

Bauen für die Zukunft



Plus-Energie-Haus

des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Ein mobiler Ausstellungs- und Forschungspavillon

Technische Informationen und Details

Deutschlandtour
2009 - 2011

Ansehen
Informieren
Erleben

Vorwort

Die Menschen glauben den Augen mehr, als den Ohren. Lehren sind ein langweiliger Weg, Vorbilder ein kurzer, der schnell zum Ziel führt.

Marcus Lucius Annaeus Seneca (4 vChr - 65)

Willkommen im Demonstrationsobjekt „Plus-Energie-Haus“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)! Viel Spaß beim Ansehen, Erleben und Informieren über das Bauen der Zukunft!

Seit 2006 hat BMVBS mit einem Gesamtbudget von ca. 34 Mio. € im Rahmen seiner Forschungsinitiative Zukunft Bau gezielt neue Impulse für eine klare Innovationsorientierung am Bau gesetzt. Diese auf angewandte Bauforschung ausgelegte Forschungsförderung des BMVBS stärkt bewusst die interdisziplinäre branchen- und forschungsübergreifende Bearbeitung komplexer Forschungsthemen mit dem Ziel der Breitenanwendung neuester Technologien und deren Ergebnistransfer. Die Forschungsinitiative Zukunft Bau stärkt die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Bauwesens durch Beseitigung bestehender Defizite im Bereich technischer, baukultureller und organisatorischer Innovation. Vorhaben werden nach Aspekten der Innovation, dem wirtschaftlichen Interesse der Branche an diesen Projekten, der Eignung des Forschungsansatzes und der Erfolgchancen des Antragstellers gefördert. Schwerpunktfelder sind dabei:

- Konzept, Materialien, Techniken und Prototypen für nachhaltiges, energieeffizientes Bauen
- Verbesserung der Bauqualität, Regelwerke, Wissenstransfer
- Demografischer Wandel

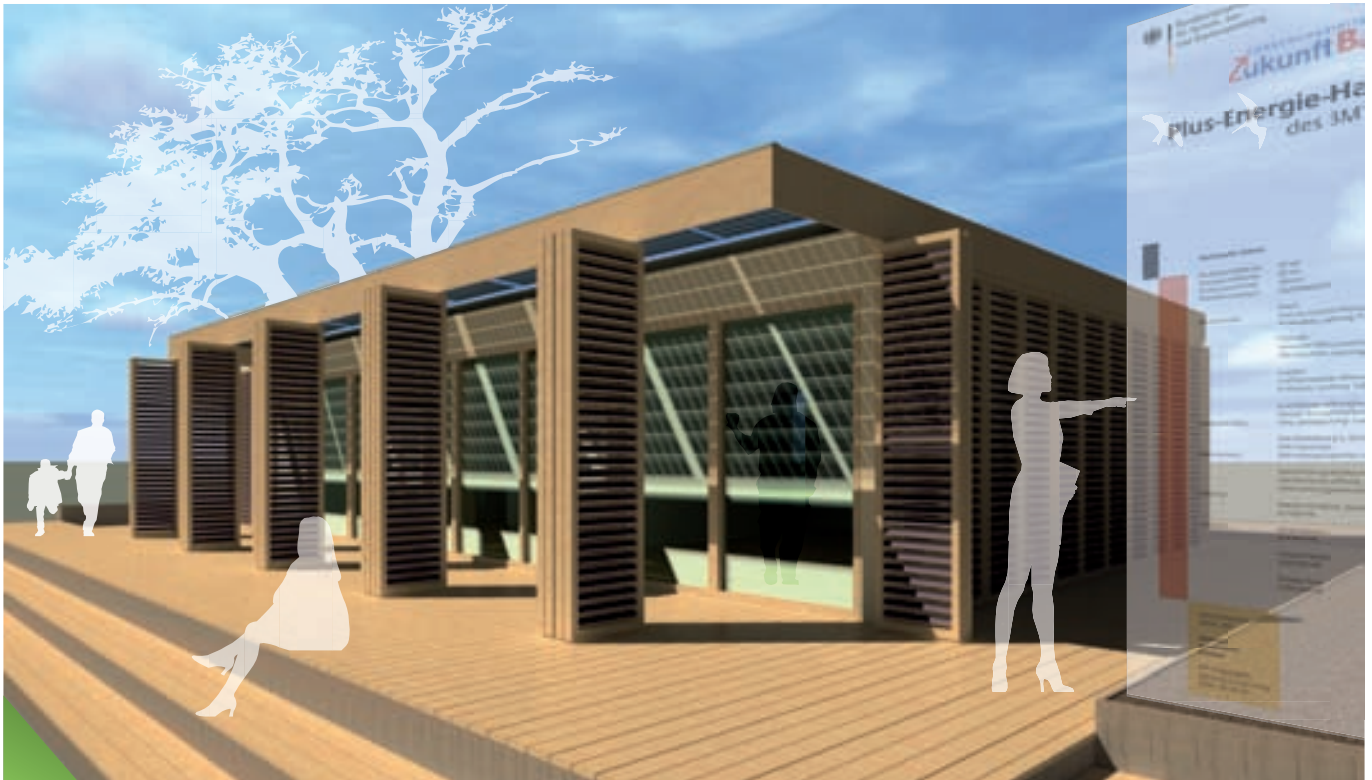
Beispielhafte Forschungsergebnisse, wie das Plus-Energie-Haus, das als Anschauungsobjekt zurzeit in mehreren deutschen Großstädten gezeigt wird, bestätigen, welche Fortschritte beim Bauen der Zukunft erzielt werden können. Das Plus-Energie-Haus wurde als innovativer Wohnhaus-Prototyp von Architekten und Ingenieuren der Technischen Universität Darmstadt entwickelt. Es wirkt beeindruckend für nachhaltiges, energieeffizientes und innovatives Bauen. Passive und aktive Systeme, mit denen regenerative Energiequellen für das Wohnen und darüber hinaus für z. B. Mobilität im Elektroauto verfügbar gemacht werden, sind hier erlebbar miteinander vereint. Die Einbindung regenerativer Energien im Gebäudesektor ist eine der wichtigen Aufgaben. Die Ausstellung im Haus berät umfassend, wie Neubau und Sanierung energieeffizient durchgeführt und mit entsprechenden KfW-Förderprogrammen unterstützt werden können.

Die Forschungsinitiative Zukunft Bau fördert zugleich den Ergebnistransfer der Forschungsergebnisse über zahlreiche Fachveranstaltungen und Kongresse, das Forschungsmagazin „Zukunft Bauen“, das Internetportal www.forschungsinitiative.de sowie über kontinuierliche Messepräsenzen und die Vertretung im europäischen Netzwerk für Bauforschung.

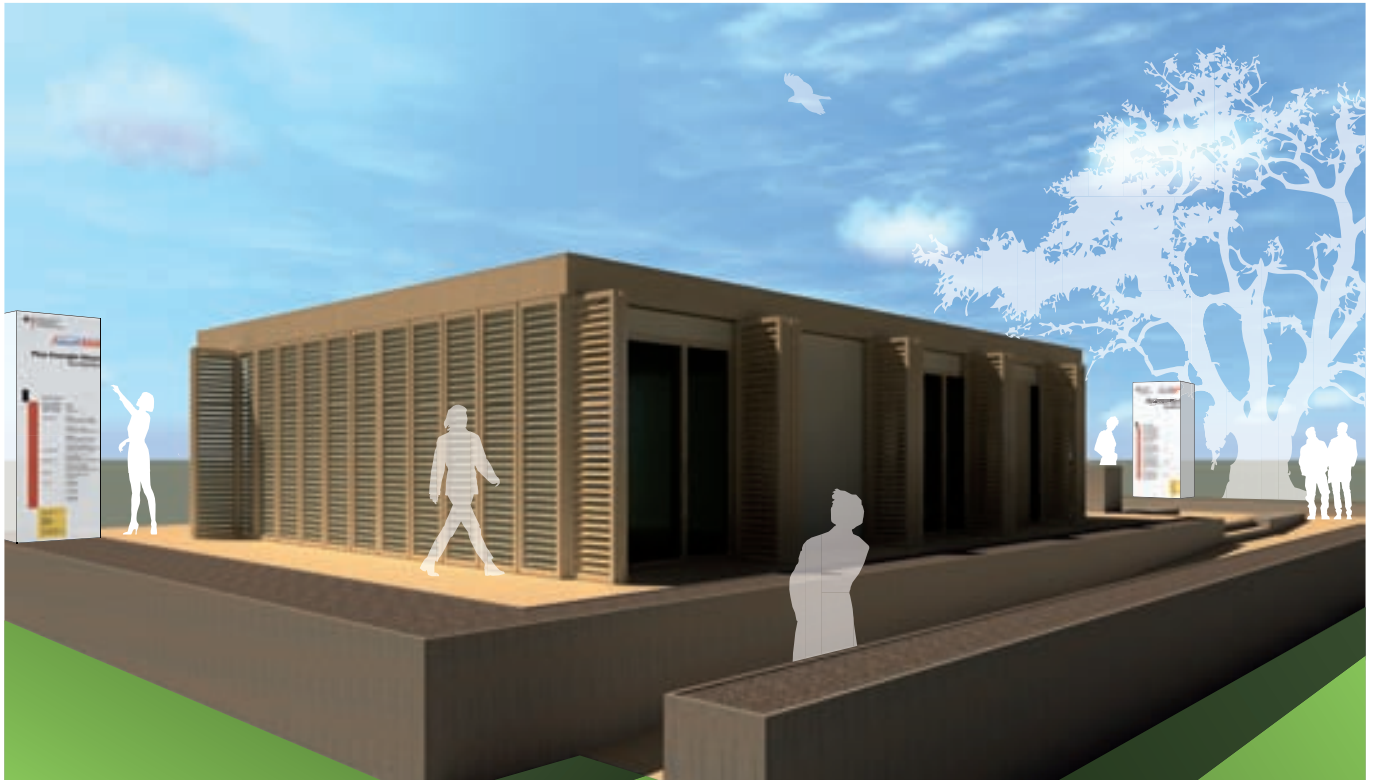
Diese Broschüre mit technischen Details des Plus-Energie-Hauses möchte über bereits bestehende Möglichkeiten des Bauens der Zukunft informieren und zur Nachahmung anregen.

Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung

Plus-Energie-Haus des BMVBS



Inhalt	Seite
Vorwort	1
Plus-Energie-Haus des BMVBS	4
Entstehung	4
Preise des Solar-Decathlon-Hauses 2007	4
Außenraum	5
Innenraum	5
Opake Hülle	7
Transparente Hülle	9
Photovoltaikintegration	10
High Tech, Low Tech	11
Energiekonzept	12
Lüftungstechnik	14
Energiehaushalt	15
Licht und Beleuchtungstechnik	15
Detailaufbauten	16
Wegweiser durch das Plus-Energie-Haus	17
Übersicht - Plus-Energie-Haus	18
Impressum	19



Plus-Energie-Haus des BMVBS

Das Plus-Energie-Haus des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) ist ein prototypisches Anschauungsobjekt der BMVBS-Forschungsinitiative „Zukunft Bau“. Es beinhaltet technische sowie organisatorische Innovationen und produziert mehr Energie als es selbst verbraucht. Als Wanderausstellung geplant, tourt es in den Jahren 2009 und 2010 durch deutsche Großstädte (weitere Informationen unter: www.plus-energie-haus.bmvbs.de). Mit dem Plus-Energie-Haus wirbt das BMVBS für eine zukunftsfähige Bauweise. Das Ausstellungsgebäude informiert die Öffentlichkeit beispielhaft über alle Aspekte des energiesparenden und nachhaltigen Bauens und zeigt anschaulich innovative Gestaltungsmöglichkeiten. Der Prototyp eines mobilen Ausstellungs- und Forschungsgebäudes wurde mit einem Projektbudget von ca. 1,2 Mio. Euro realisiert.

Technische Daten

Bruttogrundfläche: 117 m ²	Warmwasser:
Nettogrundfläche: 89 m ²	Flachkollektor (ca. 3m ²)
Bruttorauminhalt: 350 m ³	Wärmepumpe,
Heizwärmebedarf: 16,00 kWh/m ² a	Warmwasserspeicher (200 Liter)

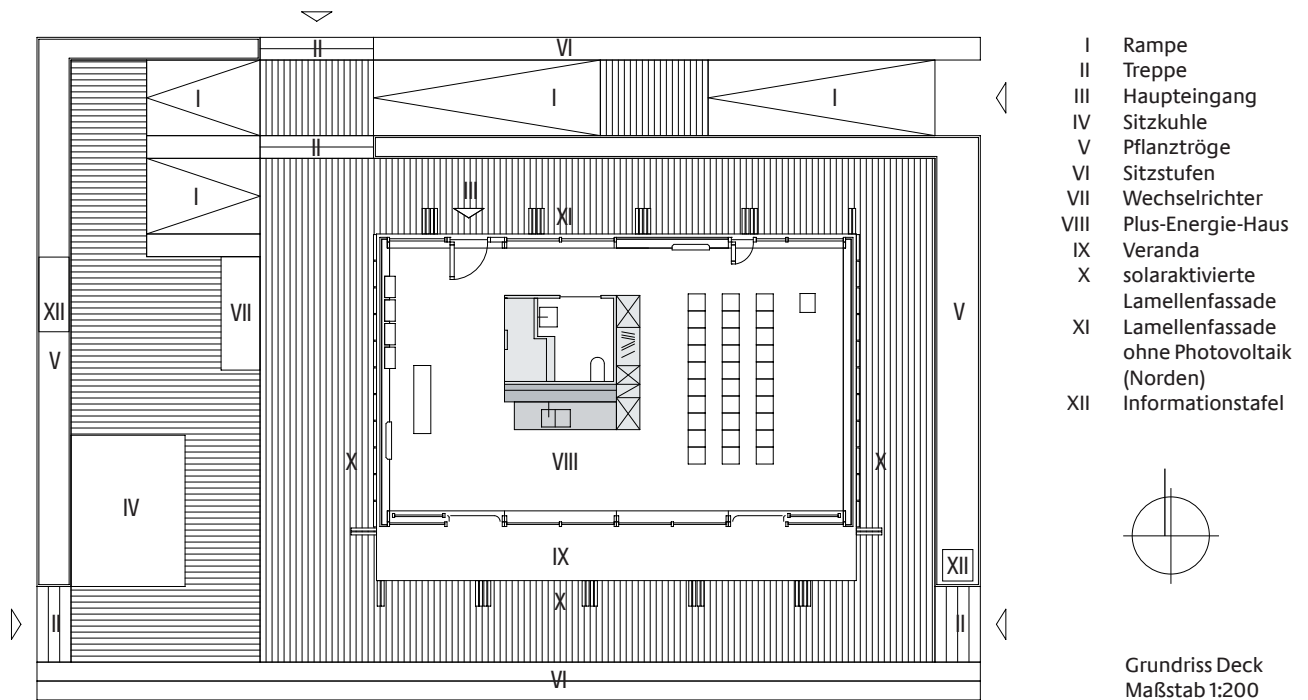
Heizen/Kühlen:	Lüftung:
Luft/Wasser-Wärmepumpe	Natürliche Querlüftung
(Kombi-Kompaktlüftungsgerät)	Mechanische Lüftung (bis 3,5/h)
Heizleistung: ca. 4,2 kW	(Wärmerückgewinnung > 80%)

Entstehung

Vor dem Hintergrund der energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung übernahm das BMVBS im Jahre 2007 die Schirmherrschaft über den deutschen Beitrag beim Solar Decathlon Wettbewerb 2007 in Washington D. C. Das von der Technischen Universität Darmstadt unter der Leitung von Professor Manfred Hegger entwickelte Plus-Energie-Haus gewann den renommierten Wettbewerb. Das Plus-Energie-Haus des BMVBS ist ein vergrößerter Nachbau dieses Siegerhauses. Die Umplanung und Weiterentwicklung erfolgte dabei durch das Büro Hegger, Hegger, Schleiff Planer+Architekten AG aus Kassel in Zusammenarbeit mit Entwicklerteam Gelber Pool.

Preise des Solar-Decathlon-Hauses 2007

- 2006 Deutscher Solarpreis; Kategorie „Bildung + Ausbildung“
- 2007 Wettbewerb der Ikea-Stiftung „Wohnen in der Zukunft“
- 2007 Auszeichnung als Ort im „Land der Ideen“
- 2007 Solar Decathlon
- 2008 Hessischer Holzbaupreis
- 2009 Bauwelt Preis; Kategorie „Prototypen“
- 2009 Detail Preis; Sonderpreis „Studenten“
- 2009 Deutscher Holzbaupreis; Kategorie „Komponenten und Konzepte“



Außenraum

Das Plus-Energie-Haus ist von einer Holzplattform aus unbehandelter Eiche umgeben, die den Zugang über Treppen und Rampen garantiert. Diese Plattform dient als erweiterte Informations- und Veranstaltungsfläche. In das Deck integrieren sich eine Holzbox, in der sich die Wechselrichter der Photovoltaikanlage befinden, sowie Sitzmöglichkeiten und Pflanztröge. Durch die Erweiterung zur Veranda im Süden entsteht dort ein vor Blicken geschützter, privater Freiraum.

Innenraum

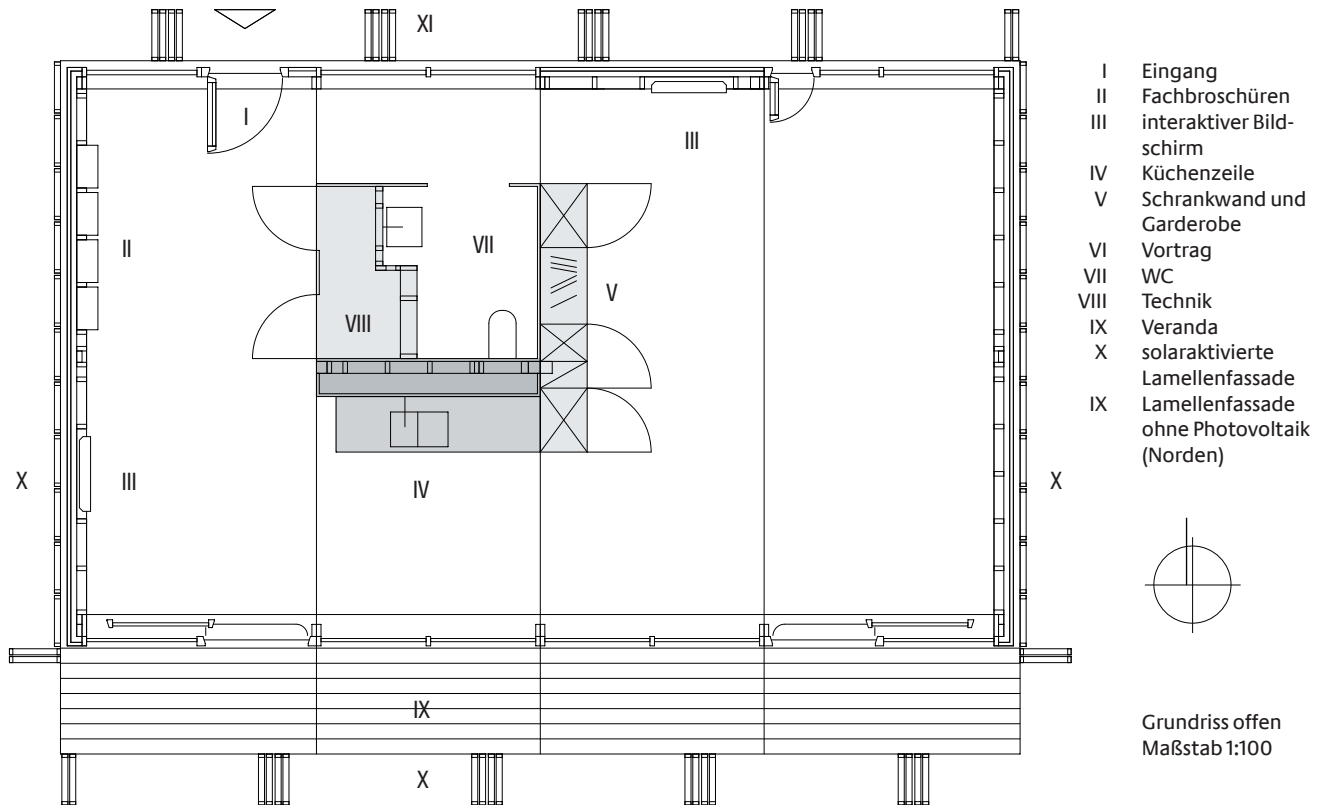
Der Innenraum des Hauses ist offen, großzügig und flexibel nutzbar. Nicht Zimmer bestimmen das Bild, sondern ein großer Raum, der durch die Platzierung eines Sanitär- und Technikernes die große Fläche in verschiedenen nutzbare Zonen aufteilt.

