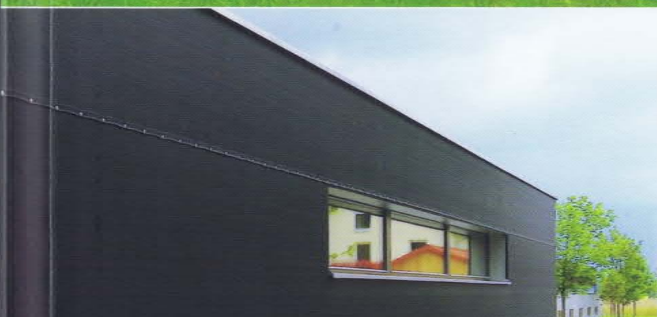




Rudolf Lückmann

PASSIVHÄUSER WOHNGEBÄUDE

Musterprojekte, Konstruktionsdetails, Kennwerte



IMPRESSUM

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2011 by WEKA MEDIA GmbH & Co. KG

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung – auch auszugsweise – nicht gestattet.

Wichtiger Hinweis

Die WEKA MEDIA GmbH & Co. KG ist bemüht, ihre Produkte jeweils nach neuesten Erkenntnissen zu erstellen. Deren Richtigkeit sowie inhaltliche und technische Fehlerfreiheit werden ausdrücklich nicht zugesichert. Die WEKA MEDIA GmbH & Co. KG gibt auch keine Zusicherung für die Anwendbarkeit bzw. Verwendbarkeit ihrer Produkte zu einem bestimmten Zweck. Die Auswahl der Ware, deren Einsatz und Nutzung fallen ausschließlich in den Verantwortungsbereich des Kunden.

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
Sitz in Kissing
Registergericht Augsburg
HRA 13940

Persönlich haftende Gesellschafterin:
WEKA MEDIA Beteiligungs-GmbH
Sitz in Kissing
Registergericht Augsburg
HRB 23695

Geschäftsführer: Stephan Behrens, Michael Bruns, Werner Pehland

WEKA MEDIA GmbH & Co. KG
Römerstraße 4, D-86438 Kissing
Fon 0 82 33.23-40 00
Fax 0 82 33.23-74 00
service@weka.de
www.weka.de

Umschlag geschützt als Geschmacksmuster der
WEKA MEDIA GmbH & Co. KG

Satz: Fotosatz Buck, Zweikirchener Str. 7, D-84036 Kumhausen/Hachelstühl
Druck: Kessler Druck + Medien, Michael-Schäffer-Str. 1, D-86399 Bobingen
Printed in Germany 2011

ISBN 978-3-8277-1637-8
1075388



Vorwort

Lieber Leser, liebe Leserin,

wer behauptet, beim Bauen gäbe es keine Innovationen, hat sich schwer geirrt. Die Baugeschichte ist geprägt von langen Phasen ewig wiederkehrender Nachahmung oder detaillierten Verfeinerungen. Aber es gab eben auch Perioden, in denen sich die Entwicklung überschlug. Selten kommen die ursächlichen Herausforderungen allerdings von den Baufachleuten. Es waren vielmehr häufig wirtschaftliche Zwänge oder der gesellschaftliche Wandel, in welche sich die Veränderungen als Bausteine einfügten.

Heute steht der Klimaschutz wie kein anderes Thema im Vordergrund. Seit den frühen 70er-Jahren ist, von der ältesten Industrienation England kommend, das Verantwortungsgefühl für unsere Umwelt bei allen Menschen stärker geworden. Es begann sich erst gesellschaftlich, dann politisch zu Wort zu melden. Das führte 1997 zum Kyoto-Protokoll. Es könnte als riesiger Erfolg menschlicher Vernunft in die Geschichte eingehen. Wichtige Staaten vereinbarten freiwillig ab 2005 bis 2012 weltweit die Treibhausgase herabzusetzen. Bis heute haben 192 Länder das Abkommen ratifiziert.

So wenig es verständlich war, dass die USA mit einem Anteil von annähernd einem Viertel der Emissionen dem Kyoto-Protokoll nicht beipflichten wollten, so sehr hat diese ignorante Haltung andere motiviert, besonders bei diesem Thema Profil zu zeigen. Trotz der in der letzten Dekade sogar über 15 % gestiegenen Emissionen seitens den USA, bröckelt auch dort die Front der Ablehner. Der Bundesstaat Kalifornien beschloss 2006 für sein Territorium, den Kohlenstoffdioxidausstoß bis 2020 um 25 % zu reduzieren.

Das Kohlenstoffdioxid (CO₂) hat nur einen Anteil von ca. 20 % der gefährdenden Treibhausgase. Da es aber leichter zu messen ist, wird es als Referenzwert für die generelle Belastung herangezogen. Es entsteht auch natürlich, aber durch den Menschen bedingt überproportional bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Das geschieht insbesondere im Verkehr, beim Heizen, bei der Stromerzeugung und in der Industrie. Daher sind diese Energieverbraucher im Fokus der Politik.

In Deutschland, wo man sich mit einer weltweit gesehen geringen Einwohnerzahl immerhin für 3,4 % des Treibhausgases verantwortlich zeigt, nahm der Gesetzgeber dieses Thema im Bereich des Bauens frühzeitig auf. Die Wärmeschutzverordnung (WSchV) und die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlV) wurden am 01.02.2002 zu einer neuen Richtlinie zusammengefasst. Diese neue Form betrachtete erstmals unterschiedlichste Aspekte der Energiebewirtschaftung für ein Haus gemeinsam. Im Vordergrund stand seitdem die Gesamtbilanz eines Gebäudes, wobei der Faktor Anlagentechnik und der bauliche Wärmeschutz in gewissem Maße miteinander verrechnet werden konnten. Ebenso spielten der Gebäudetyp, seine Geometrie und Abmessungen und die sich aus der Umfassungsfläche ergebenden Transmissionswärmeverluste eine Rolle.

Schon 2004 erfolgte die erste Verschärfung. Bedingt durch die Angleichung an europäisches Recht über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (2002/91/EG) erschien zum 01.10.2007 eine weitere, neue Fassung. Sie nahm erstmals Nichtwohngebäude auf und brachte Veränderungen zum Thema regenerative Energie, eine stärkere Berücksichtigung des sommerlichen Wärmeschutzes und schrieb die energetische Inspektion von Klimaanlage fest. Ebenso wurde der Energieausweis eingeführt.

Weniger motivierend stehen dem die Veränderungen der weltweiten Treibhausbilanz entgegen. Im November 2008 veröffentlichte das UN-Klimasekretariat eine Steigerung der Treibhausgasemissionen in den erfassten 40 Industriestaaten zwischen den Jahren 2000 und 2006 um 2,3 %. Erneut wurde die Politik zum Handeln aufgefordert. In der Europäischen Union nahmen die Verantwortlichen das Thema ernst. Es betrifft in besonderem Maße Deutschland, da unsere Emissionen trotz der über die letzte Dekade erzielten anteiligen Reduzierungen immer noch höher sind als die von Frankreich und Spanien zusammen.

