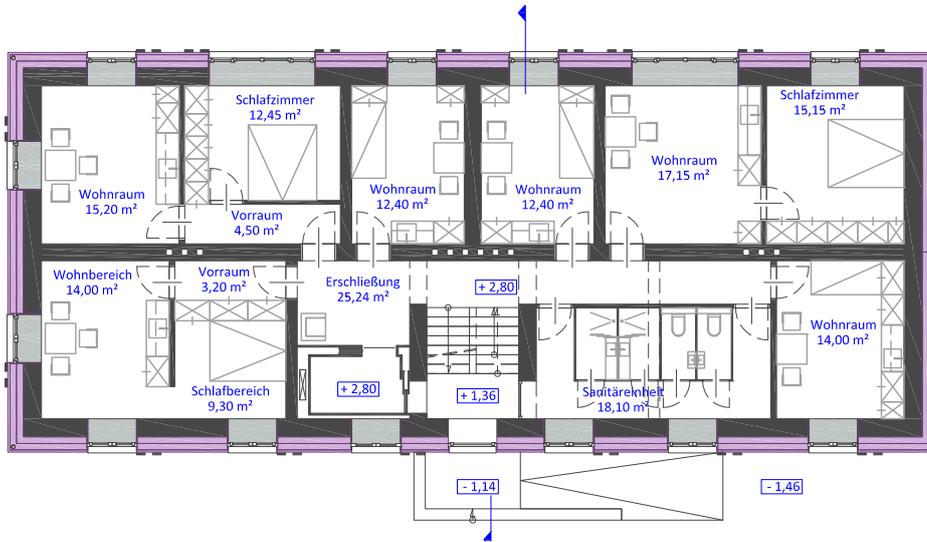


Dachaufsicht

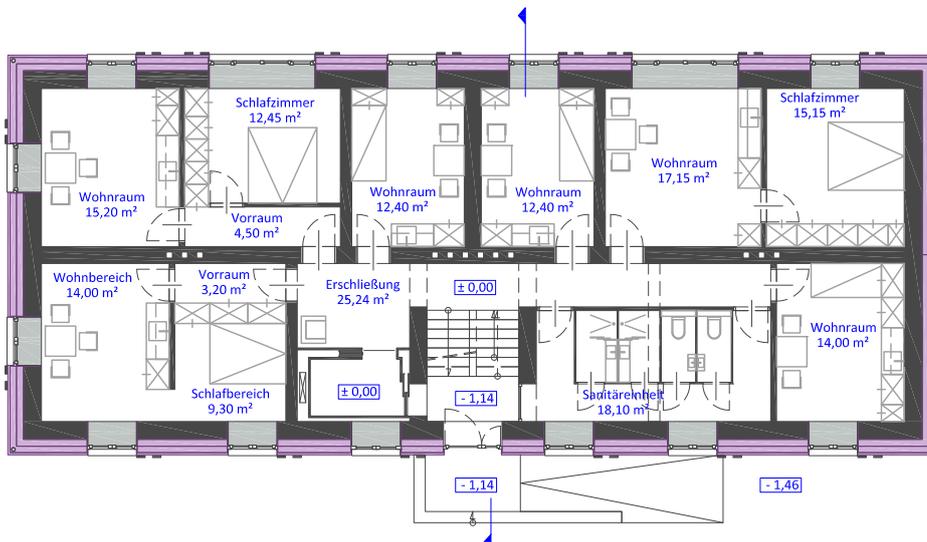


Dachgeschoß

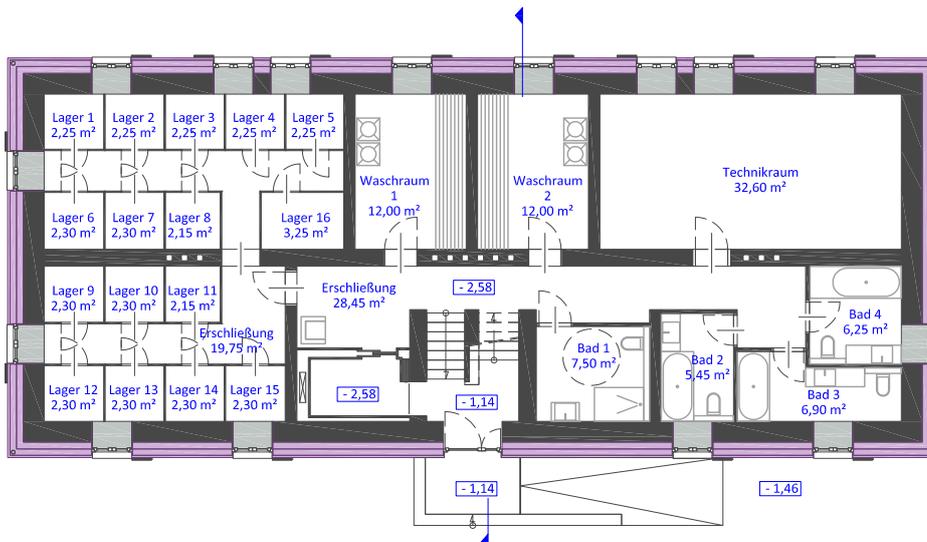




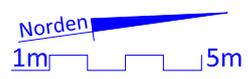
Obergeschoß 2

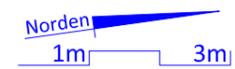
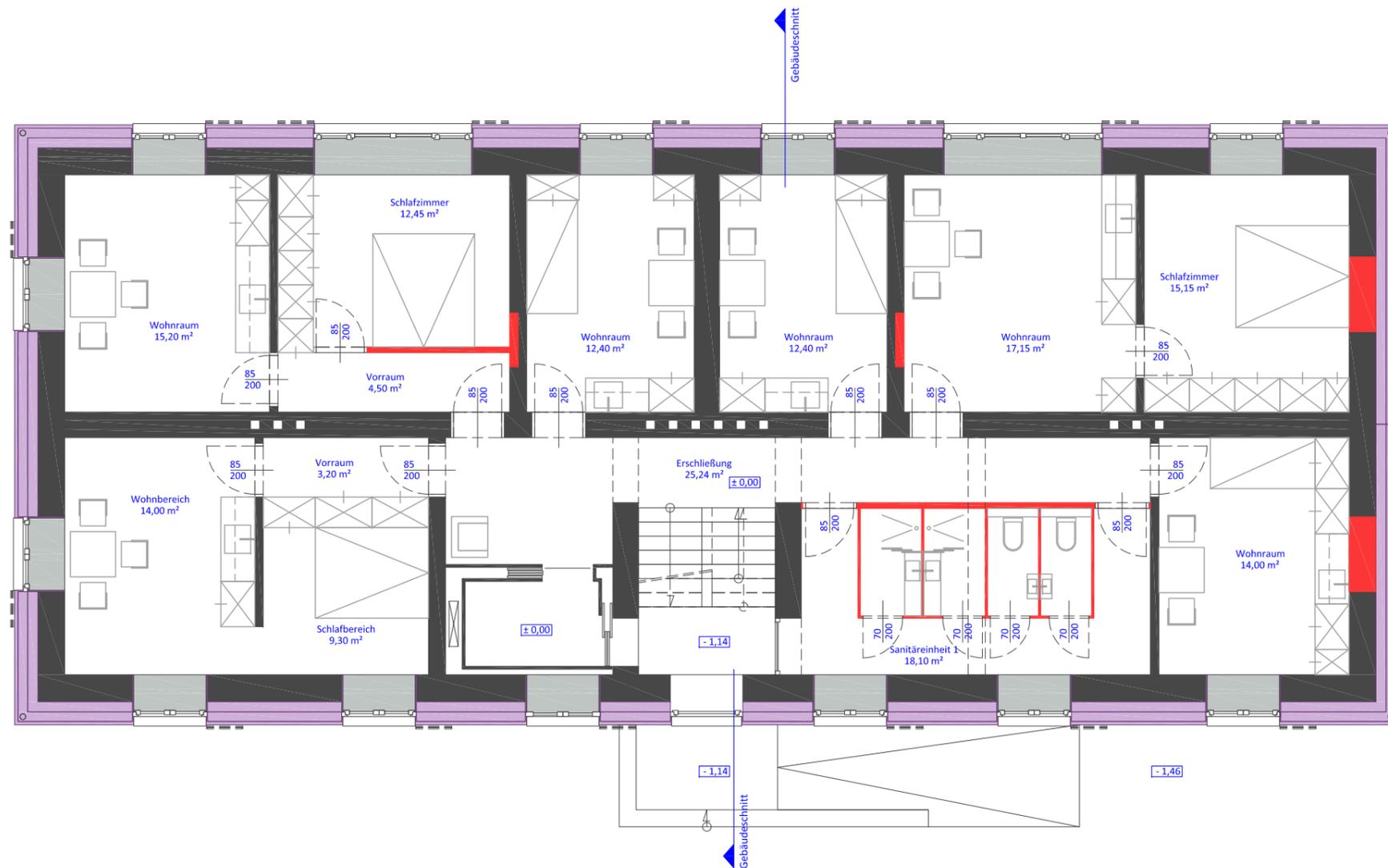


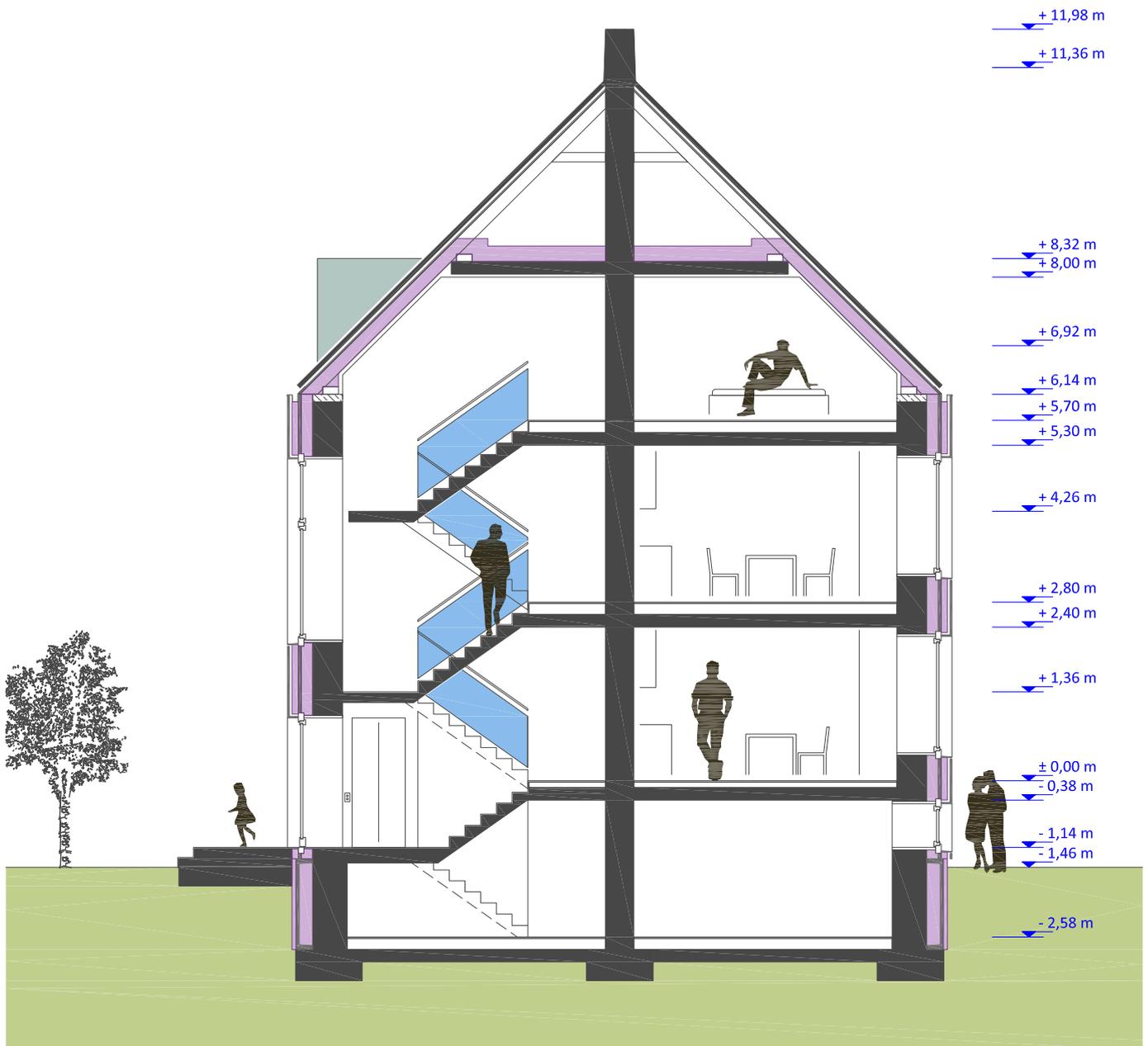
Obergeschoß 1



Kellergeschoß







1m 3m

Gebäudeschnitt M 1:100 - Seite 72



1m 3m

05 | 3 Beschreibung der Fassade

Schichtung/Verankerung/Montage

Bei der Sanierung dieses Gebäudes entscheide ich mich für eine selbsttragende Fassade in mahrschaliger hinterlüfteter Ausführung. Wie in Kapitel 3|1|2 beschrieben liegt das tragende Faserbeton- Fassadenelement mit nach innen gekehrter 4cm starker Betonschale in 20cm Abstand zum Bestand. Die gesamten Vertikallasten werden im Kellerbereich in ein gedämmtes SWA-Kellerelement eingeleitet und über die Gebäudehöhe mit Norm Z-Verbinder, die auftretende Horizontalkräfte weiterleiten, vom Bestandsmauerwerk auf Distanz gehalten. Das Fassadenelement trägt die Einbauten, Fenster und Türen inkl. Beschattungsvorrichtungen, ebenso wie die Dämmmaterialien und die Fassadenbekleidung und wird an den Fensterrahmen mit dem Baubestand luftdicht und mit Setzungstoleranz angeschlossen.

05 | 3 | 1 Vorfertigungsgrad

Der Vorfertigungsgrad beschränkt sich in dieser Ausführung auf das Element mit mineralischer Gefachdämmung, mit eingebauten Fenstern, außen aufgebrachtter Winddichtung und der Unterkonstruktion der Fassadenbekleidung, in Form von Vertikallatten, auf den Stützrippen.

05 | 3 | 2 Montageablauf

I Transport:

Aufgrund der Elementbreite von 270cm können die Elemente stehend mit einem herkömmlichen LKW problemlos transportiert werden.

II Fundament:

Die Kellerwand wird in diesem Fall vollständig frei gelegt. Bei Bedarf wird das vorhandene Fundament verbreitert um die Auflagefläche für die Kellerwand zu vergrößern. Danach wird eine bituminöse Beschichtung auf die bestehende Kellerwand aufgebracht und das gedämmte SWA-Kellerelement auf das Fundament aufgesetzt und am Obergurt mit der Stahlbeton-Kellerwand verschraubt. Nach einer bituminösen Dickbeschichtung der Elemente (schichte bis auf Untergurt des Sockelelements ziehen) kann die außenliegende mit einer Noppenbahn zu schützende Zusatzdämmung aufgebracht werden.

III Fassadenelemente:

Nach dem Auflegen einer Neoprenschiene als thermische Trennung bzw. Aufbringen des Polyurethanklebers und dem Einsetzen der Dorne in die einbetonierten Passhülsen können die ersten Fassadenelemente des Sockelbereichs, die zuvor mit den Z-Verbindern als Abstandhalter versehen wurden, aufgestellt werden.

Die Fassadenelemente der restlichen Geschoße werden auf dieselbe Weise, mit Dornen, vollflächiger Polyurethanverklebung und Z-Verbindern, auf die jeweils unteren Elemente aufgesetzt.

IV Winddichtung und Fassadenbekleidung

Nun kann die Winddichtung an den Elementstößen durchgehend verklebt und die Fassadenbekleidung aufgebracht werden. Die geplanten offene Vertikalfugen in der Fassadenbekleidung werden mit Hut-Profilen aus Aluminium abgedeckt.

V Bauanschlussfuge – Fenster

Nachdem die Positionierung der Fenster kontrolliert und bei Bedarf nachjustiert wurde wird von innen ein Rahmen aus OSB-Platten in die Fensterleibung eingesetzt, mit dem Mauerwerk verschraubt und luftdicht verklebt. Zwischen Fensterstock und OSB-Rahmen setzt man eine Fuge mit Montageschaum die ebenfalls luftdicht verklebt wird. Dieser Bereich muss im Falle einer Setzung etwaige Bewegungen rissfrei ausgleichen können.

VI Hauptdämmebene

Im OSB-Stock vorgesehene Öffnungen (Durchmesser 120mm) ermöglichen ein Einblasen von Zellulosefasern seitlich und nach unten. Diese Konstruktionsweise lässt auch ein einfaches Überprüfen und etwaiges Nachfüllen von Dämmmaterialien nach längerer Nutzdauer zu.

VII Oberfläche Innen

Nach dem Verkleben der Einblasöffnungen wird der OSB-Stock mit Gipskartonplatten verkleidet, überspachtelt und an die Putzfläche angeschlossen.

VII Winddichtung

Die Winddichtung ist grundsätzlich als durchgehende Ebene auszubilden und an Bauteile anzuschließen. Der Fensteranschluss erfolgt bereits bei der Fertigung des Elements. In den Außenecken ist, nach Verschrauben der Elemente untereinander, der Elementstoß gegen Eindringen von Feuchtigkeit zu schützen und dieser Schutz ebenso wie die vertikale Feuchtigkeitssperre im Sockelbereich bis zur Winddichtung zu führen.

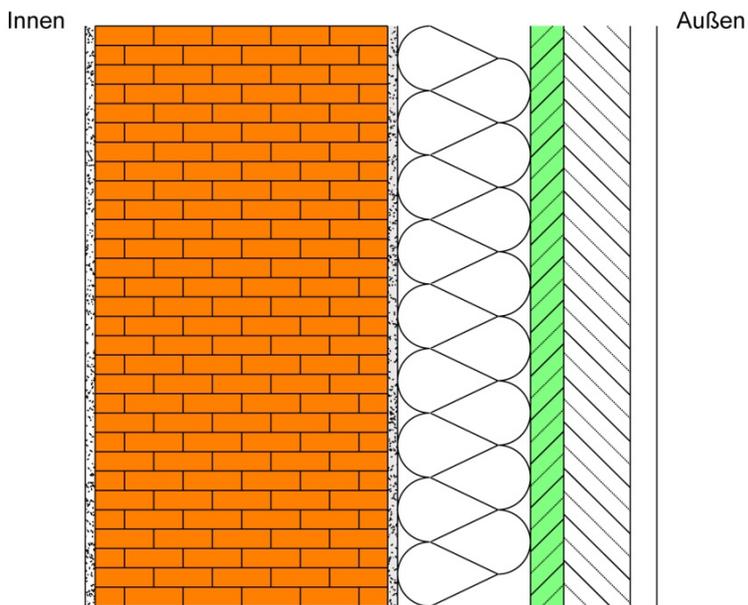
Im Traufenbereich muss im Bereich der Dachrinne die Konstruktion wasserundurchlässig sein und ein spannungsfreier Anschluss von Dachabdichtung zum Element, bzw. Winddichtung hergestellt werden.

05 | 4 Beurteilung des hygrothermischen Verhaltens

... des gewählten Schichtaufbaus mit einem stationären Berechnungsverfahren nach Glaser aus GEQ⁶

Das Gebäude befindet sich auf 550m Seehöhe und liegt in der Region SB, den Beckenlandschaften im Süden Österreichs. Die Randbedingungen für die Innenlufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit sowie dem mittleren Monatswert der Außenlufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit wurden gemäß ÖNORM B8110-2 für die computergestützte Berechnung angesetzt. Den Wärmeübergangswiderstand außen habe ich von 0,04m²K/W auf 0,25m²K/W erhöht, da es sich um eine hinterlüftete Fassadenkonstruktion handelt. Er entspricht nun dem Wärmeübergangswiderstand der raumseitigen Oberfläche. Der detaillierte Schichtaufbau mit Materialdaten ist in Abb.5 ersichtlich.

⁶ Vgl. Auswertung der Dampfdiffusionsberechnung aus GEQ siehe Anhang 6



	Schichtbezeichnung	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Anteil [%]	
1	Innenputz	0,015	1,000		
2	Vollziegelmauerwerk	0,440	0,700		
3	Aussenputz	0,015	1,400		
4	Austrozell Zellulosedämmung	0,200	0,039		
5	Stahlbeton	0,050	2,500		
6	Stahlbeton dazw.	0,100	2,500	8,000	
	Glaswolle (15 < roh < = 25 kg/m³)		0,039	92,00	
7	Vertikallattung Holz dazw.	*	0,040	0,120	8,000
	Hinterlüftungsebene	*		0,222	92,00
Dicke des Bauteils [m]		0,820			
Zusammengesetzter Bauteil		(Berechnung nach ÖNORM EN ISO 6946)			
		$R_{si} + R_{se} = 0,170$			
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 8,2592$			Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 6,3964$		$R_T = 7,3278$ [m²K/W]
Wärmedurchgangskoeffizient			$U = 1 / R_T$		0,136 [W/m²K]

*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung

Abb.5 Materialdaten und Schichtaufbau der Außenwand mit Fassadenelement

Im Jänner beträgt die innere Oberflächentemperatur 19,32°C. Bei den angesetzten Randbedingungen liegt die Taupunkttemperatur bei 12,20°C wodurch kein raumseitiges Oberflächenkondensat anfällt. Jedoch unterschreitet der Sättigungsdampfdruck an der Grenzfläche von der Zellulosedämmung außen zur Stahlbetonscheibe den Wasserdampfdruck und es kommt zu Kondensation in diesem Bereich. (Siehe Abb.6)

Im Jänner kondensieren an dieser Stelle 16,1g/m² an Feuchtigkeit in die Konstruktion ein. Da die jährliche Gesamtaustrocknung mit 544,7g/m² wesentlich höher ist als das jährlich anfallende Gesamtkondensat von 37,3g/m² wird über längeren Zeitraum keine Feuchtigkeit akkumuliert und die Konstruktion bleibt trocken.

Im Juli beträgt die innere Oberflächentemperatur 19,94°C. Bei einer Taupunkttemperatur von 14,96°C ist somit in keinem Monat mit Oberflächenkondensat zu rechnen.

Die Innenluft hat im Juli bei 20°C 72,74% relative Luftfeuchtigkeit. Bei einer Temperatur von 18,22°C wäre die Grenze von 80% rel. LF erreicht. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,94°C und gewährt laut dieser Berechnung Schimmelfreiheit in jedem Monat.

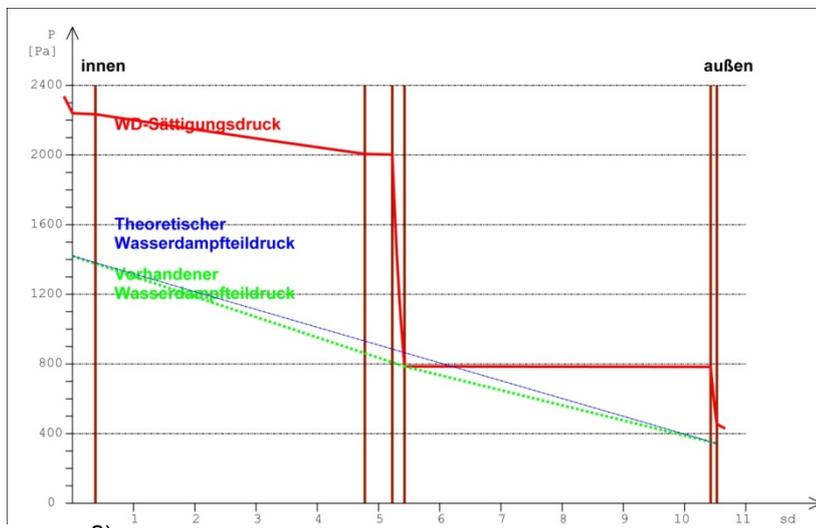
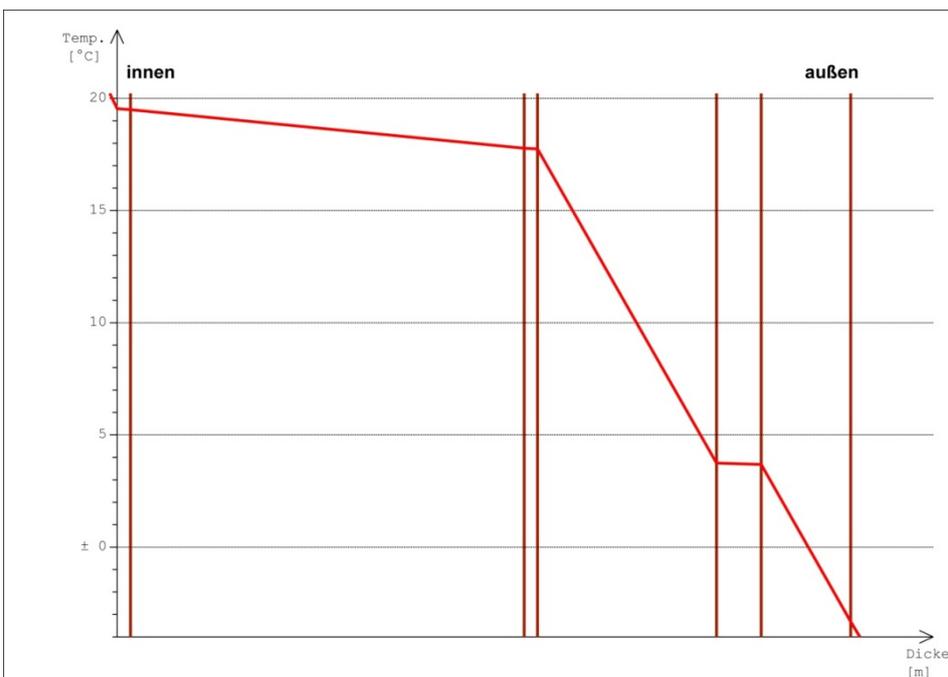


Abb.6 Materialfolge nach wasserdampfdiffusionsäquivalenter Luftschichtdicke (Sd-Werte)

05 | 4 | 1 Temperaturverlauf



Der Temperaturverlauf durch das Außenbauteil im Jänner gemäß ÖNORM B 8110-2

Temperaturverlauf

Schichtbezeichnung	Dicke [m]	Lambda [W/mK]	Widerst. [m²K/W]	Temp. [°C]	ΔTemp [°C]
				20,0	
Wärmeübergangswid. innen	---	0,000	0,250	19,3	0,7
Innenputz	0,015	1,000	0,015	19,3	0,0
Vollziegelmauerwerk	0,440	0,700	0,629	17,6	1,7
Aussenputz	0,015	1,400	0,011	17,5	0,1
Austrozell Zellulosedämmung	0,200	0,039	5,128	3,5	14,0
Stahlbeton	0,050	2,500	0,020	3,5	0,0
Glaswolle (15 < roh <= 25 kg/m³)	0,100	0,039	2,564	-3,5	7,0
Wärmeübergangswid. außen	---	0,000	0,250	-4,2	0,7

Berechnung lt. ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01

Abb.7 Temperaturverlauf durch den Bauteilquerschnitt

05 | 5 Beurteilung des hygrothermischen Verhaltens

... des gewählten Schichtaufbaus mit einem instationären Simulationsprogramm⁷

Nachdem ich den Regelaufbau einer Außenwand des Gebäudes mit einem stationären Verfahren überprüft habe, wende ich auch ein instationäres Simulationsverfahren mit der Software Wufi 4.0 des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik am Außenbauteil an. Wufi bedeutet Wärme und Feuchte Instationär und berücksichtigt neben der Bauteildicke, der materialbezogenen Wärmeleitfähigkeiten und Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl auch den kapillaren Feuchtetransport, sorptive Aufnahmefähigkeiten ausfallender Feuchte unterschiedlicher Materialien sowie erhöhte Ausgangsfeuchte resultierend aus Baufeuchte und berechnet über längere Zeiträume nach realen standortbedingten Klimaverhältnissen die realistischen Wärme- und Feuchtezustände eines Bauteils.