Nach Betreten des Gebäudes über den Haupteingang im Norden gelangt man in eine Vorzone, die mit Fachbroschüren und einem interaktiven Bildschirm den Besucher über das Plus-Energie-Haus, CO₂-Gebäudesanierung und Förderprogramme informiert.

An der Vorderseite des Sanitärkernes befindet sich eine Küchenzeile mit energiesparenden Haushaltsgeräten.

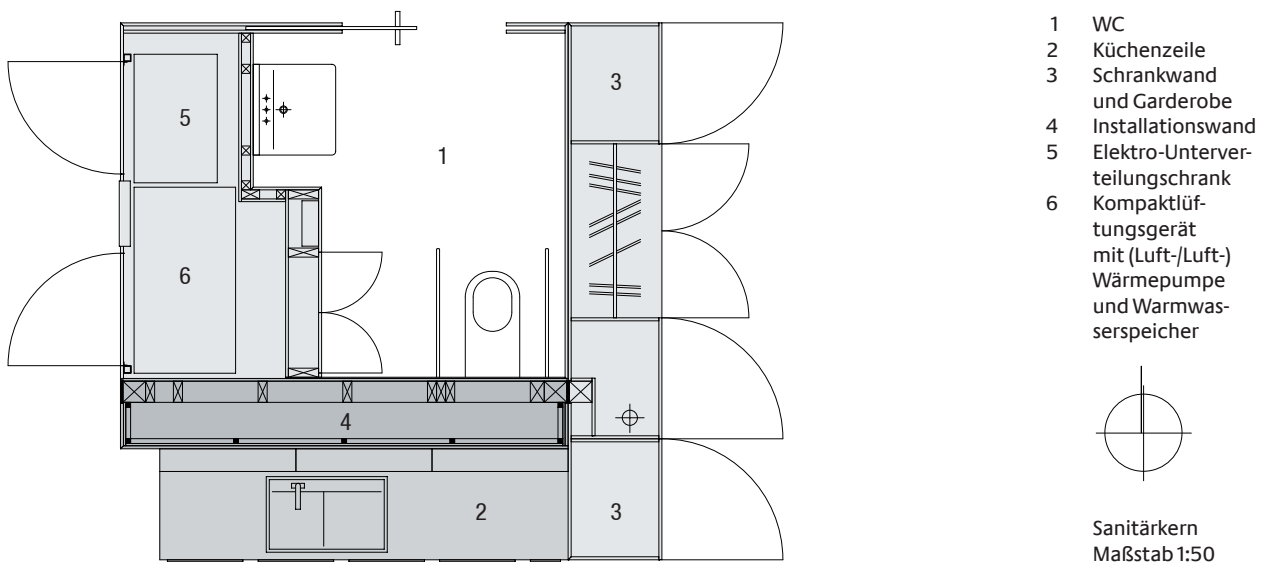
Im Anschluss gelangt man in den Vortragsraum, der bis zu 40 Zuhörern Platz bietet. Die Stühle können bei normalem Ausstellungsbetrieb zusammengeklappt in einen dem Kern angegliederten Schrank, der auch eine Garderobe beinhaltet, gelagert werden. Ein zusätzlicher Bildschirm, in behindertengerechter Höhe angebracht, vermittelt auch Rollstuhlfahrern und Kindern Informationen. In der Mitte des Raumes befindet sich unterhalb der Decke ein Beamer, der an ein gebäudeintegriertes Audiosystem angeschlossen ist und sein Bild an die weiße Innenwand wirft.

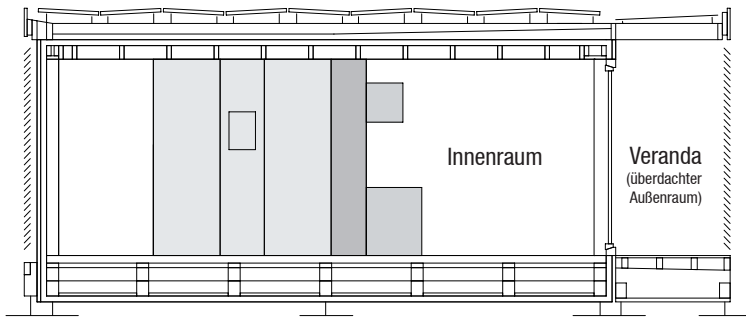




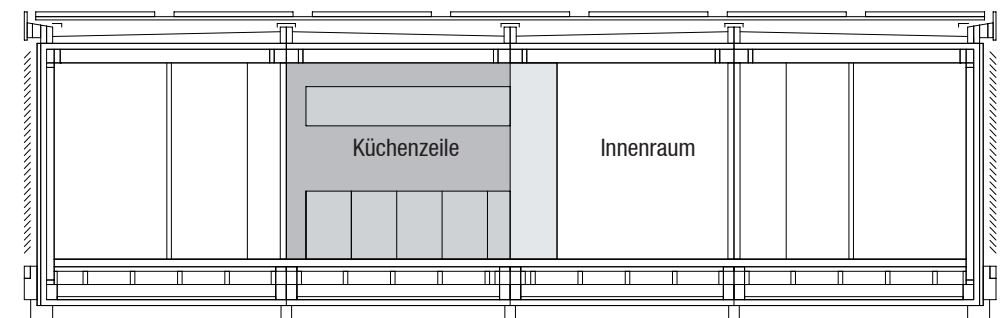
Entlang der Nordfassade des Hauses betritt man das vom übrigen Ausstellungsraum abgetrennte WC im Inneren des Sanitärkerns. Dieser im Raum stehende Kubus beherbergt auch die Installationstechnik sowie notwendigen Stauraum. Den Innenraum verbindet ein durchgehend verlegtes Eichen-Stirnholz-Parkett. Der Sanitärkern ist aus weiß satiniertem Plexiglas gefertigt.

Ost- und Westwände sowie eine drei Meter breite Wandfläche im Norden sind weiß angelegt, ebenso die Decke. Nach Süden und Norden bestimmen raumhohe Holzfenster den Raum, die teilweise über Schiebeelemente geöffnet werden können und den Bezug zum Außenraum herstellen.





Querschnitt
Maßstab 1:100



Längsschnitt
Maßstab 1:100

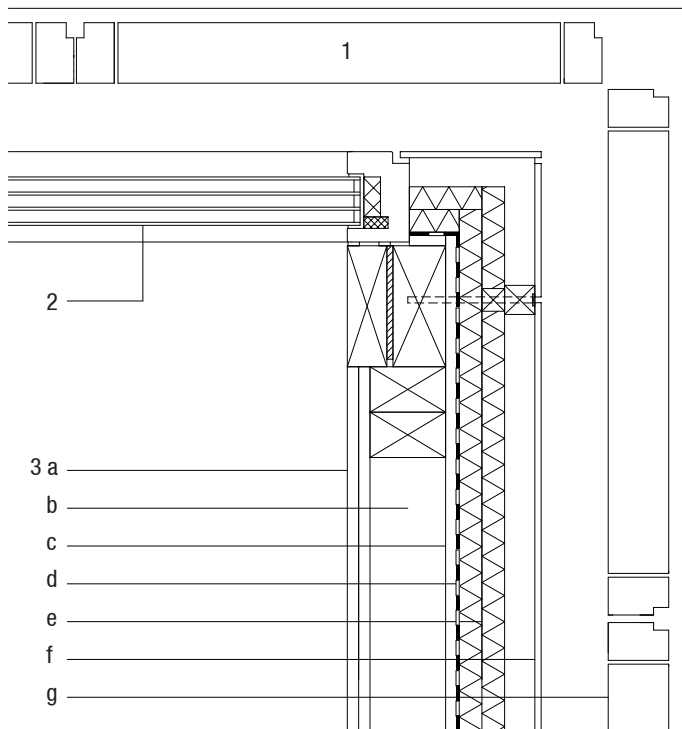
Das Beleuchtungskonzept ist entsprechend einem Ausstellungsgebäude konzipiert, ebenso die gebäudeintegrierte Medientechnik, jedoch wurde auch hier Wert auf Energieeffizienz und Nutzerfreundlichkeit gelegt. Die Steuerung von Lichtszenen oder meßwertabhängigen Steuerungen und Regelungen der verschiedenen Gebäudekomponenten erfolgt über einen zentralen Kommunikationsbus. Interne Daten zu Verbräuchen, Energieerzeugung oder Wetter- und Innenraum-Klimadaten stehen einem Informationssystem zur Verfügung.