Die noch geltende Fassung der EnEV wurde zum 01.10.2009 eingeführt. Sie setzt die Beschlüsse zum Integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Europäischen Union weitgehend um. Im Ergebnis soll der Energie-, Heizungs- und Warmwasser-

Projektbeschreibung

Minimal Impact House in Frankfurt/Main

Steckbrief

► Bauherr	Hans Drexler
► Entwurf und Projektleitung	Drexler Guinand Jauslin Architekten Walter-Kolb-Straße 22 60594 Frankfurt am Main
► TGA-Planung	Drexler Guinand Jauslin Architekten
► Grundstücksfläche	119 m ²
► Hauptnutzfläche	154,40 m ² , im Erdgeschoss 29 m ²
► Bruttogrundfläche	40,70 m ²
► Gesamtbaukosten (brutto)	338.000 €
► Bauzeit	2006 bis 2007

Projektbeschreibung

Das Projekt wurde vom Architektenteam Drexler Guinand Jauslin Architekten GmbH im Verbund mit dem Fachgebiet Entwerfen und energieeffizientes Bauen von Prof. Hegger der TU Darmstadt als Prototyp für nachhaltigen Wohnungsbau in der Stadt entwickelt. Dabei wurden die Herstellung des Gebäudes, der Betrieb und die Standortfaktoren betrachtet. Ein wesentliches Ziel war es, einen Ausdruck für nachhaltiges Bauen zu finden, der seinem urbanen Standort angemessen und zeitgemäß ist, und über die immerwährende Diskussion über Energiekosten und Klimawandel hinausgehend auch architektonische und städtebauliche Qualitäten zu entwickeln. Damit wurde das Minihaus mehr als nur ein Passivhaus.

Die grundlegende Idee war die Schaffung eines Einfamilienhauses in der Stadt. Der Wunsch nach einem eigenen Heim treibt viele Menschen in die Randgebiete der Städte, da dies scheinbar nur dort zu erfüllen ist. Die Vorzüge des städtischen Lebens wie z.B. die Infrastruktur werden dabei zurückge-



lassen. Schafft man es, das Leben und Wohnen in der Stadt und die Vorzüge eines eigenen Heims zu vereinen, kann auch die Nachverdichtung in unseren Städten gelingen.

Der Planungsprozess beginnt mit der Standortwahl, denn der Standort eines Gebäudes hat langfristige Effekte auf seine Gesamtbilanz. Im Rahmen der Studie wurden verschiedenste Standorte untersucht. Das gewählte Grundstück hat eine Größe von gerade 119 m². Es wird einseitig durch die Brandwand des benachbarten Hauses begrenzt.



- 1 Eingangstreppe
- 2 auskragendes Obergeschoss/
Parzellengrenze
- 3 Gehweg
- 4 Verdunstungsanlage/
Schilfbeet
- 5 Stellplätze

Bild 1: Übersichtslageplan

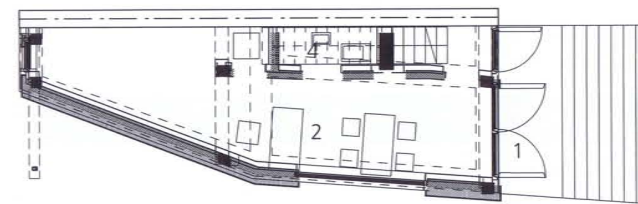
Für eine Bebauung des Grundstücks musste eine Gebäudetypologie entwickelt werden, die auf kleiner Wohnfläche hohe Raumqualität mit vielfachen Nutzungsmöglichkeiten bietet. Dies fördert die Identifikation der Bewohner mit dem Gebäude und macht es flexibler und anpassungsfähig, was wiederum eine langfristige Nutzung und den Erhalt des Gebäudes sichert.

Entstanden ist ein Wohn- und Bürogebäude mit insgesamt fünf Geschossen. Das Gebäude ist aufgrund seines Standorts und der Grundrissgestaltung flexibel nutzbar. Es lassen sich verschiedene Szenarien gestalten.

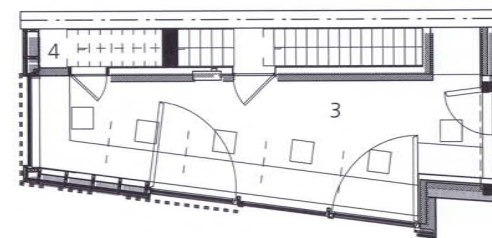
- Szenario 1:
 - Wohneinheit 1: über 4., 3. und 2. OG
 - Wohneinheit 2: 1. OG
 - Wohneinheit 3: EG
- Szenario 2:
 - Wohneinheit 1: über 4., 3. und 2. OG
 - Gewerbeinheit 2: 1. OG
 - Gewerbeinheit 3: EG
- Szenario 3:
 - Gewerbeinheit 1: über 4., 3. und 2. OG
 - Gewerbeinheit 2: 1. OG
 - Gewerbeinheit 3: EG

In jedem Fall können drei separate Einheiten gebildet werden, die durch das Treppenhaus getrennt zu erschließen sind.

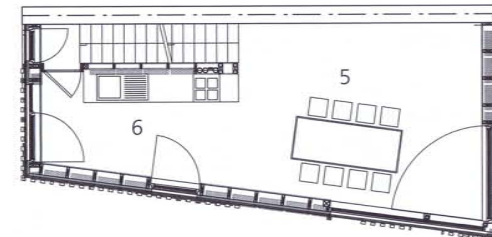
Grundriss EG



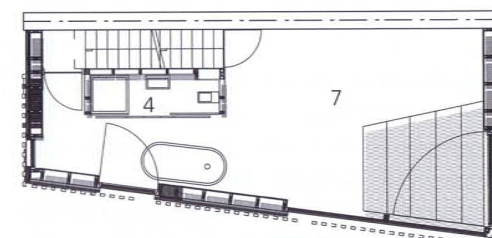
Grundriss 1. OG



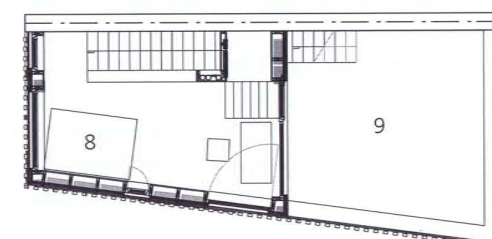
Grundriss 2. OG



Grundriss 3. OG



Grundriss 4. OG



- 1 Eingangstreppe
- 2 Büro/Showroom
- 3 Büro
- 4 WC/Bad mit Dusche
- 5 Meeting und Sozialraum
- 6 Küche
- 7 Wohnen
- 8 Schlafen
- 9 Dachterrasse