05 | 5 | 1 Eingabedaten und Randbedingungen für die Simulation

Für die Simulation habe ich den Bereich der Gefachdämmung geschnitten und die Materialschichten bis zur Hinterlüftungsebene dargestellt (siehe Abb.8). Den Bereich der Hinterlüftungsebene und die Fassadenbekleidung habe ich weggelassen, da Luftschichten bzw. bewegte Luftschichten in Wufi für eindimensionale Aufbauten nicht berechnet werden können. Für diese außenliegende Oberfläche wurde aus diesem Grund die Wind- und Schlagregenbelastung auf Null gesetzt. Es handelt sich um ein vertikales Bauteil Richtung Süden orientiert berechnet auf Basis der

Klimadaten von Holzkirchen in Deutschland, da in der Übungsversion des Programmes nur

eingeschränkt Klimadaten zur Verfügung stehen und Holzkirchen ein eher schwieriges Klima aufweist, das für die meisten Standorte Österreichs ein gutes Referenzklima darstellt, also als „Worst Case“ – Klima fungiert.

Für die inneren Randbedingungen hielt ich mich an das WTA-Merkblatt 6-2-01/E , Raumklimabedingungen mit normaler Feuchtelast, das für den Raumlufttemperatur eine Sinuskurve zwischen 20°C und 22°C und eine relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40% und 60% ansetzt.

	- Diagnose Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)
	- Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)
	- Concrete, w/c=0.5
	- Concrete, C35/45
	- Diagnose Cellulose Fiber (heat cond.: 0,04W/mK)
	- Cellulose Fiber (heat cond.: 0,04W/mK)
	- Mineral Plaster (stucco) e
	- Solid Brick Masonry
	- Mineral Plaster (stucco) i

⁷ Detaillierte Angaben zur Computersimulation mit GEQ siehe Anhang 6

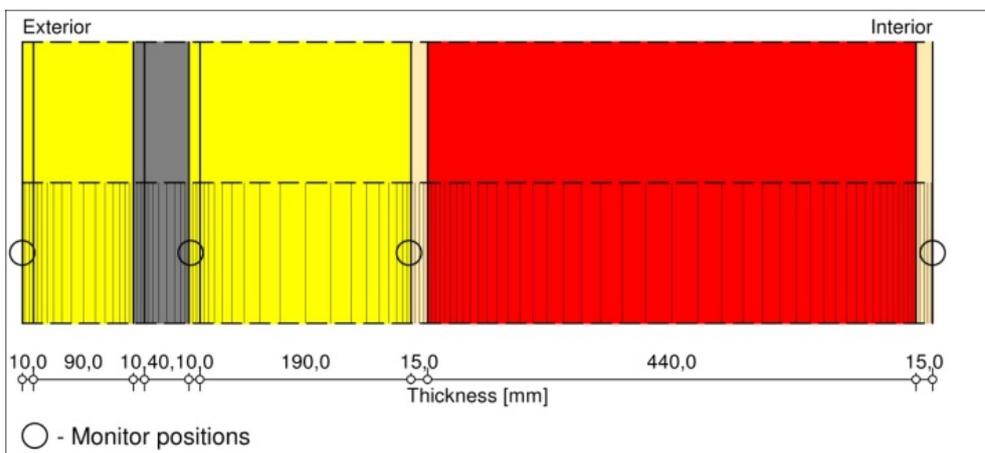


Abb.8 Schichtung – Außenwand – WUFI 4.0

05 | 5 | 2 Interpretation der Ergebnisse aus WUFI 4.0⁸

Die Simulation berechnete den Zeitraum vom 01. Oktober 2012 bis zum 01. Oktober 2022. Wenn man den Verlauf des Gesamtwassergehaltes (Abb.09) in der Konstruktion betrachtet, lässt sich ein Trocknungsprozess feststellen.

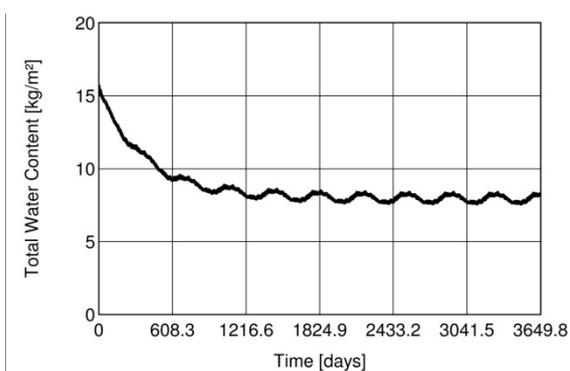


Abb.9 Gesamtwassergehalt der Konstruktion - Gefachdämmung

⁸ Diagramme der Wufi 4.0 - Simulationen zu Studie 1 siehe Anhang 7

Die Profile in den Diagrammen (Abb.10 und 11) stellen die Verläufe von Temperatur, relativer

Feuchtigkeit und Wassergehalt innerhalb der Konstruktion am Start sowie am Ende der Simulation dar. Die rechte Seite der Diagramme ist die dem Raum zugewandte Seite. Abbildung 10 zeigt das Ergebnis für den Schnitt durch die Gefachdämmung und Abbildung 11 als Kontrolle den Schnitt durch eine Stützrippe. In Studie 1 lässt sich erkennen, dass in der Zellulosefaser-Dämmschichte eine Trocknung stattfindet, jedoch zur Grenzfläche zwischen Zellulosefaserschicht außen und der Faserbetonplatte ein Anstieg des Wassergehalts stattfindet.

Um diesen genauer beurteilen zu können habe ich in diesem Bereich eine dünne diagnostische Schichte aus Zellulosefasern eingefügt um den Gesamtwassergehalt an genau dieser Stelle mit der restlichen Dämmschichte in Relation setzen zu können. In dieser Schichte befindet sich am Anfang 12kg/m^3 Feuchtigkeit und am Ende $8,21\text{kg/m}^3$. Zwischenzeitig stellt sich ein Minimum von $7,49\text{kg/m}^3$ und ein Maximum von $27,3\text{kg/m}^3$ ein.

In dieser diagnostischen Schichte mit 1cm Dicke ergeben $27,3\text{kg/m}^3$ Wasser $0,27\text{kg/m}^2$.

Die Grenze von $0,5\text{kg/m}^2$ an Berührungsflächen zu wenig aufnahmefähigen Schichten wie der vorliegenden Faserbetonschichte lt. ÖNORM B 8110-2 wird somit unterschritten.

Dieser Umstand wird im Bereich der Stützrippe jedoch verschärft, wie das Diagramm des Wassergehalts in Abbildung 12 zeigt. Durch das starke Temperaturgefälle in der Beton-Stützrippe wird auch die Temperatur an der Berührungsfläche Zellulose und Beton gesenkt wodurch die relative Feuchtigkeit steigt und der Taupunkt in der Gesamtkonstruktion weiter nach innen rückt. In der Gesamtkonstruktion in dem Bereich der Stützrippe kommt es zwar auch zu einer Austrocknung (siehe Abb. 11) jedoch fällt diese wesentlich geringer aus als im Bereich der Gefachdämmung. In gewissen Bereichen wie dem der Stützrippe oder der diagnostischen Schichte der Zellulosedämmung an der Betonschale kommt es sogar zu einem Auffeuchten.

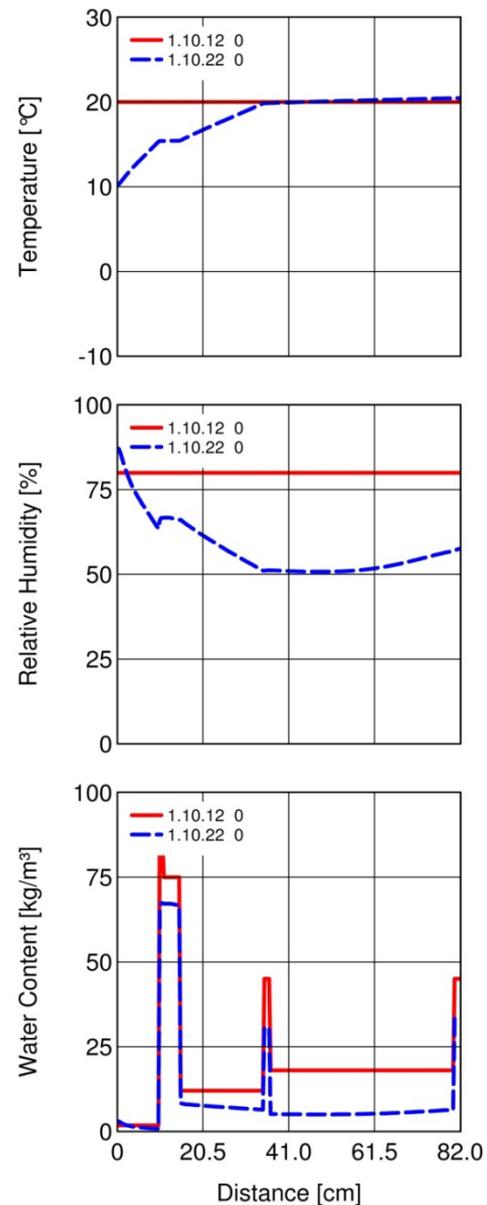


Abb.10 Profile Studie 1

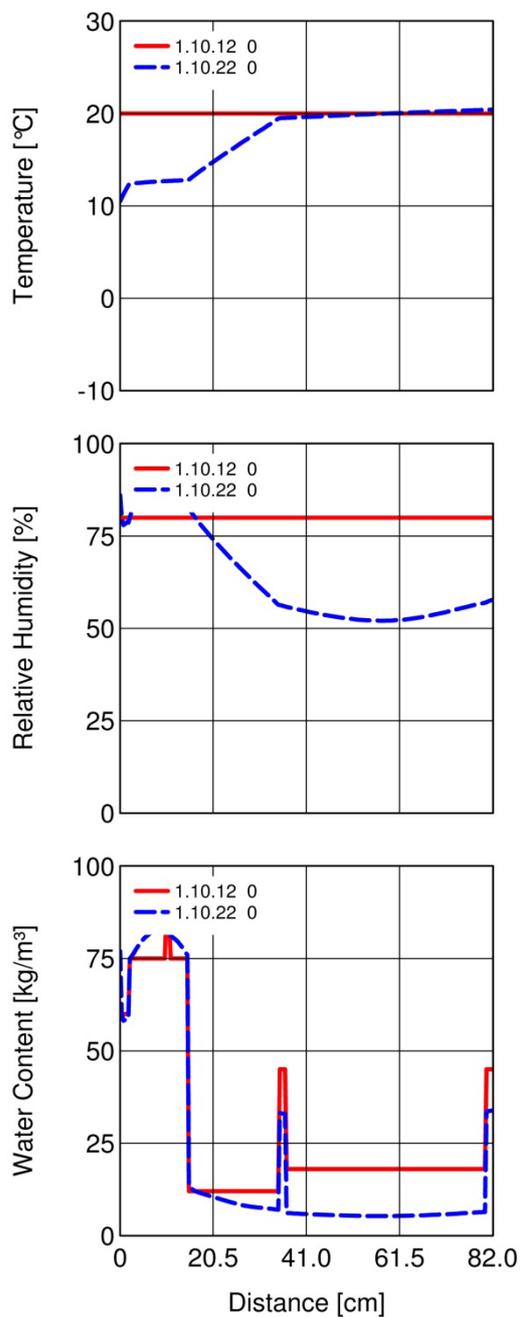


Abb.11 Profile Studie 2

Aus einer Ausgangsfeuchte der Zellulose von 12kg/m^3 wurden am Ende der Kalkulation $12,86\text{kg/m}^3$. Die maximale Feuchtigkeit von $50,37\text{kg/m}^3$ ergibt $0,504\text{kg/m}^2$ und liegt lt. ÖNORM

B 8110-2 leicht über der Grenze von $0,5\text{kg/m}^2$. Unter Berücksichtigung dass sich dieser Bereich auf die Stützrippe begrenzt und sich somit punktuelle Feuchtespitzen auf angrenzende „trockene“ Bereiche ausbreiten können kann man von nicht schädlicher Feuchteansammlung ausgehen.

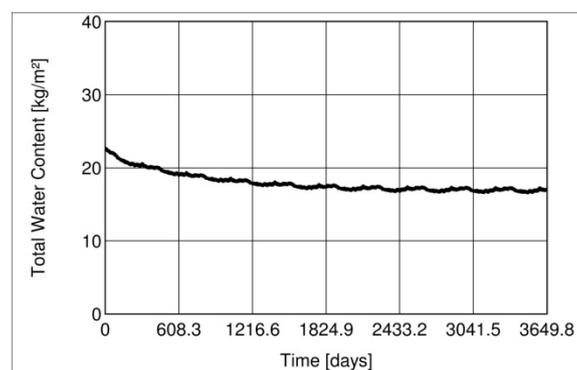


Abb.12 Gesamtwassergehalt der Konstruktion - Stützrippe

Abbildung 13 zeigt den Fall eines Kleiderschranks der innen an die Außenwand gestellt wird. Die Kleiderschrank kann man als innenliegende Dämmung betrachten und wurde von mir in der Simulation in Form einer Holzwolleleichtbauplatte mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,08\text{W/mK}$ dargestellt. Die angegebene Wärmeleitfähigkeit ist ein Schätzwert der sich nach dem Füllungsgrad des Kleiderschranks richtet. Der Diffusionswiderstand der Holzwolleleichtbauplatte von $\mu_y = 9$ multipliziert mit der Dicke $0,6\text{m}$ ergibt ein S_d von $4,5\text{m}$ und kommt dem eines Schrankes aus Plattenwerkstoffen (Spanplatte $\mu_y \sim 50$) mal $0,04\text{m}$ plus den Textilien, von S_d ca. $2,5\text{m}$ sehr nahe. Die relative Feuchtigkeit lässt sich nicht vergleichen, da der Porenanteil bzw. die Sorptionsfähigkeit des Materials nicht die gleiche ist.

Wenn man nun das Augenmerk wieder auf die diagnostische Schicht außerhalb der Zelluloseebene richtet fällt es auf, dass die Trocknung der Schicht im Vergleich zu Studie 1 von anfangs 12kg/m^3 auf $11,45\text{kg/m}^3$ am Ende der Simulation weitaus geringer ausfällt. Das Potenzial der zwischenzeitigen Feuchtespitzen wird in diesem Fall aber eingedämmt, da durch den Schrank, wie der Verlauf des Wassergehalts in den Schichten (Abb. 14) zeigt, als innenliegende Dämmung den Taupunkt nach innen zieht und die Feuchtigkeit in der Innendämmung und auch der angrenzenden innenliegenden Putzschicht erhöht wodurch die Gefahr der Schimmelbildung im Zwischenraum Schrank und Außenwand entstehen könnte. Ein Teil der Feuchtigkeit fällt also schon in den inneren Schichten aus, wodurch die Feuchtespitze in der diagnostischen Schicht von $27,53\text{kg/m}^3$ in Studie 1 auf $18,52\text{kg/m}^3$ sinkt.

Möbliering im Bereich einer Außenwand sollte grundsätzlich so konzipiert sein, dass sie von Raumluft umspült wird.

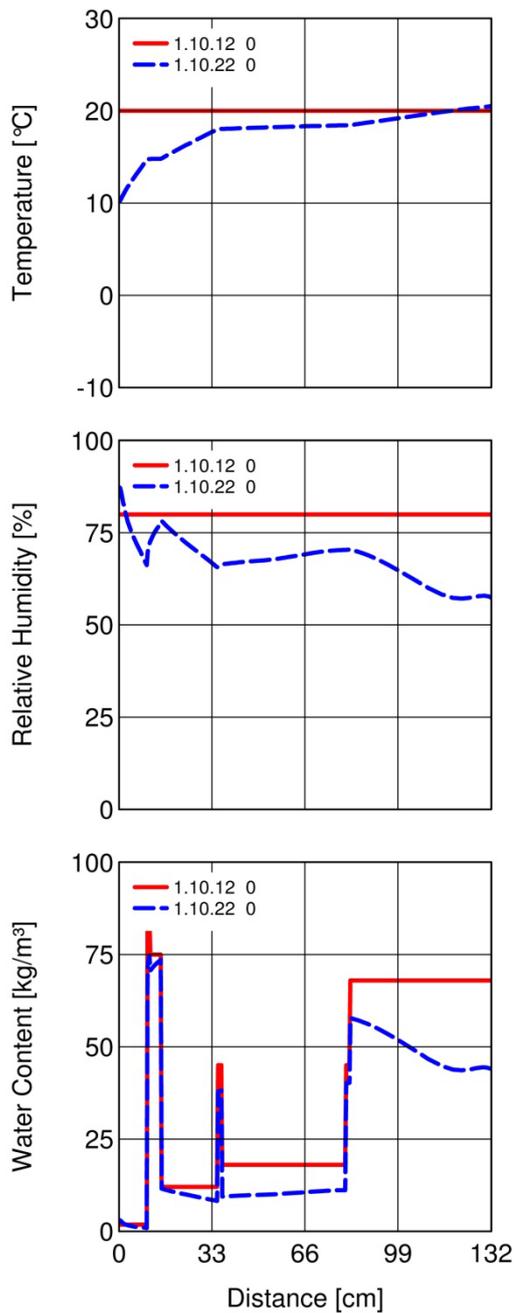


Abb.13 Profile Studie 3

05 | 6 Entwicklung des Fensterdetails

Der Bauanschluss

Bauanschlussfugen, insbesondere Anschlüsse im Bereich von Fensteröffnungen bzw. Türöffnungen, sind bei der Entwicklung dieses Bausystems von großer Bedeutung. Wie im Wort Bausystem bereits enthalten gilt es, den Detailpunkt zu systematisieren, also das Fassadenelement über das Fenster an den Baubestand anzuschließen und dabei alle Erfordernisse in der Herstellung des Elements bis zur Montage an der Baustelle zu berücksichtigen und anforderungsgerecht zu konstruieren.

Wichtig dabei ist die Herstellung der luftdichten Ebene, also der luftdichte Anschluss des Fensters an den Baubestand, wobei hier die Lage des Fensters eine wichtige Rolle spielt und die Tatsache dass bei dem vorliegenden Schichtaufbau quasi eine Kerndämmung zwischen Bestand und dem Fassadentragwerk außen besteht. Die Position des Fensters sollte in der Dämmebene liegen, und einen winddichten Anschluss an der Außenseite ermöglichen um die Dämmung in der hinterlüfteten Fassadenkonstruktion vor eindringender kalter Luft zu schützen.

Die Herstellung des Betonelements legt nahe, für das Fenster ein Blindstocksystem zu verwenden, da die Fensteröffnung im Betonelement geschalt werden muss und der Stock in dem Fall als verlorene Schalung dient. Im Folgenden habe ich ein Blindstocksystem des Herstellers Beck und Heun auf Kompatibilität mit dem Fassadenelement untersucht und bestimmte Vor- bzw. Nachteile zu einem konventionellen Holzstock angeführt.

05 | 6 | 1 Beck&Heun – ROKA Compact

Beck&Heun ist ein deutscher Hersteller eines Komplettsystems aus Leibungsdämmung, optionaler gedämmter Beschattungseinheit (Abb.14) und gedämmtem Fenstersohlbank-Anschluss. Dieser „Blindstock“ ist ein Dämmpaket aus Kunststoffschäumen, das die gesamte Fensterleibung von der inneren Wandoberfläche bis zur Oberfläche der Außendämmung für Ziegelmauerwerk bzw. Stahlbetonwände dämmt. Die Einzelteile des Systems (Abb.15) gibt es in unterschiedlichen Längen, werden über Steckverbindungen gefügt und können mit Fenstern gängiger Hersteller kombiniert werden.



Abb.14 Roka Ausführungsvarianten

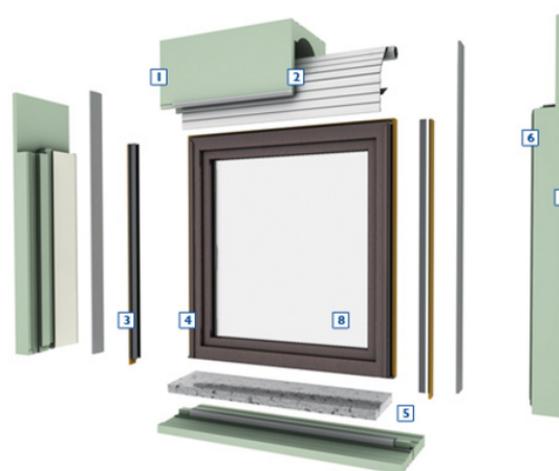


Abb.15 Roka Bestandteile - Stecksystem

Wärmebrückensimulation mit Therm – Roka Compact

Um die Eigenschaften von Roka Compact am Bestand abschätzen zu können habe ich die Geometrie vereinfacht mit der Software Therm modelliert und eine Wärmebrückensimulation durchgeführt.

Für Therm verwendete Materialkennwerte und Bedingungen:

Das Fenster habe ich in den folgenden Simulationen als vereinfachtes Paneel mit einem äquivalenten U-Wert von $0,7\text{W/m}^2\text{K}$ dargestellt.

Randbedingungen:

Innen Boden: Lufttemperatur = 20°C ,
Wärmeübergangskoeffizient = $5,88\text{ W/m}^2\text{K}$

Innen Wand: Lufttemperatur = 20°C ,
Wärmeübergangskoeffizient = $7,69\text{ W/m}^2\text{K}$

Innen Decke: Lufttemperatur = 20°C ,
Wärmeübergangskoeffizient = $10,00\text{ W/m}^2\text{K}$

Innen Fensterbank: Lufttemperatur = 20°C ,
Wärmeübergangskoeffizient = $3,50\text{ W/m}^2\text{K}$

Innen Fenster: Lufttemperatur = 20°C ,
Wärmeübergangskoeffizient = $5,50\text{ W/m}^2\text{K}$

Fassade außen: Lufttemperatur = -10°C ,
Wärmeübergangskoeffizient = $25\text{W/m}^2\text{K}$

Fassade hinterlüftet: Lufttemperatur = -10°C ,
Wärmeübergangskoeffizient = $7,69\text{W/m}^2\text{K}$

Deckenaufbau:

Bodenbelag Hartholz:

Dicke= 20mm, $\lambda=0,20\text{ W/mK}$

Estrich Zement:

Dicke= 70mm, $\lambda=1,40\text{ W/mK}$

Trittschalldämmung:

Dicke= 30mm, $\lambda=0,04\text{ W/mK}$

Schüttung:

Dicke= 80mm, $\lambda=0,3\text{ W/mK}$

Stahlbetondecke:

Dicke= 200mm, $\lambda=2,32\text{ W/mK}$

Putz mit Zement:

Dicke= 15mm, $\lambda=1,39\text{ W/mK}$

Wandaufbau: INNEN

Putz mit Zement:

Dicke= 15mm, $\lambda=1,39\text{ W/mK}$

Vollziegelmauerwerk:

Dicke= 440mm, $\lambda=0,79\text{ W/mK}$

Putz mit Zement:

Dicke= 15mm, $\lambda=1,39\text{ W/mK}$

Dämmstoff: Dicke= 200mm, $\lambda=0,04\text{ W/mK}$

Betonschale: Dicke= 40mm, $\lambda=2,32\text{ W/mK}$

Faserzementplatte:

Dicke= 10mm, $\lambda=0,44\text{ W/mK}$

Gefachdämmung:

Dicke= 100mm, $\lambda=0,04\text{ W/mK}$

Fensterpaneel:

Uw-Wert = $0,7\text{ W/m}^2\text{K}$

Fensteranschluss innen:

Plattenwerkstoff Nadelholz:

Dicke= 24mm, $\lambda=0,13$ W/mK

Montageschaum: $\lambda=0,035$ W/mK

Blindstock Roka-Compact:

Dämmstoff: $\lambda=0,04$ W/mK

Polyurethankern (Phonotherm) : $\lambda=0,076$ W/mK

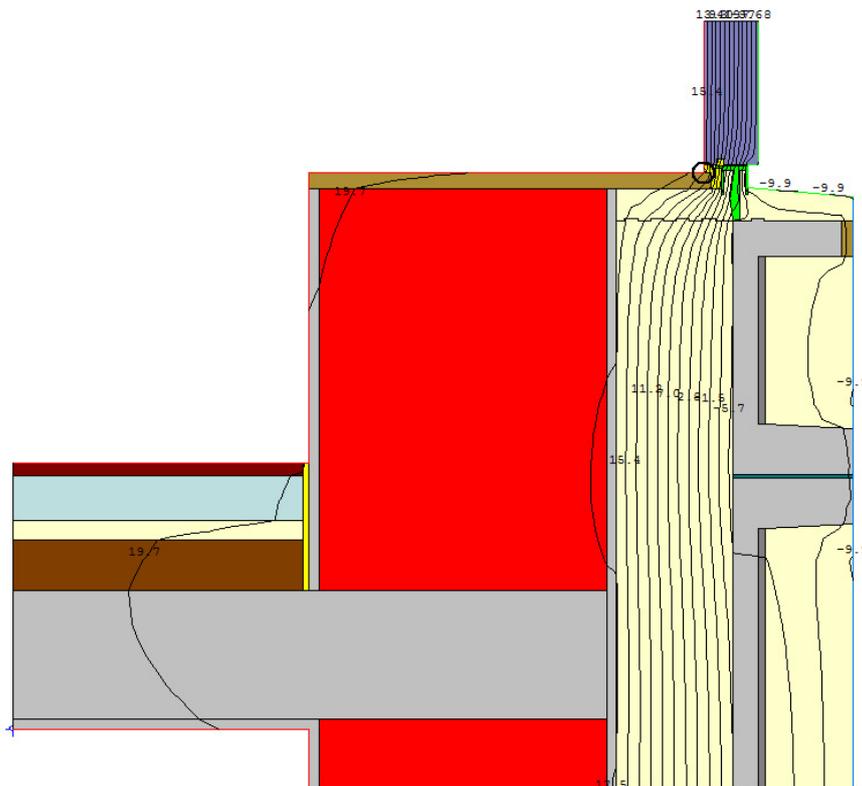


Abb.16 Isothermenverlauf Roka - Compact

Für den Wärmeübergang von der Innenluft auf die innere Fensterbank und das Fenster innen habe ich, trotz der Annahme einer erhöhten Oberflächentemperatur durch Beheizung, einen geringeren Widerstand angenommen als beim Boden und der Wand innen. Die niedrigste Oberflächentemperatur an der luftdichten Ebene (schwarzer Kreis Abb.16) beträgt laut Therm 13,8°C.



