



Foto: Gerrit Horn

Luftschutzraum

Planung und Ausführung hochwertiger Holzhäuser

Eine hochwärmegedämmte und luftdichte Gebäudehülle erfordert vom Architekten eine sorgfältige Planung: Nur dann können die Handwerker auf der Baustelle die schwierigen Detailpunkte fachgerecht ausführen. Je wichtiger die Qualität der Gebäudehülle also für ein funktionierendes Haus ist, desto intensiver muss der Architekt schon in der frühen Planungsphase „ins Detail“ gehen und sich mit den Handwerkern abstimmen.

Gut ausgefüllt: Ein Zimmermann bläst Cellulosedämmmaterial in die Außenwand eines Holzhauses

*Dipl.-Ing. Gerrit Horn,
Architekt und Zimmermeister,
Kaiserslautern-Erfenbach*

Bei der Planung und Konstruktion eines Passivhauses ist Holz ein beliebtes Baumaterial – auch für die tragende Grundkonstruktion. So entstanden in den vergangenen zehn Jahren zahlreiche Ausführungsvarianten für den Regelaufbau der Außenbauteile in Holz (siehe Zeichnung auf Seite 45 [Horn 1]). Noch weit vielfältiger stellen sich die ausgeführten Bauteilanschlüsse bei Holz-Pas-

sivhäusern dar [Horn 2]. Fast jedes gebaute Objekt kann auch heute noch als „Prototyp“ bezeichnet werden, da sich Architekten, Ingenieure und Handwerker meist zum ersten Mal mit dem Passivhaus auseinander setzen. Mangels Standardausführungen ist jeder Beteiligte manchmal gezwungen, ein „neues“ Detail zu erfinden.

Kompakte Gebäudekörper – ein absolutes Muss?

Grundsätzlich kann fast jede Gebäudeform auf Passiv-

haus-Niveau gebracht werden. Durch neue Baustoffe, wie zum Beispiel die Vakuum-Dämmung [Caps], lassen sich auch „verspielte“ Baukörper mit sehr guten Wärmedurchgangskoeffizienten planen und bauen, ohne dass zu große Bauteilstärken die Ästhetik negativ beeinträchtigen. Wenn jedoch kostengünstige Lösungen gesucht werden, so kommt dem Verhältnis zwischen der Hüllfläche und dem Gebäudevolumen (A/V-Verhältnis) ein nicht unerhebliches Gewicht zu: So lie-

gen die Mehrkosten für passivhaustaugliche, hochwärmedämmte Gebäudekonstruktionen gegenüber herkömmlichen Gebäuden mit gleicher Kubatur bei einem Einfamilienhaus mit 130 m² Wohnfläche zwischen 7000 € bei niedrigem A/V-Verhältnis und bis zu 28000 € bei ungünstig hohem Verhältnis zwischen Hüllfläche und Gebäudevolumen [Horn 3]. Denn: Insbesondere bei Holzhäusern steigen die Kosten bei komplizierteren Detail-Lösungen.

Zonierung des Grundrisses: Ja oder Nein?

Beim Entwurf lässt sich eine Zonierung oft unterschiedlich begründen. So werden beim „Solaren Bauen“ die Wohnräume meist zur Sonne (Süden) orientiert, Nebenräume hingegen ordnen viele Architekten ganz bewusst im Norden an. Für Passivhäuser wurde in der Vergangenheit diese Zonierung aus Behaglichkeitsgründen aufgrund der sehr guten thermischen Hülle als nicht unbedingt entscheidend angesehen. So wird eine nicht ausreichende Wärmezufuhr in einen einzelnen Raum als nicht so problematisch betrachtet, sofern diese Leitungsbegrenzung durch Wärmeströme aus den Nachbarräumen ausgeglichen werden kann [Feist 1]. Gerade darin liegt aber der Knackpunkt: bei Holzhäusern ist der Wärmestrom aus benachbarten Räumen aufgrund der recht niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten der Leichtbau-Innenwände und Decken von etwa $U = 0,4W/m^2K$ deutlich reduziert. Damit liegt die Wärmeleitfähigkeit von Holz-Innenbauteilen gegenüber massiven Innenbauteilen bei lediglich 12

bis maximal 20 Prozent. Messwerte in den Holz-Passivhäusern des Forschungs- und Demonstrationsprojektes „kostengünstige Passivhäuser Kaiserslautern“ zeigen, dass spürbare Temperaturunterschiede (> 2K) zwischen benachbarten Räumen auftreten können, auch wenn dem Gebäude insgesamt die erforderliche Heizleistung zugeführt wird [Horn 3].