Bild 2: Grundrisse aller Geschosse

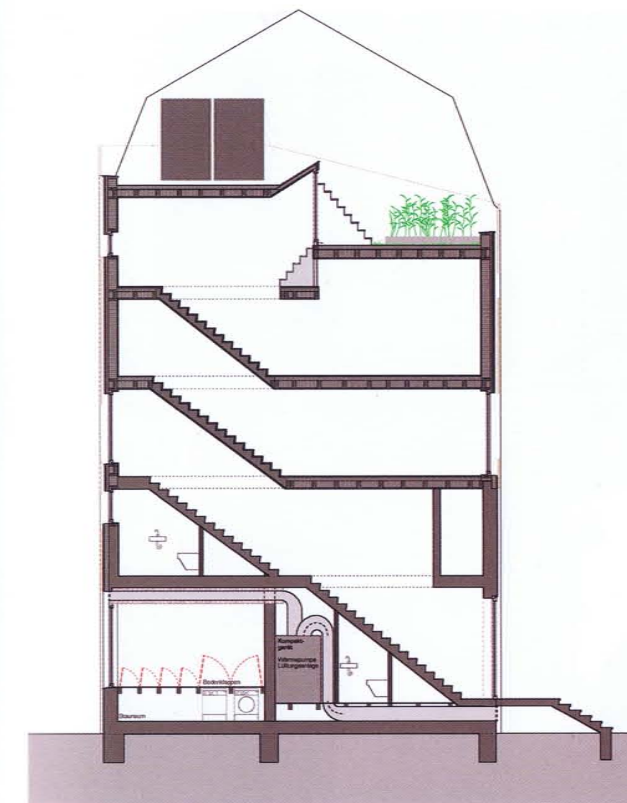


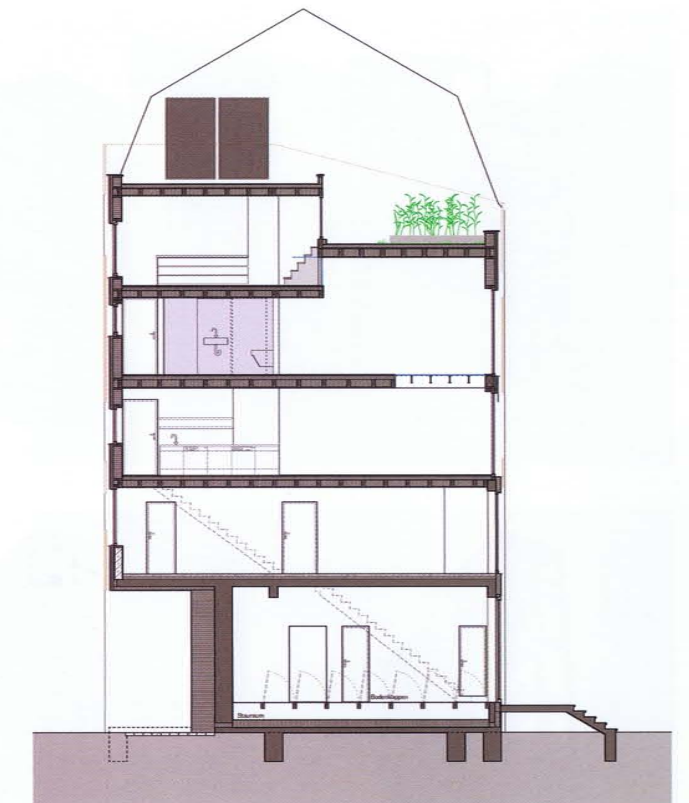
Bild 3: Gebäudeschnitte

Die Grundrisse zeigen den derzeitigen Nutzungszustand mit einer Gewerbeinheit über das Erd- und erste Obergeschoss und einer Wohneinheit über das zweite, dritte und vierte Obergeschoss. Im zweiten Obergeschoss befindet sich der Meetingraum des Büros.

Konstruktion

Das mehrgeschossige Gebäude wurde in Holzbauweise errichtet. Die Stützen und Decken im Erd- und ersten Obergeschoss sind aus Stahlbeton. Das zweite bis vierte Obergeschoss ist in Holzbauweise aufgesetzt.

Brandschutzanforderungen sind meist der Grund dafür, dass mehrgeschossige Holzbauten bereits in der Planungsphase scheitern. Mit Brandschutzbauplatten wird die Feuerwiderstandsfähigkeit der Holzkonstruktion verbessert. Mit der Novellierung der Musterbauordnung sind nun die gesetzlichen Grundlagen für mehrgeschossige Bauten aus Holz (Gebäudeklasse 4) gegeben. Auch wenn die zusätzlichen Maßnahmen zum Erreichen der geforderten



Feuerwiderstandsdauer aufwendig sind, kann die Zeitersparnis beim Bau dazu beitragen, die Finanzierungskosten während der Bauphase zu reduzieren.

Die tragenden Konstruktionen aus Holz wurden allseitig bekleidet und somit gegen Feuer gekapselt. So wurde abweichend von der Landesbauordnung eine Feuerwiderstandsdauer von K 30 erreicht. Es wurden zusätzliche Kompensationsmaßnahmen im Brandschutzkonzept vorgesehen. Es wurde ein Fluchtwegplan erstellt, mit dem nachgewiesen werden konnte, dass das Gebäude innerhalb weniger Minuten zu evakuieren ist. Weitere Maßnahmen wurden vorgenommen und die Anordnung von vernetzten Rauchmeldern wurde geschaffen. Um Brandstiftung und Mülltonnenbränden vorzubeugen, wurde das Erdgeschoss in massiver Bauweise errichtet.

Durch die Brandschutzbekleidungen der Holztragkonstruktionen ergibt sich eine doppelte Innenbekleidung, die sich wiederum positiv auf das Raumklima auswirkt.



Bild 4: Konstruktionsskizzen



Bild 5: Blick auf die Gebäudeecke



Bild 6 und 7: Detailaufnahmen der Fassade



Bild 8 und 9: Innenaufnahmen, 2. OG

Bei der Wahl der Ausbaumaterialien und Oberflächen wurde berücksichtigt, dass gerade diese Teile eines Gebäudes die kürzesten Renovierungsintervalle fordern. Umso wichtiger war es, durch die Wahl qualitativ hochwertiger Materialien eine höhere Dauerhaftigkeit zu erreichen und somit einem häufigen Austausch vorzubauen.

Die Fassade ist mit Phenolharzplatten mit Holzfurnier bekleidet. Diese erwiesen sich in der Ökobilanzierung gegenüber einer Bekleidung aus unbehandelten Holzplatten als wertvoller. Dazu trug u.a. bei, dass die ausgewählten Phenolharzplatten hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften nahezu dauerhaft mangelfrei sind.



Bild 10 und 11: Innenaufnahmen, 3. OG

Die Fassadengestaltung entstand in der Auseinandersetzung mit der Geschichte des Orts. Das Grundstück war durch zwei hochgewachsene Pappeln geprägt. Die Fassade sollte an den Schatten des Blattwerks erinnern, da die Bäume nicht gehalten werden konnten. Bei der Ideenfindung wurde auch auf die Fassaden der Gebäude in der Nachbarschaft Bezug genommen. Die Gebäude aus den 70er- und 80er-Jahren haben Fassaden aus vorgehängten, vertikalen Elementen, die durch die starke Aufgliederung in ihre einzelnen Schichten eine Aufweichung der Grenze zwischen innen und außen versuchten. Daraus wurde eine Fassade entwickelt, die mit vertikalen Holzstäben, vor den Fassadenplatten angeordnet, die Schattenflächen der Bäume aus den Fassadenstudien überträgt.



Bauphysikalische Situation

Ein kompaktes Volumen trägt zu einem günstigen A/V-Verhältnis bei. Die schmale und hohe Form des Baukörpers hat eine vergleichsweise große Hüllfläche. Kleine Gebäude (kleine Nutzfläche) haben grundsätzlich ein schlechteres A/V-Verhältnis als größere Gebäude. Vorteilhaft wirkte sich beim Minihaus aus, dass es direkt an ein bestehendes Gebäude angebaut wurde. Dies ist ein Vorteil, der bei Bauvorhaben im innerstädtischen Bereich oft genutzt werden kann.