Abb.17 Temperaturbereiche Roka - Compact

05 | 6 | 2 Blindstock aus Massivholz

Um die soeben gezeigte Simulation mit der eines Holzblindstockes vergleichen zu können setze ich ein Fenster mit einem Holzstock in derselben Position in das Element ein. Randbedingungen und Materialkennwerte für diese Wärmebrückensimulation sind dieselben wie in Kapitel 5.6.1.1. Für den Blindstock verwende ich Nadelholz mit einer Leitfähigkeit von $\lambda=0,13 \text{ W/mK}$.

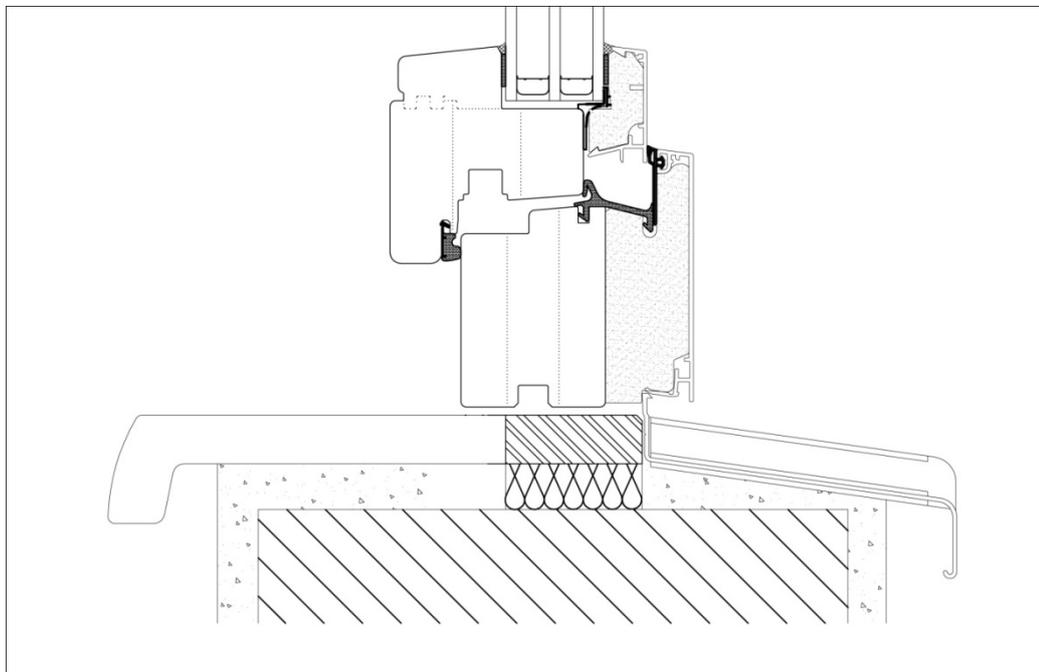


Abb.18 Beispiel eines Blindstockes aus Holz für ein Internorm Holz-Aluminiumfensters

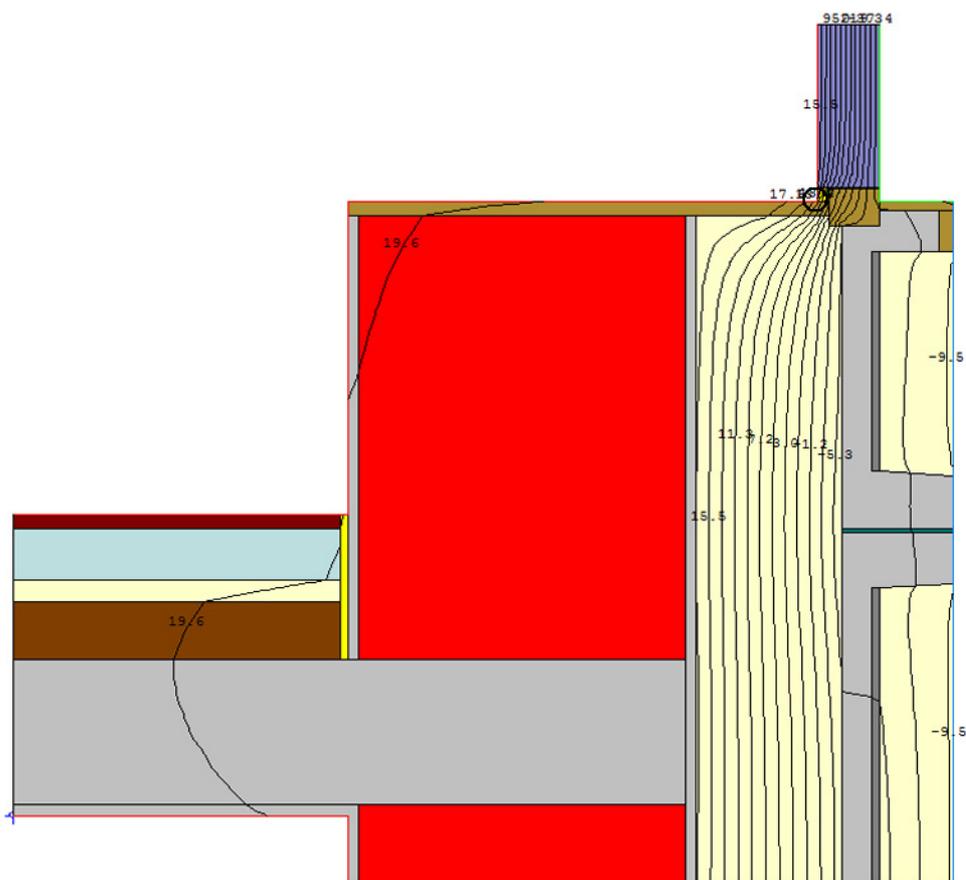


Abb.19 Isothermen-verlauf bei einem Blindstock aus Holz

Die niedrigste Oberflächentemperatur an der luftdichten Ebene (schwarzer Kreis Abb.19) laut Therm beträgt in dieser Ausführung 10,9°C. Sollte der Blindstock aus Phonotherm, einem Recyclingmaterial aus Polyurethanschaumresten für konstruktive Bauteile geeignet, gefertigt werden, so beträgt die Temperatur 12,2°C. Führt man den inneren Stock ebenfalls in Phonotherm aus und dämmt zusätzlich die Sohlbank außen so lässt sich die Temperatur an dem inneren Punkt auf 12,9°C erhöhen.

Wie man sieht lässt sich mit dieser weitaus günstigeren Konstruktionsweise durch bestimmte Modifikationen eine ähnliche Oberflächentemperatur erzielen wie bei dem teuren Leibungsdämmsystem von der Firma Beck&Heun.

In einem nächsten Schritt werde ich versuchen über die Position des Fensters einen günstigeren krümmungsfreieren Isothermenverlauf zu schaffen.

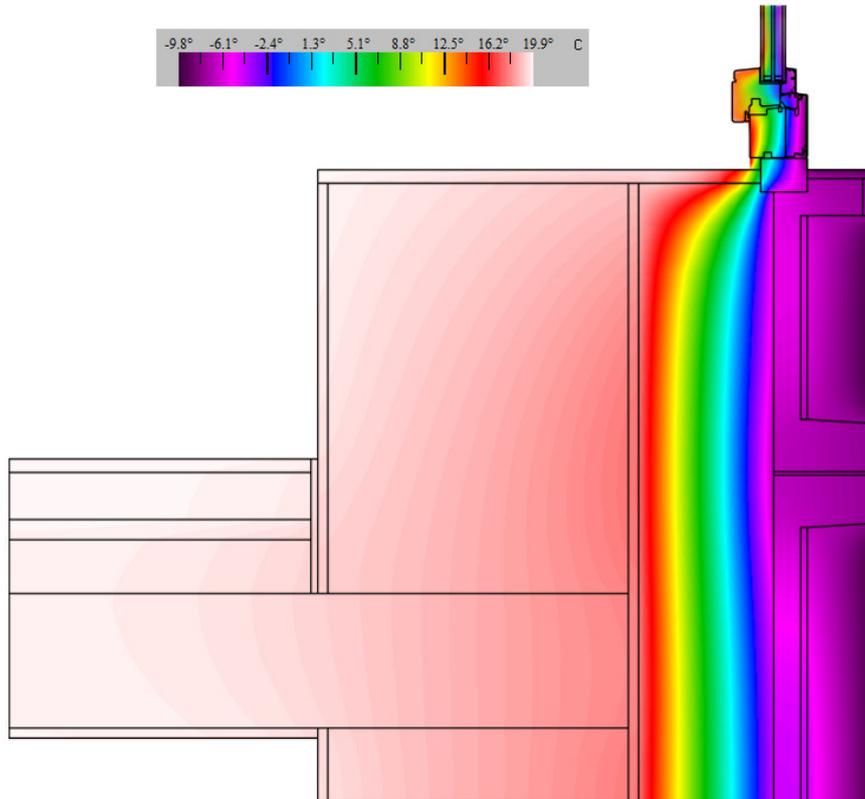


Abb.20 Temperaturbereiche Blindstock aus Holz

05 | 6 | 3 Lage des Holzblindstockes

In dieser Variante wurde der Blindstock ebenfalls aus Phonotherm gefertigt und in die Mitte der „Kerndämmung“ gesetzt. Allein durch dieses Verrücken des Fensters in die Dämmebene erhöht die Oberflächentemperatur an der luftdichten Ebene (schwarzer Kreis Abbildung 21) von 12,2°C (in Abb.6) auf 15,4°C

Da die Positionierung des Fensters in dieser Lage aufwendig und wiederum die Produktionskosten erhöhen würde dachte ich an eine Zweiteilung des Blindstocks siehe Abbildung 22. Der erste Rahmen besteht aus Holz und wird bei der Produktion in das Faserbetonelement eingelegt, dient also der Fensteröffnung als Schalung. Außerdem hat man die Möglichkeit den zweiten Teil des Blindstockes aus Phonotherm im ersten Blindstock von innen, nahe der Dämmebenenmitte zu befestigen. Diese Bauweise ermöglicht auch nachträgliche Korrektur der Fensterposition bzw. das Ausgleichen von Bautoleranzen und Ungenauigkeiten. Diese Positionierung ergibt laut Therm eine Oberflächentemperatur an der luftdichten Ebene (schwarzer Kreis Abb.22) von min. 13,5°C.

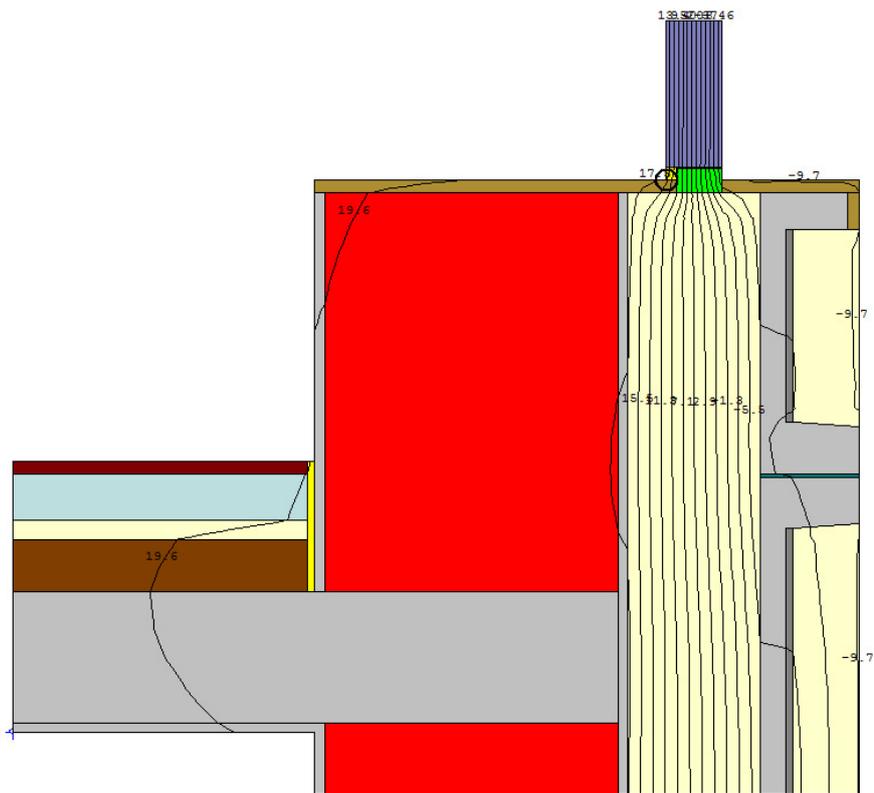


Abb.21
Isothermen-
verlauf
Blindstock
aus
Phonotherm -
Mitte

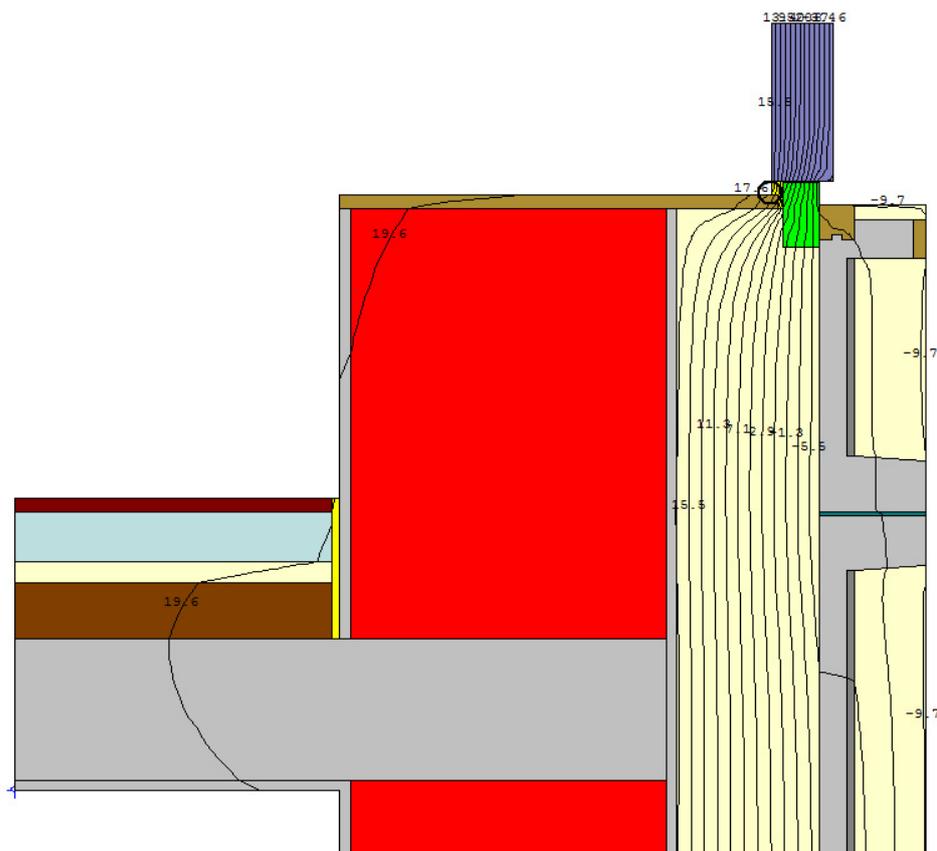
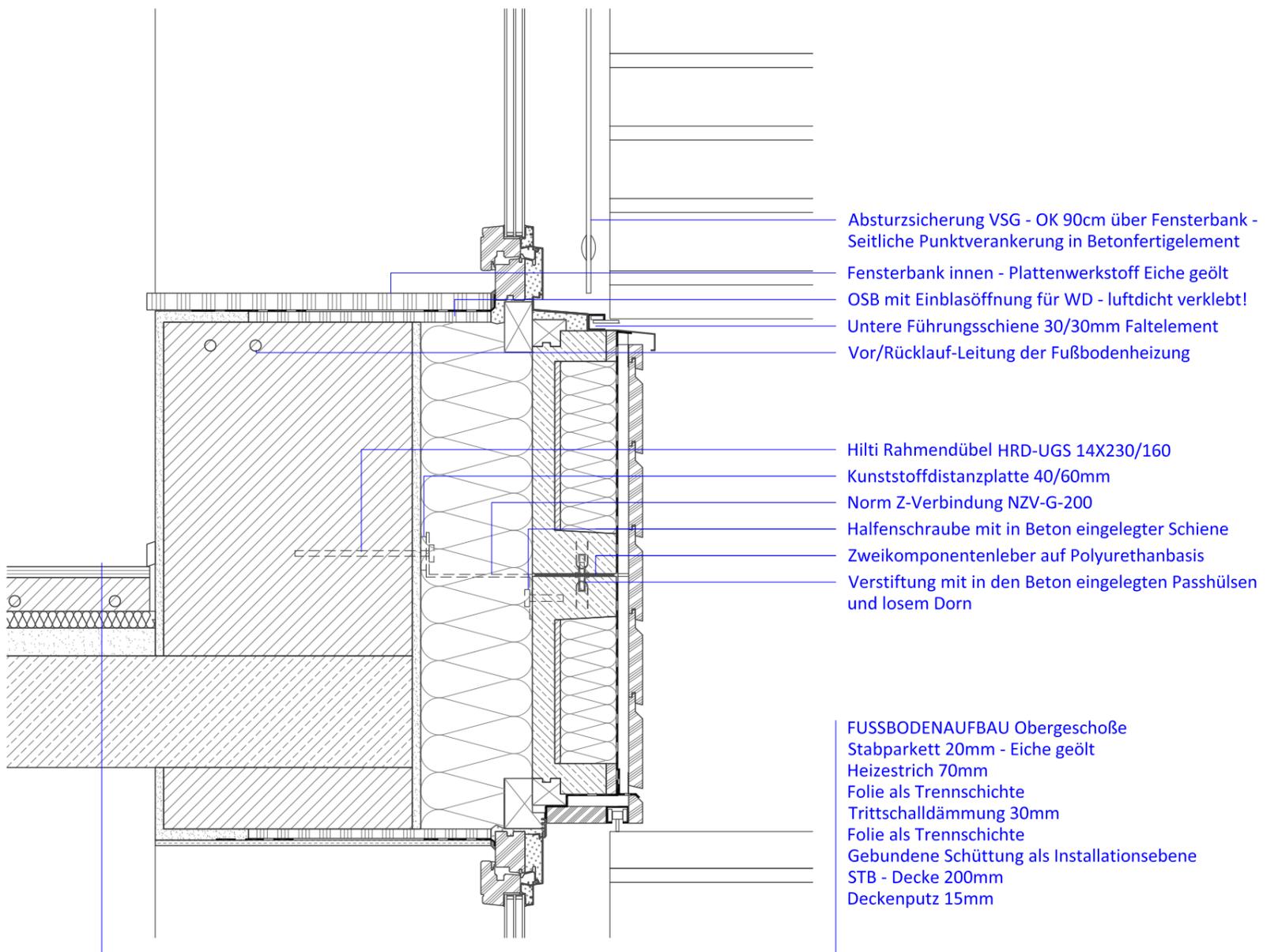
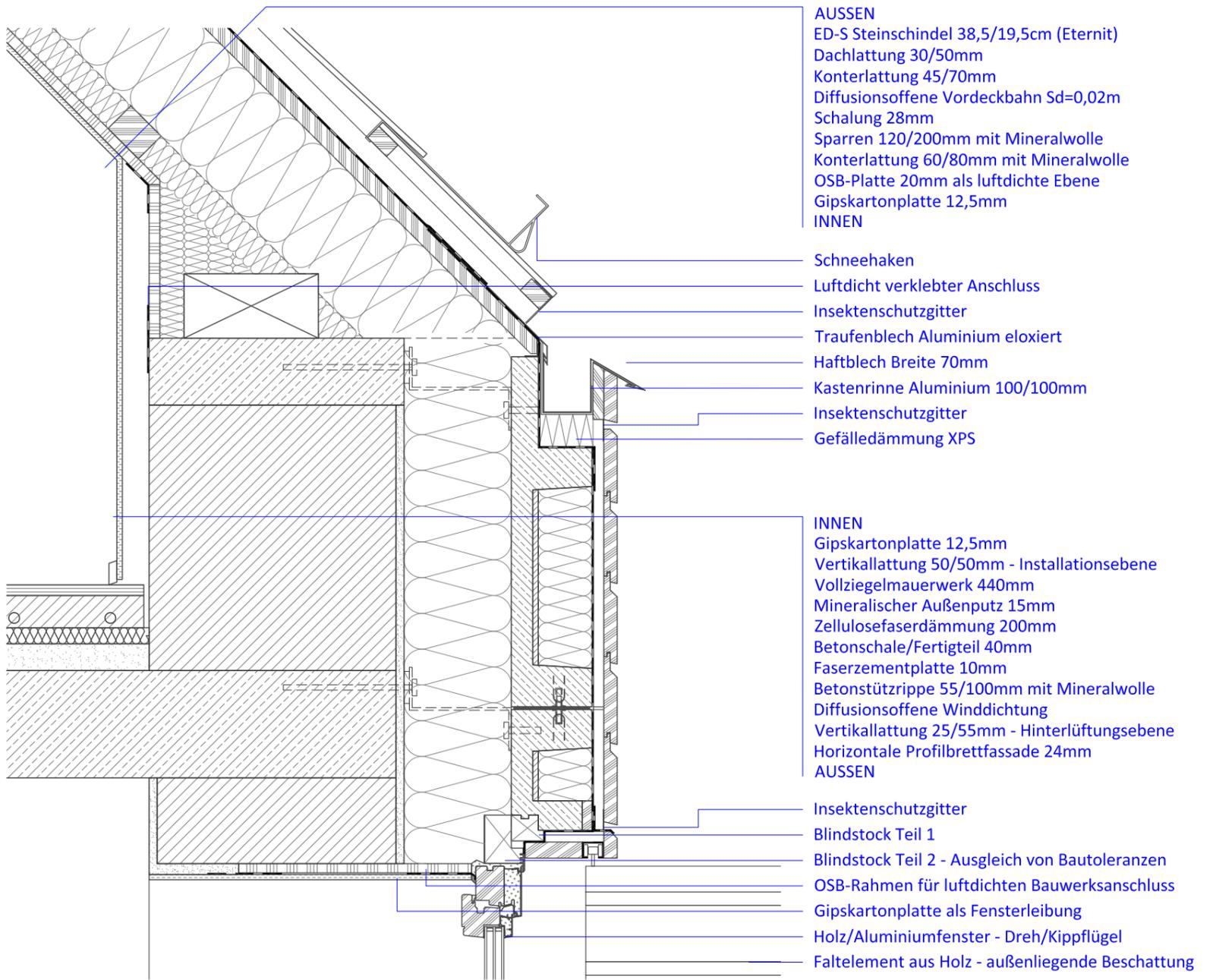
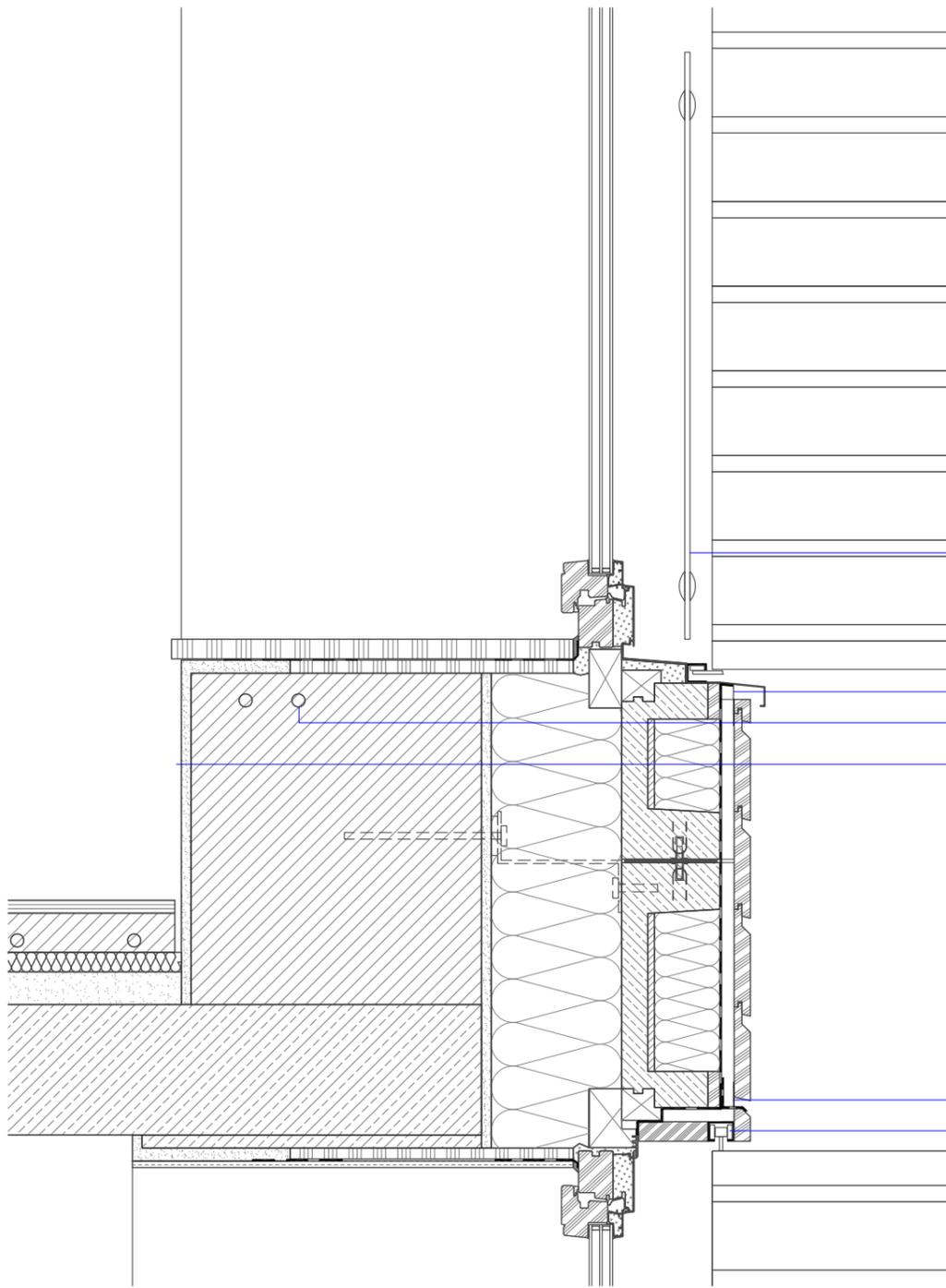