Opake Hülle

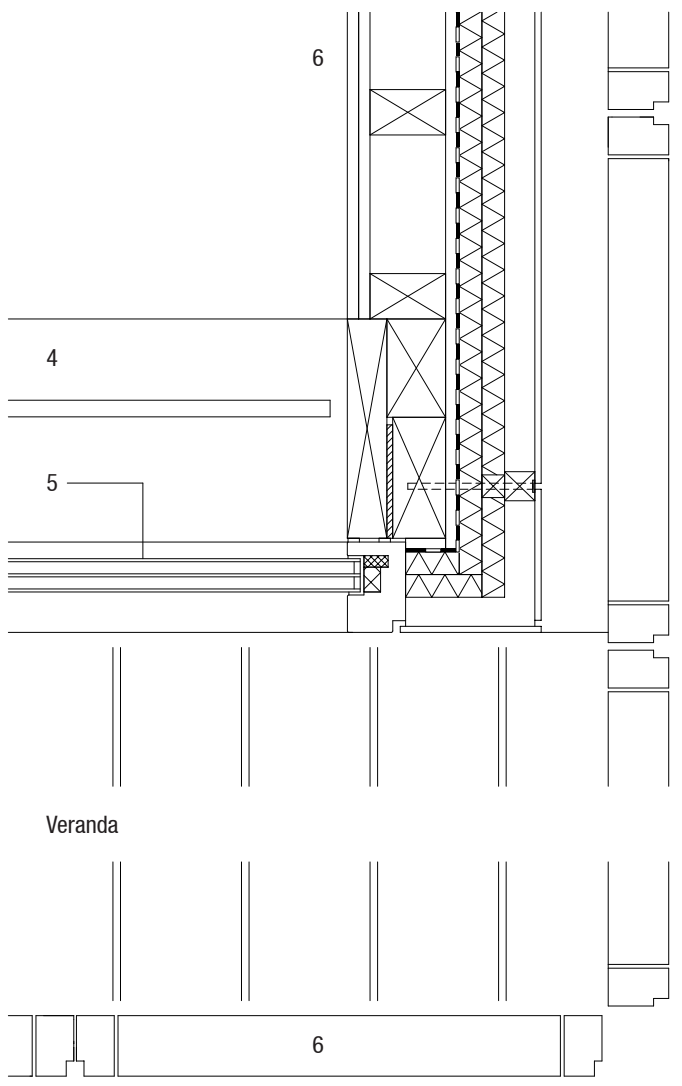
Die tragende Konstruktion des Plus-Energie-Hauses ist eine Mischung aus Holzständer- und Holztafelbauweise. Aufgrund der angestrebten Energieeffizienz des Gebäudes sind an Fassade, Bodenplatte und Dach hohe passive Anforderungen betreffend der eingesetzten Wärmedämmung gestellt. Alle opaken (geschlossenen) Bauteile sind mit einer Schicht aus insgesamt nur 6 cm (zweimal 3 cm) starken Vakuumdämmplatten (auch Vacuum Insulated Panel, kurz VIP), einem neuen, innovativen Dämmstoff, gedämmt. Dieses hocheffiziente Material besteht aus einem porösen Kernmaterial, das unter anderem als Stützkörper für das in der Vakuumdämmplatte vorliegende Vakuum dient und einer hochdichten Hülle, die einen Gaseintrag in die Dämmplatte verhindert.

Vergleicht man VIP mit herkömmlicher Dämmung, so läßt sich erkennen, dass bei äußerst geringem Materialeinsatz (6 cm VIP entspricht in etwa 60 cm Mineralwolle) eine hervorragende Dämmeigenschaft erreicht werden kann. Der Dämmwert wird mit dem Wärmedurchgangskoeffizient angegeben (U -Wert). Dieser beschreibt das Maß für den Wärmestromdurchgang durch eine ein- oder mehrlagige Materialschicht. Die Wände des Plus-Energie-Hauses erreichen bei einer Gesamtstärke von lediglich 26 cm einen hervorragenden U -Wert von $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

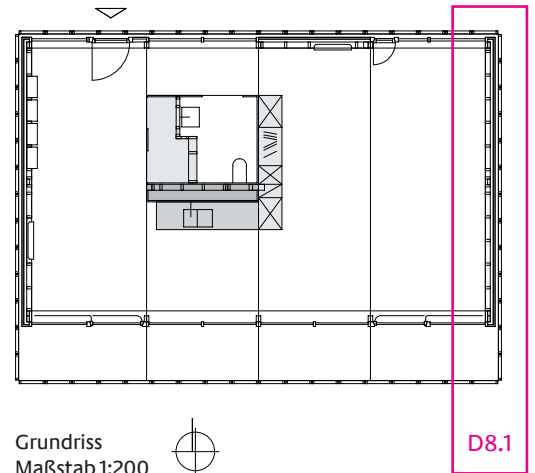




Innenraum **D8.1**



Veranda



Grundriss
Maßstab 1:200

D8.1

U-Werte:

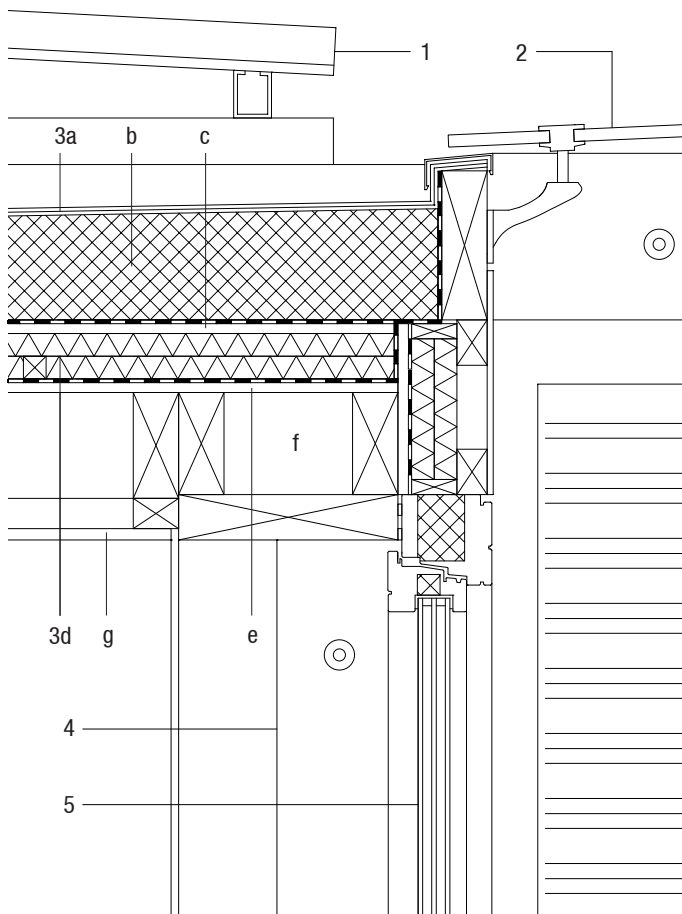
Wände Ost/West, Dach $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Bodenplatte $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Nach Außen hin sind die Wände mit eingefärbten Zementfaserplatten verkleidet und zusätzlich durch die das Gebäude dominierenden solaraktivierte Lamellen geschützt. Das Flachdach wird über Gefälledämmung und mehrlagige verschweißte Dichtungsbahnen entwässert und bietet Platz für die Installation von Solarthermie (Warmwassererzeugung) sowie Photovoltaik (Stromgewinnung).

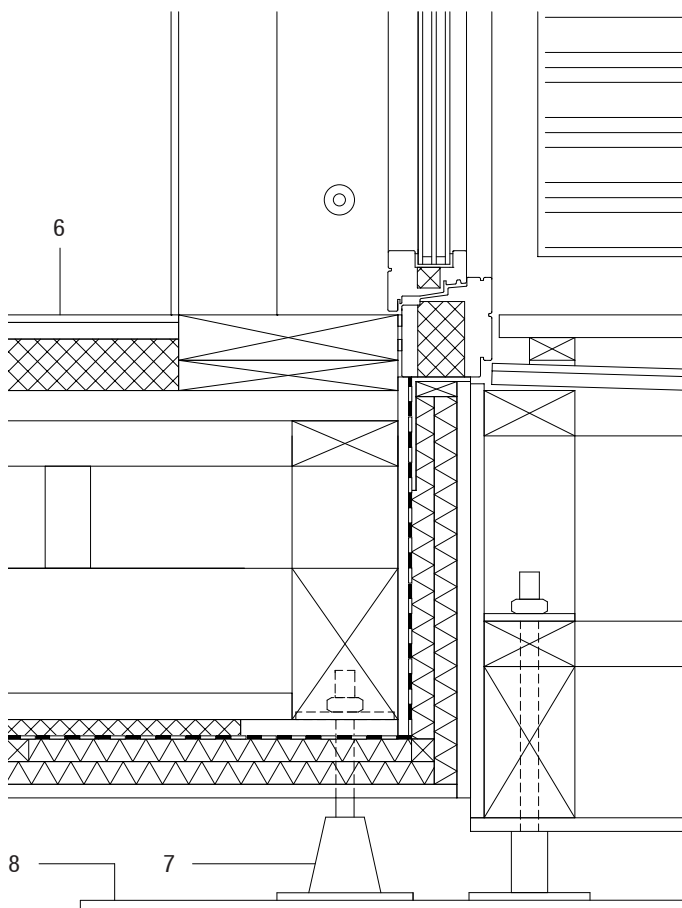
In den Gipskartonplatten integrierte Speichermassen (PCM, „Phase Changing Material“) in Wänden und Decke sorgen im Innenraum für ein behagliches Raumklima. Sie speichern sowohl solare als auch überschüssige interne Wärmegegewinne und geben diese bei Bedarf zeitversetzt wieder ab. Dieses neuartige Material wird vorzugsweise im Leichtbau eingesetzt, um die dort nicht vorhandenen massiven Wände als Speichermasse zu ersetzen.

