

Passivhaus-Objektdokumentation

Lindlar-Hohkeppel



Verantwortlicher Planer

Manfred Brausem,
Architekt

<http://www.passiv-haus.de>

5 Einfamilienhäuser wurden, eine ortstypische Hofanlage nachempfindend, mit zentraler Zufahrt und Erschließungsplatz 1997/98 im Bergischen Land, 30 km östlich von Köln errichtet.

Die Häuser sind unterschiedlich groß, nicht unterkellert und exakt südorientiert.

Für dieses Projekt wurden vom Planer einige Neuerungen entwickelt und als Pilotprojekt realisiert:

- die „Holzwerkstoff-Monocoque-Konstruktion“ (Anwendung und Vorfertigung mit TJI-Stegträgern),
- eine „Flüssiggas-Warmluft-Kleinstheizung“, die im Bypass in das Lüftungssystem integriert ist,
- eine Solar-Tragkonstruktion an den Südfassaden mit mehrfachen Funktionen, u.a.

Das Projekt wurde 1999 als Leitprojekt der „Landesinitiative Zukunftsenergien NRW“ ausgezeichnet.

Die Häuser werden seit 1998 von den gleichen Familien bewohnt.

Besonderheiten:

Sonnenkollektoren für die Warmwasserbereitung, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, Regenwassernutzung

U-Wert Außenwand

0,105 W/(m²K)

**PHPP Jahres-
Heizwärmebedarf**

10,9 kWh/(m²a)

U-Wert Bodenplatte

0,101 W/(m²K)

U-Wert Dach

0,099 W/(m²K)

PHPP
Primärenergie

43,5 kWh/(m²a)

U-Wert Fenster

0,745 W/(m²K)

Wärmerückgewinnung

90 %

Drucktest n₅₀

0,4 h⁻¹

1 Kurzbeschreibung Passivhaus Lindlar-Hohkeppel

Da sich 1996 niemand fand, der ein Passivhaus beauftragen wollte (es fehlte noch der Glaube und die Akzeptanz), hat Architekt M. Brausem dieses kleine Siedlungsprojekt mit 5 Passivhäusern 1996-1997 in Eigeninitiative entwickelt, finanziert, realisiert und vermarktet.

Die Grundstückerschließung begann im Sommer 1997, die ersten Rohbauten standen im Dezember 1997 und bis August 1998 waren alle Häuser bezugsfertig und teilweise schon bewohnt. Über regionale Vertriebswege konnten schnell 4 private Erwerber gefunden werden, ein Haus wurde noch 2 Jahre lang für Seminare, Vorträge und Öffentlichkeitstermine benutzt, bevor es an einen privaten Erwerber verkauft wurde.

Die gesamte Konzeption, Planung und Baurealisierung wurde von der MB Planungs-GmbH, Architekt Manfred Brausem durchgeführt. Bei der Planung wurde auf eine städtebauliche Anpassung in Form einer ortstypischen Hofanlage mit zentralem Platz geachtet: 2 Häuser mit je 155 qm Wohnfläche, 2 Häuser mit je 140 qm Wohnfläche und 1 Haus mit 110 qm Wohnfläche, jedes Haus mit Kellerersatzgebäude und einem zusätzlichen Carportgebäude mit Fahrrad-/Geräteschuppen.

Die Zielsetzung des Pilotprojektes war insbesondere zu beweisen, dass auch ohne öffentliche Zuschüsse (die gab es damals noch nicht) die Passivhauskonzeption fast ohne Mehrkosten schnell und mit verfügbaren Technologien realisiert werden kann. Nach Auswertung von inzwischen 9 Jahren Wohnerfahrungen erfüllen die Häuser die Erwartungen in Bezug auf Wohnqualität und Energieeffizienz. Die festgestellten Werte für Heizenergieverbrauch und Kosten liegen genau im Bereich der Vorausberechnungen und damit bei ca. 1/10 von vergleichbaren, herkömmlichen Häusern. Das Projekt wurde 1999 durch NRW-Bauminister Dr. Michael Vesper als Leitprojekt der Landesinitiative-Zukunftenergie NRW ausgezeichnet und wurde anschließend Gegenstand und Zitat vieler Vorträge, Veröffentlichungen und Medienberichte.

2 Fotos Passivhaussiedlung Lindlar-Hohkeppel



Südansichten Haus E und C (Foto: MB)



Nordseite Haus A und B



Nordseite Haus D und E

3 Exemplarisch wird Haus D vorgestellt u. beschrieben:

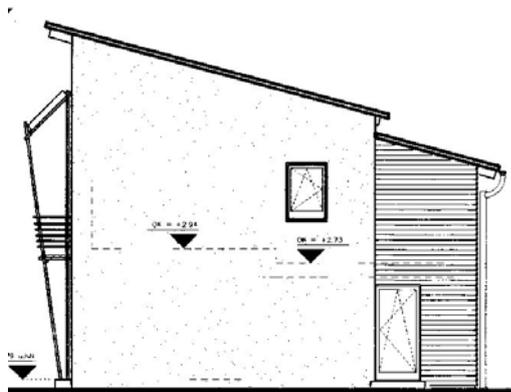


Haus D, Höhenlage im Bergischen Land, völlig freiliegend, besonders harte Witterungsbedingungen