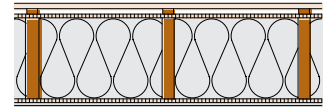
Für die angesprochene Zonierung hat das einen entscheidenden Vorteil: Zwar muss die Auslegung der Nachheizung für alle Räume wesentlich exakter erfolgen und die reine Nachheizung über das Lüftungssystem kommt an ihre Grenzen, aber im Gegenzug dazu kann die drängende Nachfrage nach unterschiedlich temperierten Räumen für das Passivhaus im Holzbau leichter umgesetzt werden als beim Mauerwerksbau. Die Anordnung von Schlafräumen im Norden kann dort eine Zone mit etwas geringeren Temperaturen bewirken, die oft von den Bauherren gefordert wird.

Erste Skizzen mit dem 6B-Stift?

Passivhäuser sind wesentlich besser gedämmt als Niedrigenergiehäuser oder gar Häuser nach der Energieeinsparverordnung. Also sollte beim Entwurf die wesentlich größere Wandstärke nicht vergessen werden. Reichen bei herkömmlichen Holzhäusern 20 bis 25 cm Gesamt-Wandstärke aus, so liegt die übliche Wanddicke bei Holz-Passivhäusern schon bei 45 bis 50 cm. Schon beim Zeichnen des ersten Entwurfes für ein sehr gut gedämmtes Gebäude sollte deshalb der Bleistift mit der breiten Seite des

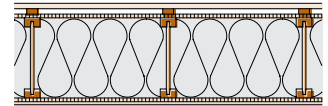
Vollholz - Stiele :

- 24 mm Außenverkleidung (Holz)
- 24 mm Luftschicht mit Lattung 24/48 e = 62,5 cm oder e = 83,5 cm
- 16 mm DWD Holzwerkstoffplatte
- 360 mm Dämmung WLG 040
- 360 mm Konstruktionsvollholz 60/360 e = 62,5 cm oder e = 83,3 cm
- 15 mm OSB Holzwerkstoffplatte
- 10 mm Gipsfaserplatte



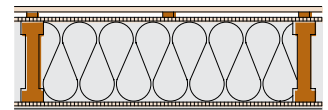
Holz - Stegträger TJI Pro oder 350 :

- 24 mm Außenverkleidung (Holz)
- 24 mm Luftschicht mit Lattung 24/48 e = 62,5 cm
- 16 mm DWD Holzwerkstoffplatte
- 356 mm Dämmung WLG 040
- 356 mm Holz-Stegträger TJI Pro 350/356 e = 62,5 cm Gurte 58/38 mm
- 15 mm OSB Holzwerkstoffplatte
- 10 mm Gipsfaserplatte



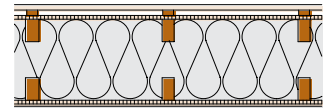
Schalungsträger e = 1,25 m :

- 24 mm Außenverkleidung (Holz)
- 24 mm Luftschicht mit Lattung 24/48 e = 62,5 cm
- 16 mm DWD Holzwerkstoffplatte
- 360 mm Dämmung WLG 040
- 360 mm Schalungsträger NH II e = 1,25 m Gurte: 60/100 Steg 60/240
- 15 mm OSB Holzwerkstoffplatte
- 10 mm Gipsfaserplatte



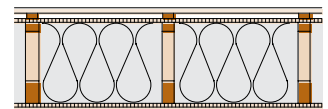
Doppelte Wand:

- 24 mm Außenverkleidung (Holz)
- 24 mm Luftschicht mit Lattung 24/48 e = 62,5 cm
- 16 mm DWD Holzwerkstoffplatte
- 360 mm Dämmung WLG 040
- 360 mm Konstruktionsvollholz 2x 60/100 e = 62,5 cm
- 15 mm OSB Holzwerkstoffplatte
- 10 mm Gipsfaserplatte



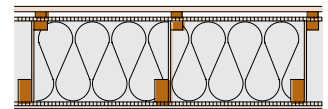
Boxträger:

- 24 mm Außenverkleidung (Holz)
- 24 mm Luftschicht mit Lattung 24/48 e = 62,5 cm
- 16 mm DWD Holzwerkstoffplatte
- 40/60 Vollholz NH II
- 360 mm Dämmung WLG 040
- 3,2 mm Hartfaserplatte (auf Gurthölzer geklammert)
- 60/100 Vollholz e = 62,5 cm
- 15 mm OSB Holzwerkstoffplatte
- 10 mm Gipsfaserplatte