Das gesamte Gebäude ist hoch gedämmt. Eingesetzt wurde im Normalfall eine mineralische Wärmedämmung mit Stärken von 20–26 cm. An kleinen Teilflächen, wie z.B. an Stirnseiten von Stahlbetonteilen, wurden Vakuumdämmplatten mit deutlich geringerer Materialstärke eingebaut. Der Einbau dieser Paneele erfordert extreme Sorgfalt, da deren Hülle nicht verletzt werden darf.

Die größten Wärmeverluste (66 %) entstehen durch die Fensterflächen. Zum Einsatz kamen Dreifachverglasungen, die einen U-Wert von ca. $0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ erreichen. Die Wärmeverluste können zum Teil durch solare Energieeinträge kompensiert werden. Solare Energiegewinne werden aber auch außerhalb der Heizperiode eingetragen und können zu einer Überhitzung des Gebäudes führen. Durch das in Deutschland gemäßigte Klima ist meist eine passive Gebäudekühlung angezeigt. Beim Minihaus wurden am Standort Untersuchungen durchgeführt, die bei der Bewertung des Wärmeeintrags und bei der Beurteilung der Gefahr durch Überhitzung in der Sommerperiode hilfreich waren. So wurden z.B. die Belichtungsverhältnisse simuliert. Durch den Einsatz von Verschattungselementen und den Einbau von kühlenden Bauteilen (Gründach) kann eine kurzzeitige Überhitzung minimiert werden. Im konkreten Fall wird auch die Speichermasse der Gebäudetrennwand genutzt. Die massive Schale der Außenwand mit zwei Lagen Gipskartonbeplankung kann zusätzlich größere Mengen Wärme kurzzeitig speichern und zeitverzögert abgeben. Ein außenliegender Sonnenschutz verringert den Wärmeeintrag.

Der Nachweis nach PHPP wurde geführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die bauphysikalischen Einzelkennwerte der Bauteile zeigt Tabelle 2.



Bild 12 und 13: Innenaufnahmen 4. OG



Bild 14: Dachterasse

Tabelle 1: Passivhausnachweis (PHPP)

Allgemeine Kennwerte		
Baujahr	2007	
Anzahl Wohneinheiten	2	
Anzahl Personen	4,40	
umbautes Volumen V _e	666,60 m ³	
Innentemperatur	20 °C	
interne Wärmequellen	4 W/m ²	
Kennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche		
	realisierte Werte des Projekts	Grenzwerte für PH-Zertifikat
Energiebezugsfläche	154,35 m ²	
Energiekennwert Heizwärme	14 kWh/(m ² a)	≤ 15 kWh/(m ² a)
Drucktestergebnis	0,22 h ⁻¹	≤ 0,60 h ⁻¹
Primärenergie-Kennwert (Warmwasser, Heizung, Hilfs- und Haushaltsstrom)	82 kWh/(m ² a)	≤ 120 kWh/(m ² a)
Primärenergie-Kennwert (Warmwasser, Heizung und Hilfsstrom)	34 kWh/(m ² a)	
Heizlast	13,80 W/m ²	
Kennwert mit Bezug auf Nutzfläche nach EnEV 2006		
	realisierte Werte des Projekts	Anforderung der EnEV
Nutzfläche nach EnEV 2006	143 m ²	
Primärenergie-Kennwert (Warmwasser, Heizung und Hilfsstrom)	34 kWh/(m ² a)	≤ 40 kWh/(m ² a)

Tabelle 2: Bauphysikalische Kennwerte Einzelbauteile

Bauteil-bezeichnung	Bauphysikalische Kennwerte nach DIN EN ISO 6946 U [W/(m ² K)]	Skizze
Außenwand Sockel	0,117	1 Innenputz, d = 10 mm 2 Hochlochziegel, d = 17,5 cm 3 PS-Extruderschaum, WLG 025, d = 200 mm 4 Mineralputz, d = 20 mm
Außenwand Holzständer	0,130	1 Gipsfaserplatte, zweilagig, d = 25 mm 2 Konstruktionsholz, d = 250 mm 3 Faserdämmplatte WLG 045, d = 50 mm 4 Faserdämmstoff WLG 035, d = 250 mm 5 Luftschiicht, d = 20 mm 6 Sperrholz (Phenolharzplatte) d = 25 mm
Dach	0,100	1 Gipsfaserplatte, zweilagig, d = 25 mm 2 Konstruktionsholz, d = 180 mm 3 Faserdämmstoff WLG 035, d = 180 mm 4 Flachpressplatten, d = 20 mm 5 PUR-Hartschaum WLG 020, d = 100 mm 6 Bitumendachbahn, d = 10 mm 7 Schüttung, d = 200 mm

Tabelle 2: Bauphysikalische Kennwerte Einzelbauteile (Fortsetzung)

Bauteil-bezeichnung	Bauphysikalische Kennwerte nach DIN EN ISO 6946 U [W/(m²K)]	Skizze
Decke über EG Überhang	0,185	1 Anhydritestrich, d = 65 mm 2 Polystyrol-Hartschaum, WLG 025, d = 35 mm 3 Betondecke, d = 200 mm 4 Polystyrol-Hartschaum WLG 025, d = 100 mm 5 Mineralputz, d = 20 mm
Bodenplatte unter EG	0,111	1 Flachpressplatten, d = 25 mm 2 Luftschicht, d = 10 mm 3 Polystyrol-Hartschaum WLG 025, d = 200 mm 4 Bodenplatte, Beton, d = 150 mm 5 Magerbeton, d = 100 mm
Fenster	0,58	–

Maßnahmen der Gebäudetechnik

Die wichtigste Voraussetzung für die effiziente Wärmeerzeugung ist die Reduktion der Umwandlungsverluste. Durch die Minimierung der Wärmeverluste über die Gebäudehülle ist nur noch ein geringer Gesamtenergiebedarf zu decken.

Für die Restheizung und die Warmwasserbereitung des Gebäudes wird im Minihaus eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingesetzt. Die im Minihaus eingesetzte Luft-Wasser-Wärmepumpe kombiniert zwei Systeme von Wärmepumpen. Eine Außenluft-Wärmepumpe entzieht der Außenluft Energie, was die Effizienz der Anlage im Winter aber sinken lässt. Die zusätzliche Abluft-Wärmepumpe kann ein höheres Temperaturspektrum abgreifen. Sie hat den Nachteil, dass der Wärmetauscher nur bis zu 85 % zwischen Ab- und Zuluft tauschen kann und die notwendige Luftmenge für den Betrieb zu gering ist. Deswegen kombiniert die im Minihaus verwendete Wärmepumpe beide Systeme, weswegen man von einem Kompaktgerät spricht. Die Wärmepumpe ist mit einem Außenluftkanal ausgestattet, sodass sie die Wärmeenergie zum Teil der Außenluft und zum Teil der Abluft entzieht, die vorher durch den Wärmetauscher die Zuluft erwärmt.

Zusätzlich gibt es Fußbodenheizung in den Räumen.

Die Warmwasserbereitung erfolgt zu 57 % aus Solarthermie. Es wurden hier Flachkollektoren eingesetzt. Die verwendete Größe von 5,20 m² war von der Größe des Pufferspeichers im Kompaktgerät abhängig. Aufgrund der geringen Platzverhältnisse musste die Fläche des Flachkollektors reduziert werden.