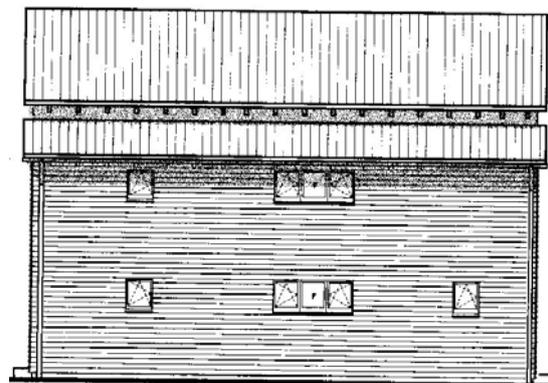


Die Innenaufnahmen zeigen helle und offene Grundrissgestaltungen, es entsteht ein Raumübergang von innen nach außen durch großzügige Südfensteranlagen. Das Kochfeld wurde mobil gestaltet (mit Gasflasche) und lässt sich auf die Terrasse hinausrollen.

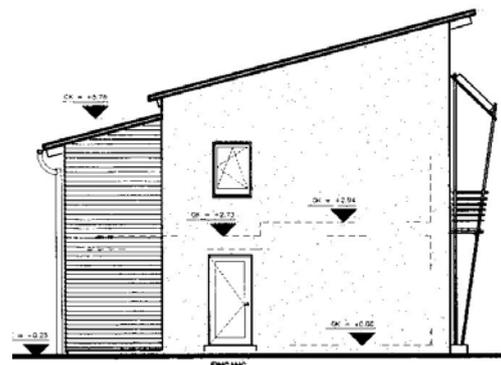
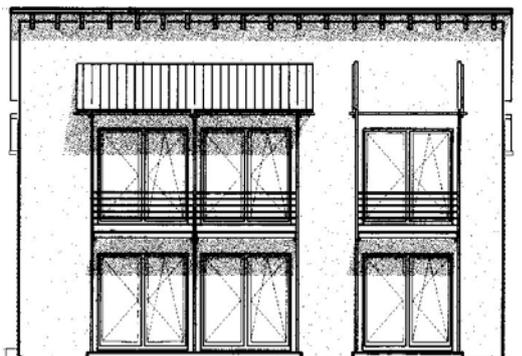
4 Pläne Haus D