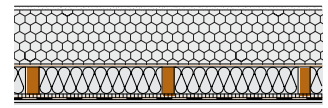
Z - Träger:

- 24 mm Außenverkleidung (Holz)
- 24 mm Luftschicht mit Lattung 24/48 e = 62,5 cm
- 16 mm DWD Holzwerkstoffplatte
- 40/60 Vollholz NH II
- 360 mm Dämmung WLG 040
- 8 mm Flachpressplatte V 100
- 60/100 Vollholz e = 62,5 cm
- 15 mm OSB Holzwerkstoffplatte
- 10 mm Gipsfaserplatte



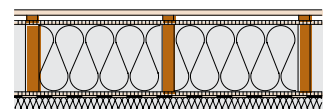
Rahmenwerk + Thermohaut:

- 15 mm Außenputz
- 240 mm Thermohaut WLG 040
- 13 mm Flachpressplatte V 100
- 120 mm Dämmung WLG 040
- 120 mm Konstruktionsvollholz 60/120 e = 62,5
- 15 mm OSB Holzwerkstoffplatte
- 0,2 mm Dampfsperre PE
- 10 mm Gipsfaserplatte

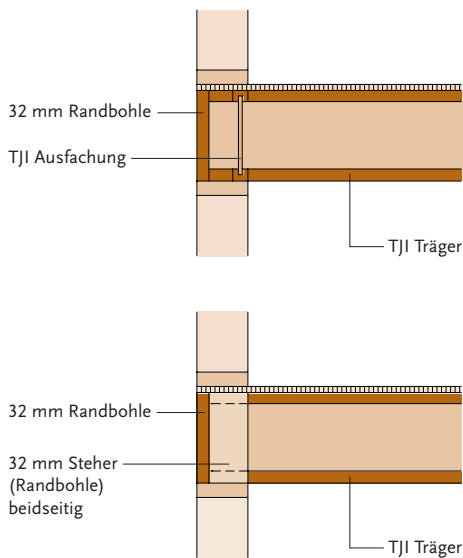


Installationsebene Vollholz:

- 24 mm Außenverkleidung (Holz)
- 24 mm Luftschicht mit Lattung 24/48 e = 62,5 cm
- 16 mm DWD Holzwerkstoffplatte
- 300 mm Dämmung WLG 040
- 60/300 Konstruktionsvollholz e = 62,5 cm
- 15 mm OSB Holzwerkstoffplatte
- 60 mm Dämmung / Lattung 40/60
- 0,2 mm Dampfsperre PE
- 10 mm Gipsfaserplatte

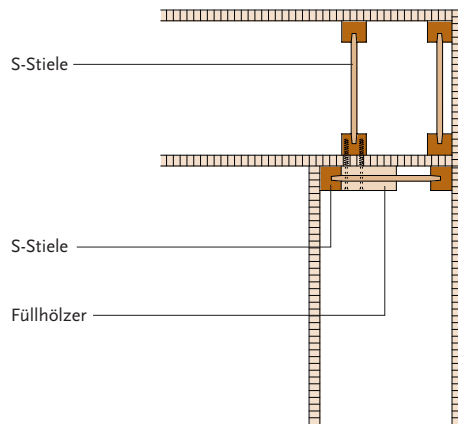


Passivhaustaugliche Außenwandkonstruktionen



Standard - Deckenaufleger

Ausführungssichere Schwalbenschwanz-Wand-eckenverbindung



TJI/Pro 250: 15 mm x 80 mm x Stiel-Länge
 TJI/Pro 350: 22 mm x 80 mm x Stiel-Länge
 TJI/Pro 550: 38 mm x 80 mm x Stiel-Länge
 Verbindung gemäß separater Berechnung

Standard - Eckausbildung



Foto: Gerrit Horn

Copic-Stiftes getauscht werden, damit von Anfang an der richtige Eindruck entsteht und die Wände schon in dieser frühen Planungsphase die richtige Breite bekommen.

PHPP geht vor Konstruktion

Ist der Grundriss und die Gebäudekubatur weitgehend entwickelt, so empfiehlt es sich, vor der konkreten Ausführungsplanung das Gebäude auf Passivhaustauglichkeit zu prüfen und gegebenenfalls den Entwurf entsprechend zu überarbeiten. In diesem Stadium müssen die Bauteil-U-Werte fest-

gelegt werden, um die Detailplanung vorzubereiten: Dazu eignet sich besonders das PassivhausProjektierungspaket PHPP auf EXCEL-Basis vom Passivhaus-Institut [PHPP].