Nach Reduzierung des Heizenergiebedarfs spielt der Stromverbrauch eine weitere entscheidende Rolle, der ungefähr ein Drittel der CO₂-Belastung ausmacht. Deshalb war es dem Planungsteam wichtig, den Anteil an erneuerbaren Energien für die Bedarfsdeckung zu steigern. Die Wärmepumpe wird mit Ökostrom betrieben, Warmwasser zu 57 % über Solarthermie gedeckt. Der Restbedarf wird mittels Ökostrom gedeckt, sodass zusammenfassend die Deckungsrate erneuerbarer Energien 100 % beträgt.

Der Wasserhaushalt wurde im Minihaus dadurch optimiert, dass der Eingriff in den natürlichen Wasserhaushalt minimiert wurde. Das Wasser- und Abwassersystem wurde weitgehend dezentral gelöst. Das notwendige Frischwasser wird zum Teil aus Grauwasser gewonnen. Mit der Nutzung des Niederschlagswassers konnte der Frischwasserverbrauch um ca. 40 % gesenkt werden.

Alle Komponenten der Haustechnik sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Übersicht über die haustechnischen Anlagen

Heizsystem	- Restwärmeerzeugung über Kompaktgerät mit Wärmepumpe (Abluft- und Außenluftwärmepumpe) - Fußbodenheizung
System der Trinkwassererwärmung	- solare Warmwasserbereitung, Flachkollektor 5,20 m² - Luft-Luft-Wärmepumpe
System der Stromgewinnung	Nutzung erneuerbarer Energien, Ökostrom
System der Regenwassernutzung	Grauwassernutzung (Wasserverbrauch ca. 28,105 m³/(Person a))
System der Gebäudelüftung	- natürliche Lüftung durch großzügige Fensteröffnungen - gezielter und effizienter Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
System der Gebäudeautomation	keine