Ostansicht

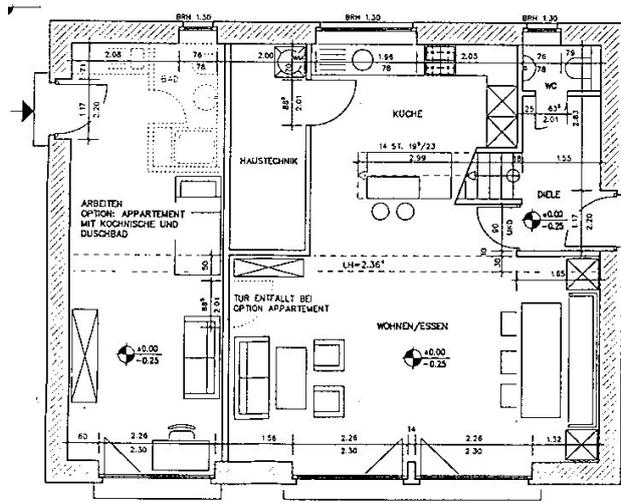


Nordansicht

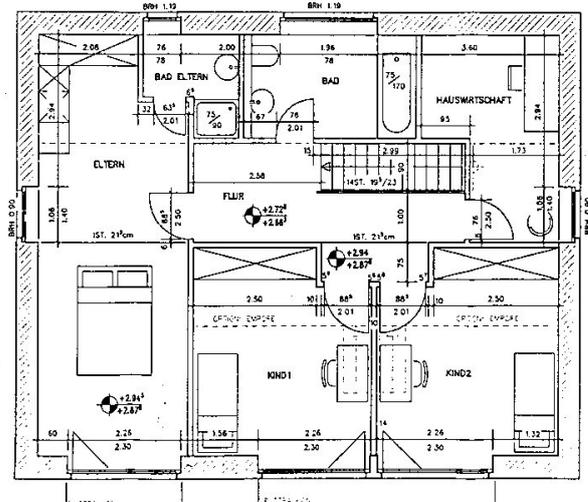


Südansicht

Westansicht

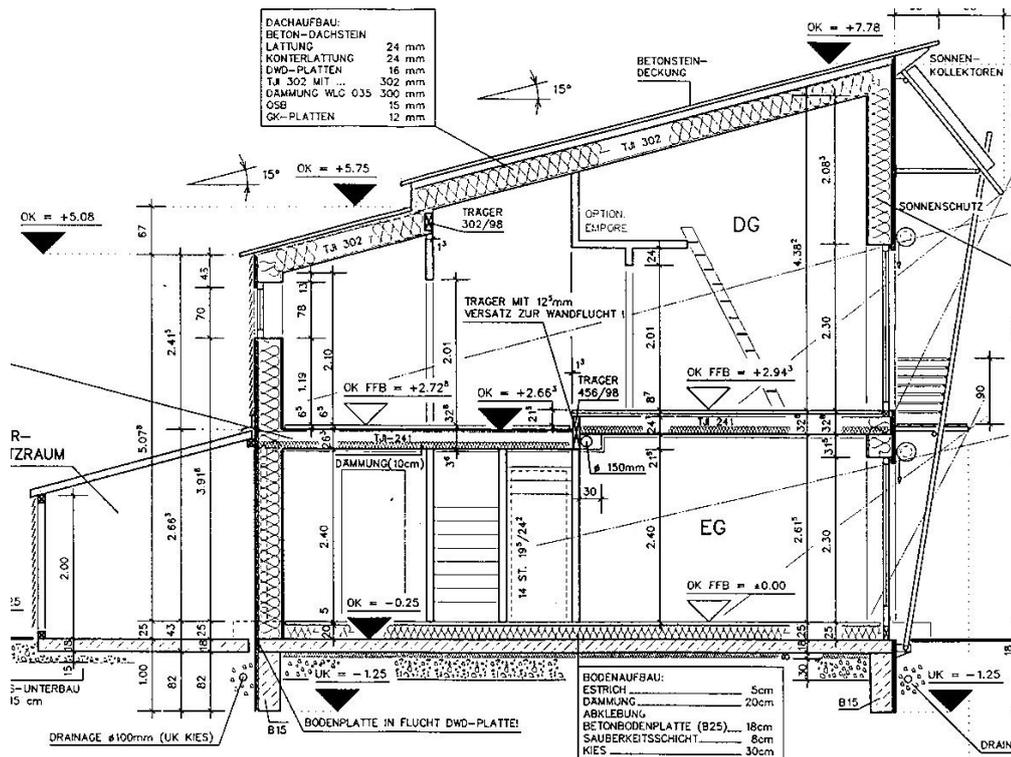


Erdgeschoß



Obergeschoß

Bei dem Gebäude zeigt sich das Grundprinzip der Zonierung, d.h. Nebenräume liegen im Norden, Wohnräume im Süden, der Technikbereich ist möglichst zentral angeordnet.



Querschnitt Haus D: Gut erkennbar ist die ringsum geschlossene thermische Hülle mit sehr guter Wärmedämmung. Die Nordseite ist im Gebäudevolumen reduziert, da hier nur Nebenräume untergebracht sind. Im Norden sind auch die Nebengebäude wie Carport und Kellerersatzraum angelehnt und bieten so zusätzlichen Witterungsschutz. Der Querschnitt zeigt auch die Sonneneinfall-Stände zu verschiedenen Jahreszeiten. Im Erdgeschoß ist der Technikraum an zentraler Stelle untergebracht und versorgt über einen Installationsschacht Küche, WC und Bäder im Obergeschoß. Die Wohnräume wie Essen, Wohnen und Schlafräume liegen an der Südseite des Hauses und bieten erhöhte Raumhöhen. Die Räume sind optional teilbar und auf individuelle Nutzungen anpassbar, z.B. Schlafempore.

5 Konstruktionsdetails der Gebäudehülle



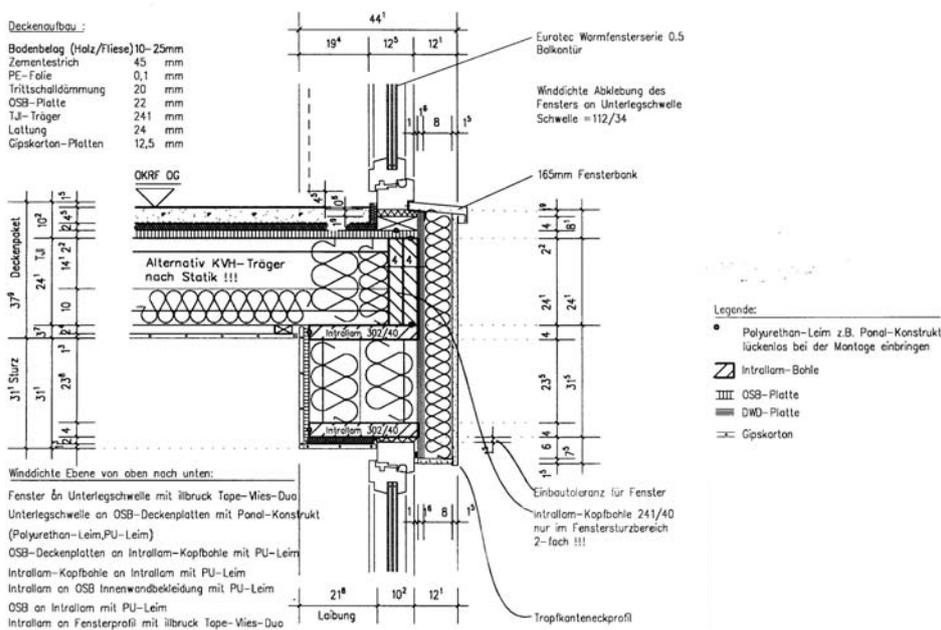
Bodenplatte mit Vorfertigung aller Ver- und Entsorgungsleitungen, zur Sicherstellung der Luftdichtigkeit und Wärmebrückenfreiheit