D8.1 Horizontalschnitt Fassade Nord/ Ost/ Süd Maßstab 1:10

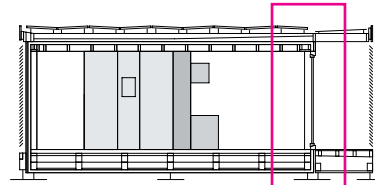
- 1 Lamellenfassade ohne Photovoltaik
- 2 Vierfachverglasung Nord
- 3 Wandaufbau:
 - a PCM Gipskarton/Micronal
 - b Holzständerwand 100mm
 - c Holzwerkstoffplatte
 - d Dampfsperre
 - e Vakuumdämmung
 - f Lattung
 - g Eternitfassadenplatten
- 4 Aufsicht Eichenschwelle
- 5 Dreifachverglasung Süd
- 6 solaraktivierte Lamellenfassade Süd

Innenraum **D9.1**

Veranda



8 7

Querschnitt
Maßstab 1:200**D9.1**

Transparente Hülle

Die Transparenz des Gebäudes spielt eine wichtige Rolle für passive Wärmegewinne, Belichtung des Innenraumes und Blickbezüge des Besuchers nach Außen. Trotz des hohen Anteiles der verglasten Flächen wird durch hochdämmende Holzfenster eine hervorragende Dämmleistung erreicht.

Alle Fenster besitzen hochgedämmte Eichenholzrahmen. Die transparenten Elemente der Nordfassade sind mit Vierscheibenverglasung, zwei opake Holztüren (Eingangstür und Lüftungsflügel) mit einem vakuumgedämmten Kern ausgeführt.

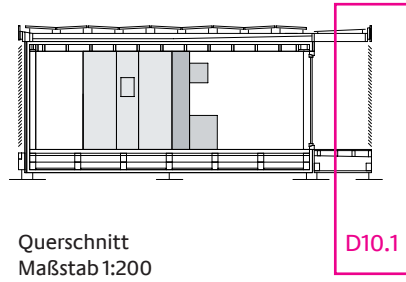
U-Wert Nordverglasung $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$
g-Wert (Gesamtenergiedurchlassgrad) 37%
U-Wert Gesamtfenster $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Im Süden wurden entsprechend raumhohe Fenster mit Dreischiebenverglasung eingesetzt. Zwei Fenster sind als Öffnungsflügel (Parallelschiebetüren) ausgeführt und verbinden Innen- und Außenraum ohne Schwelle großzügig miteinander.

U-Wert Südverglasung $0,56 \text{ W/m}^2\text{K}$
g-Wert (Gesamtenergiedurchlassgrad) 51%
U-Wert Gesamtfenster $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

D9.1 Fassadenschnitt Süd Maßstab 1:10

- 1 Photovoltaikmodule
- 2 transparentes Photovoltaikmodul
- 3 Deckenaufbau:
 - a Anschlussbahn verklebt, Dachbahn TECTOFIN RV 2.5, Bitumenbahn gesandet
 - b PUREN Gefälledämmung
 - c Eternit Duripaneel
 - d Vakuumdämmung, Dampfsperre
 - e Holzwerkstoffplatte
 - f Sparrenkonstruktion
 - g Lattung, Gipskarton
- 4 Stütze Eiche
- 5 Dreifachverglasung Süd
- 6 Fussbodenaufbau (siehe Seite 11)
- 7 verzinkte, nivellierbare Stahlfüße
- 8 Stahlplatte



Querschnitt
Maßstab 1:200

D10.1

Photovoltaikintegration

Das Plus-Energie-Haus besitzt drei verschiedene Arten von Photovoltaik zur Stromerzeugung:

Die Hauptlast wird über 47 monokristalline Siliziumzellen (205 Wp/Modul) auf dem Dach erzeugt. Aus Gründen des Designs und aufgrund der Problematik der gegenseitigen Verschattung wurden diese Module fast flach (2° Neigung) entgegen der üblichen Aufständigung (30° Neigung) verlegt. Der dadurch verursachte Minderertrag von 8 % im Jahresmittel wird dadurch ausgeglichen, dass durch die flache Belegung mehr Module auf dem Dach Platz haben.

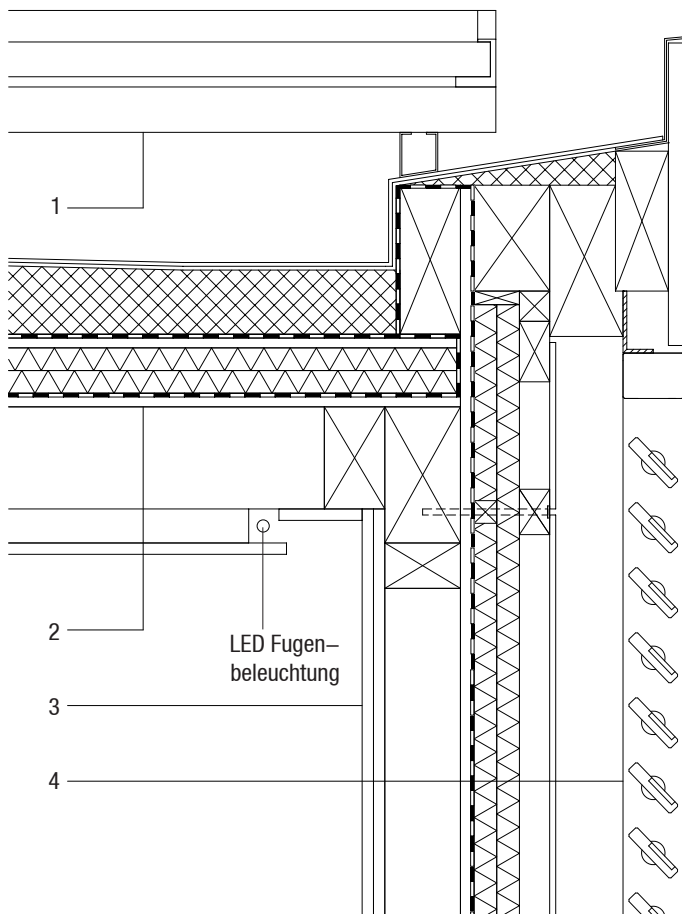
Die Erscheinung des Gebäudes nach Außen wird von insgesamt 48, teils feststehenden, teils schieb- und faltbaren, solaraktivierten Lamellenläden bestimmt. Sie leisten Sonnenschutz und ermöglichen die Veränderung von Belichtung und Privatsphäre im Innenraum. Jede einzelne Lamelle der Läden im Osten, Süden und Westen ist mit amorphen Siliziumzellen versehen. Zur Verbesserung der Erträge werden die Lamellen über einen motorgetriebenen und computergesteuerten Antrieb ständig der Sonne nachgeführt.

Über der Veranda bieten transparente Photovoltaikmodule (Photovoltaik eingebettet zwischen zwei Glasscheiben) Verschattung, Witterungsschutz und produzieren ebenfalls Energie.

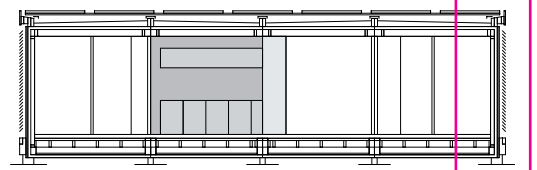
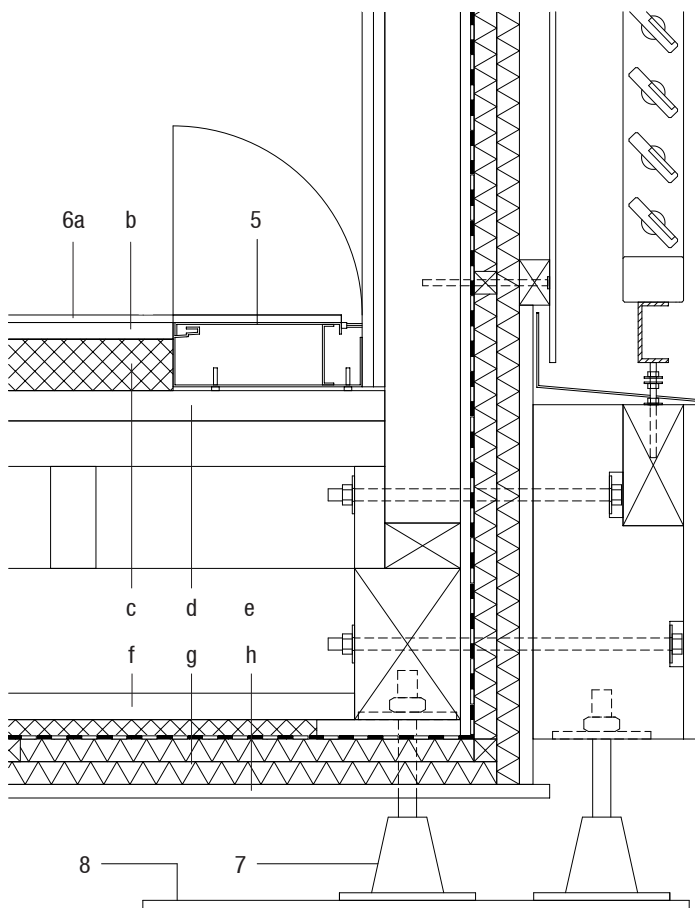
- Dach: Monokristalline Siliziumzellen
47 Module, Leistung 11,0 kWp
- Fassade: Amorphe Siliziumzellen
1364 Module, Leistung 2,7 kWp
- Loggia: Monokristalline Siliziumzellen
8 Module, Leistung 1,6 kWp