Baudetails

Dachrand/Attika

Austritt zur Dachterrasse

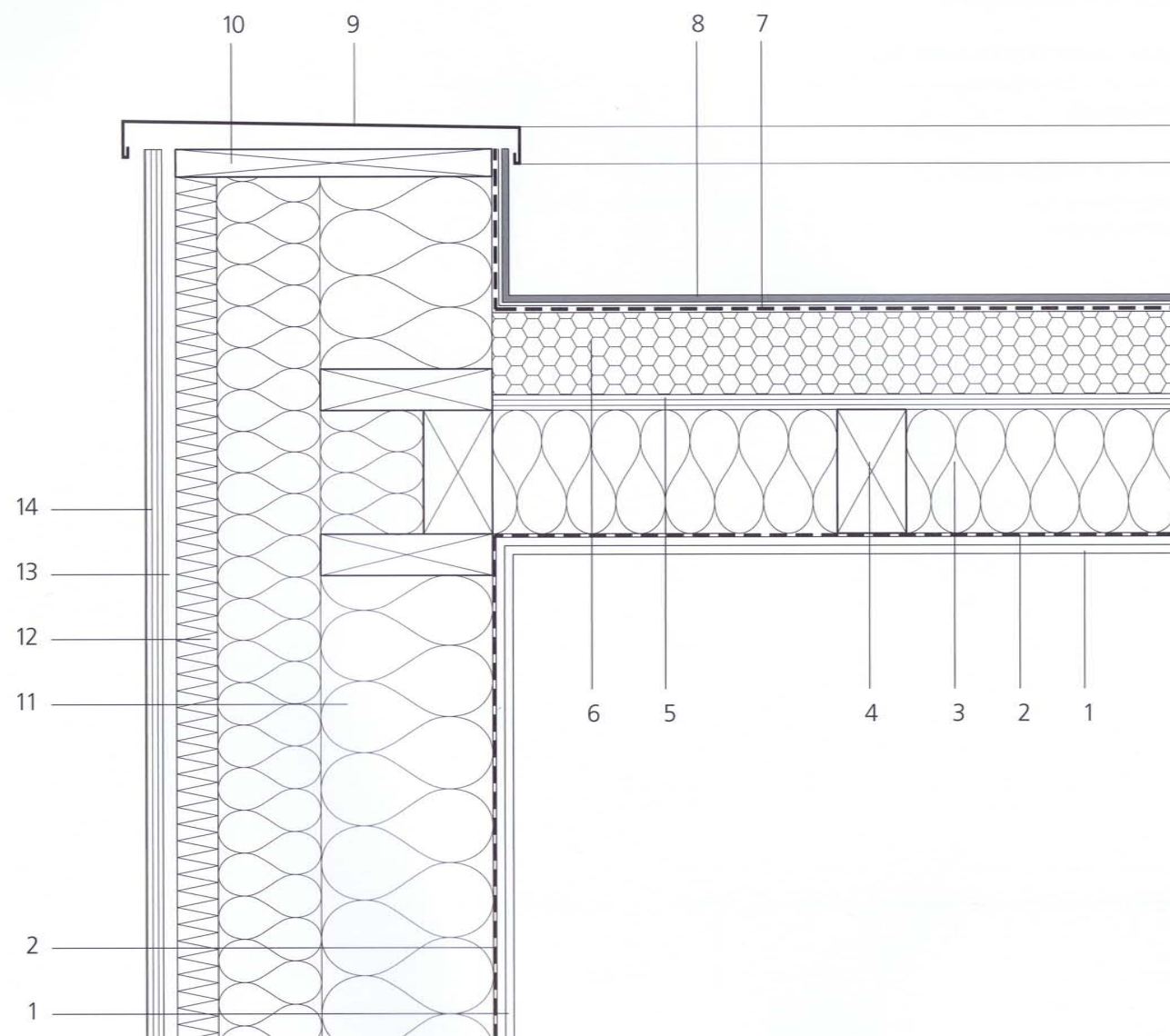
Überhang der Decke über EG

Sockeldetail

Sockel mit Eingangstreppe

Fenstereinbau

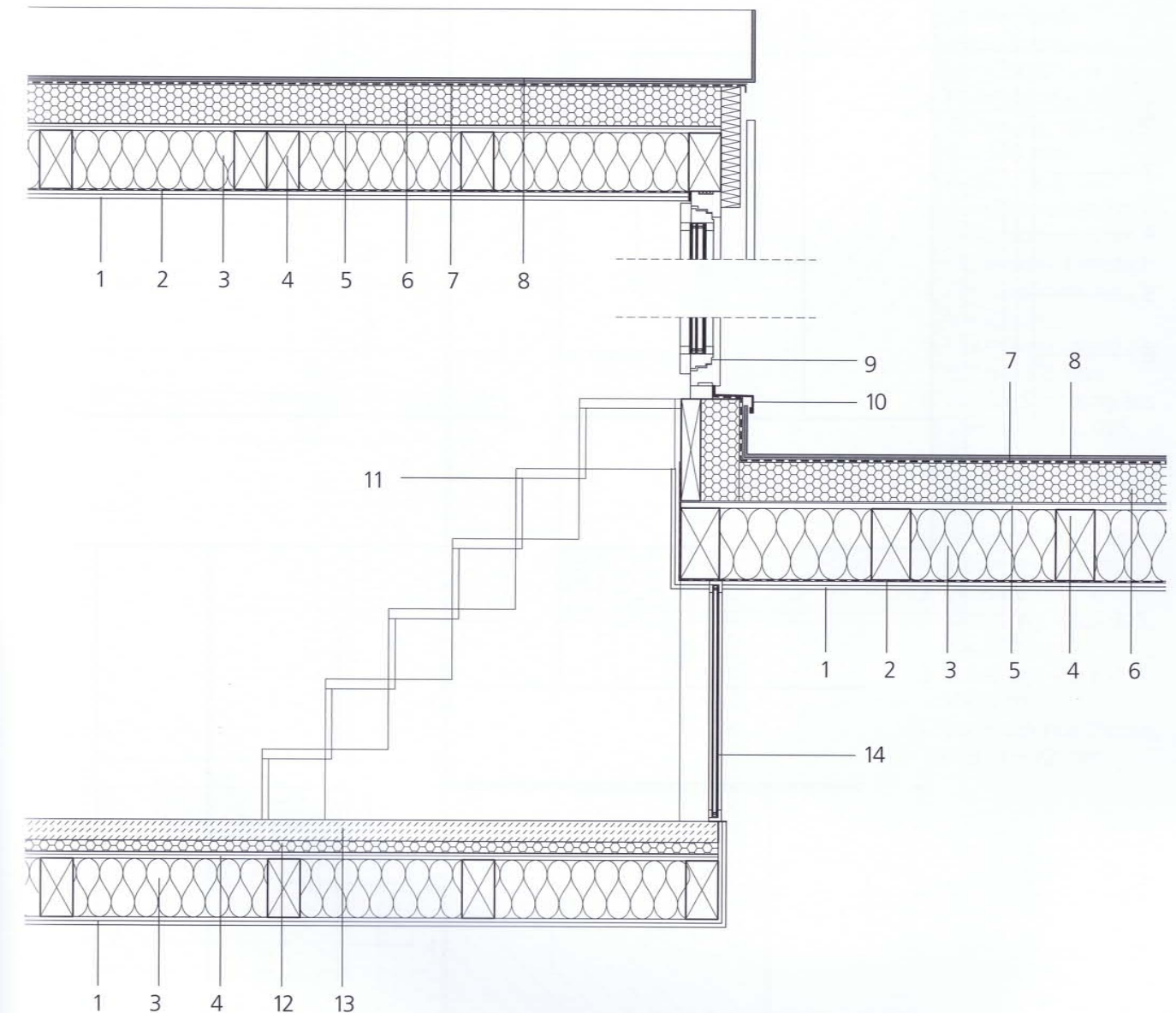
Dachrand/Attika

Maßstab
1:10

- 1 Gipsfaserplatte, 2-lagig, 12,5 + 12,5 mm
- 2 Dampfbremse
- 3 Mineralfaserdämmung zwischen Balkenlage, WLK 035, d = 180 mm
- 4 Konstruktionsholz, Balkenlage KVH 10/18
- 5 OSB-Platte als lastverteilende Schicht, wasserfest verleimt, d = 22 mm
- 6 trittfeste Wärmedämmung aus Styrodur, WLK 025, d = 120 mm
- 7 Flachdachabdichtung aus Kunststoffbahnen

- 8 Stahlwanne wasserdicht verschweißt aus Corten-Stahl, d = 10 mm
- 9 Attikaverblechung aus Zinkblech, d = 1 mm, Abwicklung 60 cm, 6-fach gekantet
- 10 Rähm aus KVH, 4/30
- 11 Mineralfaserdämmung in der Außenwandkonstruktion, WLK 035, d insg. 40 cm
- 12 bituminierte Weichfaserdämmplatte, WLK 045, d = 50 mm
- 13 Luftschicht, vertikale Unterkonstruktion 24/50
- 14 Phenolharzplatte mit Holzfurnier, d = 25 mm

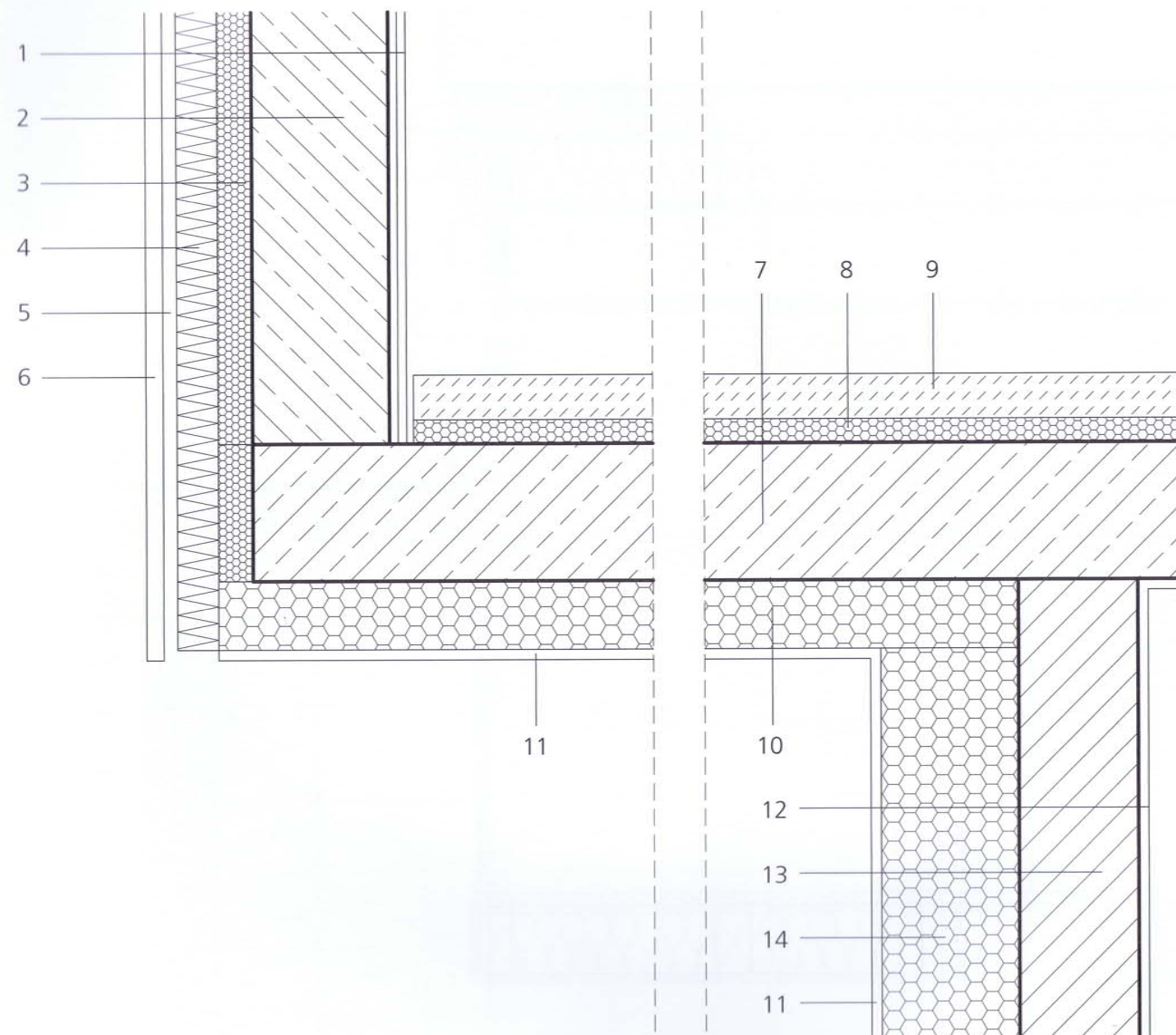
Austritt zur Dachterrasse

Maßstab
1:20

- 1 Gipsfaserplatte, 2-lagig, 10 + 15 mm
- 2 Dampfbremse
- 3 Mineralfaserdämmung zwischen Balkenlage, WLK 035, d = 180 mm
- 4 Konstruktionsholz, Balkenlage KVH 10/18
- 5 OSB-Platte als lastverteilende Schicht, wasserfest verleimt, d = 22 mm
- 6 trittfeste Wärmedämmung aus Styrodur, WLK 025, d = 120 mm