Abb.22 Zwei-
geteilter
Blindstock
aus Phono-
therm und
Holz



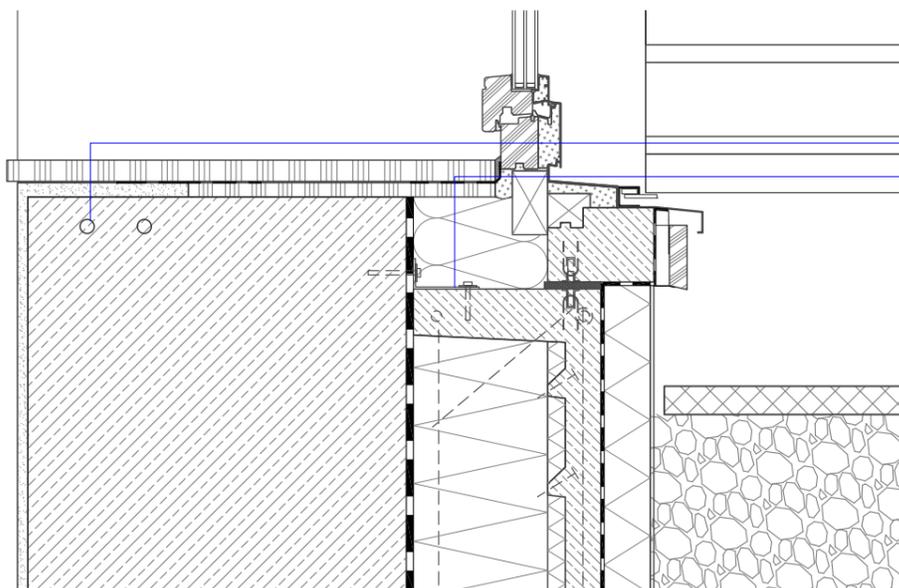


Absturzicherung VSG - OK 90cm über Fensterbank -
Seitliche Punktverankerung in Betonfertigelement

Insektenschutzgitter
Vor/Rücklauf-Leitung der Fußbodenheizung

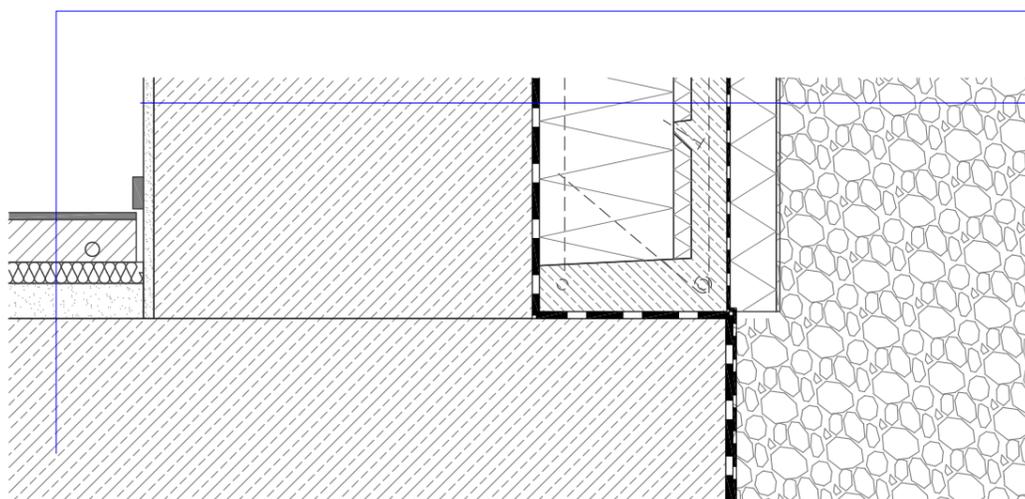
INNEN
Innenputz 15mm
Vollziegelmauerwerk 440mm
Mineralischer Außenputz 15mm
Zellulosefaserdämmung 200mm
Betonschale/Fertigteil 40mm
Faserzementplatte 10mm
Betonstützrippe 55/100mm mit Mineralwolle
Diffusionsoffene Winddichtung
Vertikallattung 25/55mm - Hinterlüftungsebene
Horizontale Profilbrettfassade 24mm
AUSSEN

Insektenschutzgitter
Obere Führungsschienen - Falttürbeschlag



Vor/Rücklauf-Leitung der Fußbodenheizung
Stahlwinkel 40/90 mit Bolzenanker
Fischer Zykon-Anker FZA 22-100 M16

FUSSBODENAUFBAU Kellergeschoß
Keramische Belag im Dünnbett 15mm
Heizestrich 70mm
Folie als Trennschicht
Trittschalldämmung 30mm
Folie als Trennschicht
Gebundene Schüttung als Installationsebene
Stahlbetonplatte - Bestand

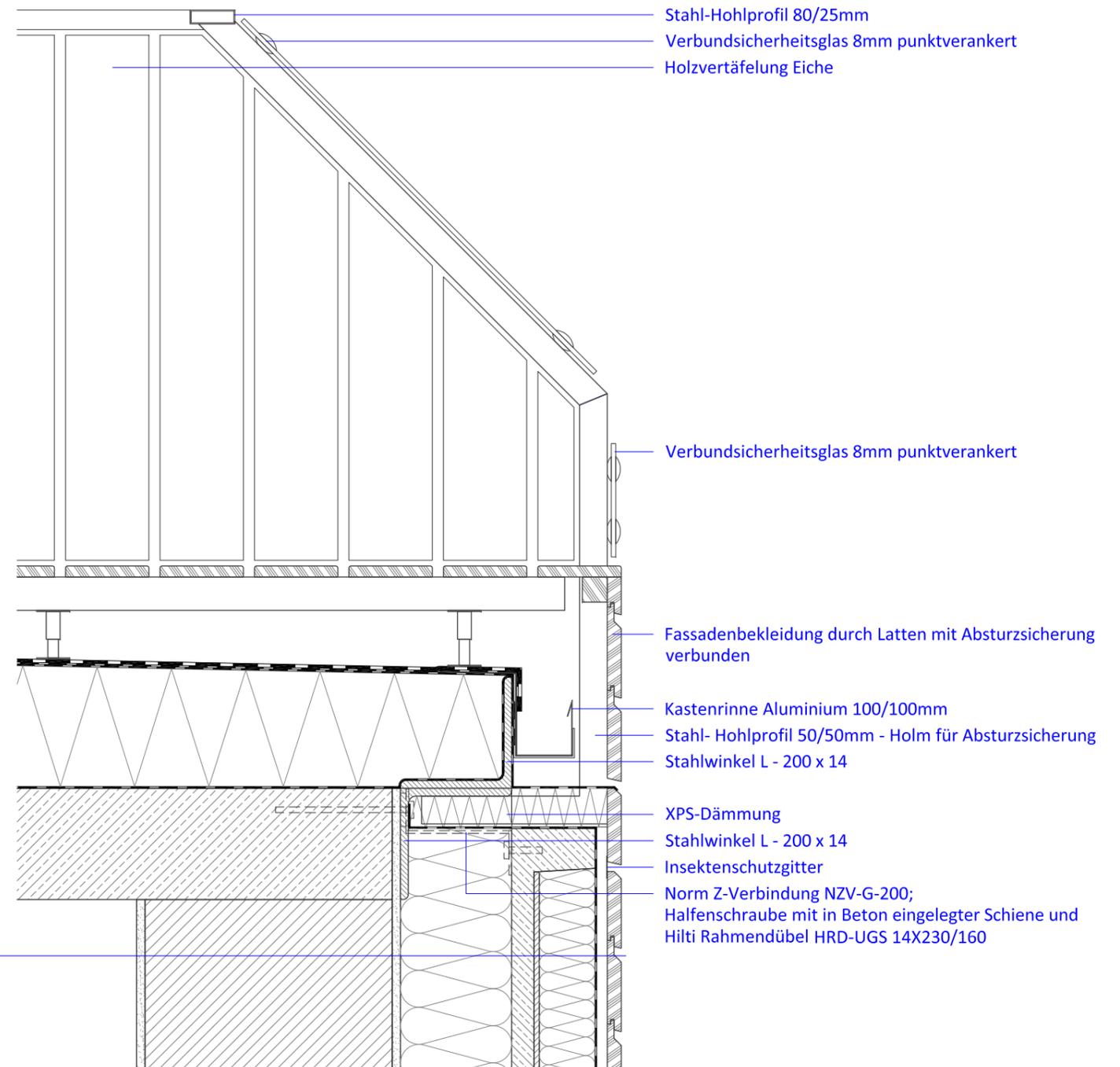
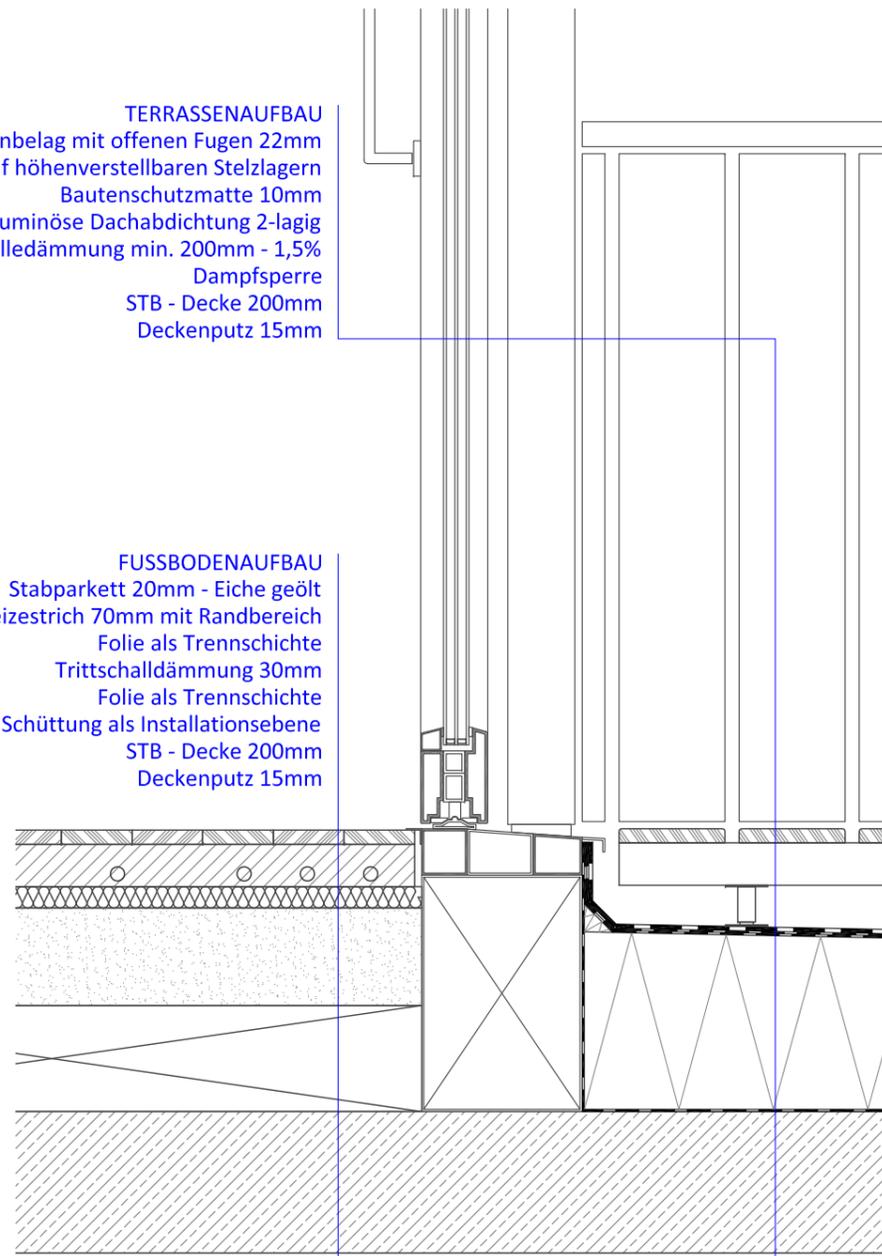


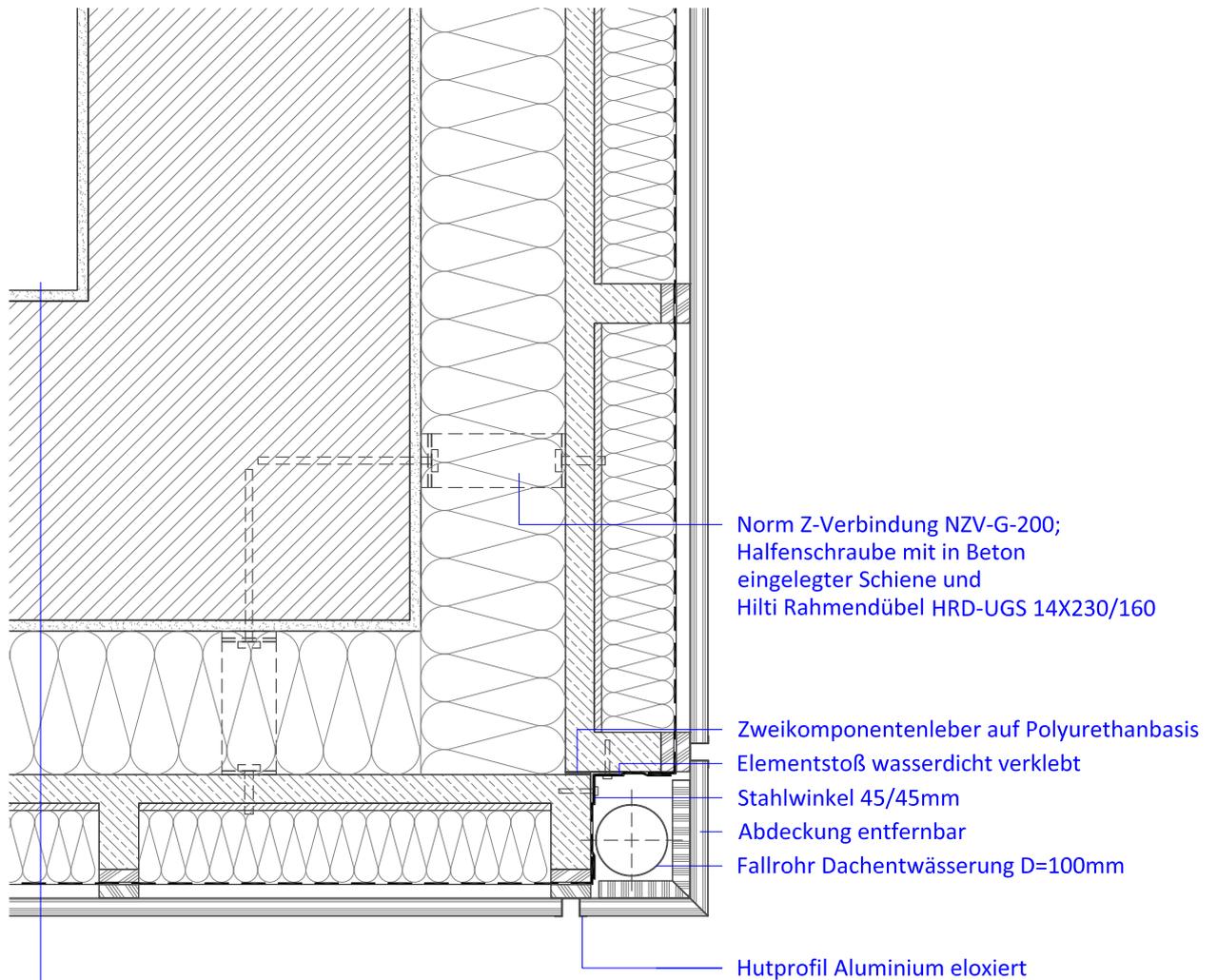
INNEN
Innenputz 15mm
Stahlbetonwand 540mm
Bituminöse Abdichtung
XPS Dämmung 200mm
XPS Dämmung 25mm
Betonschale/Fertigteil 55mm
Bituminöse Abdichtung
XPS Dämmung 60mm
Noppenbahn
Drainageschicht
Erdreich
AUSSEN

TERRASSEN-AUFBAU
 Eichenbelag mit offenen Fugen 22mm
 Holzrahmen auf höhenverstellbaren Stelzlagern
 Bautenschutzmatte 10mm
 Bituminöse Dachabdichtung 2-lagig
 Gefälledämmung min. 200mm - 1,5%
 Dampfsperre
 STB - Decke 200mm
 Deckenputz 15mm

FUSSBODEN-AUFBAU
 Stabparkett 20mm - Eiche geölt
 Heizestrich 70mm mit Randbereich
 Folie als Trennschicht
 Trittschalldämmung 30mm
 Folie als Trennschicht
 Gebundene Schüttung als Installationsebene
 STB - Decke 200mm
 Deckenputz 15mm

INNEN
 Innenputz 15mm
 Vollziegelmauerwerk 440mm
 Mineralischer Außenputz 15mm
 Zellulosefaserdämmung 200mm
 Betonschale/Fertigteil 40mm
 Faserzementplatte 10mm
 Betonstützrippe 55/100mm mit Mineralwolle
 Diffusionsoffene Winddichtung
 Vertikallattung 25/55mm - Hinterlüftungsebene
 Horizontale Profilbrettfassade 24mm
AUSSEN





INNEN
 Innenputz 15mm
 Vollziegelmauerwerk 440mm
 Mineralischer Außenputz 15mm
 Zellulosefaserdämmung 200mm
 Betonschale/Fertigteil 40mm
 Faserzementplatte 10mm
 Betonstützrippe 55/100mm mit Mineralwolle
 Diffusionsoffene Winddichtung
 Vertikallattung 25/55mm - Hinterlüftungsebene
 Horizontale Profilbrettfassade 24mm
 AUSSEN

05 | 8 Energieausweis des sanierten Gebäudes⁹

Nach der Eingabe aller Bauteile und Flächen laut den Plänen, also einer ausschließlichen Sanierung der Gebäudehülle, ohne in die Haustechnik bzw. Heiz- und Lüftungstechnik einzugreifen ergibt sich eine Reduktion des Heizwärmebedarfs von 192,9kWh/m²a auf 35,9kWh/m²a. Das Gebäude liegt nun in der Energieeffizienzklasse B.

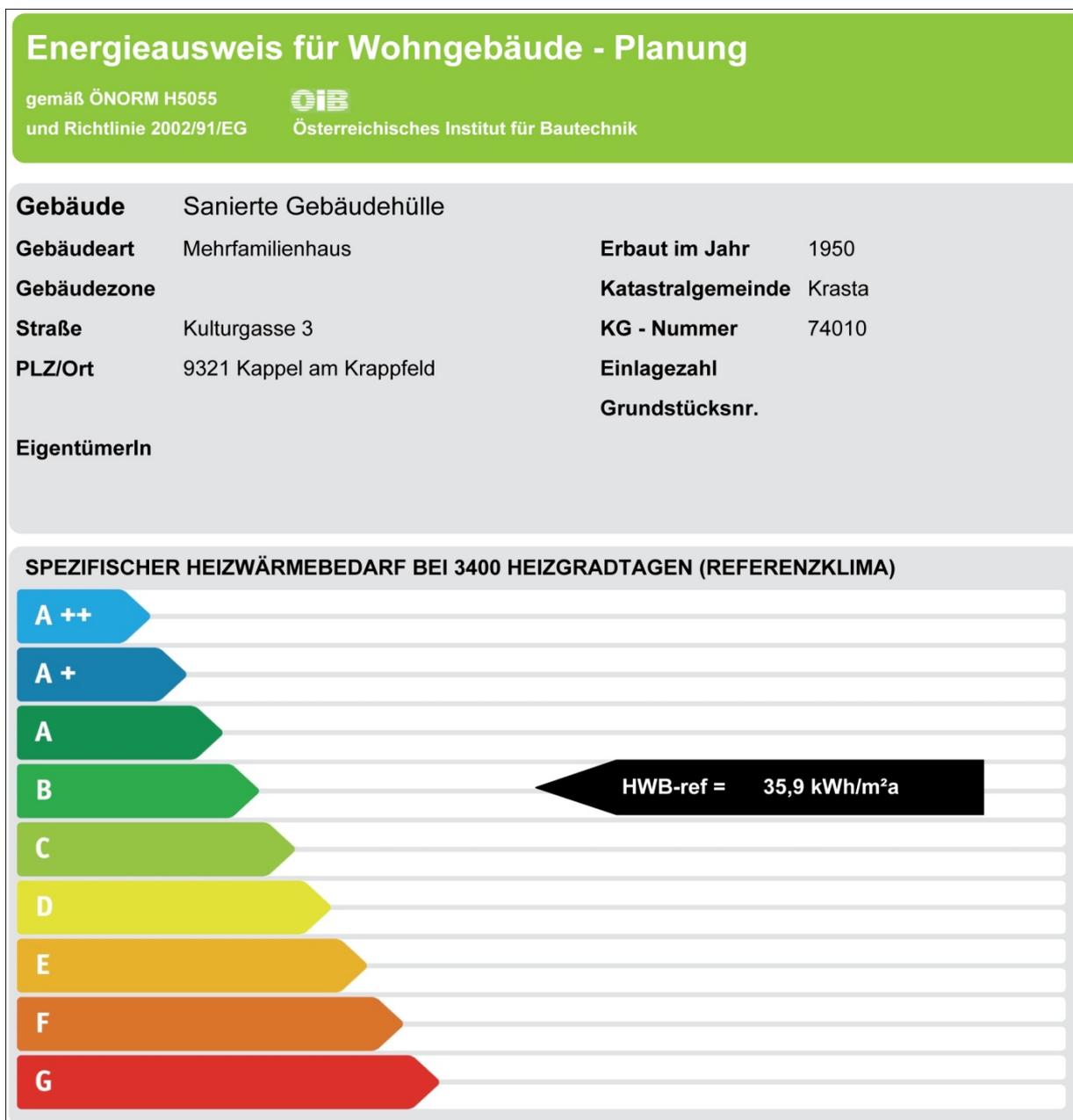


Abb.23 Deckblatt – Energieausweis „Sanierte Gebäudehülle“

⁹ Gesamter Energieausweis siehe Anhang 8

05 | 8 | 1 Variantenvergleich der bestehenden Gebäudehülle mit der sanierten Gebäudehülle

Abbildung 25 zeigt eine Gegenüberstellung der Energiebilanz des sanierungsbedürftigen Gebäudes mit der des Gebäudes nach Sanierung der Gebäudehülle. Die Grundvariante (graue Balken) zeigt die Energieflüsse durch die Bauteile des Bestandsgebäudes. Die Variante 2 (in Blau) stellt dieselben Bauteile nach deren Sanierung dar. Lüftungswärmeverluste sind nach wie vor gleich hoch, da sich die Sanierung auf die Gebäudehülle beschränkt und der Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung nicht untersucht wurde.

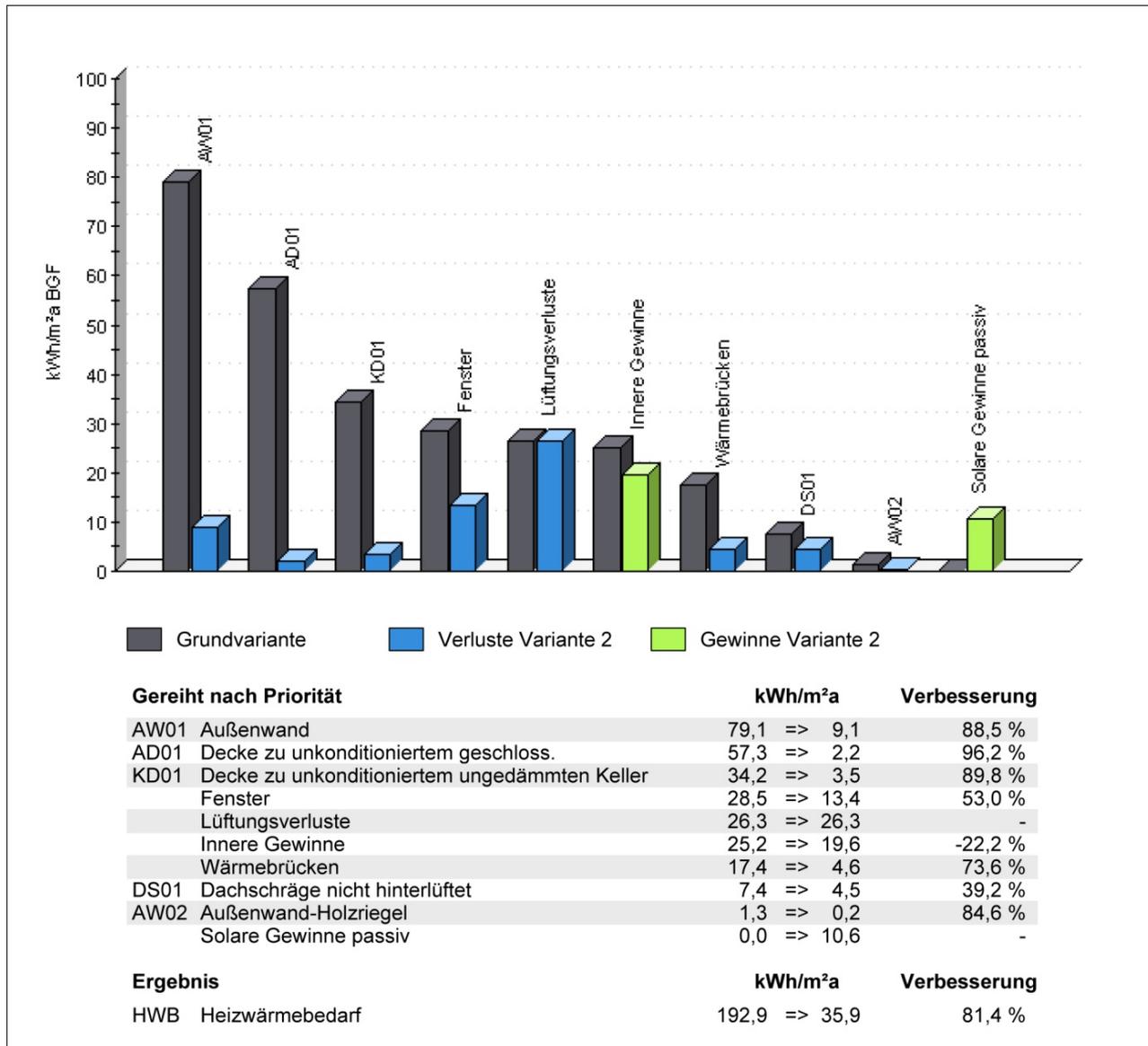


Abb.24 Variantenvergleich Gebäudehülle

05 Abbildungsverzeichnis

- Abb.1 Schema - Längsschnitt. Quelle: Verfasser.
- Abb.2 Nutzungsschema – Bestandsgebäude 1950. Quelle: Verfasser.
- Abb.3 Nutzungsschema – Bestandsgebäude 1980. Quelle: Verfasser.
- Abb.4 Nutzungsschema – Umbau 2012. Quelle: Verfasser.
- Abb.5 Materialdaten und Schichtaufbau der Außenwand mit Fassadenelement. Quelle: Auszug Bauphysikalische Bauteilberechnung GEQ.
- Abb.6 Materialfolge nach wasserdampfdiffusionsäquivalenter Luftschichtdicke (Sd-Werte). Quelle: Auszug Bauphysikalische Bauteilberechnung GEQ.
- Abb.7 Temperaturverlauf durch den Bauteilquerschnitt. Quelle: Auszug Bauphysikalische Bauteilberechnung GEQ.
- Abb.8 Schichtung – Außenwand – WUFI 4. Quelle: Input Data – Simulation mit FUFU 4.0 durch den Verfasser.
- Abb.9 Gesamtwassergehalt der Konstruktion - Gefachdämmung. Quelle: Auswertung der Simulation mit FUFU 4.0 durch den Verfasser.
- Abb.10 Profile Studie 1. Quelle: Auswertung der Simulation mit FUFU 4.0 durch den Verfasser
- Abb.11 Profile Studie 2. Quelle: Auswertung der Simulation mit FUFU 4.0 durch den Verfasser
- Abb.12 Gesamtwassergehalt der Konstruktion - Stützrippe. Quelle: Auswertung der Simulation mit FUFU 4.0 durch den Verfasser.
- Abb.13 Profile Studie 3
- Abb.14 Roka - Ausführungsvarianten. Quelle: <http://www.beck-heun.de/Beschreibung.461.0.html> (19.04.2012).
- Abb.15 Roka – Bestandteile - Stecksytem. Quelle: <http://www.beck-heun.de/Systemkomponenten.711.0.html> (19.04.2012).
- Abb.16 Isothermenverlauf Roka - Compact. Quelle: Wärmebrückensimulation mit Therm 6.3
- Abb.17 Temperaturbereiche Roka - Compact. Quelle: Wärmebrückensimulation mit Therm 6.3
- Abb.18 Beispiel eines Blindstockes aus Holz für ein Internorm Holz-Aluminiumfensters. Quelle: Internorm
- Abb.19 Isothermenverlauf bei einem Blindstock aus Holz. Quelle: Wärmebrückensimulation mit Therm 6.3
- Abb.20 Temperaturbereiche Blindstock aus Holz. Quelle: Wärmebrückensimulation mit Therm 6.3
- Abb.21 Isothermenverlauf Blindstock aus Phonotherm - Mitte. Quelle: Wärmebrückensimulation mit Therm 6.3
- Abb.22 Zweigeteilter Blindstock aus Phonotherm und Holz. Quelle: Wärmebrückensimulation mit Therm 6.3
- Abb.23 Deckblatt – Energieausweis „Sanierte Gebäudehülle“. Quelle: Energieausweis mit der Software GEQ, Verfasser
- Abb.24 Variantenvergleich Gebäudehülle. Quelle: Energieausweis mit der Software GEQ, Verfasser

06 ANHANG

Anhang 01

Ermittlung der flächenbezogenen Masse der SWA Fassade

Die folgenden Ergebnisse wurden an einem Bauteil mit den Abmessungen 6,25m Länge und 2,7m Höhe ermittelt, und anschließend auf einen Quadratmeter zurückgerechnet. Das Achsmaß der Stützrippen beträgt 0,625m.