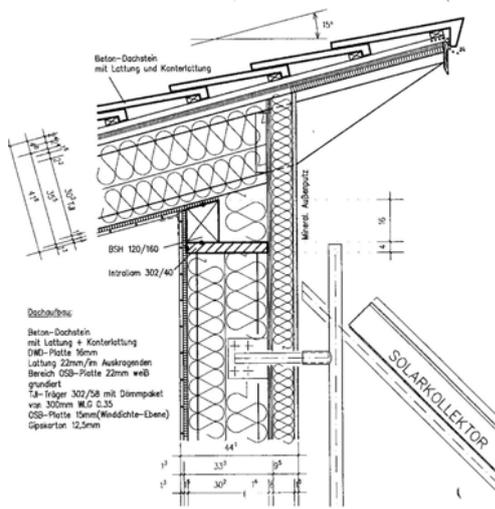
TJI-Stegträger-Konstruktion nach neuem statischen Konzept und mit neu entwickelten Verbindungsdetails und in Vorfertigung (Fotos: MB)



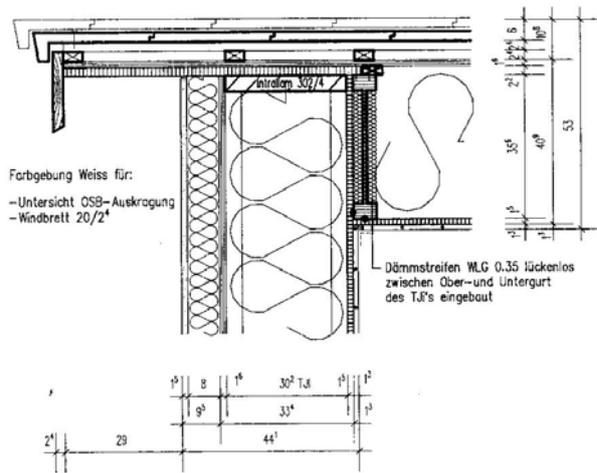
Wandmodell 1:1: Um allen Beteiligten und der Öffentlichkeit den Wandaufbau und den Fensteranschluss deutlich zu machen, wurde noch vor Baubeginn ein transportables 1:1 Modell aus den Originalmaterialien gebaut, welches alle wesentlichen Details verdeutlicht, wie Wandaufbau, Dämmung, Bauteilanschlüsse, Luftdichtigkeit, Fenster- und deren Anschlüsse, variable Elektroinstallation u.v.a.m. (Foto: MB)



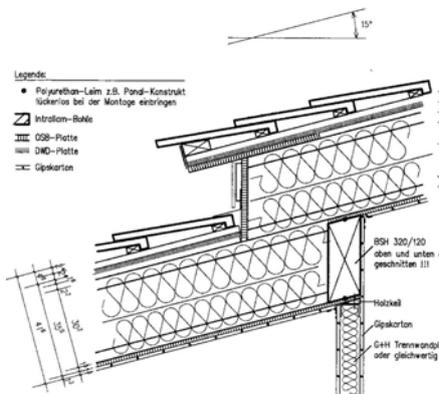
Detail Decke-Außenwand-Fenstertür



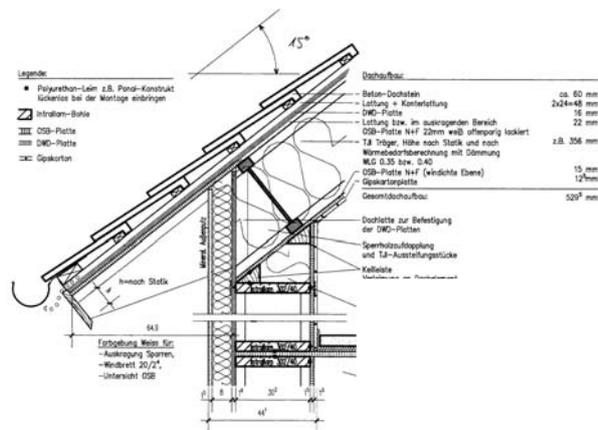
Firstdetail



Ortgangdetail



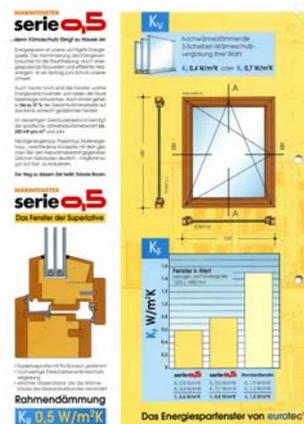
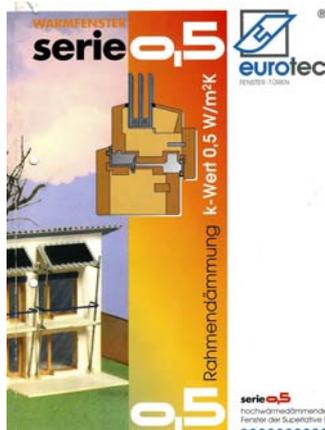
Detail Dachversprung