- 7 Flachdachabdichtung aus Kunststoffbahnen
- 8 Stahlwanne wasserdicht verschweißt aus Corten-Stahl, d = 10 mm
- 9 Fenstertür mit Dreifachverglasung
- 10 Fensterbankverblechung
- 11 Innentreppe
- 12 Trittschalldämmung, d = 35 mm
- 13 Heizestrich mit Epoxidharzbeschichtung, d = 65 mm
- 14 Festverglasung

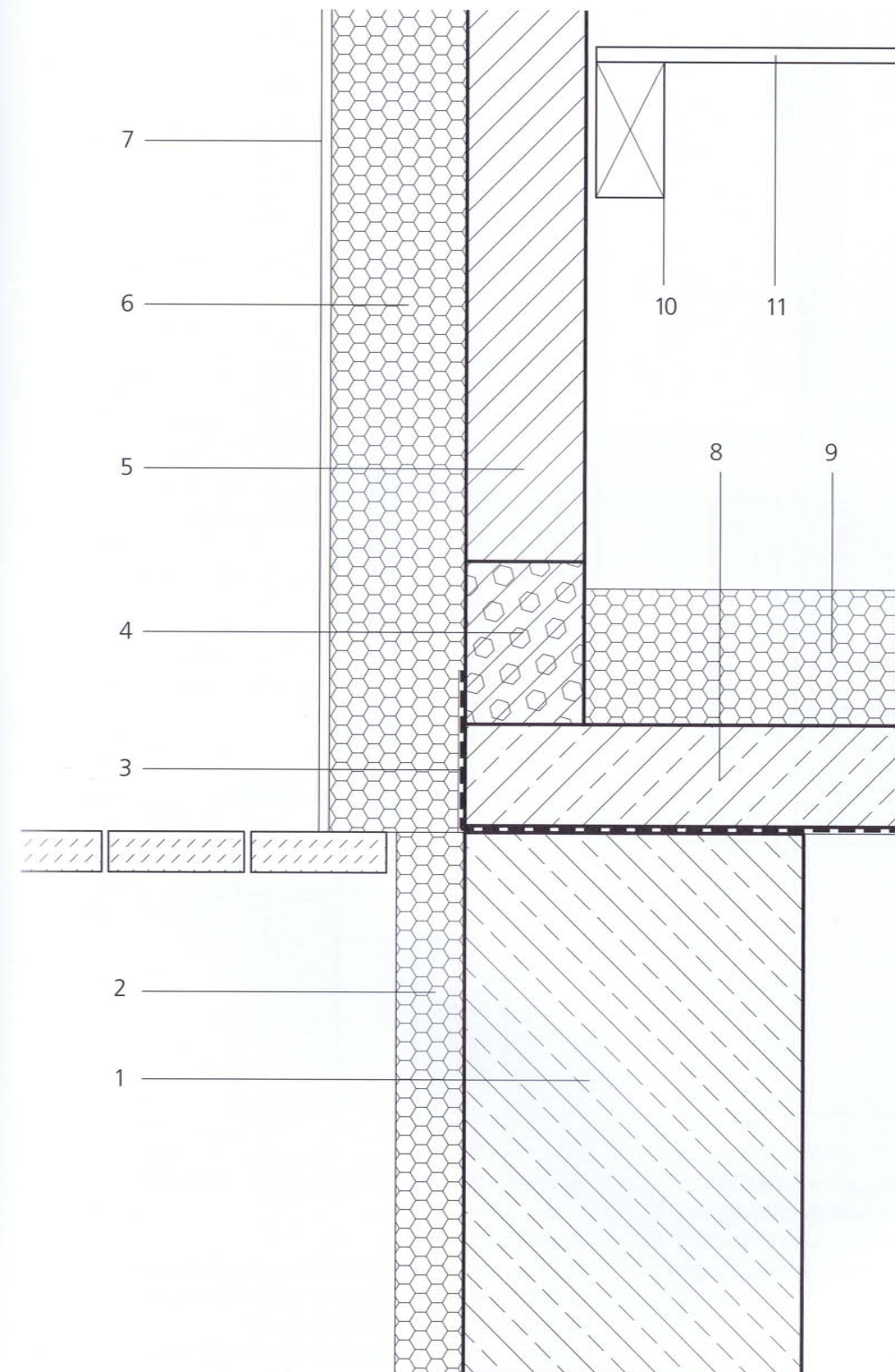
Überhang der Decke über EG

Maßstab
1:10

- 1 Gipsfaserplatte, 2-lagig, 10 + 15 mm
- 2 Stahlbetonbrüstung, d = 200 mm
- 3 VIP (Vakuum-Isolations-Paneel), d = 50 mm
- 4 bituminierte Weichfaserdämmplatte, WLG 045, d = 50 mm
- 5 Luftschicht, vertikale Unterkonstruktion 24/50
- 6 Phenolharzplatte mit Holzfurnier, d = 25 mm
- 7 Stahlbetondecke, zwischen EG und 1. OG, d = 200 mm