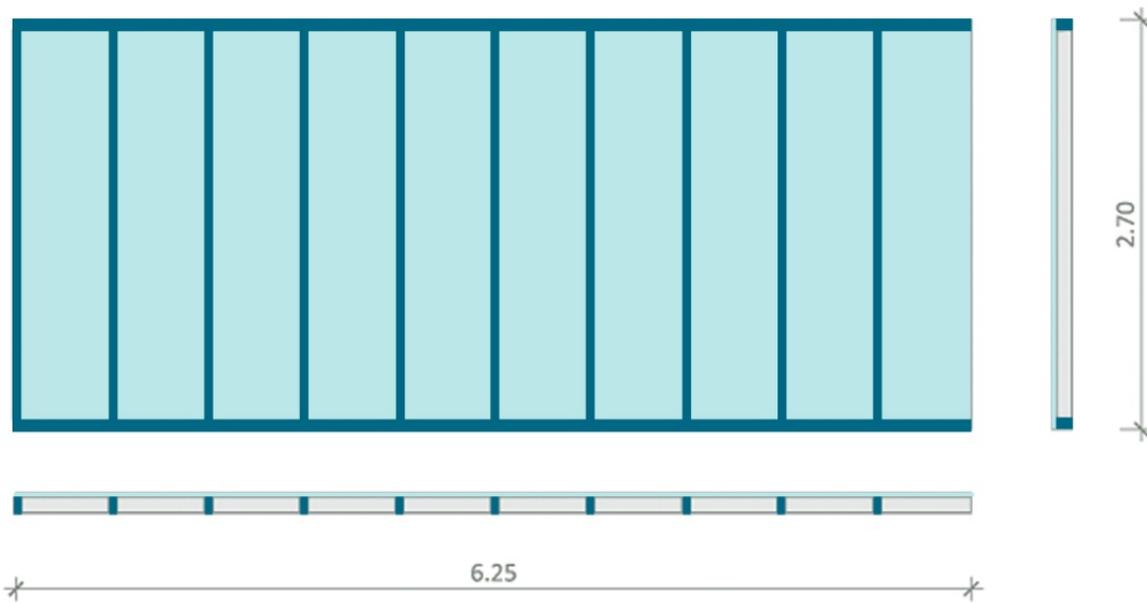


Abb.1 SWA-Framework flächenbezogene Masse

Das tragende c_frame aus Mikrofaserbeton besteht aus 10 Stützrippen, dem Ober- bzw. Untergurt und der 2cm dicken Betonschale für die entweder eine ca. 1cm dicke Faserzementplatte oder die Gefachdämmung aus EPS als verlorene Schalung fungiert.

Materialwerte für die Berechnung herangezogener Baustoffe¹⁰

Stahlbeton	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Faserzementplatte	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
Zementputz	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
Granit	$\gamma = 27 \text{ kN/m}^3$
EPS	11-30kg/m ³
Mineralwolle	19-153kg/m ³

¹⁰ Krapfenbauer (2006/07) Bautabellen

Aufbau 1 (einschalig)

	Volumen/m ²	Wichte /Dichte	kg/m ²
Framework 13cm	0,0317m ³	25kN/m ³	79,19
Gefachdämmung EPS 10cm	0,0877m ³	30kg/m ³	2,63
Dämmung EPS 20cm	0,2000m ³	30kg/m ³	6,00
Putz 0,5cm	0,0050m ³	20kN/m ³	10,00
Gesamtgewicht			97,80

Aufbau 2 (einschalig)

	Volumen/m ²	Wichte /Dichte	kg/m ²
Framework 13cm	0,0317m ³	25kN/m ³	79,19
Faserzementplatte 1cm	0,0100m ³	19kN/m ³	19,00
Gefachdämmung MW 10cm	0,0877m ³	153kg/m ³	13,42
Dämmung MW 20cm	0,2000m ³	153kg/m ³	30,60
Putz 1,5cm	0,0150m ³	20kN/m ³	30,00
Gesamtgewicht			172,21

Aufbau 3 (mehrschalig)

	Volumen/m ²	Wichte /Dichte	kg/m ²
Dämmung MW 20cm	0,2000m ³	153kg/m ³	30,60
Framework 13cm	0,0317m ³	25kN/m ³	79,19
Gefachdämmung EPS 10cm	0,0877m ³	30kg/m ³	2,63
Hinterlüftungsebene			
Granit – Bekleidung 3cm	0,0300m ³	27kN/m ³	81,00
Gesamtgewicht			193,42

Aufbau 4 (mehrschalig)

	Volumen/m ²	Wichte /Dichte	kg/m ²
Dämmung MW 20cm	0,2000m ³	153kg/m ³	30,60
Framework 13cm	0,0317m ³	25kN/m ³	79,19
Gefachdämmung MW 10cm	0,0877m ³	153kg/m ³	13,42
Hinterlüftungsebene			
Granit – Bekleidung 3cm	0,0300m ³	27kN/m ³	81,00
Gesamtgewicht			204,21

Anhang 02 Verankerung

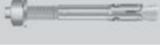
			Seite	Gerissener Beton	Ungerissener Beton	Lochstein-Mauerwerk	Vollstein	ETA Zulassung	DIBT Zulassung	Brandschutzgeprüft	VdS - Regelungen	FM	Stahl, galvanisch verzinkt	Stahl, feuerverzinkt	Edelstahl A4	Edelstahl HCR, 1.4529	Bemessungsprogramm	
																		
Chemische Dübelssysteme																		
1	Injektionssystem HB-VMZ GV		5	•	•			•		•			•					•
2	Injektionssystem HB-VMZ A4 / HCR		9	•	•			•		•					•	•	•	•
3	Verbundanker HB-V GV/FV		14		•			•					•	•				•
4	Verbundanker HB-V A4 / HCR		17		•			•							•	•	•	•
5	Injektionssystem HB-VMU GV/A4		20		•	•	•	•	•	•			•		•	•	•	•
Mechanische Schwerlastdübel																		
6	Bolzenanker HB-BZ GV		30	•	•			•		•	•	•	•					•
7	Bolzenanker HB-BZ A4 / HCR		33	•	•			•		•	•	•			•	•	•	•
8	Bolzenanker HB-B GV/FV		37		•			•		•	•	•	•	•				•
9	Bolzenanker HB-B A4 / HCR		40		•			•		•	•	•			•	•	•	•
10	Schwerlastanker HB-SZ GV		43	•	•			•		•	•		•					•
11	Einschlaganker HB-E A4 /GV		46		•			•		•	•	•	•		•			•

Abb.3: Chemische Dübelungen

Ankerstange HB-VMU-A GV						
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Stahl galvanisch verzinkt ▶ Zugelassen für ungerissenen Beton 					
	Bezeichnung	Stahl verzinkt Artikel Nummer	Bohrloch Ø x Tiefe mm	Dübel-länge mm	Maximale Klemmstärke t_{fix} mm	Packungs-einheit Stück
HB-VMU-A 8-10/100 GV	0430.190-00024	10 x 80	100	10	10	0,42
HB-VMU-A 8-20/110 GV	0430.190-00025	10 x 80	110	20	10	0,46
HB-VMU-A 8-40/130 GV	0430.190-00026	10 x 80	130	40	10	0,52
HB-VMU-A 8-55/145 GV	0430.190-00047	10 x 80	110	50	10	0,55
HB-VMU-A 8-70/160 GV	0430.190-00048	10 x 80	110	70	10	0,60
HB-VMU-A 8-115/205 GV	0430.190-00049	10 x 80	130	115	10	0,74
HB-VMU-A 10-10/110 GV	0430.190-00027	12 x 90	110	10	10	0,75
HB-VMU-A 10-30/130 GV	0430.190-00028	12 x 90	130	30	10	0,85
HB-VMU-A 10-50/150 GV	0430.190-00029	12 x 90	150	50	10	0,95
HB-VMU-A 10-65/165 GV	0430.190-00030	12 x 90	165	65	10	1,02
HB-VMU-A 10-90/190 GV	0430.190-00031	12 x 90	190	90	10	1,15
HB-VMU-A 10-160/260 GV	0430.190-00032	12 x 90	260	160	10	1,50
HB-VMU-A 12-10/135 GV	0430.190-00033	14 x 110	135	10	10	1,25
HB-VMU-A 12-30/155 GV	0430.190-00036	14 x 110	155	30	10	1,42
HB-VMU-A 12-50/175 GV	0430.190-00038	14 x 110	175	50	10	1,54
HB-VMU-A 12-85/210 GV	0430.190-00039	14 x 110	210	85	10	1,82
HB-VMU-A 12-125/250 GV	0430.190-00040	14 x 110	250	125	10	2,13
HB-VMU-A 12-175/300 GV	0430.190-00041	14 x 110	300	175	10	2,5
HB-VMU-A 16-15/160 GV	0430.190-00042	18 x 125	160	15	10	2,65
HB-VMU-A 16-30/175 GV	0430.190-00043	18 x 125	175	30	10	2,85
HB-VMU-A 16-60/205 GV	0430.190-00044	18 x 125	205	60	10	3,25
HB-VMU-A 16-90/235 GV	0430.190-00045	18 x 125	235	90	10	3,65
HB-VMU-A 16-155/300 GV	0430.190-00046	18 x 125	300	155	10	4,53

Auch für die Verwendung mit Halben Ankerstange HB-V-A (Seite 14) zugelassen. Stahl feuerverzinkt auf Anfrage. Weiter Abmessungen auf Anfrage.

Abb.4: Ankerstangen

Rahmendübel HRD der Firma Hilti

Rahmenbedingungen - Charakteristische Tragfähigkeit bei Anwendung in Vollstein-Mauerwerk¹¹:

- Der Mörtel muss mindestens der Druckfestigkeitsklasse M 2,5 gemäß EN 998-2 entsprechen.
- Die charakteristische Tragfähigkeit FRk für einen einzelnen Kunststoffdübel kann auch für eine Gruppe aus zwei oder vier Kunststoffdübeln angesetzt werden, deren Achsabstand mindestens so groß wie der Mindestachsabstand s_{min} ist.
- Der Abstand zwischen einzelnen Kunststoffdübeln bzw. einer Gruppe von Dübeln sollte $s \geq 250$ mm betragen.
- Wenn die senkrechten Fugen der Wand planmäßig nicht mit Mörtel verfüllt werden sollen, ist der Bemessungswert der Tragfähigkeit NRd auf 2,0 kN zu begrenzen um sicherzustellen, dass ein Herausziehen eines Steins aus der Wand verhindert wird. Auf diese Begrenzung kann verzichtet werden, wenn für die Wand verzahnte Steine verwendet oder die Fugen planmäßig mit Mörtel verfüllt werden.
- Wenn die Fugen des Mauerwerks nicht sichtbar sind, ist die charakteristische Tragfähigkeit FRk mit den Faktor $\alpha_j = 0,5$ zu reduzieren.

¹¹ Europäische Technische Zulassung ETA-07/0219. Seite 8

- Wenn die Fugen des Mauerwerks sichtbar sind (z. B. bei einer unverputzten Wand), ist Folgendes zu berücksichtigen:
 - Die charakteristische Tragfähigkeit F_{Rk} darf nur angesetzt werden, wenn die Fugen der Wand planmäßig mit Mörtel verfüllt werden.
 - Wenn die Fugen der Wand nicht planmäßig mit Mörtel verfüllt werden, darf die charakteristische Tragfähigkeit F_{Rk} nur dann angesetzt werden, wenn der Mindestrandabstand c_{min} zu den senkrechten Fugen eingehalten wird. Wenn dieser Mindestrandabstand c_{min} nicht eingehalten werden kann, ist die charakteristische Festigkeit F_{Rk} um den Faktor $\alpha_j = 0,5$ zu verringern.

		HRD 8	HRD 10	
		$F_{Rk}^{5)}$ [kN]	$F_{Rk}^{5)}$ [kN]	
		$h_{nom} \geq 50$	$h_{nom,1} \geq 50$	$h_{nom,2} \geq 70$
Mauerziegel Mz 2,0-2DF DIN V 105-100 / EN 771-1 Hersteller: Augsburg Ziegel LxWxH [mm]: 240x115x113 h_{min} [mm]: 115	$f_b \geq 20^{6)}$	1,5	3,0	4)
			4,5 ³⁾	
	$f_b \geq 10^{6)}$	1,2	2,0	4)
			3,0 ³⁾	
Kalksandvollstein KS 2,0-2DF Hersteller: Werk Derching DIN V 106-100 / EN 771-2 LxWxH [mm]: 240x115x113 h_{min} [mm]: 115	$f_b \geq 20^{6)}$	2,5	3,0	4)
			4,5 ³⁾	
	$f_b \geq 10^{6)}$	2,0	2,0	4)
			3,0 ³⁾	
Leichtbetonvollstein Vbl / V Hersteller: KLB DIN V 18152 / EN 771-3 LxWxH [mm]: 240x300x115 h_{min} [mm]: 240	$f_b \geq 20^{6)}$	-	3,5	4)
			6,0 ³⁾	
	$f_b \geq 10^{6)}$	-	2,5	4)
			4,5 ³⁾	
	$f_b \geq 2^{6)}$	0,5	-	-
Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_{Mm}^{2)}$ [-]		2,5		

Abb.5 Charakteristische Tragfähigkeit der Rahmendübel

2) In Abwesenheit anderer nationaler Regelungen

3) gültig bei Randabstand $c \geq 150$ mm, Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden

4) Werte können in Baustellenversuchen ermittelt werden, die Werte für $h_{nom} = 50$ mm können angewendet werden

5) Charakteristische Tragfähigkeit für Zuglast, Querlast und kombinierte Zug- und Querlast.

Die charakteristische Tragfähigkeit gilt für Einzeldübel oder eine Dübelgruppe aus zwei oder vier Dübeln mit einem Achsabstand der Dübel größer oder gleich dem minimalen Achsabstand s_{min} nach Abbildung 6.

6) Mittlere Druckfestigkeit des Ziegels [N/mm^2]

Minimale Bauteildicke, Randabstand und Achsabstand in Mauerwerk

			HRD 8	HRD 10
Minimale Bauteildicke	h_{\min}	[kN]	110	Siehe Tabelle 12.1–12.3
Minimaler zulässiger Randabstand	c_{\min}	[mm]	100 (60 ¹⁾)	100
Minimaler zulässiger Achsabstand (Einzeldübel)	s_{\min}	[mm]	250	250
Minimaler zulässiger Achsabstand (Dübelgruppe)	senkrecht zum freien Rand	$s_{\min 1}$	200 (120 ¹⁾)	200
	parallel zum freien Rand	$s_{\min 2}$	400 (240 ¹⁾)	400

¹⁾ nur für Steintyp "Doppio Uni" und "Mattone"

Anordnung Achs- und Randabstände

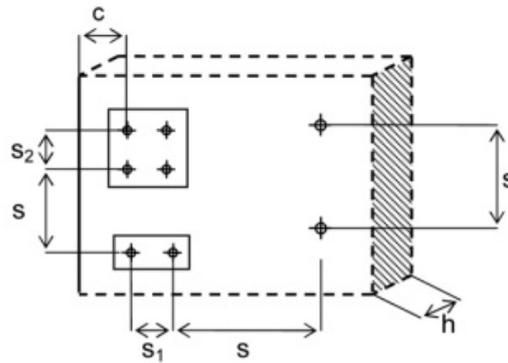


Abb.6: Setzdaten HRD Rahmendübel

Rahmendübel HRD-UGS 14X230/160 der Firma Hilti

Zulässige Lasten in Mauerwerk je Dübel in kN für Zug, Druck ¹⁾, Querlast und Schrägzug unter jedem Winkel sowie zugehörige Dübelabstände und Bauteilabmessungen

Dübeltyp	HRD-U 10 HRD-U 10 U	HRD-S 10 HRD-S 10 U	HRD-U 14
Vollziegel $\geq Mz 12$ [kN]	0,6	0,6	0,6

Abb.7 Zulässige Lasten HRD-U 14

¹⁾ Gilt nur für Vollziegel und Kalksandvollsteine

Setzdaten der Injektionstechnik HIT-HY 70 auf Vollziegelmauerwerk aus NF-Ziegel

SETZDATEN						
Ankerstangen- dimension	Bohrloch- durchmesser (mm)	Bohr- bzw. Setztiefe (mm)	Mindestachs- abstand (mm)	Mindestrand- abstand (mm)	Mindestunter- grundstärke (mm)	max. Anzugs- drehmoment (Nm)
M12	14	200	200	200	300	40
M16	18	250	250	250	350	60
M20	22	350	350	350	450	90
M24	28	450	450	450	550	240

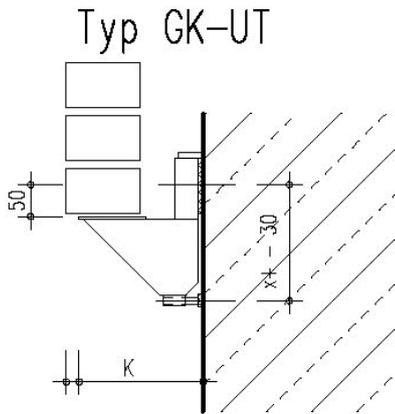
EMPFOHLENE LASTEN* (RICHTWERTE)			
ANKERSTANGEN- DIMENSION	ZUGLASTEN (kN)		QUERLASTEN (kN)
	QUALITÄT DES VOLLZIEGELMAUERWERKES		
	SCHLECHT	GUT	
M12	3,0	7,0	5,0
M16	4,8	11,3	8,5
M20	8,2	19,3	13,0
M24	13,5	31,7	17,0

Abb.8 Setzdaten der Injektionstechnik HIT-HY70

Von der Firma Hilti wird nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich bei den Angaben in Abbildung 5 um intern ermittelte Richtwerte handelt deren Anwendung bei der Ausführung der Befestigung mit der 1,5fachen Prüflast verifiziert werden muss.

Anhang 03 Anker

Einzelkonsolanker GK-U, GK-UT und GK-UV



Wandabstand	Kraglänge K	Laststufe 3,5 KN	Laststufe 7,0 KN
in mm	in mm	x in mm	x in mm
40 +/- 15	130	130	175
60 +/- 15	150	150	200
80 +/- 15	170	150	200
100 +/- 15	190	150	200
120 +/- 15	210	150	200
140 +/- 15	230	175	250
160 +/- 15	250	175	250
180 +/- 15	270	175	250
200 +/- 15	290	200	300
Auflagerplatte in mm		80/60/4	80/60/5

Befestigung in Beton C 20/25

an einbet. Ankerschiene Profil:	38/17 - K - A4	49/30 - A4
---------------------------------	----------------	------------

mit bauaufsichtlich zugelassenen Dübeln:

Betonzugzone:	M10 - A4	M12 - A4
Betondruckzone	M10 - A4	M12 - A4

Abb.9: Daten Einzelkonsolanker

Anwendung:

Wandscheiben, Einzelkonsolen im Steinlängenabstand oder anderen statisch erforderlichen Abständen mit dazwischen lose aufgelegten Winkeln. Der Einzelkonsolanker GK-UT ist in der Höhe +/- 30 mm verstellbar. (Innovative Verankerungslösungen. Dr. Grau GmbH. S.4.)

Bolzenanker Fischer Zykon FZA 22x100 M16

Größte zulässige Lasten¹⁾ eines Einzeldübeln in Normalbeton B25²⁾ bzw. C20/25.
Bei der Bemessung ist der gesamte Zulassungsbescheid ETA-98/0004 zu beachten.

Dübeltyp		FZA 10 x 40 M6	FZA 12 x 40 M8	FZA 14 x 40 M10	FZA 12 x 50 M8	FZA 14 x 60 M10	FZA 18 x 80 M12	FZA 22 x 100 M16	FZA 22 x 125 M16
Effektive Verankerungstiefe h_{ef}	[mm]	40	40	40	50	60	80	100	125
Zulässige zentrische Zuglast eines Einzeldübeln ohne Randeinfluss N_{zul}, d.h. Randabstand $c \geq 1,5h_{ef}$ und Achsabstand $s \geq 3h_{ef}$									
Gerissener Beton B25 ²⁾	[kN]	2,38	2,38	2,38	4,28	5,71	9,52	16,88	19,04
Ungerissener Beton B25 ²⁾	[kN]	3,57	3,57	3,57	5,71	9,52	14,29	19,04	19,04
Zulässige Querkraft eines Einzeldübeln ohne Randeinfluss V_{zul}, d.h. Randabstand $c \geq 10h_{ef}$ und Achsabstand $s \geq 3h_{ef}$³⁾									
Stahl, galvanisch verzinkt	[kN]	4,57	4,63	4,63	7,75	13,26	19,31	33,77	35,89
Nicht rostender Stahl der Korrosionswiderstandsklasse III, z. B. A4	[kN]	3,21	4,63	4,63	5,86	9,29	13,51	25,19	25,19
Hochkorrosionsbeständiger Stahl der Korrosionswiderstandsklasse IV, z. B. Werkstoff 1.4529	[kN]	4,00	5,56	5,56	7,28	11,60	16,86	31,43	31,43
Zulässiges Biegemoment M_{zul}									
Stahl, galvanisch verzinkt	[Nm]	6,97	17,14	34,17	17,14	34,17	60,00	152,00	152,00
Nicht rostender Stahl der Korrosionswiderstandsklasse III, z. B. A4	[Nm]	4,90	12,00	23,95	12,00	23,95	41,94	106,23	106,23
Hochkorrosionsbeständiger Stahl der Korrosionswiderstandsklasse IV, z. B. Werkstoff 1.4529	[Nm]	6,11	14,97	29,89	14,97	29,89	52,34	132,57	132,57
Bauteilabmessungen und Montagekennwerte									
Charakteristischer Achsabstand	$s_{cr,N}$ [mm]	120	120	120	150	180	180	300	375
Charakteristischer Randabstand	$c_{cr,N}$ [mm]	60	60	60	75	90	90	150	187
Minimaler Achsabstand ⁴⁾	s_{min} [mm]	40	40	70	50	60	80	100	125
Minimaler Randabstand ⁴⁾	c_{min} [mm]	35	40	70	45	55	70	100	125
Mindestbauteildicke	h_{min} [mm]	100	100	100	110	130	160	200	250
Durchgangsloch im anzuschließenden Bauteil	d_f [mm]	≤ 7	≤ 9	≤ 12	≤ 9	≤ 12	≤ 14	≤ 18	≤ 18
Drehmoment beim Verankern	T_{inst} [Nm]	8,5	20	20	20	40	60	100	100