Anforderungen an die Bauteilaufbauten

Aus den Ergebnissen der Wärmebedarfs-Berechnung werden die Dämmstoffstärken aufgrund der Bauteil-U-Werte ermittelt. Diese liegen üblicherweise zwischen 0,10 und 0,15 W/m²K für alle Außenbauteile. Zusätzlich muss die gewählte Konstruktion auch hinsichtlich der Luftdichtigkeit funktionieren und gerade an den Bauteilanschlüssen auf der Baustelle unbedingt luftdicht ausgeführt werden können.

Außenwände

Beispielhaft sind auf Seite 45 einige mögliche Varianten von passivhaustauglichen Holzkonstruktionen aufgeführt, die im Rahmen der Untersuchungen zum Forschungsprojekt „kostengünstige Passivhäuser Kaisers-

lautern“ vergleichend miteinander untersucht wurden [Horn 2]. Die Dämmstärke bei allen Varianten lag bei etwa 36 cm WL 040, U_w ≤ 0,12 W/m²K.

Grundsätzlich kann man sagen, dass alle dargestellten Konstruktionen die Anforderungen erfüllen, jedoch sind die dargestellten Vollholz-Stiele nach Einschätzung des Autors ungeeignet, da hochpreisiges Brett-schichtholz (BSH) verwendet werden muss, denn herkömmliche Vollholzdielen mit einem Querschnitt von etwa 6 x 36 cm werden nicht ausreichend maßhaltig und gerade genug sein, um daraus hochwertige Wandbauteile zu fertigen. Der Wärmebrückeneffekt aufgrund des durchgehenden Trägers ist auch nicht zu unterschätzen. Wird eine Konstruktion mit gespreizten oder getrennten Stielen gewählt, so liegt man hingegen auf der sicheren Seite.

Mit oder ohne Installationsebene?

Grundsätzlich wird zu recht die Planung einer Installationsebene innerhalb der luftdichten Hülle empfohlen. Angemerkt sei dazu jedoch, dass diese zum einen erhebliche Kosten verursachen kann und zum anderen die Luftdichtigkeitsschicht absolut nicht mehr zugänglich ist; eine Leckage führt daher zwangsläufig zu einer hinterlüfteten Installationsebene, welche die Leckageortung fast unmöglich macht. Ein sinnvoller anderer Planungsansatz ist es, auf Installationen in Außenwänden weitgehend zu verzichten. Einige wenige Steckdosen können auch mit luftdichten Hohlwanddosens ausgeführt werden – auf sorgfältigen Einbau muss

natürlich dabei geachtet werden. Alternativ können aber auch Bodensteckdosen oder Fußleisteninstallationen vorgesehen werden. Bei solchen einschaligen Wandaufbauten können durchaus auch mit Schrauben oder Nägeln Bilder und Regale an den Wänden aufgehängt werden. Solange diese befestigt sind, bleibt das Loch ohnehin dicht.; nach Entfernen der Befestigungsmittel werden die Löcher durch Verspachteln mit Gips wieder dicht.

Wandanschlüsse

Die Entwicklung von Eckdetails erfordert eine genaue Planung: Zur Vermeidung von Wärmebrücken und zur Sicherstellung eines luftdichten Anschlusses, der auf der Baustelle auch ausgeführt werden kann (siehe Foto auf der gegenüberliegenden Seite: Schwalbenschwanz-Eckverbindung), muss der Planer hier sehr sorgfältig arbeiten. Durchgehende Holzteile sollten dabei vermieden werden. Mit Wärmebrückenrechnungsprogrammen kann die Wärmebrückenfreiheit vor der Ausführung zuverlässig nachgewiesen werden.

Fensteranschluss

Die Lage der Fenster in der Wand und der luftdichte Einbau müssen genau geplant und mit den unterschiedlichen Gewerken abgestimmt werden. Die übliche Fensterbefestigung mit Blechteilen (den sogenannten Schlaudern) bringt bei der Herstellung der luftdichten Schicht Probleme mit sich. Günstiger ist in diesem Fall das Durchschrauben durch den Rahmen in die Laibung, wobei bei dieser

Lösung beachtet werden muss, dass die gedämmten, passivhaustauglichen Fensterrahmen nicht an beliebiger Stelle geschraubt werden können.