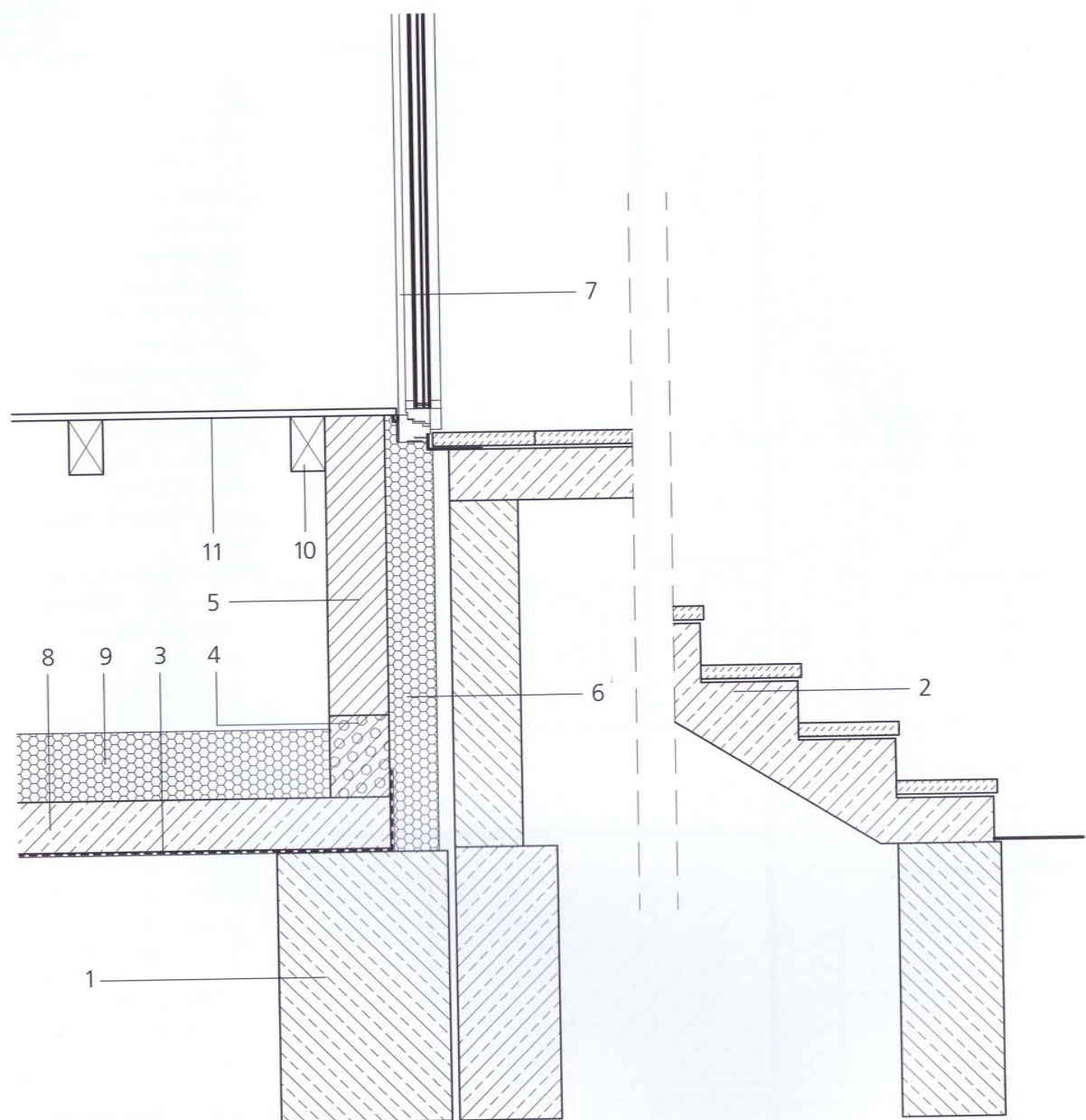
- 8 Trittschalldämmung, WLG 025, d = 35 mm
- 9 Heizestrich mit Epoxidharzbeschichtung, d = 65 mm
- 10 Wärmedämmung aus Styropor, WLG 035, d = 100 mm
- 11 mineralischer Außenputz
- 12 Innenputz
- 13 Mauerwerkswand des EG, d = 175 mm
- 14 Wärmedämmung aus Styropor, WLG 025, d = 200 mm

Sockeldetail

Maßstab
1:10

- 1 Streifenfundament, Stahlbeton, b/h = 50/80 cm
- 2 Perimeter-/Sockeldämmung, WLG 025, d = 100 mm
- 3 Abdichtung, nach dem Betonieren hochgeschlagen und am Mauerwerk befestigt
- 4 Wärmedämmstein, h = 24 cm
- 5 Mauerwerkswand des EG, d = 175 mm
- 6 Wärmedämmung aus Styropor, WLG 025, d = 200 mm
- 7 mineralischer Außenputz
- 8 Bodenplatte aus Stahlbeton, d = 150 mm
- 9 trittfeste Wärmedämmung, WLG 025, d = 200 mm
- 10 Balkenlage aus KVVH 10/20 cm
- 11 lastverteilende Platten, OSB, d = 22 mm

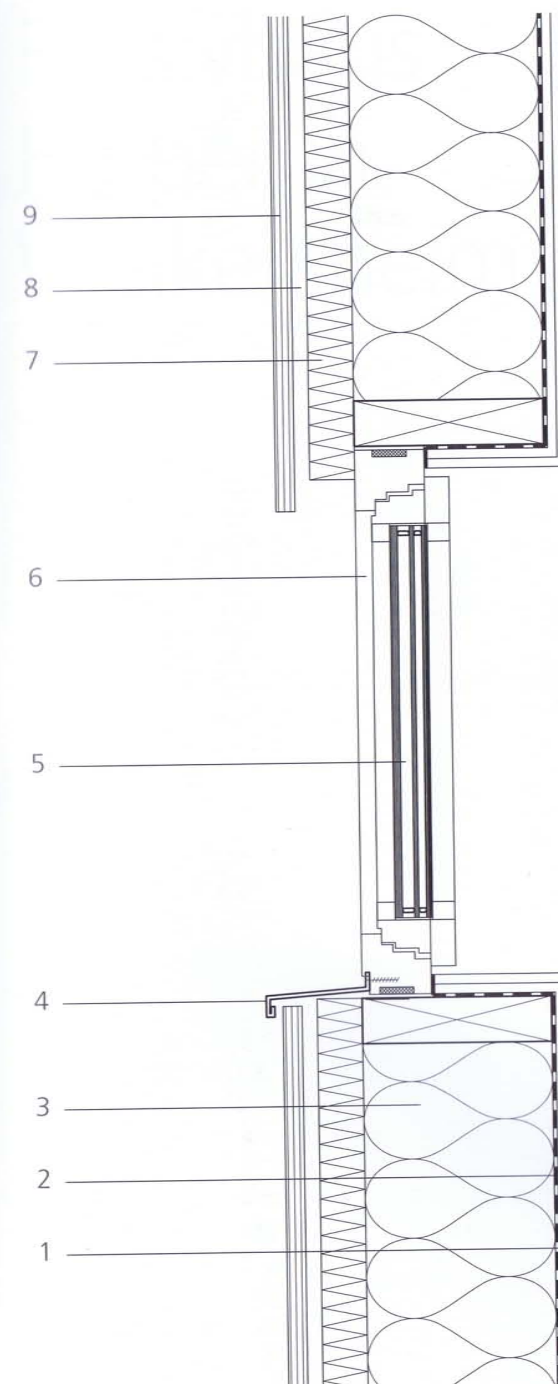
Sockel mit Eingangstreppe

Maßstab
1:20

- 1 Streifenfundament, Stahlbeton, b/h = 50/80 cm
- 2 Stahlbetonaußentreppe, Betonwerksteinbelag, thermisch getrennt
- 3 Abdichtung, nach dem Betonieren hochgeschlagen und am Mauerwerk befestigt
- 4 Wärmedämmstein, h = 24 cm
- 5 Mauerwerkswand des EG, d = 175 mm

- 6 Wärmedämmung aus Styropor, WLG 025, d = 140 mm
- 7 Außentürelement
- 8 Bodenplatte aus Stahlbeton, d = 150 mm
- 9 trittfeste Wärmedämmung, WLG 025, d = 200 mm
- 10 Balkenlage aus KVH 10/20 cm
- 11 lastverteilende Platten, OSB, d = 22 mm

Fenstereinbau

Maßstab
1:10

- 1 Gipsfaserplatte, 2-lagig, 12,5 + 12,5 mm
- 2 Dampfbremse
- 3 Mineralfaserdämmung in der Außenwandkonstruktion, WLG 035, d = 250 mm
- 4 Fensterbankverblechung, Zinkblech, d = 1 mm
- 5 Holzfenster, 3-fach isolierverglast
- 6 Rähm aus KVH, 6/25
- 7 bituminierte Weichfaserdämmplatte, WLG 045, d = 50 mm
- 8 Luftschicht, vertikale Unterkonstruktion 24/50
- 9 Phenolharzplatte mit Holzfurnier, d = 25 mm