Abb.10 Zulässige Lasten eines Einzeldübeln

FPA-5 und FPA-5Z

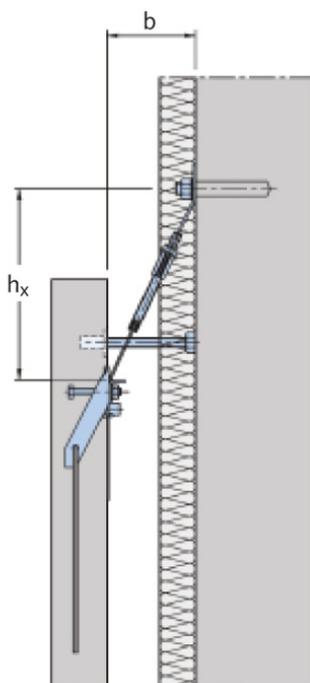


Abb.11 Hängezuganker FPA-5

Abb.12 Einbauteil

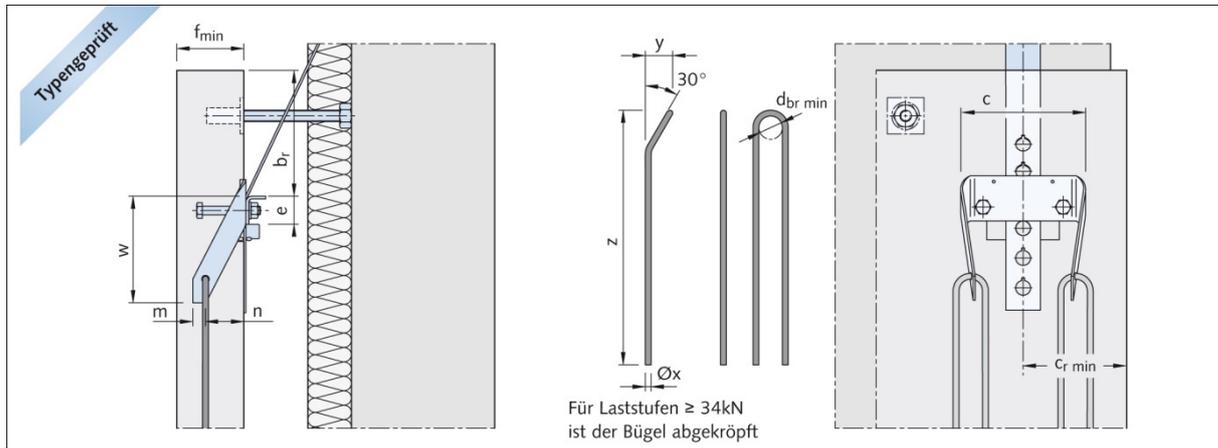


Abb.13 Lochband

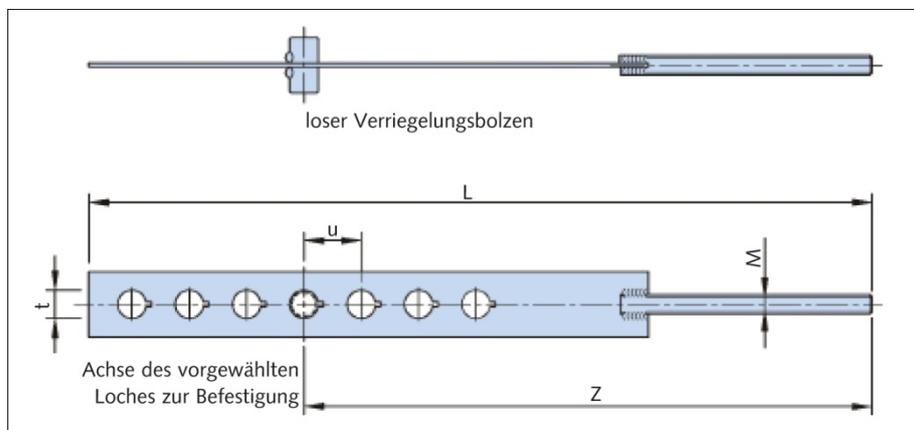


Tabelle 7 FPA-5, Masstabelle Lochband																																				
Laststufe	5,0 kN				8,0 kN				11,5 kN				16,0 kN				22,0 kN				34,0 kN				46,0 kN				56,0 kN							
Gewinde	M8				M10				M12				M14				M16				M20				M27				M30							
t [mm]	11				13				17				21				21				25				28				31							
u [mm]	21				25				33				41				41				50				56				62							
Wand- abstand b [mm]	③	④	①	Z	③	④	①	Z	③	④	①	Z	③	④	①	Z	③	④	①	Z	③	④	①	Z	③	④	①	Z	③	④	①	Z	③	④	①	Z
	h_x	h_{xA}	L	Z	h_x	h_{xA}	L	Z	h_x	h_{xA}	L	Z	h_x	h_{xA}	L	Z	h_x	h_{xA}	L	Z	h_x	h_{xA}	L	Z	h_x	h_{xA}	L	Z	h_x	h_{xA}	L	Z	h_x	h_{xA}	L	Z
60	185	170		167	185	195		184	210	-		217	240	-		238	260	-		255	-	-		-	-	-		-	-	-		-	-	-		
70	180	165		167	180	190		184	210	215		217	235	-		238	260	-		255	285	-		292	-	-		-	-	-		-	-	-		
80	175	160	246 (4)	167	175	180	278 (4)	184	205	210		217	230	245		238	255	260		255	285	-		292	-	-		-	-	-		-	-	-		
90	200	180		188	195	175		184	200	205	341 (4)	217	225	240		238	250	255		255	280	285		292	-	-		346	-	-		-	-	-		
100	220	200		209	215	195		209	220	200		217	220	230	392 (4)	238	245	250	409 (4)	255	275	275		292	380	-		346	-	-		-	-	-		
110	240	220		230	240	220		234	240	220		250	245	220		238	270	240		296	270	270	480 (4)	292	365	-	556 (4)	346	450	-		-	-	437		
120	265	245		251	260	240		259	265	240		283	265	240		279	290	265		296	295	265		292	365	-		346	450	-	608 (4)	437				
130	285	265		272	280	260		284	285	260		316	285	260		279	315	290		337	320	290		342	375	-		402	450	-		-	-	437		
140	305	285	435	293	305	280		309	305	280		316	310	285		320	340	315		337	340	315		342	385	-		402	450	-		-	-	437		
150	325	305	(12)	314	325	305	453 (10)	334	325	305		349	330	305		361	365	335		378	365	335		392	410	-		402	450	-		-	-	437		
160	350	330		335	345	325		359	350	325	506 (8)	382	350	325		361	390	360		419	390	360		392	435	-		458	450	-		-	-	437		
170	370	350		377	370	350		384	370	345		382	375	345	515 (6)	402	410	385	614 (8)	419	415	385		442	465	-		458	465	-		-	-	437		
180	390	370		398	390	370		409	390	365		415	395	370		402	435	410		460	440	410		442	490	-		458	495	-		-	-	499		
190	415	395		419	410	390		434	415	385		448	415	390		443	460	435		501	460	435	630 (6)	492	520	-		514	520	-		-	-	499		
200	435	415		440	430	415		459	435	410		448	440	410		443	485	460		501	485	460		492	545	-	724 (6)	514	550	-		-	-	499		
210	455	440		440	450	435		459	455	435		481	460	435		484	510	485		501	505	475		492	570	-		570	575	-		-	-	561		
220	475	460		461	475	460		484	475	455		481	480	455		484	535	510		542	530	500		542	595	-		570	600	-	794 (6)	561				
230	495	480		482	495	480	653 (10)	509	500	480		514	500	475		525	560	535		583	555	525		542	620	-		626	625	-		-	-	623		
240	520	505	645 (12)	524	515	500		534	520	500		547	520	495		525	580	555		583	580	550		592	650	-		626	655	-		-	-	623		
250	540	525		545	540	525		559	540	520	704 (8)	547	545	520	679 (6)	566	605	580		624	605	575		592	675	-		682	680	-		-	-	685		
260	560	545		566	560	545		584	560	540		580	565	540		566	630	605		665	630	600		642	705	-		682	710	-		-	-	685		
270	580	565		587	580	565		609	585	565		613	585	560		607	655	630	860 (8)	665	655	625		642	730	-		738	735	-		-	-	747		
280	605	590		608	605	590		634	605	585		646	605	580		607	680	655		706	680	650	830 (6)	692	760	-	948 (6)	738	765	-		-	-	747		
290	625	610		629				625	605			646	630	605		648	705	680		706	705	675		742	785	-		794	790	-		-	-	747		
300 ②								650	630			679	650	625		648	730	705		747	725	695		742	815	-		794	820	-	1042 (6)	809				
310 ②																	755	730		788	750	720		742	840	-		850	845	-		-	-	809		
320 ②																	775	750		788	775	745		792	870	-		850	875	-		-	-	871		
330 ②																	800	775		829	800	770		792	895	-		906	905	-		-	-	871		
340 ②																													930	-		-	-	871		
350 ②																													960	-		-	-	933		

Abb.14 Maßtabelle für Lochbänder

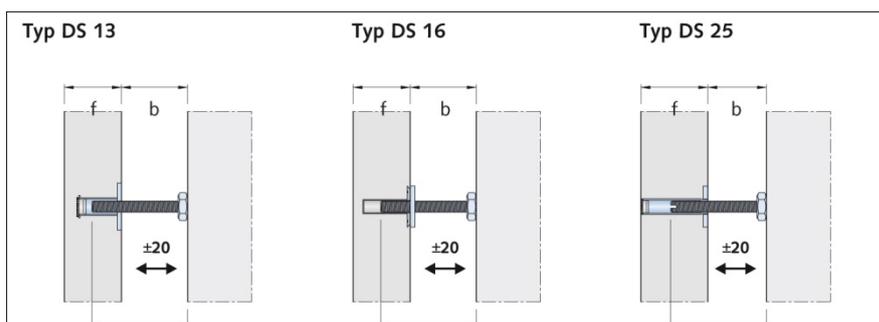


Abb.15 Länge der Druckschrauben

Typ	M10		M12		M16		M20		M24		M27		M30	
s	19		24		30		41		36		41		46	
h	8		10		13		16		18		20		24	
Druckschrauben	DS13/25	DS 16												
b = 40 mm	70	90	72	92	75	95	80	100	-	-	-	-	-	-
b = 60 mm	90	110	92	112	95	115	100	120	105	125	-	-	-	-
b = 80 mm	110	130	112	132	115	135	120	140	125	145	-	-	-	-
b = 100 mm	130	150	132	152	135	155	140	160	145	165	145	165	-	-
b = 120 mm	150	170	152	172	155	175	160	180	165	185	165	185	-	-
b = 140 mm	170	190	172	192	175	195	180	200	185	205	185	205	-	-
b = 160 mm	190	210	192	212	195	215	200	220	205	225	205	225	-	-
b = 180 mm	210	230	212	232	215	235	220	240	225	245	225	245	-	-
b = 200 mm	230	250	232	252	235	255	240	260	245	265	245	265	-	-
b = 220 mm	-	-	-	-	255	275	260	280	265	285	265	285	-	-
b = 240 mm	-	-	-	-	275	295	280	300	285	305	285	305	285	305
b = 260 mm	-	-	-	-	295	315	300	320	305	315	305	325	305	325
b = 280 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325	345
b = 300 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	345	365

Abb.16 Tabelle – Länge der Druckschrauben in mm

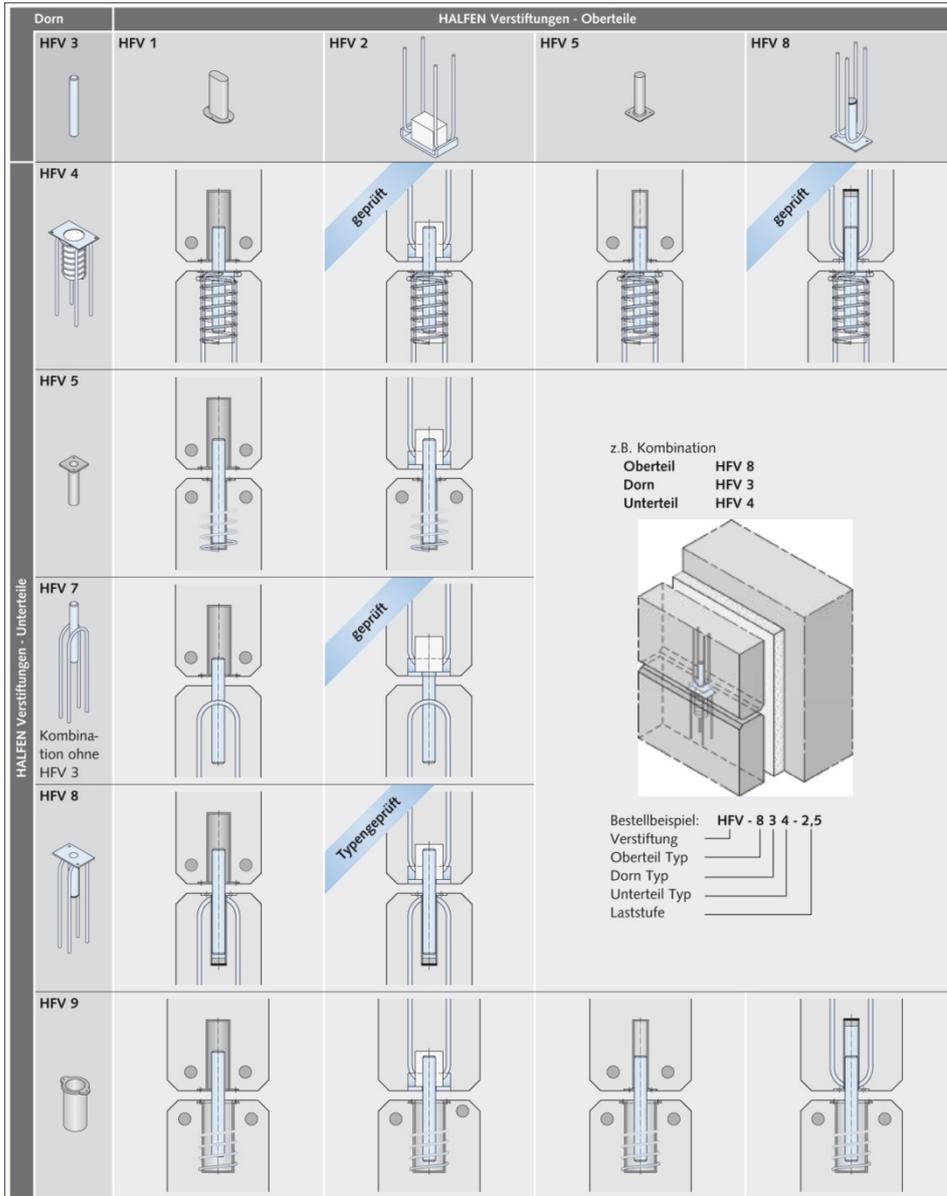
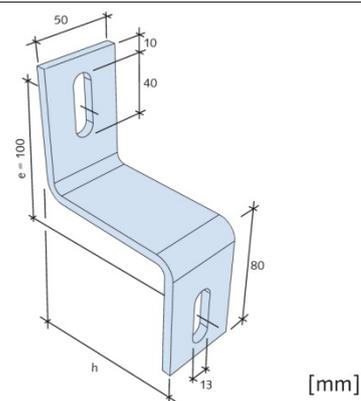
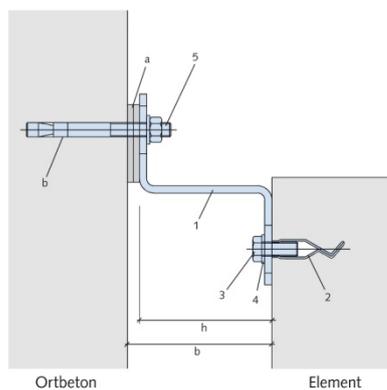


Abb.17 Verstiftung – Möglichkeiten der Kombination

Anhang 04 Norm Z-Verbindung Typ NVZ



Verstellbereich:

Höhe ± 28 mm

Tiefe ± 10 mm

Lieferumfang

1 Norm-Z-Winkel

2 Hülsendübel M 12 x 60

3 Sechskantschraube M 12 x 30

4 U-Scheibe M 12 DIN 125

5 Bolzenanker M 12 x 125

Bestellbeispiel: NZV - G - 100

Typ _____

Lieferumfang _____

Wandabstand b _____

a) Distanzplatten 40 x 60 mm mit Schlitz

aus Kunststoff separat bestellen

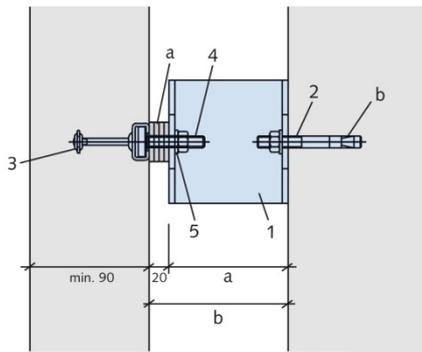
Tabelle 19 HALFEN Verbindung NVZ

Werkstoff Nr. 1.4571 / 1.4401

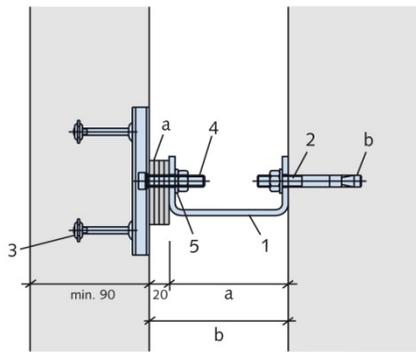
Laststufe (Zug - Druck) [kN]	Beanspruch- barkeit F_{Rd} [kN]	Wandabstand b [mm]	Abmessungen h/e/f [mm]	Langlöcher [mm]	Hülsendübel Typ	Bolzenanker Typ	Randabstand a_r min. [mm]
0,4	0,6	50	40 / 100 / 160	13x40	AH-L-M12x60	HB-B M12x125 Anzugsdreh- moment MA=50Nm	60
		60	50 / 100 / 160				
		70	60 / 100 / 160				
		80	70 / 100 / 160				
		90	80 / 100 / 160				
		100	90 / 100 / 160				
		110	100 / 100 / 160				
		120	110 / 100 / 160				
		130	120 / 100 / 160				
		140	130 / 100 / 160				
		150	140 / 100 / 160				
		160	150 / 100 / 160				
		170	160 / 100 / 160				
		180	170 / 100 / 160				
190	180 / 100 / 160						
200	190 / 100 / 160						

Abb.18 Norm Z-Verbindung Typ NVZ – Maße und Beanspruchbarkeit

Halfen Rückhalterung ERU



[mm]



[mm]

Lieferumfang

- E:** Elementeinlage: - Halfenschiene (3)
M: Montageteile: - Grundkörper (1), Bolzenanker (2),
 Halfenschraube mit Mutter (4)
 und U-Scheibe (5)
G: Garnitur: Elementeinlage und Montageteile

Bestellbeispiel: ERU - 2.8 - G - 140

- Typ _____
 Laststufe _____
 Lieferumfang _____
 Wandabstand _____

Separat bestellen: Distanzplatten 40x60mm mit Schlitz (a)

Tabelle 25 HALFEN Rückhalterung ERU				Werkstoff Nr. 1.4571 / 1.4401			
Laststufe (Zug - Druck) [kN]	Beanspruch- barkeit F_{Rd} [kN]	Wandabstand b [mm]	Abmessungen Grundkörper a/c/d [mm]	Langlöcher [mm]	Ankerschiene Typ	Halfenschraube Typ	Bolzenanker Typ
2,8	4,2	100	80/50/125	11x55	HTA 28/15-150	HS 28/15 M10x50-A4 Anzugsdrehmoment MA=15 Nm	HB-B M10x90-A4 Anzugsdrehmoment MA=30 Nm
		120	100/50/125				
		140	120/50/125				
		160	140/50/125				
		180	160/50/125				
		200	180/50/125				
		220	200/50/125				
		240	220/50/125				
		260	240/50/125				
		280	260/50/125				
4,0	6,0	100	80/60/125	13x55	HTA 38/17-150	HS 38/17 M12x50-A4 Anzugsdrehmoment MA=25 Nm	HB-B M12x110-A4 Anzugsdrehmoment MA=50 Nm
		120	100/60/125				
		140	120/60/125				
		160	140/60/125				
		180	160/60/125				
		200	180/60/125				
		220	200/60/125				
		240	220/60/125				
		260	240/60/125				
		280	260/60/125				
300	280/60/125						

Abb.19 Halfen Rückhalterung ERU – Maße und Beanspruchbarkeit

Anhang 05

Hygrothermisches Verhalten des gewählten Schichtaufbaus mit einem stationären Berechnungsverfahren nach Glaser aus GEQ

Bauteildaten:

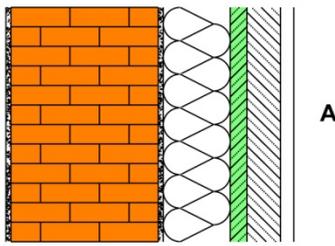
BAUPHYSIKALISCHES BERECHNUNGSBLATT							
Projekt: Diplomarbeit_Elementfassade				Berechnungsblatt-Nr.: 1			
Auftraggeber:				Datum: 24.02.2012			
				Bearbeitungsnr.:			
Bauteilbezeichnung: AW01 Außenwand							
Bauteiltyp: Außenwand							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 U - Wert 0,14 [W/m²K]							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	$\rho \cdot d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähigk.		Dichte	Flächengew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Innenputz	0,015	25	1,000		1.800	27,0
2	Vollziegelmauerwerk	0,440	10	0,700		1.600	704,0
3	Aussenputz	0,015	30	1,400		2.100	31,5
4	Austrozell Zellulosedämmung	0,200	1	0,039		55	11,0
5	Stahlbeton	0,050	100	2,500		2.400	120,0
6	Stahlbeton dazw.	0,100	100	2,500	8,0	2.400	19,2
	Glaswolle (15 < roh <= 25 kg/m³)		1	0,039	92,0	25	2,3
8	Vertikallattung Holz dazw.	* 0,040	50	0,120	8,0	500	1,6
	Hinterlüftungsebene	*	1	0,222	92,0	1	0,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,820					
Bauteildicke gesamt [m]		0,860					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						916,6	
Zusammengesetzter Bauteil						(Berechnung nach EN ISO 6946)	
Stahlbeton: Achsabstand [m]: 0,625		Breite [m]: 0,050		$R_{si} + R_{se} = 0,170$			
Vertikallattung Achsabstand [m]: 0,625		Breite [m]: 0,050					
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 8,2592$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 6,3964$		$R_T = 7,3278$ [m²K/W]			
Wärmedurchgangskoeffizient				$U = 1 / R_T$		0,14 [W/m²K]	
*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung							

Abb.20 Bauteildaten

Dampfdiffusionsdetails mit Randbedingungen der Monate Januar bis Dezember.

Jänner			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: -4,22°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 60,78%	Aussen: 80%
Oberflächentemperatur Innen: 19,28°C	Taupunkttemperatur: 12,2°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 12,86°C	Luftfeuchtigkeit Innen 50,78%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
Februar			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: -1,23°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 63,77%	Aussen: 80%
Oberflächentemperatur Innen: 19,36°C	Taupunkttemperatur: 12,93°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 13,74°C	Luftfeuchtigkeit Innen 53,77%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
März			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 3,13°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 65%	Aussen: 80%
Oberflächentemperatur Innen: 19,5°C	Taupunkttemperatur: 13,22°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 14,09°C	Luftfeuchtigkeit Innen 55%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
April			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 7,89°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 65%	Aussen: 80%
Oberflächentemperatur Innen: 19,64°C	Taupunkttemperatur: 13,22°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 14,88°C	Luftfeuchtigkeit Innen 57,89%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
Mai			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 12,61°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 67,61%	Aussen: 75%
Oberflächentemperatur Innen: 19,78°C	Taupunkttemperatur: 13,83°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 16,43°C	Luftfeuchtigkeit Innen 63,92%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
Juni			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 15,87°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 70,87%	Aussen: 75%
Oberflächentemperatur Innen: 19,88°C	Taupunkttemperatur: 14,56°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 17,59°C	Luftfeuchtigkeit Innen 68,81%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
Juli			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 17,74°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 72,74%	Aussen: 75%
Oberflächentemperatur Innen: 19,93°C	Taupunkttemperatur: 14,96°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 18,22°C	Luftfeuchtigkeit Innen 71,6%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
August			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 17,02°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 72,02%	Aussen: 75%
Oberflächentemperatur Innen: 19,91°C	Taupunkttemperatur: 14,8°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 17,98°C	Luftfeuchtigkeit Innen 70,53%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
September			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 13,72°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 68,72%	Aussen: 80%
Oberflächentemperatur Innen: 19,81°C	Taupunkttemperatur: 14,08°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 16,83°C	Luftfeuchtigkeit Innen 65,58%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
Oktober			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 8,16°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 65%	Aussen: 80%
Oberflächentemperatur Innen: 19,65°C	Taupunkttemperatur: 13,22°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 14,95°C	Luftfeuchtigkeit Innen 58,16%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
November			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: 1,94°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 65%	Aussen: 80%
Oberflächentemperatur Innen: 19,46°C	Taupunkttemperatur: 13,22°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 14,09°C	Luftfeuchtigkeit Innen 55%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	
Dezember			
Lufttemperatur: Innen 20°C	Aussen: -2,98°C	Luftfeuchtigkeit: Innen: 62,02%	Aussen: 80%
Oberflächentemperatur Innen: 19,31°C	Taupunkttemperatur: 12,51°C	Kein Oberflächenkondensat erwartet	
Temperatur (80%): 13,23°C	Luftfeuchtigkeit Innen 52,02%	Kein Schimmel an der Oberfläche erwartet	

Abb.21 Randbedingungen

Temperatur und Dampfdiffusionsberechnung

Bauteil: AW01 Außenwand					Seehöhe	550 m	Norm-Außentemperatur:	-4,2205 °C			
Bereich Jänner	Temperatur t in °C		Wärmeüb. α in m ² K/W		Rel. Luftfeuchte ϕ (in %)		W.Sättigungsdr. Ps (in %)		W.Teildruck P in Pa		
Innen	ti = 20		Rsi = 0,25		ϕ_i (tn,e) = 60,7		Ps,i = 2336,95		Pi = $\phi_i \cdot Ps,i$ = 1420,		
Außen	te = -4,220		Rse = 0,25		ϕ_e = 80,0		Ps,e = 428,77		Pe = $\phi_e \cdot Ps,e$ = 343		
Summe	$\Delta t = t_i - t_e = 24,2$								$\Delta P = P_i - P_e = 1077,$		
Schichte	dj	$\lambda_{n,j}$	Rt,j	(Δt)j	tj,j+1	Ps,j,j+1	μ_j	sdj	(ΔP)j	Pj,j+1	Kondensat
	m	W/(mK)	m ² K/W	K	°C	Pa	-	$\mu_j \cdot dj$	Pa	Pa	ja/nein
Innenluft	-	-	-	-	20,0	2337	-	-	-	-	nein
Wärmeübergangswid. innen	-	-	0,250	0,68	19,3	2240	-	-	-	1420	nein
Innenputz	0,0150	1,000	0,015	0,04	19,3	2234	25	0,375	38,39	1382	nein
Vollziegelmauerwerk	0,1467	0,700	0,210	0,57	18,7	2156	10	1,467	150,13	1232	nein
Vollziegelmauerwerk	0,1467	0,700	0,210	0,57	18,1	2080	10	1,467	150,13	1082	nein
Vollziegelmauerwerk	0,1467	0,700	0,210	0,57	17,6	2006	10	1,467	150,13	932	nein
Aussenputz	0,0150	1,400	0,011	0,03	17,5	2003	30	0,450	46,06	886	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	16,9	1920	1	0,010	0,97	885	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	16,2	1840	1	0,010	0,97	884	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	15,5	1763	1	0,010	0,97	883	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	14,9	1689	1	0,010	0,97	882	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	14,2	1618	1	0,010	0,97	881	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	13,5	1549	1	0,010	0,97	880	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	12,9	1483	1	0,010	0,97	879	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	12,2	1420	1	0,010	0,97	878	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	11,5	1359	1	0,010	0,97	877	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	10,9	1300	1	0,010	0,97	876	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	10,2	1243	1	0,010	0,97	875	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	9,5	1189	1	0,010	0,97	874	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	8,9	1136	1	0,010	0,97	873	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	8,2	1086	1	0,010	0,97	872	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	7,5	1038	1	0,010	0,97	871	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	6,9	991,5	1	0,010	0,97	870	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	6,2	947,0	1	0,010	0,97	869	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	5,5	904,2	1	0,010	0,97	868	nein
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	4,9	863,1	1	0,010	0,97	867	ja
Austrozzell	0,0095	0,039	0,244	0,67	4,2	823,7	1	0,010	0,97	866	ja