Hochwärmegeämmte Dachkonstruktionen

Bei der Dachkonstruktion von Passivhäusern sind Holzstegträger mittlerweile weit verbreitet. Der mit 30 bis über 50 cm hohe Querschnitt bewirkt eine große Steifigkeit, die wiederum große Spannweiten zulässt. Den größten Anteil von Holzstegträgern im deutschsprachigem Raum haben die Produkte der Firma Trus Joist aus Planegg bei München, die als „TJI-Träger“ bekannt sind. Für diese Träger bietet der Hersteller umfangreiche Unterlagen zu möglichen Detailausbildungen und mit dem EDV-liegenden Seite: Schwalbenschwanz-Eckverbindung), muss der Planer hier sehr sorgfältig arbeiten. Durchgehende Holzteile sollten dabei vermieden werden. Mit Wärmebrückenrechnungsprogrammen kann die Wärmebrückenfreiheit vor der Ausführung zuverlässig nachgewiesen werden.

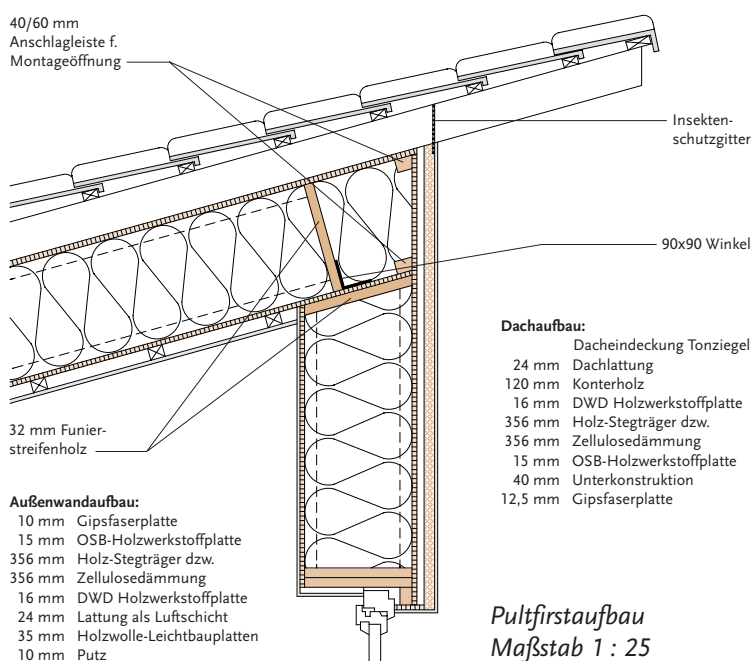
Zwei spezielle Passivhaus-Dachsysteme aus dreiteiligen, zusammengesetzten Trägern mit gedämmtem Kern mit Rechteckquerschnitt sind seit einiger Zeit auf dem Markt: zum einen der Kaufmann KMH-PN-Dämmsparren (siehe Foto) und zum anderen das „Haller-Dach“, welches als Komplettsystem, bestehend aus Unterspannbahn, gedämmten Sparren, Dämmung und unterer Gipsbeplankung objektbezogen und fertig kommissioniert geliefert wird. Bei diesem grundsätzlich

interessanten Konzept – mit einem Dämm-Kern des Sparrens aus Styropor und wahlweise Mineralwollendämmung in WLG 040 oder 035 oder Zellulosedämmung WLG 040 im Gefach und einer Produkt-Garantie von über 10 Jahren – wird die Montage auf der Baustelle von der Zimmerei ausgeführt. Bei der Abwicklung eines Haller-Daches sollten logistische Besonderheiten wie zum Beispiel Lieferzeiten und Abweichungen in den Allgemeinen Geschäftsbedingungen gegenüber der VOB genau beachtet werden. Die Kaufmann-Massivholz



Passivhaus-Dachsystem: Dämmsparren der Firma Kaufmann

Foto: Gerrit Horn



Pultfirstaufbau Maßstab 1 : 25



Foto: Gerrit Horn

Passgenau: Wenn Architekt und Handwerker „Hand in Hand“ arbeiten, ist eine hochwärmedämmte, luftdichte Gebäudehülle in Holzbauweise problemlos zu bauen

GmbH aus dem süddeutschen Ort Oberstadien verbindet beim Kaufmann-KMH-PN-Dämmsparrn die außenliegenden Nadelholz-Gurte des Trägers mit Buchenholzdübeln. Die als Stangenware gelieferten Rechteckquerschnitte lassen sich wie Vollholz bearbeiten und werden in der jeweils erforderlichen Trägerhöhe projektbezogen gefertigt. Nach dem gleichen Prinzip wird mit der Bezeichnung „Kaufmann-KMH-PN-Dämmständer“ ein 33 cm starker und 6 cm breiter, gedämmter Wandstiel angeboten.