D10.1 Fassadenschnitt Süd Veranda
Maßstab 1:10

- 1 transparentes Photovoltaikmodul
- 2 solaraktivierte Lamellenfassade
- 3 verzinkte, nivellierbare Stahlfüße
- 4 Stahlplatte



Innenraum D11.1


 Längsschnitt
 Maßstab 1:200

D11.1

High-Tech, Low-Tech

Das Grundkonzept des energetischen Gebäudesystems besteht darin, möglichst wenig Energie über die Gebäudehülle zu verlieren sowie sinnvoll und effizient Energie zu erzeugen. Dies wird durch ein optimales Zusammenspiel verschiedener passiver (Low-Tech) und aktiver (High-Tech) Elemente erreicht.

Die ganzheitliche und sinnvolle Kombination der einzelnen Subsysteme ist sehr wichtig für ein optimiertes und innovatives Gesamtsystem, das Bauteile und Gebäudetechnik integriert und Synergien nutzt. Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung des Gebäudes sind bereits im Entwurfsprozess energetisch wichtige Parameter (Baustoffe und Konzepte) berücksichtigt worden, welche bereits ohne technische Hilfsmittel ein weitestgehend behagliches und energieeffizientes Innenraumklima ermöglichen.

Erst wenn die passiven Maßnahmen nicht mehr ausreichen, um den geforderten Wohnkomfort einzuhalten, werden diese durch aktive Systeme wie z. B. Photovoltaik oder Wärmepumpe ergänzt (s. Tabelle: Grundlagen energieeffizienten Entwerfens, folgende Seite 12).

 D11.1 Fassadenschnitt Ost
 Maßstab 1:10

- 1 Photovoltaikmodule
- 2 Deckenaufbau (siehe Seite 9)
- 3 Wandaufbau (siehe Seite 8)
- 4 solaraktivierte Lamellenfassade
- 5 Revisionsöffnung Elektro
- 6 Fussbodenaufbau:
 - a Eichenstäbchenparkett
 - b Holzsandwichplatte
 - c Trittschalldämmung (Weichfaserplatte)
 - d Baufurniersperrholz
 - e Holzkonstruktion (doppelter Boden)
 - f Baufurniersperrholz
 - g Vakuumdämmung 2x 30mm
 - h Holzwerkstoffplatte
- 7 verzinkte, nivellierbare Stahlfüße
- 8 Stahlplatte

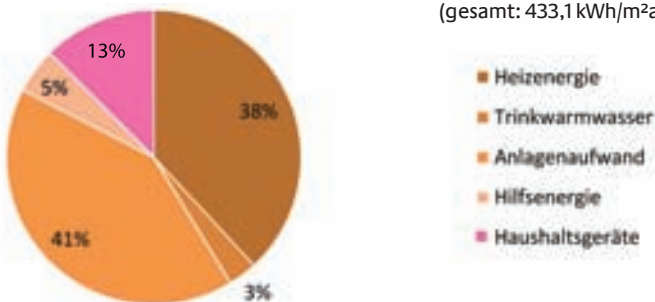
	Energiebedarf minimieren	Energieversorgung optimieren
<i>Wärme</i>	Wärme erhalten <ul style="list-style-type: none"> • Kompakter Baukörper • Hochgedämmte Hülle • Kreuzstromwärmetauscher 	Effizient Umweltenergien nutzen <ul style="list-style-type: none"> • Solarthermische Kollektoren • Wärmepumpe • passive Gewinne
<i>Kühlung</i>	Überhitzung verhindern <ul style="list-style-type: none"> • Sommerlicher Wärmeschutz 	Wärme effizient abführen <ul style="list-style-type: none"> • Latentwärmespeicher
<i>Luft</i>	Natürlich Lüften <ul style="list-style-type: none"> • Querlüftung 	Effizient mechanisch Lüften <ul style="list-style-type: none"> • Kompaktlüftungsgerät mit (Luft-/Luft-)Wärmepumpe und Warmwasserspeicher
<i>Licht</i>	Natürliche Belichtung nutzen <ul style="list-style-type: none"> • Transluzente Photovoltaik im Süden 	Künstlich optimieren <ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Leuchtmittel (LED)
<i>Energie</i>	Energie sparen <ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Haushaltsgeräte und -technik 	Dezentrale regenerative Energieerzeugung <ul style="list-style-type: none"> • Photovoltaik-Module • Effiziente Haushaltsgeräte und -technik

12.1 Energiekonzept

Grundlagen energieeffizienten Entwerfens am Beispiel des Plus-Energie-Hauses

12.2 Bestandsgebäude

Primärenergiebedarfe Bestandsgebäude (gesamt: 433,1 kWh/m²a)



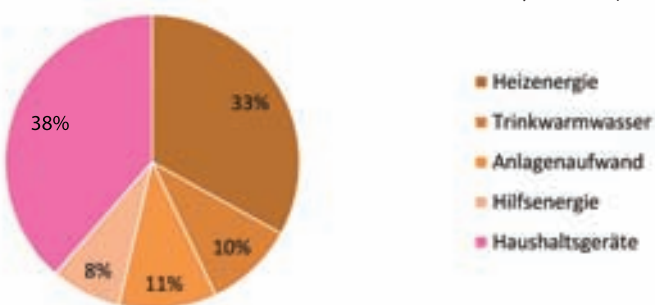
Energiekonzept

Die oben gezeigte Tabelle (12.1) demonstriert die wesentlichen Grundlagen des Energiekonzeptes des Plus-Energie-Hauses. Doch welche Ergebnisse werden tatsächlich mit diesen Maßnahmen erreicht und wo steht das Plus-Energie-Haus im Vergleich zu anderen Gebäudekonzepten?

Vergleicht man die durchschnittlich vorhandene Gebäudesubstanz (Bestandsgebäude) in Deutschland, Niedrigenergiehäuser und den im Plus-Energie-Haus umgesetzten Standard, so lässt sich deutlich erkennen, wie durch Einführung der neuen Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) nach den konsequenten Verbesserungen in der Vermeidung von Gebäudeenergieverlusten durch schlechte Hüllwerte vor allem auch die Verbesserung der Anlagenaufwandszahl (Effizienz der Gebäudetechnik) die Gesamteffizienz von Gebäuden gesteigert werden konnte (s. 13.1, folgende Seite 13).

12.3 EnEV 2009

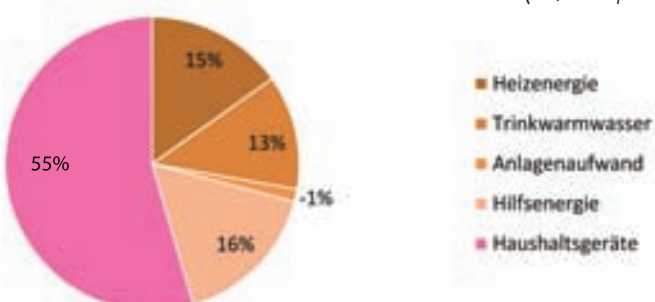
Neubau nach EnEV 2009 (139,7 kWh/m²a)



Im Plus-Energie-Haus wurde vor allem durch konsequente Verringerung der Lüftungs- und Hüllverluste, aber auch der effizienten Gewinnung regenerativer Energien und Umweltenergien (etwa durch interne solare Wärmegewinne oder regenerative/ Wärmerezeugung mit minimiertem Primärenergieaufwand) die Primärenergiebilanz um ein vielfaches verbessert.

12.4 Passivhaus

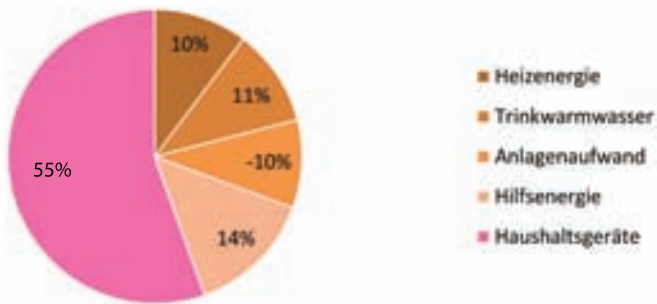
Passivhausstandard (96,3 kWh/m²a)



Als nächstes Optimierungsziel bieten sich tatsächlich vor allem die im Haus eingesetzten Haushaltsgeräte an (12.4).