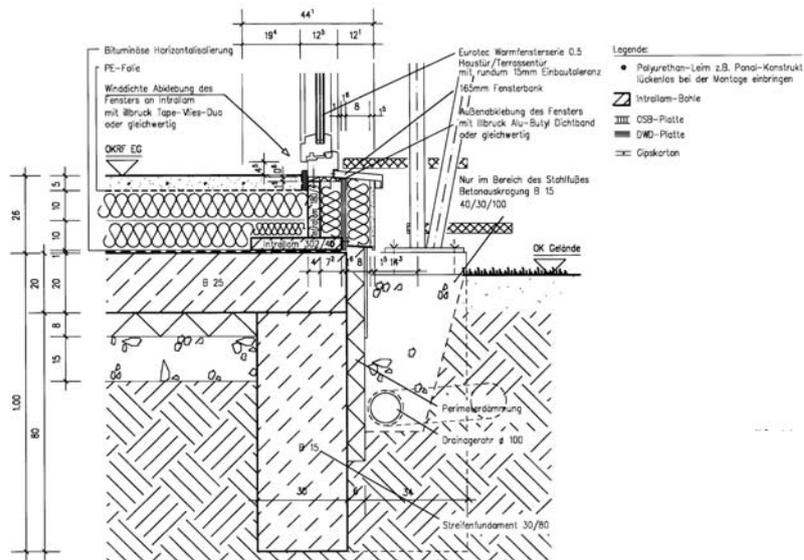


Detail Traufe

6 Fenster und Haustüre

Die Fenster wirken wie passiv-solare „Kollektoren“ und erzielen echte, solare Wärmegewinne: Die U-Werte der Fenster müssen jedoch unter $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ liegen. Dazu sind spezielle, hochwärmegedämmte Fensterrahmen mit Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung (U_g -Wert in Scheibenmitte von $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) erforderlich. 1997 gab es nur wenige experimentelle Fensterprodukte. Für dieses Projekt wurde die Pilotserie eurotec „serie 05“ auch für die Haustüre gewählt.

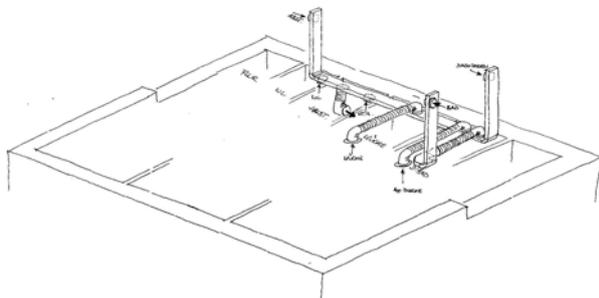




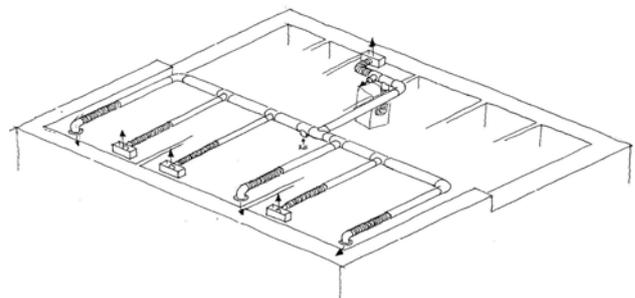
Bodenplatte und Sockeldetail

7 Technik, Lüftungsplanung Kanalnetz

Das Lüftungs-Kanalnetz wurde mit kurzen Wegen, geringen Strömungswiderständen und unsichtbar in der Balkenlage der EG-Decke differenziert geplant. Schalldämpfer vermeiden Telefonieeffekte.



Abluft-Kanalsystem



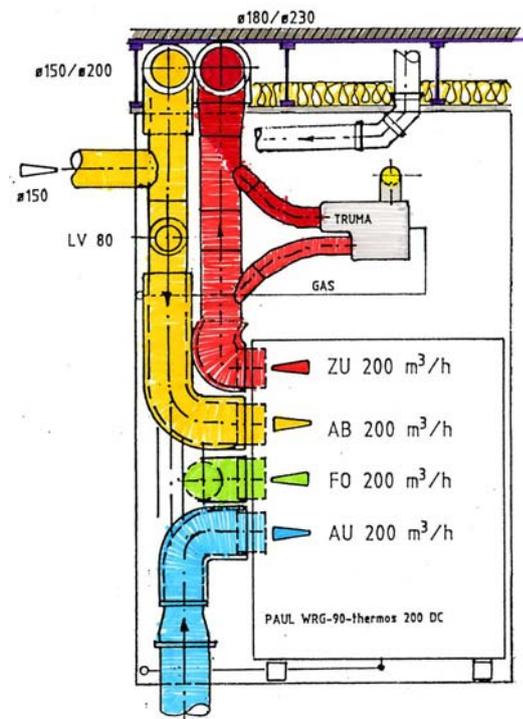
Zuluft-kanalsystem



Montage der Lüftungsverrohrung

8 Heizwärmeversorgung und Lüftungsgerät

Die Heizwärmeversorgung geschieht über die Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage mit hocheffizientem Kanal-Gegenstrom-Wärmetauscher und über ein Flüssiggas-Kleinst-Warmluftgerät, welches im Bypass in den Zuluftkanal integriert ist und die erforderliche Rest-Heizwärme thermostatisch gesteuert über die Zuluft in die Wohnräume führt. Das Flüssiggas wird in 2 Gasflaschen mit je 33 kg Inhalt außen im Geräteschuppen gelagert. Die Heizkostenerfahrungen der Bewohner mit ca. 4 Flüssiggasflaschen à 33 kg je Heizperiode, d.h. ca. 160 € Heizkosten, haben die Vorausberechnungen bestätigt.