Deckenanschluss

Bei der Planung muss der Architekt überlegen, ob – wie im Holzrahmen- und Holztafelbau üblich – die Decke auf die Außenwände aufgelegt wird, oder ob sie dazwischen eingehängt wird. Beide Lösungen haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Die Einleitung horizontaler Kräfte aus der Deckenscheibe sollte jedoch nicht unterschätzt werden. Auch hier gilt es, sowohl die Wärmebrückeneffekte, als auch die Luftdichtigkeit zu betrachten. Nicht zuletzt natürlich muss auch die Ausführbarkeit auf der Baustelle sorgfältig durchdacht werden.

Unterer Gebäudeabschluss

Hier lautet die Frage: Wird auf oder unter der Kellerdecke beziehungsweise der Bodenplatte gedämmt? Oder soll man als unteren Abschluss eine Holzkonstruktion auf Streifenfundamenten wählen?

Dieser Detailpunkt ist erfahrungsgemäß der Schwierigste – nicht nur im Holzbau. Hier liegt aber der Schwierigkeitsgrad insbesondere an der berechtigten Forderung, mit Holzbauteilen mindestens 30 cm vom Außen-Boden entfernt zu bleiben. Ein paar Treppenstufen am Hauseingang sind da fast unvermeidlich.

Fazit

Hochwärmedämmte Detaillösungen für Passivholzhäuser zu suchen ist deswegen so spannend und interessant, weil bereits bei herkömmlichen Holzhäusern eine fast schon zu große Vielfalt den Markt überschwemmt. Man gewinnt leicht den Eindruck, jeder, der in diesem Bereich tätig ist, glaubt, er müsse ein eigenes System erfinden. Bei Passivhäusern ist das momentan auch oft noch erforderlich. Jedoch werden sich einige gute Systeme in der Breite in Zukunft durch-

setzen – denn Fehler durch unausgereifte Konstruktionen können schließlich der ganzen Branche schaden. Es gibt bereits viele sehr gut gedämmte Holzhäuser im Passivhausstandard. Eine so hohe Qualität kann aber nur durch einen interaktiven Entwurfs- und Planungsprozess durch Zusammenwirken aller am Bau beteiligten Fachleute erreicht werden.

Literatur

- [Horn 1] Horn, Gerrit: „Die hochwärmedämmte Gebäudehülle für das Passivhaus“ in: H. Krapmeier, W. Feist (Hg.), Tagungsband der 3. Passivhaustagung 19./20.02.99 in Bregenz, Dornbirn 1999.
- [Horn 2] Horn, Gerrit: „Wärmebrückenfreies konstruieren bei Holzbauweisen“ in W. Feist et. al, Arbeitkeis kostengünstige Passivhäuser Nr. 16, Darmstadt, 1999.
- [Caps] Caps, Roland und Fricke J.: „Konzepte für den Einsatz von evakuierten Dämmungen bei Passivhäusern“ in W. Feist (Hg.), Tagungsband der 4. Passivhaustagung 10./11.03.2000 in Kassel, Kassel 2000.
- [Horn 3] Horn, Gerrit: „Massivbauweise und Holzbauweise im direkten Vergleich – Modellvorhaben kostengünstige Passivhäuser Kaiserslautern“ in W. Feist (Hg.), Tagungsband der 4. Passivhaustagung 10./11.03.2000 in Kassel, Kassel 2000.
- [Feist 1] Feist, Wolfgang: „Erste Berechnungen zum Anheizverhalten und zur räumlichen Restwärmeverteilung im Passivhaus“ in W. Feist et. al, Arbeitkeis kostengünstige Passivhäuser Nr. 5, Darmstadt, 1997.
- [Horn 4] Horn, Gerrit: „Werkstattbericht: Passivhäuser Kaiserslautern“ Hochgedämmte Wand- und Dachkonstruktionen im FrameWorks Bausystem, Tagungsunterlagen zu den Planungseminaren im Juli 2000, Trusjoist (Hg.), Planegg 2000.
- [PHPP] Feist, Wolfgang, et al.: „Passivhaus Projektierungs Paket“, Passivhaus Institut, Darmstadt 2001.