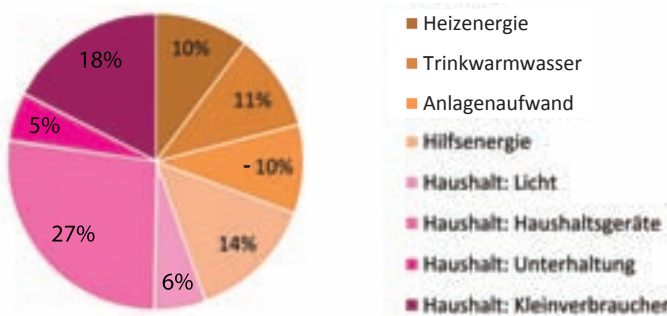
13.1 Plus-Energie-Haus (PEH)

(94,2 kWh/m²a)



Die bestehende Gesetzgebung bietet bereits jetzt einen sinnvollen Förderhintergrund für die Berücksichtigung regenerativer Energien. Mit Einführung der EnEV 2009 wird erstmalig die Gebäudeintegration regenerativer Energieerzeugung bei der Berechnung nicht nur des End- sondern sogar des Primärenergiebedarfs bei der Bewertung des Gebäudestandards im Gebäudeenergieausweis positiv angerechnet und steigert somit den Wert des Objektes.

13.2 PEH (aufgeschlüsselt)

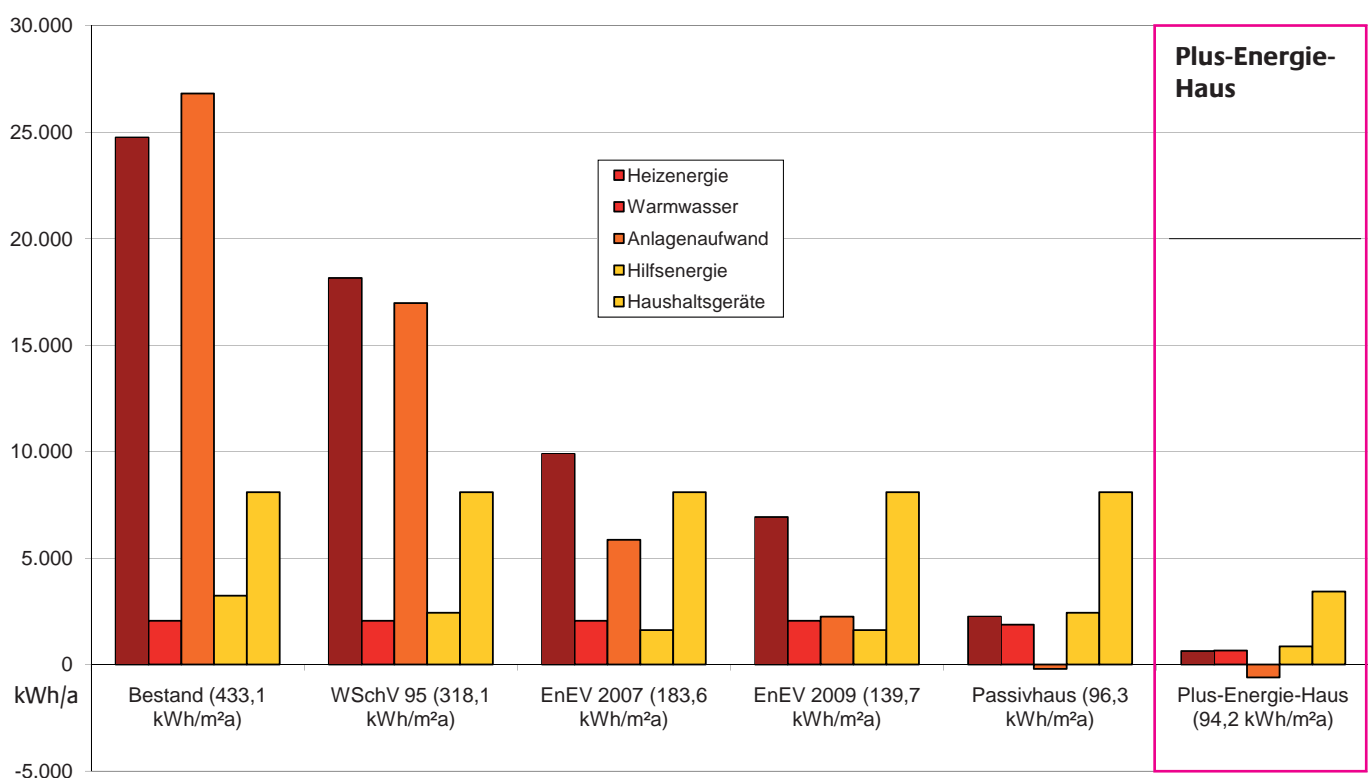


Bis zur Einführung von großflächigen regenerativen Energienetzen bietet eine dezentralisierte Nutzung von regenerativen Energiequellen wie gebäudeintegrierte Photovoltaik und Solarthermie, erdnahe Kollektorsysteme und Systeme mit Kraft-Wärme-Kopplung eine gute Möglichkeit, den im Gebäude benötigten Primärenergieaufwand auszugleichen oder gar zu übertreffen. Per Antrag und mit einem einfachen Anschluss an das Stromnetz ist heutzutage sogar der Schritt von Niedrigenergie- hin zu Plusenergiehäusern realisierbar.

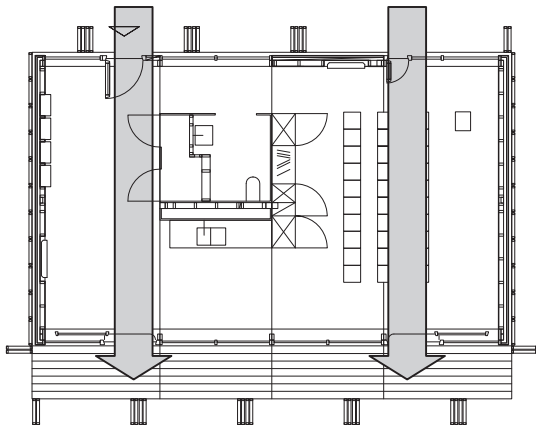
(Quelle graphische Tabellen: TU Darmstadt)

13.3 Gesamtbedarf - Primärenergie

Gesamtbedarfe | Primärenergie



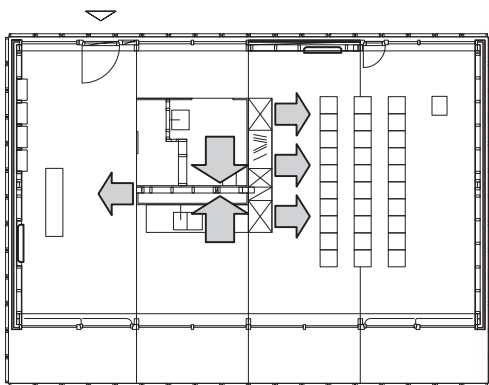
14.1 Querlüftung



Lüftungsstrategien im Plus-Energie-Haus
natürliche Querlüftung



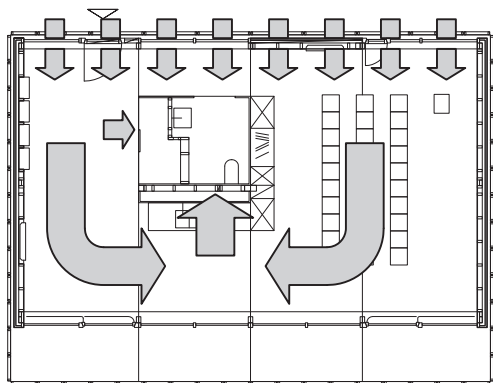
14.2 Lüftung über Wärmepumpe



Lüftungsstrategien im Plus-Energie-Haus
Erwärmung der Zuluft über Wärmepumpe



14.3 Frischluftöffnungen



Lüftungsstrategien im Plus-Energie-Haus
Passivkühlung über Frischluftöffnungen
(Nachtauskühlung Sommer)



Lüftungstechnik

Grundlegendes passives Prinzip des Gebäudes ist in erster Linie die natürliche Querlüftung (14.1), welche über jeweils zwei Lüftungsöffnungen im Norden und im Süden eine kurze und effektive Stoßlüftung des Innenraums erlaubt. Bei geschlossener Fassade wird das Gebäude je nach Jahreszeit durch eine effiziente mechanische Lüftungsanlage und einer Wärmepumpe mit Wärmerückgewinnung (14.2) beheizt oder gekühlt.

Prinzipiell arbeitet eine Wärmepumpe wie ein Kühlschrank mit umgekehrten Vorzeichen. Dieser entzieht seinem Innenraum die Wärme und gibt diese nach außen ab. Die Wärmepumpe dagegen entzieht der Umwelt Wärmeenergie, befördert diese auf ein höheres Temperaturniveau und gibt sie an das Heizsystem des Hauses weiter.

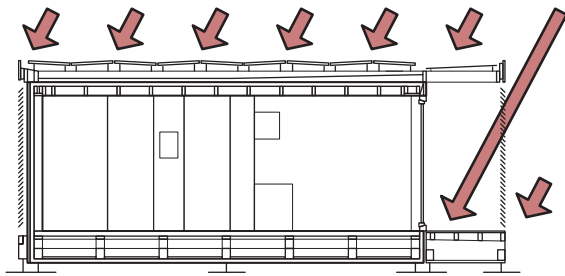
Wie im Kühlschrank, so zirkuliert auch in der Wärmepumpe ein Kältemittel, das einer Wärmequelle (Erdreich, Grundwasser oder Luft) Wärme entzieht. Das dabei verdampfende Kältemittel gelangt in einen Verdichter (Kompressor). Durch Erhöhung des Drucks steigt auch die Temperatur so weit an, daß die der Wärmequelle entzogene Wärme im Verflüssiger an ein Heizsystem abgegeben werden kann. Das durch diese Wärmeabgabe wieder flüssige Kühlmittel entspannt sich im Expansionsventil und der Kreislauf beginnt von vorne.