Lüftung+Heizung Kleinst-Warmluft-Gasgerät mit Bypass in die Zuluft integriert mit nur 1300 W Leistung für 166qm Wohnfläche! (Fotos: MB)

9 Warmwasserversorgung und Solaranlage

Die Warmwasserversorgung wird zu mehr als 60 % durch eine großzügig dimensionierte thermische Solaranlage gedeckt. Ein nachgeschalteter solar-vorlauffähiger, elektronisch geregelter Elektro-Durchlauferhitzer wärmt das Warmwasser nur dann nach, wenn die solaren Energien nicht ausreichen – und dann nur so viel, so lange und so heiß, wie der Nutzer dies durch seinen Warmwasserbedarf abfordert. So können die solaren Erträge maximal ausgenutzt werden, die Nacherwärmung bleibt automatisch ausgeschaltet, wenn kein Bedarf besteht.



Solaranlage Warmwasser-Solarspeicher, Leitungsführung durch Bodenplatte (Luftdichtigkeit) (Foto: MB)

10 PHPP-Berechnung

Zum Zeitpunkt der Projektentwicklung und Realisierung der Passivhäuser Lindlar-Hohkeppel gab es noch kein Passivhaus Projektierungspaket (PHPP), bzw. es befand sich noch in der Entwicklungsphase. Alle Analysen und Berechnungen wurden mit dem damals gleichwertigen Simulationsprogramm HELENA von G+H durchgeführt. Erst 2000 wurde die Berechnung mit dem PHPP nachvollzogen – es ergaben sich jedoch so gut wie keine abweichenden Ergebnisse. Lediglich der Primärenergiewert konnte nicht richtig ermittelt werden, da es zu dem Flüssiggas-Kleinst-Warmluftgerät keine entsprechend verwertbaren Angaben gab.

Passivhaus Qualitätsnachweis



Objekt: PH-2
 Standort: Lindlar-Hohkeppel
 Straße: Laurentiusstr. 11 d
 PLZ/Ort: 51789 Lindlar-Hohkeppel
 Land: NRW

	Vorhanden:	Anforderung:	Erfüllt?
Energiekennwert Heizwärme:	10,9 kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	✓
Drucktest-Ergebnis:	0,45 h ⁻¹	0,6 h ⁻¹	✓
Primärenergie-Kennwert:	55,7 kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)	✓

Objekt-Typ: 1-Fam. Passiv-Solar-Haus
 Bauherr(en):
 Straße: Laurentiusstr. 11 d
 PLZ/Ort: 51789 Lindlar-Hohkeppel
 Architekt: Manfred Brausem, MB-Planungs GmbH
 Straße: Hedwigstr. 19
 PLZ/Ort: 50999 Köln
 Haustechnik: MB-Planungs GmbH
 Straße:
 PLZ/Ort:
 Baujahr: 1997-98
 Zahl WE: 1

je WE	gesamt
155,2 m ²	155 m ²
757,0 m ³	757 m ³
2	2

Ausgestellt am: KÖLN, 15.11.2000
 gezeichnet: *[Signature]*

Passivhaus-Projektierung U-WERTE DER BAUTEILE

Objekt: PH-2

1 PH-Außenwand 300/040+80/040		Wärmeübergangswiderstand in m²K/W		innen 1/a _i : 0,13		außen 1/a _e : 0,04		Wärmeleitfähigkeit λ in W/(mK)		Dicke d in mm		
Teillfläche 1	Teillfläche 2 (optional)	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Summe		
1. Gipsfaserplatte				0,210				0,130		12,5		
2. OSB Platte				0,130				0,040	0,130	15		
3. Mineralfaser Dämmung	Holzpfosten/Rähm/Schwelle			0,040	0,130			0,070		300		
4. DWD Holzfaserplatte				0,070				0,040		16		
5. Außendämmung				0,040				0,700		80		
6. Außenputz				0,700						15		
Anteil Teillfläche 2: 6,0%											U-Wert: 0,105	W/m²K 43,9

2 PH-Dach 400/040Zell.		Wärmeübergangswiderstand in m²K/W		innen 1/a _i : 0,13		außen 1/a _e : 0,04		Wärmeleitfähigkeit λ in W/(mK)		Dicke d in mm		
Teillfläche 1	Teillfläche 2 (optional)	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Summe		
1. Gipskartonplatte				0,210				0,130		12,5		
2. OSB Platte				0,130				0,035	0,130	15		
3. Mineralfaser Dämmung	Balken, Schwellen			0,035	0,130			0,070		350		
4. DWD Holzfaserplatte				0,070						16		
Anteil Teillfläche 2: 2,0%											U-Wert: 0,099	W/m²K 39,4