Abb.22 Temperatur und Dampfdiffusionsberechnung – Seite 1

Bauteil: AW01 Außenwand					Seehöhe	550 m	Norm-Außentemperatur:	-4,2205 °C			
Bereich Jänner	Temperatur t in °C		Wärmeüb. α in m ² K/W		Rel. Luftfeuchte ϕ (in %)		W.Sättigungsdr. Ps (in %)		W.Teildruck P in Pa		
Innen	ti = 20		Rsi = 0,25		$\phi_i(tn,e) = 60,7$		Ps,i = 2336,95		Pi = $\phi_i \cdot Ps,i = 1420,$		
Außen	te = -4,220		Rse = 0,25		$\phi_e = 80,0$		Ps,e = 428,77		Pe = $\phi_e \cdot Ps,e = 343$		
Summe	$\Delta t = t_i - t_e = 24,2$								$\Delta P = P_i - P_e = 1077,$		
Schichte	dj	$\lambda_{n,j}$	Rt,j	(Δt)j	tj,j+1	Ps,j,j+1	μ_j	sdj	(ΔP)j	Pj,j+1	Kondensat
	m	W/(mK)	m ² K/W	K	°C	Pa	-	$\mu_j \cdot dj$	Pa	Pa	ja/nein
Austrozell	0,0095	0,039	0,244	0,67	3,5	785,9	1	0,010	0,97	865	ja
Stahlbeton	0,0500	2,500	0,020	0,05	3,5	782,8	100	5,000	511,81	353	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	2,8	748,3	1	0,009	0,93	352	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	2,2	715,1	1	0,009	0,93	351	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	1,6	683,2	1	0,009	0,93	350	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	0,9	652,6	1	0,009	0,93	350	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	0,3	623,2	1	0,009	0,93	349	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	-0,4	592,9	1	0,009	0,93	348	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	-1,0	562,5	1	0,009	0,93	347	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	-1,6	533,5	1	0,009	0,93	346	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	-2,3	505,8	1	0,009	0,93	345	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	-2,9	479,4	1	0,009	0,93	344	nein
Glaswolle (15 < roh < =	0,0091	0,039	0,233	0,64	-3,5	454,4	1	0,009	0,93	343	nein
Wärmeübergangswid. außen	-	-	0,250	0,68	-4,2	428,8	-	-	-	343	nein
Außenluft	-	-	-	-	-4,2	428,8	-	-	-	-	nein
	0,82		8,866					10,52			

dj ... Dicke
 $\lambda_{n,j}$... Wärmeleitfähigkeit
 Rt,j ... Wärmedurchlaßwiderstand
 (Δt)j ... relative Temperaturänderung zw. 2 Schichten
 tj,j+1 ... absolute Temperaturänderung zw. 2 Schichten
 Berechnung lt. ÖNORM B 8110-2 : 2003-07-01

Ps,j,j+1 ... Wasserdampfsättigungsdruck
 μ_j ... Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl
 (1/ Δ)j ... Wasserdampf-Diffusionsdurchlaßwiderstand
 (ΔP)j ... relativer Wasserdampf - Teildruck
 Pj,j+1 ... absoluter Wasserdampf - Teildruck

Abb.23 Temperatur und Dampfdiffusionsberechnung – Seite 2

Anhang 06

Eingabedaten und Ergebnisdiagramme der Wufi 4.0 – Simulation für Studie 1

WUFI® Pro 4.0 IBP			
Boundary Condition			
Exterior (Left Side)			
Location:	Holzkirchen; IBP Holzkirchen; Year 1991		
Orientation / Inclination:	South / 90°		
Interior (Right Side)			
Indoor Climate:	WTA Recommendation 6-2-01/E Indoor Condition, Medium Moisture Load		
Surface Transfer Coefficients			
Exterior (Left Side)			
Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m²K/W]	0,0588	Outer Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating
Short-Wave Radiation Absorptivity	[-]	----	No absorption/emission
Long-Wave Radiation Emissivity	[-]	----	No absorption/emission
Rain Water Absorption Factor	[-]	----	No absorption
Interior (Right Side)			
Name	Unit	Value	Description
Heat Resistance	[m²K/W]	0,125	Outer Wall
Sd-Value	[m]	----	No coating

Abb.20 Randbedingungen Wufi4.0

Results from Last Calculation

Water Content [kg/m³]

Layer/Material	Start of Calc.	End of Calc.	Min.	Max.
Diagnose Mineral Wool (heat cond.: 0,04	1,79	2,80	0,22	9,17
Mineral Wool (heat cond.: 0,04 W/mK)	1,79	1,27	0,35	2,81
Concrete, w/c=0.5	85,00	66,99	51,77	89,58
Concrete, C35/45	75,00	67,05	67,04	101,82
Diagnose Cellulose Fiber (heat cond.:0,04	12,00	8,21	7,49	27,53
Cellulose Fiber (heat cond.:0,04W/mK)	12,00	7,16	7,13	12,00
Mineral Plaster (stucco) e	45,00	30,57	22,16	45,00
Solid Brick Masonry	18,00	5,35	3,99	18,00
Mineral Plaster (stucco) i	45,00	33,65	25,06	45,00

Status of Calculation

Calculation: Time and Date	16.04.2012 11:24:02
Computing Time	2 min,36 sec.
No. of Convergence Failures	0
No. of Rain Absorption Failures	0
Integral of fluxes, left side (kl,dl) [kg/m ²]	0,0 -6,39
Integral of fluxes, right side (kr,dr) [kg/m ²]	-0,0 1,08
Balance 1 [kg/m ²]	-7,43
Balance 2 [kg/m ²]	-7,46

Abb.21 Ergebnisse Wufi4.0

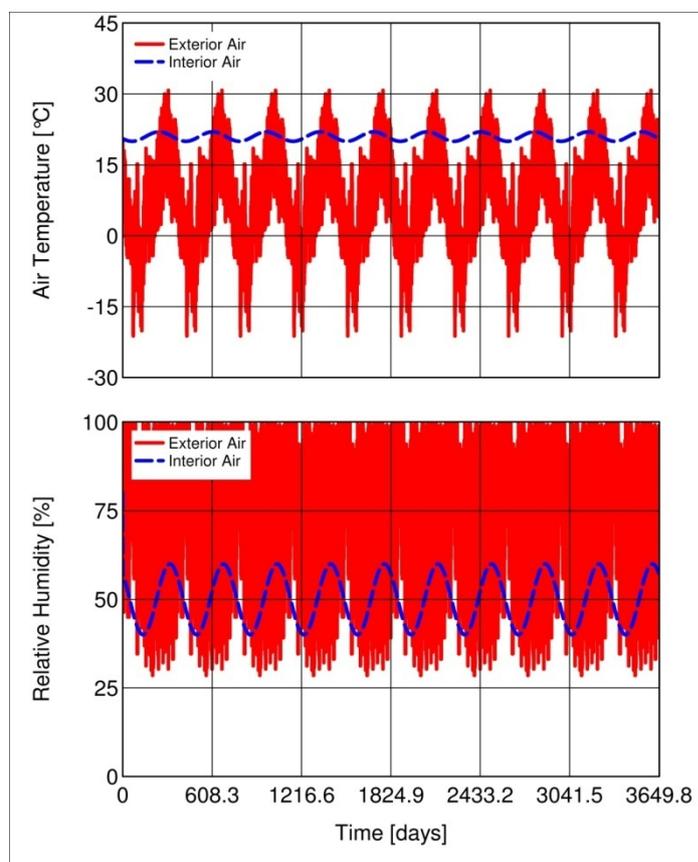


Abb.22 Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit, Innen und Außen

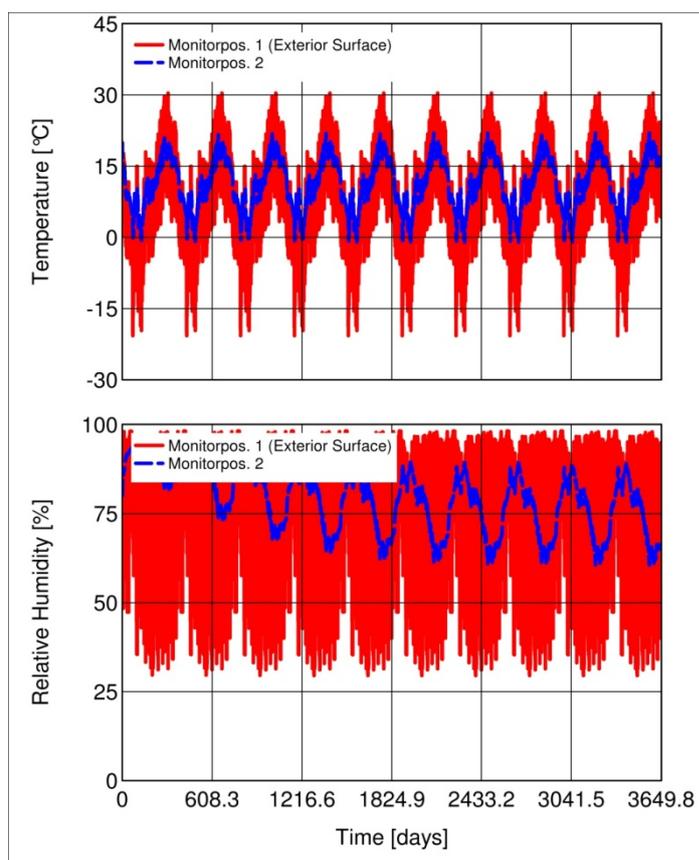


Abb.23 Temperatur und relative Feuchtigkeit an den Monitorpunkten 1 und 2

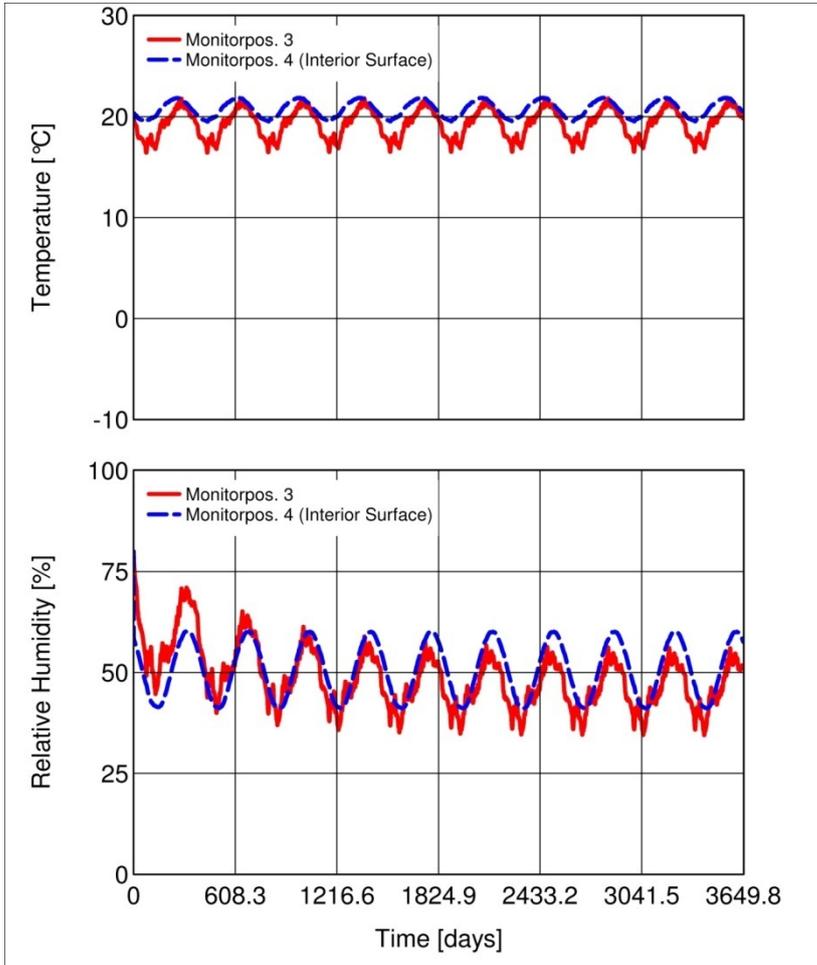


Abb.24 Temperatur und relative Feuchtigkeit an den Monitorpunkten 3 und 4

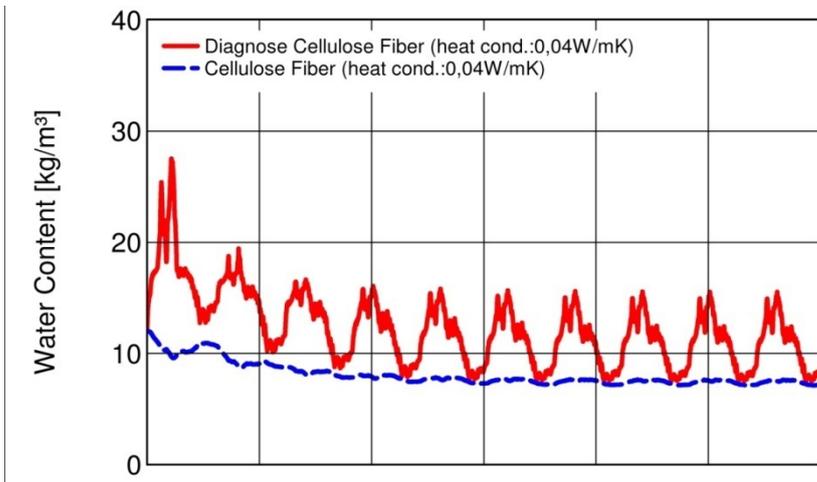


Abb.25 Vergleich Wassergehalt der diagnostischen Schichte Zellulose zur restlichen Zellulosedämmung

Anhang 07

Energieausweis aus GEQ für das Gebäude mit sanierter Gebäudehülle¹²

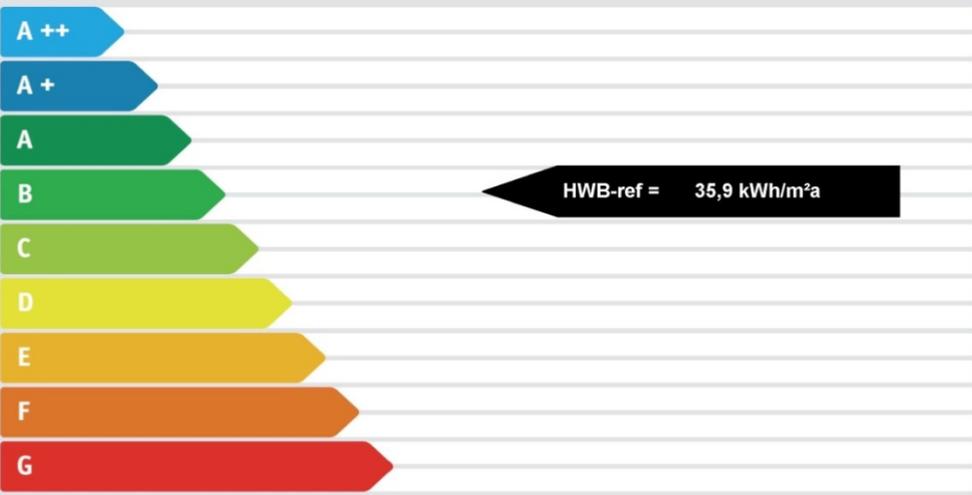
Energieausweis für Wohngebäude - Planung

gemäß ÖNORM H5055
und Richtlinie 2002/91/EG

OIB
 Österreichisches Institut für Bautechnik

Gebäude	Sanierte Gebäudehülle		
Gebäudeart	Mehrfamilienhaus	Erbaut im Jahr	1950
Gebäudezone		Katastralgemeinde	Krasta
Straße	Kulturgasse 3	KG - Nummer	74010
PLZ/Ort	9321 Kappel am Krappfeld	Einlagezahl	
		Grundstücksnr.	
EigentümerIn			

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)



ERSTELLT

ErstellerIn	Organisation	Diplomarbeit c_frame
ErstellerIn-Nr.	Ausstellungsdatum	29.03.2012
GWR-Zahl	Gültigkeitsdatum	Planung
Geschäftszahl		

Unterschrift _____

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeffizienz und Wärmeschutz" des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG).

EA-01-2007-SW-a
EA-WG
25.04.2007

Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

v2012,021714 REPEARL61o7 - Kärnten 29.03.2012

Seite 1

¹² Software Gebäude Energie Qualität

Energieausweis für Wohngebäude - Planung

gemäß ÖNORM H5055
und Richtlinie 2002/91/EG

 Österreichisches Institut für Bautechnik

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche	691 m ²
beheiztes Brutto-Volumen	1.887 m ³
charakteristische Länge (lc)	1,45 m
Kompaktheit (A/V)	0,69 1/m
mittlerer U-Wert (Um)	0,23 W/m ² K
LEK - Wert	20

KLIMADATEN

Klimaregion	SB
Seehöhe	550 m
Heizgradtage	3853 Kd
Heiztage	218 d
Norm - Außentemperatur	-13,7 °C
Soll - Innentemperatur	20 °C

	Referenzklima		Standortklima		Anforderungen	
	zonenbezogen [kWh/a]	spezifisch [kWh/m ² a]	zonenbezogen [kWh/a]	spezifisch [kWh/m ² a]	ab 01.01.2010 [kWh/m ² a]	
HWB	24.822	35,93	28.403	41,11	68,2	erfüllt
WWWB			8.826	12,78		
HTEB-RH			-1.101	-1,59		
HTEB-WW			5.255	7,61		
HTEB			4.154	6,01		
HEB			41.384	59,90	96,7	erfüllt
EEB			41.384	59,90		
PEB						
CO2						

ERLÄUTERUNGEN

- Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20°C zu halten.
- Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.
- Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten in besonderer Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von den hier angegebenen abweichen.

EA-01-2007-SW-a
EA-WG
25.04.2007

Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

v2012,021714 REPEARL62o7 - Kärnten

29.03.2012

Seite 2

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Datenblatt GEQ

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

Gebäudedaten - Umfassende Sanierung - Planung 1

Brutto-Grundfläche BGF	691 m ²	Wohnungsanzahl	8
Konditioniertes Brutto-Volumen	1.887 m ³	charakteristische Länge l _c	1,45 m
Gebäudehüllfläche A _B	1.304 m ²	Kompaktheit A _B / V _B	0,69 m ⁻¹
		mittlere Raumhöhe	2,73 m

Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Daten:
Bauphysikalische Daten:
Haustechnik Daten:

Ergebnisse am tatsächlichen Standort: Kappel am Krappfeld

Leitwert L _T		295,0 W/K
Mittlerer U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) U _m		0,23 W/m ² K
Heizlast P _{tot}		16,5 kW
Transmissionswärmeverluste Q _T		32.259 kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q _V	Luftwechselzahl: 0,4	21.373 kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_s$		10.821 kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_i$	sehr schwere Bauweise	14.408 kWh/a
Heizwärmebedarf Q _h		28.403 kWh/a
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGF}		41,11 kWh/m²a

Ergebnisse Referenzklima

Transmissionswärmeverluste Q _T		27.474 kWh/a
Lüftungswärmeverluste Q _V		18.203 kWh/a
Solare Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_s$		7.300 kWh/a
Innere Wärmegewinne passiv $\eta \times Q_i$		13.555 kWh/a
Heizwärmebedarf Q _h		24.822 kWh/a
Flächenbezogener Heizwärmebedarf HWB_{BGF ref}		35,93 kWh/m²a

Haustechniksystem

Raumheizung: Stromheizung (Strom)
Warmwasser: Stromheizung (Strom)
RLT Anlage: Natürliche Konditionierung; hygienisch erforderlicher Luftwechsel = 0,4

Berechnungsgrundlagen

Der Energieausweis wurde mit folgenden ÖNORMen und Hilfsmitteln erstellt: GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at
Bauteile nach ON EN ISO 6946 / Fenster nach ON EN ISO 10077-1 / Erdberührte Bauteile detailliert nach ON EN ISO 13770 / Unkonditionierte Gebäudeteile vereinfacht nach ON B 8110-6 / Wärmebrücken pauschal nach ON B 8110-6 / Verschattung vereinfacht nach ON B 8110-6

Verwendete Normen und Richtlinien:
B 8110-1 / ON B 8110-2 / ON B 8110-3 / ON B 8110-5 / ON B 8110-6 / ON H 5055 / ON H 5056 / ON EN ISO 13790 / ON EN ISO 13370 / ON EN ISO 6946 / ON EN ISO 10077-1 / ON EN 12831 / OIB Richtlinie 6 / ON EN ISO 13770

Anmerkung:

Der Energieausweis dient zur Information über den energetischen Standard des Gebäudes. Der Berechnung liegen durchschnittliche Klimadaten, standardisierte interne Wärmegewinne sowie ein standardisiertes Nutzerverhalten zugrunde. Die errechneten Bedarfswerte können daher von den tatsächlichen Verbrauchswerten abweichen. Bei Mehrfamilienwohnhäusern ergeben sich je nach Lage der Wohnung im Gebäude unterschiedliche Energiekennzahlen. Für die exakte Auslegung der Heizungsanlage muss eine Berechnung der Heizlast gemäß ÖNORM H 7500 erstellt werden.

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Bauteil Anforderungen

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

BAUTEILE		U-Wert	U-Wert max	Erfüllt
AW01	Außenwand	0,14	0,25	Ja ²⁾
AW03	Außenwand Keller	0,15	0,25	Ja ²⁾
EW01	erdanliegende Wand (<=1,5m unter Erdreich)	0,19	0,34	Ja ¹⁾
AD01	Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum	0,13	0,20	Ja ²⁾
KD01	Decke zu unconditioniertem gedämmten Keller	0,27	0,35	Ja ²⁾
EK01	erdanliegender Fußboden in unconditioniertem Keller (<=1,5m unter Erdreich)	0,26	0,34	Ja ¹⁾
EC01	erdanliegender Fußboden in conditioniertem Keller (<=1,5m unter Erdreich)	0,26	0,35	Ja ²⁾
FD01	Außendecke, Wärmestrom nach oben	0,15	0,20	Ja ²⁾
IW01	Wand zu unconditioniertem gedämmten Keller-Mittelwand	0,25	0,60	Ja ¹⁾
IW02	Wand zu unconditioniertem gedämmten Keller-dünne Trennwand	0,26	0,60	Ja ¹⁾

FENSTER		U-Wert	U-Wert max	Erfüllt
2,68 x 1,78 (gegen Außenluft vertikal)		0,69	1,35	Ja ²⁾
1,18 x 1,78 (unverglaste Tür gegen Außenluft)		0,69	1,35	Ja ²⁾
Eingangstür (gegen Außenluft vertikal)		0,70	1,35	Ja ²⁾
Fenster Treppenhaus (unverglaste Tür gegen Außenluft)		0,70	1,35	Ja ²⁾
0,60 x 0,40 (Dachflächenfenster gegen Außenluft)		1,00	1,35	Ja ²⁾
0,60 x 1,76 (Dachflächenfenster gegen Außenluft)		1,00	1,35	Ja ²⁾
0,60 x 1,48 (Dachflächenfenster gegen Außenluft)		1,00	1,35	Ja ²⁾
5,50 x 2,10 (gegen Außenluft vertikal)		0,75	1,35	Ja ²⁾
1,10 x 0,75 (gegen Außenluft vertikal)		0,69	1,35	Ja ²⁾

Einheiten: U-Wert [W/m²K] berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946

¹⁾ Quelle U-Wert max: OIB Richtlinie 6

²⁾ Quelle U-Wert max: Richtlinien vom 16. Jänner 2012 zum Kärntner Wohnbauförderungsgesetz 1997

Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

Übungsversion GEQ von Zehentmayer Software GmbH

v2012,021714 REPBTUWERTE1o7 - Kärnten

29.03.2012

Seite 4

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Heizlast

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

Vereinfachte Berechnung des zeitbezogenen Wärmeverlustes (Heizlast) von Gebäuden gemäß Energieausweis

Berechnungsblatt

Bauherr

Planer / Baumeister / Baufirma

Tel.:

Norm-Außentemperatur:	-13,7 °C	Standort:	Kappel am Krappfeld
Berechnungs-Raumtemperatur:	20 °C	Brutto-Rauminhalt der	
Temperatur-Differenz:	33,7 K	beheizten Gebäudeteile:	1.887,49 m ³
		Gebäudehüllfläche:	1.303,92 m ²

Bauteile	Fläche A [m ²]	Wärmed.- koeffiz. U [W/m ² K]	Korr.- faktor f [1]	Korr.- faktor ffh [1]	A x U x f [W/K]
AD01 Decke zu unkonditioniertem geschloss. Dachraum	114,00	0,134	0,90		13,77
AW01 Außenwand	420,33	0,136	1,00		57,36
AW02 Außenwand-Holzriegel	6,95	0,178	1,00		1,24
AW03 Außenwand Keller	71,83	0,145	1,00		10,45
DS01 Dachschräge hinterlüftet	172,70	0,166	1,00		28,61
FD01 Außendecke, Wärmestrom nach oben	28,62	0,155	1,00		4,43
FE/TÜ Fenster u. Türen	112,47	0,754			84,77
KD01 Decke zu unkonditioniertem gedämmten Keller	116,62	0,273	0,69		21,92
EC01 erdanliegender Fußboden in konditioniertem Keller (<=1,5m unter Erdreich)	115,66	0,263	0,72		21,87
EW01 erdanliegende Wand (<=1,5m unter Erdreich)	90,74	0,187	0,86		14,64
IW01 Wand zu unkonditioniertem gedämmten Keller-Mittelwand	22,50	0,247	0,50		2,78
IW02 Wand zu unkonditioniertem gedämmten Keller-dünne Trennwand	31,50	0,261	0,50		4,11
Summe OBEN-Bauteile	336,03				
Summe UNTEN-Bauteile	232,28				
Summe Außenwandflächen	589,85				
Summe Innenwandflächen	54,00				
Fensteranteil in Außenwänden 13,5 %	91,76				
Fenster in Deckenflächen	20,71				

Summe [W/K] **266**

Wärmebrücken (vereinfacht) [W/K] **29**

Transmissions - Leitwert L_T [W/K] **294,99**

Lüftungs - Leitwert L_V [W/K] **195,44**

Gebäude - Heizlast P_{tot} Luftwechsel = 0,40 1/h [kW] **16,53**

Flächenbez. Heizlast P₁ bei einer BGF von 691 m² [W/m² BGF] **23,92**

Gebäude - Heizlast P_{tot} (EN 12831 vereinfacht) Luftwechsel = 0,50 1/h [kW] **18,34**

Die berechnete Heizlast kann von jener gemäß ÖNORM H 7500 bzw. EN ISO 12831 abweichen und ersetzt nicht den Nachweis der Gebäude-Normheizlast gemäß ÖNORM H 7500 bzw. EN ISO 12831. Die vereinfachte Heizlast EN 12831 berücksichtigt nicht die Aufheizleistung und gilt nur für Standardfälle.

Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

v2012.021714 REP036o7 - Kärnten

29.03.2012

Seite 5

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Bauteile

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

AW01 Außenwand		von Innen nach Außen		Dicke	λ	d / λ
Innenputz		B		0,0150	1,000	0,015
Vollziegelmauerwerk		B		0,4400	0,700	0,629
Aussenputz		B		0,0150	1,400	0,011
Austrozell Zellulosedämmung				0,2000	0,039	5,128
Stahlbeton				0,0500	2,500	0,020
Stahlbeton dazw.			8,0 %	0,1000	2,500	0,003
Glaswolle (15 < roh < = 25 kg/m ³)			92,0 %		0,039	2,359
Vertikallattung Holz dazw.		*	8,0 %	0,0400	0,120	0,027
Hinterlüftungsebene		*	92,0 %		0,222	0,166
				Dicke 0,8200		
				Dicke gesamt 0,8600		U-Wert 0,14
Stahlbeton:	RT _o 8,2592	RT _u 6,3964	RT 7,3278	R _{se} +R _{si} 0,17		
Achsabstand	0,625	Breite	0,050			
Vertikallattung Holz:	Achsabstand	0,625	Breite			
Achsabstand	0,625	Breite	0,050			

AW03 Außenwand Keller		von Innen nach Außen		Dicke	λ	d / λ
Massivbeton		B		0,4700	2,300	0,204
Austrozell Zellulosedämmung				0,2000	0,039	5,128
Stahlbeton				0,0500	2,500	0,020
Stahlbeton dazw.			8,0 %	0,1000	2,500	0,003
Glaswolle (15 < roh < = 25 kg/m ³)			92,0 %		0,039	2,359
Vertikallattung Holz dazw.		*	8,0 %	0,0400	0,120	0,027
Hinterlüftungsebene		*	92,0 %		0,222	0,166
				Dicke 0,8200		
				Dicke gesamt 0,8600		U-Wert 0,15
Stahlbeton:	RT _o 7,8034	RT _u 5,9465	RT 6,8749	R _{se} +R _{si} 0,17		
Achsabstand	0,625	Breite	0,050			
Vertikallattung Holz:	Achsabstand	0,625	Breite			
Achsabstand	0,625	Breite	0,050			

EW01 erdanliegende Wand (<=1,5m unter Erdreich)		von Innen nach Außen		Dicke	λ	d / λ
Massivbeton		B		0,4700	2,300	0,204
Stahlbeton				0,0500	2,500	0,020
AUSTROTHERM XPS TOP 30				0,0250	0,038	0,658
Stahlbeton dazw.			8,0 %	0,1700	2,500	0,005
AUSTROTHERM XPS TOP 30			92,0 %		0,038	4,116
Vertikallattung Holz dazw.		*	8,0 %	0,0200	0,120	0,013
AUSTROTHERM XPS TOP 30		*	92,0 %		0,038	0,484
AUSTROTHERM XPS TOP 30				0,0800	0,038	2,105
				Dicke 0,7950		
				Dicke gesamt 0,8150		U-Wert 0,19
Stahlbeton:	RT _o 6,8349	RT _u 3,8410	RT 5,3380	R _{se} +R _{si} 0,13		
Achsabstand	0,625	Breite	0,050			
Vertikallattung Holz:	Achsabstand	0,625	Breite			
Achsabstand	0,625	Breite	0,050			

AW02 Außenwand-Holzriegel		von Innen nach Außen		Dicke	λ	d / λ
Gipskarton		B		0,0150	0,210	0,071
Lattung dazw.		B	6,7 %	0,0600	0,120	0,033
Steinwolle MW-W		B	93,3 %		0,043	1,302
Ständerkonstruktion dazw.		B	12,5 %	0,2000	0,120	0,208
Steinwolle MW-W		B	87,5 %		0,043	4,070
Schalung		B		0,0240	0,130	0,185
	RT _o 5,7705	RT _u 5,4730	RT 5,6217	Dicke gesamt 0,2990		U-Wert 0,18
Lattung:	Achsabstand	0,600	Breite	R _{se} +R _{si} 0,17		
Ständerkonstruktion:	Achsabstand	0,800	Breite			
Achsabstand	0,800	Breite	0,100			

Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

Übungsversion GEQ von Zehentmayer Software GmbH

v2012,021714 REPBAUTEILE07 - Kärnten

29.03.2012

Seite 6

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Bauteile

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

DS01 Dachschräge hinterlüftet		von Außen nach Innen		Dicke	λ	d / λ
Schalung		B		0,0240	0,130	0,185
Sparren dazw.		B	12,5 %		0,130	0,180
Mineralwolle		B	87,5 %	0,2000	0,040	4,095
Konterlattung dazw.		B	6,4 %		0,130	0,026
Mineralwolle		B	93,6 %	0,0600	0,040	1,229
Dampfbremse		B		0,0002	0,170	0,001
Streulattung (stehende Luftschicht)		B		0,0240	0,167	0,144
Gipskarton		B		0,0150	0,210	0,071
	RT _o 6,2579	RT _u 5,8146	RT 6,0362	Dicke gesamt 0,3232	U-Wert 0,17	
Sparren:	Achsabstand 0,800	Breite 0,100	Dicke 0,200	R _{se} +R _{si} 0,2		
Konterlattung:	Achsabstand 0,625	Breite 0,040	Dicke 0,060			
AD01 Decke zu unkonditioniertem geschloss. Dachraum		von Außen nach Innen		Dicke	λ	d / λ
BACHL PUR Decken-Dämmelement MV > = 80mm				0,2000	0,028	7,143
STB-Platte		B		0,2000	2,300	0,087
Innenputz		B		0,0150	0,700	0,021
				R _{se} +R _{si} = 0,2	Dicke gesamt 0,4150	U-Wert 0,13
KD01 Decke zu unkonditioniertem gedämmten Keller		von Innen nach Außen		Dicke	λ	d / λ
1.202.06 Estrichbeton		B		0,0500	1,480	0,034
Beschüttung (Kies)		B		0,0500	0,700	0,071
Massivbeton		B		0,2000	2,300	0,087
ISOVER KELLERDECKEN-DÄMMPLATTE				0,1000	0,032	3,125
				R _{se} +R _{si} = 0,34	Dicke gesamt 0,4000	U-Wert 0,27
EK01 erdanliegender Fußboden in unkonditioniertem Keller (<=1,5m unter Erdreich)		von Innen nach Außen		Dicke	λ	d / λ
Unterbeton		B		0,2000	2,300	0,087
steinodur EST (120mm)				0,1200	0,035	3,429
steinophon 300 - 3mm				0,0030	0,045	0,067
Estrich (Beton-)				0,0500	1,400	0,036
Fliesen im Dünnbett				0,0100	1,000	0,010
				R _{se} +R _{si} = 0,17	Dicke gesamt 0,3830	U-Wert 0,26
ZD01 warme Zwischendecke		von Innen nach Außen		Dicke	λ	d / λ
1.202.06 Estrichbeton		B		0,0500	1,480	0,034
Beschüttung (Kies)		B		0,0500	0,700	0,071
Massivbeton		B		0,2000	2,300	0,087
Innenputz (Gips)		B		0,0200	0,700	0,029
				R _{se} +R _{si} = 0,26	Dicke gesamt 0,3200	U-Wert 2,08
EC01 erdanliegender Fußboden in konditioniertem Keller (<=1,5m unter Erdreich)		von Innen nach Außen		Dicke	λ	d / λ
Fliesen im Dünnbett				0,0100	1,000	0,010
Estrich (Beton-)				0,0500	1,400	0,036
steinophon 300 - 3mm				0,0030	0,045	0,067
steinodur EST (120mm)				0,1200	0,035	3,429
Unterbeton		B		0,2000	2,300	0,087
				R _{se} +R _{si} = 0,17	Dicke gesamt 0,3830	U-Wert 0,26

Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

Übungsversion GEQ von Zehentmayer Software GmbH

v2012,021714 REPBAUTEILEo7 - Kärnten

29.03.2012

Seite 7

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Bauteile

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

FD01	Außendecke, Wärmestrom nach oben	von Außen nach Innen	Dicke	λ	d / λ
	Schutzschicht gegen mech. Beschäd.		0,0080	0,190	0,042
	PE-Folie 2-lagig als Trennschicht		0,0004	0,190	0,002
	bit. Abdichtungsbahn 2-lagig (1. Lage selbstkleb.)		0,0090	0,190	0,047
	steinopor® 700 EPS-W25 Gefälledämmung		0,0200	0,036	0,556
	steinopor® 700 EPS-W25		0,2000	0,036	5,556
	Voranstrich u. bituminöse Dampfsperre		0,0027	0,170	0,016
	Stahlbeton-Decke		0,2000	2,300	0,087
	Innenputz		0,0150	0,700	0,021
		Rse+Rsi = 0,14	Dicke gesamt 0,4551	U-Wert 0,15	

IW01	Wand zu unkonditioniertem gedämmten Keller-Mittelwand	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Verputz		0,0150	1,000	0,015
	Vollziegelmauerwerk		0,4400	0,700	0,629
	Verputz		0,0150	1,000	0,015
	ISOVER KELLERDECKEN-DÄMMPLATTE		0,1000	0,032	3,125
		Rse+Rsi = 0,26	Dicke gesamt 0,5700	U-Wert 0,25	

IW02	Wand zu unkonditioniertem gedämmten Keller-dünne Trennwand	von Innen nach Außen	Dicke	λ	d / λ
	Verputz		0,0150	1,000	0,015
	Vollziegelmauerwerk		0,2900	0,700	0,414
	Verputz		0,0150	1,000	0,015
	ISOVER KELLERDECKEN-DÄMMPLATTE		0,1000	0,032	3,125
		Rse+Rsi = 0,26	Dicke gesamt 0,4200	U-Wert 0,26	

Dicke ... wärmetechnisch relevante Dicke

Einheiten: Dicke [m], Achsabstand [m], Breite [m], U-Wert [W/m²K], Dichte [kg/m³], λ [W/mK]

* ... Schicht zählt nicht zum U-Wert F... enthält Flächenheizung B... Bestandsschicht **...Defaultwert lt. OIB

RTu ... unterer Grenzwert RTo ... oberer Grenzwert laut ÖNORM EN ISO 6946

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Geometrieausdruck

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

Brutto-Geschoßfläche					690,90m²
Länge [m]	Breite [m]		BGF [m ²]	Anmerkung	
23,500	x	9,800	=	230,30	Boden EG
23,500	x	9,800	=	230,30	Boden OG1
23,500	x	9,800	=	230,30	Boden OG2

Brutto-Rauminhalt					1.887,49m³		
Länge [m]	Breite [m]	Höhe [m]		BRI [m ³]	Anmerkung		
23,500	x	9,800	x	3,200	=	736,96	Raum EG
23,500	x	9,800	x	2,900	=	667,87	Raum OG1
22,100	x	8,400	x	2,600	=	482,66	Raum OG2

AW01 - Außenwand					495,58m²
Länge [m]	Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
10,600	x	3,200	=	33,92	Erdgeschoß - Nordfassade
24,300	x	3,200	=	77,76	Erdgeschoß - Ostfassade
10,600	x	3,200	=	33,92	Erdgeschoß - Südfassade
24,300	x	3,200	=	77,76	erdgeschoß - Westfassade
10,600	x	2,900	=	30,74	Obergeschoß 1 - Nordfassade
24,300	x	2,900	=	70,47	Obergeschoß 1 - Ostfassade
10,600	x	2,900	=	30,74	Obergeschoß 1 - Südfassade
24,300	x	2,900	=	70,47	Obergeschoß 1 - Westfassade
10,600	x	1,000	=	10,60	Obergeschoß 2 - Nordfassade
24,300	x	1,000	=	24,30	Obergeschoß 2 - Ostfassade
10,600	x	1,000	=	10,60	Obergeschoß 2 - Südfassade
24,300	x	1,000	=	24,30	Obergeschoß 2 - Westfassade
abzüglich Fenster-/Türenflächen				75,240m²	
Bauteilfläche ohne Fenster/Türen				420,340m²	

AW03 - Außenwand Keller					76,78m²
Länge [m]	Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
10,600	x	1,100	=	11,66	Kell Oberird_Nord
24,300	x	1,100	=	26,73	Kell Oberird_Ost
10,600	x	1,100	=	11,66	Kell Oberird_Süd
24,300	x	1,100	=	26,73	Kell Oberird_West
abzüglich Fenster-/Türenflächen				4,950m²	
Bauteilfläche ohne Fenster/Türen				71,830m²	

EW01 - erdanliegende Wand (<=1,5m unter Erdreich)					90,74m²
Länge [m]	Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
10,600	x	1,300	=	13,78	Kell Unterird_Nord
24,300	x	1,300	=	31,59	Kell Oberird_Ost
24,300	x	1,300	=	31,59	Kell Oberird_West
10,600	x	1,300	=	13,78	Kell Oberird_Süd

AW02 - Außenwand-Holzriegel					18,50m²
Länge [m]	Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
7,400	x	2,500	=	18,50	Außenwand Terrasse

Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

v2012,021714 BGFBRIFREI1o7 - Kärnten

29.03.2012

Seite 9

Geometrieausdruck

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

				abzüglich Fenster-/Türenflächen	11,550m²
				Bauteilfläche ohne Fenster/Türen	6,950m²
DS01 - Dachschräge hinterlüftet					193,41m²
Länge [m]	Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
8,400 x	3,000	=	25,20	OG2 - Norddachschräge	
22,100 x	3,500	=	77,35	OG2 - Ostdachschräge	
7,000 x	1,930	=	13,51	OG2 - Süddachschräge	
22,100 x	3,500	=	77,35	OG2 - Westdachschräge	
				abzüglich Fenster-/Türenflächen	20,710m²
				Bauteilfläche ohne Fenster/Türen	172,700m²
AD01 - Decke zu unkonditioniertem geschloss. Dachraum					114,00m²
Länge [m]	Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
20,000 x	5,700	=	114,00	Decke zu Dachraum unkonditioniert	
KD01 - Decke zu unkonditioniertem gedämmten Keller					116,62m²
Länge [m]	Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
11,900 x	9,800	=	116,62	Kellerdecke zu unkonditioniert	
EC01 - erdanliegender Fußboden in konditioniertem Keller (<=1,5m unter Erdreich)					115,66m²
Länge [m]	Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
16,700 x	5,000	=	83,50		
6,700 x	4,800	=	32,16		
FD01 - Außendecke, Wärmestrom nach oben					28,62m²
Länge [m]	Breite[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
10,600 x	2,700	=	28,62	Terrasse	
IW01 - Wand zu unkonditioniertem gedämmten Keller-Mittelwand					22,50m²
Länge [m]	Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
9,000 x	2,500	=	22,50		
IW02 - Wand zu unkonditioniertem gedämmten Keller-dünne Trennwand					31,50m²
Länge [m]	Höhe[m]		Fläche [m ²]	Anmerkung	
12,600 x	2,500	=	31,50		

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

erdberührte Bauteile

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

KD01 Decke zu unkonditioniertem gedämmten Keller 116,62 m²

Lichte Höhe des Kellers	2,20 m	Höhe über Erdreich	1,10 m
Perimeterlänge	66,60 m	Luftwechselrate im unkonditionierten Keller	0,30 1/h

Kellerfußboden	EK01	erdanliegender Fußboden in unkonditioniertem Keller (<=1,5m unter Erdreich)
erdanliegende Kellerwand	EW01	erdanliegende Wand (<=1,5m unter Erdreich)
luftberührte Kellerwand	AW03	Außenwand Keller

Korrekturfaktor 0,69 Leitwert 21,92 W/K

EC01 erdanliegender Fußboden in konditioniertem Keller (<=1,5m unter Erdreich) 115,66 m²

Lichte Höhe des Kellers	2,50 m	Höhe über Erdreich	1,20 m
Perimeterlänge	70,00 m		

erdanliegende Kellerwand	EW01	erdanliegende Wand (<=1,5m unter Erdreich)
luftberührte Kellerwand	AW03	Außenwand Keller

Korrekturfaktor EW 0,86 Leitwert EW 14,63 W/K
EC 0,72 EC 21,87 W/K

Gesamt Leitwert 58,43 W/K

Korrekturfaktoren, Leitwerte lt. ÖNORM EN ISO 13370

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Fenster und Türen

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

Typ	Bauteil	Anz.	Bezeichnung	Breite [m]	Höhe [m]	Fläche [m ²]	U _g [W/m ² K]	U _f [W/m ² K]	PSI [W/mK]	Ag [m ²]	U _w [W/m ² K]	AxU _f [W/K]	g	fs
N														
	KG	AW03	1	1,10 x 0,75	1,10	0,75	0,83			0,58	0,69	0,57	0,62	0,75
				1	0,83								0,57	
O														
	KG	AW03	3	1,10 x 0,75	1,10	0,75	2,48			1,73	0,69	1,71	0,62	0,75
	EG	AW01	6	1,18 x 1,78	1,18	1,78	12,60				0,69	8,70		
	EG	AW01	1	Eingangstür	1,20	2,00	2,40			1,68	0,70	1,68	0,62	0,75
	OG1	AW01	6	1,18 x 1,78	1,18	1,78	12,60				0,69	8,70		
	OG1	AW01	1	Fenster Treppenhaus	1,18	2,85	3,36				0,70	2,35		
	DG	DS01	5	0,60 x 1,48	0,60	1,48	4,44			3,11	1,00	4,44	0,62	0,75
	DG	DS01	1	0,60 x 1,76	0,60	1,76	1,06			0,74	1,00	1,06	0,62	0,75
	DG	DS01	6	0,60 x 0,40	0,60	0,40	1,44			1,01	1,00	1,44	0,62	0,75
				29	40,38								30,08	
S														
	EG	AW01	2	1,18 x 1,78	1,18	1,78	4,20				0,69	2,90		
	OG1	AW01	2	1,18 x 1,78	1,18	1,78	4,20				0,69	2,90		
	DG	AW02	1	5,50 x 2,10	5,50	2,10	11,55			8,09	0,75	8,66	0,62	0,75
				5	19,95								14,46	
W														
	KG	AW03	2	1,10 x 0,75	1,10	0,75	1,65			1,16	0,69	1,14	0,62	0,75
	EG	AW01	4	1,18 x 1,78	1,18	1,78	8,40				0,69	5,80		
	EG	AW01	2	2,68 x 1,78	2,68	1,78	9,54			6,68	0,69	6,58	0,62	0,75
	OG1	AW01	4	1,18 x 1,78	1,18	1,78	8,40				0,69	5,80		
	OG1	AW01	2	2,68 x 1,78	2,68	1,78	9,54			6,68	0,69	6,58	0,62	0,75
	DG	DS01	6	0,60 x 1,48	0,60	1,48	5,33			3,73	1,00	5,33	0,62	0,75
	DG	DS01	8	0,60 x 1,76	0,60	1,76	8,45			5,91	1,00	8,45	0,62	0,75
				28	51,31								39,68	
Summe		63		112,47								84,79		

U_g... Uwert Glas U_f... Uwert Rahmen PSI... Linearer Korrekturkoeffizient Ag... Glasfläche

g... Energiedurchlassgrad Verglasung fs... Verschattungsfaktor

Typ... Prüfnormmaßtyp

B... Fenster gehört zum Bestand des Gebäudes

Diese Version dient nur zu Übungszwecken, der gewerbliche Gebrauch ist mit dieser Version nicht gestattet.

GEQ von Zehentmayer Software GmbH www.geq.at

v2012,021714 REPFEN1Ho7 - Kärnten

29.03.2012

Seite 12

Übungsversion für nichtgewerbliche Zwecke

Monatsbilanz Standort HWB

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

Standort: Kappel am Krappfeld

BGF [m ²] =	690,90	L _T [W/K] =	294,99	Innentemp. [°C] =	20	τ tau [h] =	230,92
BRI [m ³] =	1.887,49	L _V [W/K] =	195,44	q _{ih} [W/m ²] =	3,75	a =	15,432

Monate	Tage	Mittlere Außen- temperaturen [°C]	Transmissions- wärme- verluste [kWh/a]	Lüftungs- wärme- verluste [kWh/a]	Wärme- verluste [kWh/a]	Innere Gewinne [kWh/a]	Solare Gewinne [kWh/a]	Gesamt- Gewinne [kWh/a]	Verhältnis Gewinn/ Verlust	Ausnutz- ungsgrad	Wärme- bedarf [kWh/a]
Jänner	31	-4,22	5.316	3.522	8.838	1.542	577	2.119	0,24	1,00	6.719
Februar	28	-1,23	4.208	2.788	6.995	1.393	930	2.323	0,33	1,00	4.673
März	31	3,13	3.703	2.454	6.157	1.542	1.354	2.896	0,47	1,00	3.261
April	30	7,89	2.572	1.704	4.276	1.492	1.520	3.012	0,70	1,00	1.268
Mai	31	12,61	1.621	1.074	2.695	1.542	1.821	3.363	1,25	0,80	18
Juni	30	15,87	877	581	1.458	1.492	1.817	3.310	2,27	0,44	0
Juli	31	17,74	497	329	826	1.542	1.945	3.487	4,22	0,24	0
August	31	17,02	654	433	1.087	1.542	1.809	3.351	3,08	0,32	0
September	30	13,72	1.334	884	2.217	1.492	1.470	2.963	1,34	0,75	6
Oktober	31	8,16	2.600	1.722	4.322	1.542	1.005	2.547	0,59	1,00	1.775
November	30	1,95	3.835	2.541	6.375	1.492	606	2.099	0,33	1,00	4.277
Dezember	31	-2,98	5.043	3.341	8.385	1.542	437	1.979	0,24	1,00	6.406
Gesamt	365		32.259	21.373	53.632	18.157	15.290	33.447	0,00	0,00	28.403
					nutzbare Gewinne:	14.408	10.821	25.228			

EKZ = 41,11 kWh/m²a

Ende Heizperiode: 02.05.

Beginn Heizperiode: 27.09.

Monatsbilanz Referenzklima HWB

Übungsversion_Sanierte Gebäudehülle

Standort: Referenzklima

BGF [m²] = 690,90 L_T [W/K] = 294,99 Innentemp. [°C] = 20 τ tau [h] = 230,92
 BRI [m²] = 1.887,49 L_V [W/K] = 195,44 q_{ih} [W/m²] = 3,75 a = 15,432

Monate	Tage	Mittlere Außen-temperaturen [°C]	Transmissions-wärme-verluste [kWh/a]	Lüftungswärme-verluste [kWh/a]	Wärme-verluste [kWh/a]	Innere Gewinne [kWh/a]	Solare Gewinne [kWh/a]	Gesamt-Gewinne [kWh/a]	Verhältnis Gewinn/Verlust	Ausnutz-ungsgrad	Wärme-bedarf [kWh/a]
Jänner	31	-1,53	4.725	3.131	7.856	1.542	394	1.936	0,25	1,00	5.920
Februar	28	0,73	3.820	2.531	6.351	1.393	632	2.025	0,32	1,00	4.326
März	31	4,81	3.334	2.209	5.543	1.542	960	2.502	0,45	1,00	3.041
April	30	9,62	2.205	1.461	3.665	1.492	1.171	2.664	0,73	1,00	1.007
Mai	31	14,20	1.273	843	2.116	1.542	1.476	3.018	1,43	0,70	3
Juni	30	17,33	567	376	943	1.492	1.448	2.940	3,12	0,32	0
Juli	31	19,12	193	128	321	1.542	1.524	3.066	9,55	0,10	0
August	31	18,56	316	209	525	1.542	1.386	2.928	5,57	0,18	0
September	30	15,03	1.056	699	1.755	1.492	1.084	2.576	1,47	0,68	2
Oktober	31	9,64	2.274	1.506	3.780	1.542	782	2.324	0,61	1,00	1.457
November	30	4,16	3.364	2.229	5.593	1.492	410	1.902	0,34	1,00	3.691
Dezember	31	0,19	4.348	2.881	7.228	1.542	311	1.853	0,26	1,00	5.375
Gesamt	365		27.474	18.203	45.677	18.157	11.576	29.733	0,00	0,00	24.822
				nutzbare Gewinne:		13.555	7.300	20.855			

EKZ = 35,93 kWh/m²a

06 Abbildungsverzeichnis

- Abb.1 SWA-Framework flächenbezogene Masse. Quelle: Verfasser.
- Abb.2 Tabellen / Aufbauvarianten. Quelle: Verfasser.
- Abb.3 Chemische Dübelungen. Quelle: Halfen Dübelsysteme Produktinformation Technik. Seite 3.
- Abb.4 Ankerstangen. Quelle: Halfen Dübelsysteme Produktinformation Technik. Seite 20.
- Abb.5 Charakteristische Tragfähigkeit der Rahmendübel. Quelle: Europäische Technische Zulassung ETA-07/0219. Seite 20.
- Abb.6 Setzdaten HRD Rahmendübel. Quelle: Europäische Technische Zulassung ETA-07/0219. Seite 19.
- Abb.7 Zulässige Lasten HRD-U 14. Quelle: Anlage 6 zur allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-21.2-599.
- Abb.8 Setzdaten der Injektionstechnik HIT-HY70. Quelle: Planermappe – Verankerung im Mauerwerk. Firma Hilti. S.2.
- Abb.9 Daten Einzelkonsolanker. Quelle: Innovative Verankerungslösungen. Dr. Grau GmbH. S.4.
- Abb.10 Zulässige Lasten eines Einzeldübel. Quelle: www.fischer.de, Europäische Technische Zulassung ETA-98/0004. S.5.
- Abb.11 Hängezuganker FPA-5. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.10.
- Abb.12 Einbauteil. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.6.
- Abb.13 Lochband. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.11.
- Abb.14 Maßtabelle für Lochbänder. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.11.
- Abb.15 Länge der Druckschrauben. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.18.
- Abb.16 Tabelle – Länge der Druckschrauben in mm. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.18.
- Abb.17:Verstiftung – Möglichkeiten der Kombination. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.27.
- Abb.18:Norm Z-Verbindung Typ NVZ – Maße und Beanspruchbarkeit. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.23.
- Abb.19 Halfen Rückhalterung ERU – Maße und Beanspruchbarkeit. Quelle: Halfen Produktkatalog Betonfassade. S.31.
- Abb.20 Randbedingungen Wufi4.0. Quelle: Simulation Wufi 4.0 – Studie 1 durch Verfasser.
- Abb.21 Ergebnisse Wufi4.0. Quelle: Simulation Wufi 4.0 – Studie 1 durch Verfasser.
- Abb.22 Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit, Innen und Außen. Quelle: Simulation Wufi 4.0 – Studie 1 durch Verfasser.
- Abb.23 Temperatur und relative Feuchtigkeit an den Monitorpunkten 1 und 2. Quelle: Simulation Wufi 4.0 – Studie 1 durch Verfasser.
- Abb.24 Temperatur und relative Feuchtigkeit an den Monitorpunkten 3 und 4. Quelle: Simulation Wufi 4.0 – Studie 1 durch Verfasser.
- Abb.25 Vergleich Wassergehalt der diagnostischen Schichte Zellulose zur restlichen Zellulosedämmung. Quelle: Simulation Wufi 4.0 – Studie 1 durch Verfasser.
- Abb.26 Bauteildaten. Quelle: Auszug Bauphysikalische Bauteilberechnung GEQ.
- Abb.27 Randbedingungen. Quelle: Auszug Bauphysikalische Bauteilberechnung GEQ.
- Abb.28 Temperatur und Dampfdiffusionsberechnung – Seite 1. Quelle: Auszug Bauphysikalische Bauteilberechnung GEQ.
- Abb.29 Temperatur und Dampfdiffusionsberechnung – Seite 2. Quelle: Auszug Bauphysikalische Bauteilberechnung GEQ.

07 LITERATURVERZEICHNIS

BÜCHER und ZEITSCHRIFTEN

Paul Eicher, Systematisierung von vorgehängten hinterlüfteten Fassaden, Diplomarbeit TU Graz, 2000

"Wege zur Steigerung des Bauvolumens um 500% bei standardisierter thermischer Althausanierung". Projektbericht der Programmlinie „Haus der Zukunft“ Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. 2005

Christoph Riccabona, Baukonstruktionslehre: Rohbauarbeiten, Karl Mezera . - 9. Aufl. Wien : Manz [u.a.], 2010

Martin Mittag, Baukonstruktionslehre, Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/ Wiesbaden, 2000

Walter Gross, Die Gemeinde Kappel am Krappfeld. Ein Heimatbuch. 1. Aufl. Hg.: Gemeinde Kappel am Krappfeld, St. Veit an der Glan 1996

INTERNET

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6516>, 30.04.2012.

<http://www.baulinks.de/webplugin/2008/0654.php4>

<http://www.linzmeier.de/de/litec-bausysteme>

<http://www.netteam.at/opmodule/user/brucha-neu/default.asp?kat=18&op=3>

Deutsche Fassung:
Beschluss der Curricula-Kommission für Bachelor-, Master- und Diplomstudien vom 10.11.2008
Genehmigung des Senates am 1.12.2008

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

Englische Fassung:

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

.....
date

.....
(signature)