3 PH-Boden		Wärmeübergangswiderstand in m²K/W		innen 1/a _i : 0,13		außen 1/a _e : 0,04		Wärmeleitfähigkeit λ in W/(mK)		Dicke d in mm		
Teillfläche 1	Teillfläche 2 (optional)	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Teill. 1	Teill. 2	Summe		
1. Parkett				0,130				1,400		24		
2. Estrich				1,400				0,035		50		
3. PS-Hartschaum				0,035				2,100		200		
4. Betonbodenplatte				2,100				0,035		200		
5. Styrodur 3035 p				0,035				0,700		80		
6. Kies, Splitt				0,700						200		
Anteil Teillfläche 2: 0%											U-Wert: 0,114	W/m²K 75,4

11 Qualitätsüberwachung

Die Bauqualität und die Einhaltung der Passivhaus-Planungswerte wurde während der gesamten Ausführungszeit durch mehrere Sicherungssysteme überwacht und geprüft: Intensive Bauüberwachung, Blower Door Tests in verschiedenen Baustadien durch unabhängige Ingenieure, Qualitätsüberwachung durch den TÜV-Rheinland.

12 Luftdichte Gebäudehülle; Drucktestergebnisse

Die Luftdichtigkeit wird durch ein konsequent geplantes Dichtigkeitskonzept erreicht. Alle Außenwände und die Dachkonstruktion sind grundsätzlich dampfdiffusionsoffen geplant. Folien wurden komplett vermieden, da deren einwandfreier Einbau, ohne jede Beschädigung nur schwer zu realisieren ist. Die luftdichte Ebene und Dampfbremse wird bei Wänden und Dach durch die innere 15 mm-OSB-Beplankung realisiert. Alle Plattenstöße sind durch Nut- und Federstöße und PU-Quellkleber abgedichtet. Alle Fugen zu angrenzenden Bauteilen wie Bodenplatte, Fenster wurden mit speziell zugelassenen Klebebändern abgeklebt.

Der für das Passivhaus erforderliche Dichtigkeitswert wurde gemäß Feist 1993 mit einem Zielwert von unter $0,6 \text{ h}^{-1}$ für den 50 Pa-Drucktestluftwechsel formuliert. Da 1997/98 noch keine ausreichende Bauerfahrungen vorlagen, wurde mehrfach in verschiedenen Bauzuständen gemessen. Die ersten Drucktestergebnisse im Rohbauzustand zeigten zwar schon recht gute Werte bei 0,7 bis 0,9, waren damit aber noch nicht ausreichend – immerhin konnten so die Schwachstellen erkannt und mit gutem Lernerfolg beseitigt werden. Schließlich konnten alle Häuser mit Drucktestergebnissen unter 0,5 im Rahmen der TÜV-Qualitätsbetreuung an die Erwerber übergeben werden. Die Blower-Door-Testergebnisse, die einige Jahre später im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie vom Passivhaus Institut noch einmal durchgeführt wurden, bewiesen, dass sich die ursprünglichen Werte von ca. 0,4 nicht verändert hatten.

13 Baukosten

Die Baukosten des Projektes Lindlar-Hohkeppel wurden genauestens ermittelt und dokumentiert. Die reinen Baukosten der Kostengruppen 300 bis 400 betragen 2627 DM/m² Wohnfläche. Das ist ein relativ normaler Wert – insbesondere bei Beachtung der hochwertigen Ausstattung mit Regenwasseranlage, Solaranlage, Lüftungsanlage, Erdreichwärmetauscher und den Schwierigkeiten des Pilotprojektes.

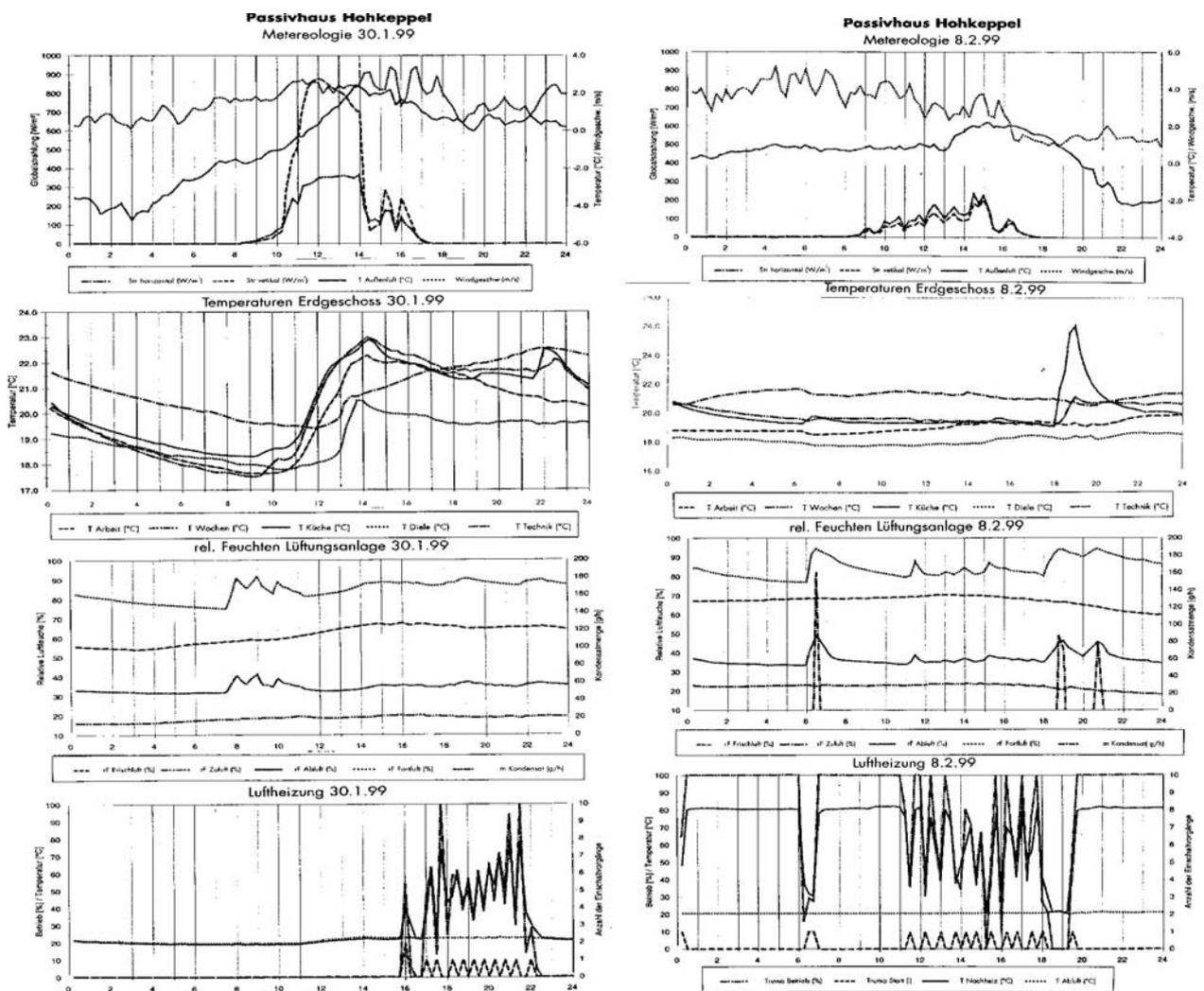
14 Messdatenerfassung und Messergebnisse aus dem bewohnten Passivhaus Lindlar-Hohkeppel

Das Institut für Bautechnik, Universität Siegen, Prof. Dr. Haidt hat das Haus schon während der Ausbauphase mit einer Vielzahl von Messstellen in allen Räumen

ausgestattet und eine meteorologische Messstation aufgestellt. Ständig wurden während der nachfolgenden 2 Jahre der Bewohnung die verschiedenen Messdaten erfasst und täglich online an die Uni-Siegen übermittelt und dort ausgewertet.

- Klima (Außenlufttemperatur und -feuchte, Windgeschwindigkeit und -richtung, Solarstrahlung)
- Raumlufthtemperaturen (in allen Räumen)
- Raumlufthfeuchten (in allen Räumen)
- Zuluft-Heiztemperaturen
- Luftvolumenströme der Lüftungsanlage (sowie Temperatur und Feuchte)
- Einschaltzeiten der Nachheizung

Die Auswertung kann im Internet abgerufen werden.



Nutzerzufriedenheit, Nutzerverhalten

Die Bewohner melden auch nach 10 Jahren immer noch positive Erfahrungen und würden immer wieder ein Passivhaus bauen. Das Gas-Kleinst-Heizgerät hat mit nur wenigen Reparaturen bis heute ohne Probleme für die zufriedene Restbeheizung des Hauses gesorgt. Die vorausgerechneten Energie-Verbrauchswerte haben sich durchgehend

bestätigt. So werden im Mittel je Heizperiode für dieses 166 qm große, freistehende Haus nur 4 Flüssiggasflaschen mit je 33 kg Flüssiggas verbraucht. Bei 6,6 kWh je 510 Gramm Flüssiggas entspricht diese Menge also ca. 1700 kWh = ca. 150 € in der Heizperiode (2006). Das Nutzerverhalten wurde durch den Architekten bei Übernahme durch sehr umfangreiche Erläuterungen und schriftliche Bedienungsanleitungen unterstützt.

Veröffentlichungen/Presse/Medien

Das Passivhaus, Callway-Verlag

Bauen mit Holz 8/99

MBW-Broschüre Häuser bauen mit Holz 1999

Informationsdienst Holz: Das Passivhaus

Energieagentur NRW: Bau-und Energie vor Ort, Passivhaussiedlung Lindlar-Hohkeppel

Braas Forum geneigtes Dach 2/99

Commerzbank-Journal 2/2000

TAZ Pfingsten 1999

Öko-Haus 4/98

Capital-Immobilien 1999

NRW Landtag-Intern 4

Der Tagesspiegel, Berlin 17.1.1999

Brennpunkt Energie 4/1998

WDR-TV Servicezeit-Wohnen

Hörfunkprogramm Deutsche Welle

u.v.a