Ganz ohne Energiezufuhr funktioniert die Wärmepumpe nicht. Der Verdichter (Kompressor) wird mit Strom angetrieben und hält den beschriebenen Kreislauf in Gang. Allerdings liefert eine Wärmepumpe, je nach Typ und Größe der Anlage, für den Aufwand von einer Kilowattstunde an elektrischer Energie (für den Kompressor) wenigstens drei bis fünf Kilowattstunden Wärmeenergie in das Heizsystem.

Durch die Nutzung von Wärmerückgewinnung wird die Effizienz des Lüftungssystems weiter erhöht. Hierbei wird der Energieinhalt der Abluft genutzt, um die Zuluft zu temperieren: im Winter wird die Zuluft an der Abluft vorbeigeführt und damit erwärmt, im Sommer gekühlt.

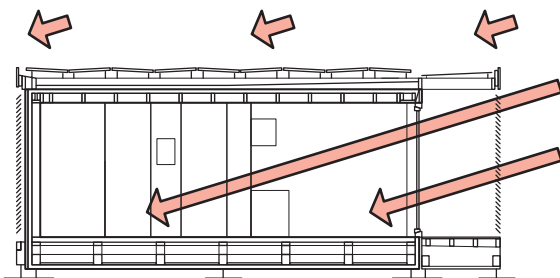
Entsprechend der Auslegung des Plus-Energie-Hauses wird ein zeitweiser Luftwechsel von $800\text{m}^3/\text{h}$ für 40 Personen, unabhängig von den äußeren Klimabedingungen benötigt. Durch Öffnungen in der Nordfassade (14.3) kann dazu zusätzlich Frischluft in den Innenraum einströmen. Da die verbrauchte Abluft gezielt über den Kern abgesaugt wird, können die hier vorhandenen Abwärmequellen (z.B. Medientechnik-Komponenten) gleichzeitig mit gekühlt werden.

15.1 Verschattung



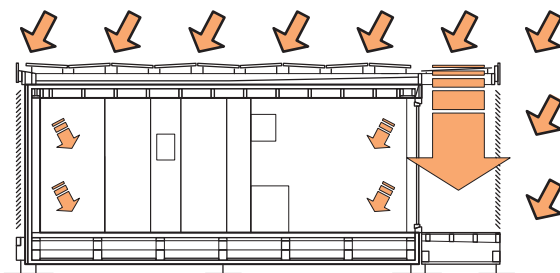
Sommerlicher Wärmeschutz
Wirkung der Festverschattung im Sommer

15.2 Solare Wärmegewinne



Sommerlicher Wärmeschutz
Ermöglichung winterlicher Wärmegewinne

15.3 Natürliche Belichtung



Auch bei voller Verschattung wird über beide Fassaden immer eine vollständige natürliche Belichtung des Innenraums erreicht.

Dieses System wird ebenfalls zur passiven Nachtauskühlung des im Gebäude verbauten Latentwärmespeichers (PCM) verwendet.

Energiehaushalt

Das Plus-Energie-Haus wurde nach den Gesichtspunkten und Kriterien des Passivhaus-Standards entworfen. Dies bedingt, vor allem mit Hinblick auf die gewählte Holzständerbauweise, die Berücksichtigung sommerlichen Überhitzungsschutzes, sprich: entsprechender Verschattungselemente (15.1) und der gleichzeitigen Nutzung solarer Gewinne bei flachstehender Sonne im Winter (15.2).

Zusätzliche thermische Speichermasse durch Latentwärmespeicher im Innenausbau (sog. PCM-Gipskartonplatten) erlaubt die zeitversetzte Aufnahme und Abgabe von Raumwärme über den Tag.

Licht und Beleuchtungstechnik

Eine transluzente Ausführung der photovoltaischen Verschattungselemente im Süden, sowie die raumhohe Verglasung in Norden erlauben es, durch hohen natürlichen Tageslichtanteil den Einsatz von Kunstlicht zu minimieren (15.3).

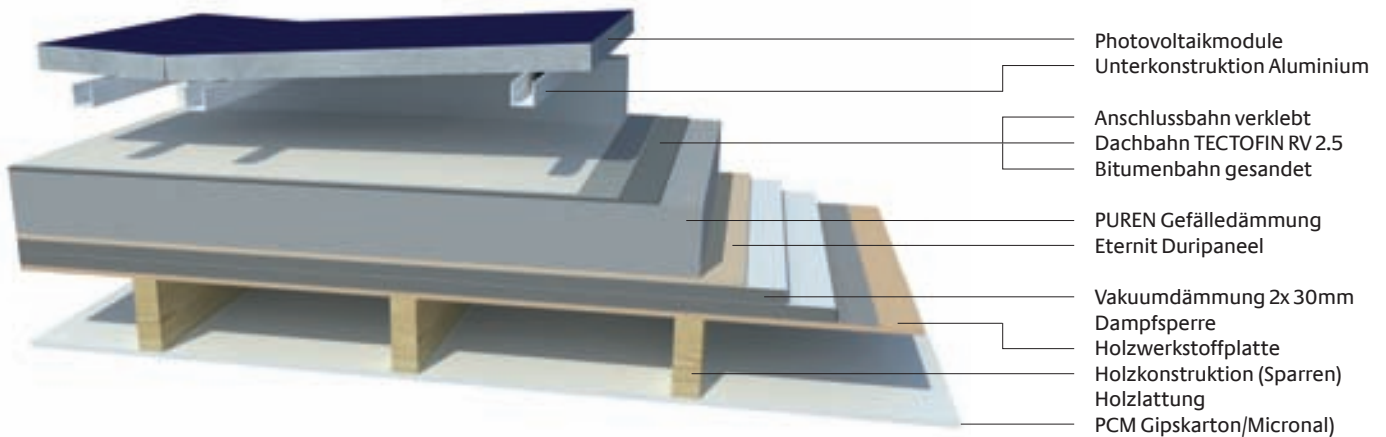
Das Kunstlichtkonzept des Plus-Energie-Hauses setzt sich aus einem funktionalen Mix verschiedener Leuchtmittel zusammen:

- Sparsame LED-Beleuchtung schafft eine Grund- und Effektbeleuchtung über Schattenfugen in den Ost- und Westwänden.
- Hocheffiziente, dimmbare Kompakt-Leuchtstoff-Lampen bereiten die Grundbeleuchtung auf allen Flächen des Plus-Energie-Hauses.
- Zur farbechten und brillanten Ausleuchtung der Exponate und Informationsmaterialien wurden auch Halogenspots in das Lichtkonzept mit aufgenommen.

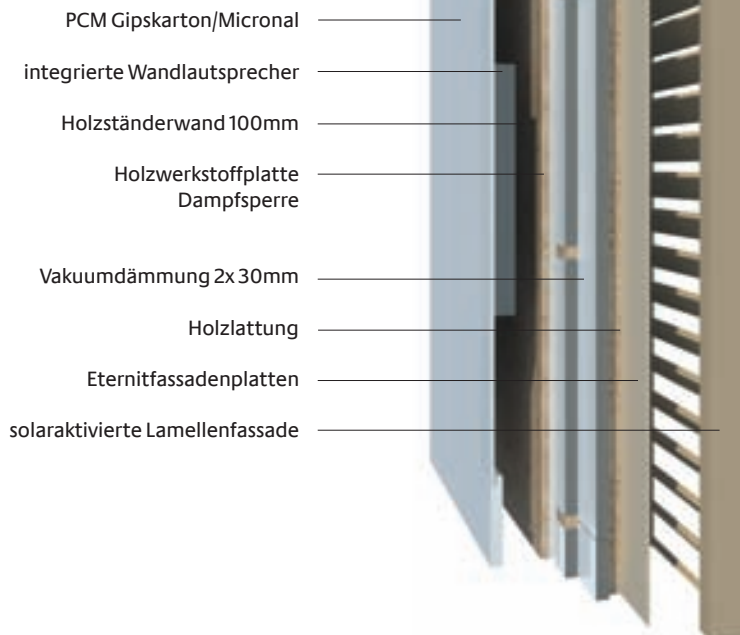
Über eine Gebäudeleittechnik können alle Leuchten je nach Situation zu verschiedenen komplexen Lichtszenen verknüpft werden.



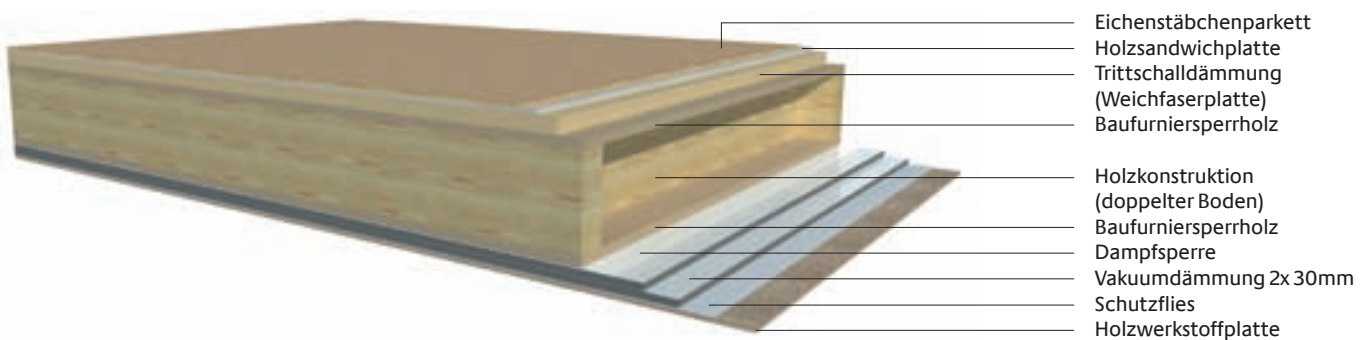
16.1 Dachaufbau

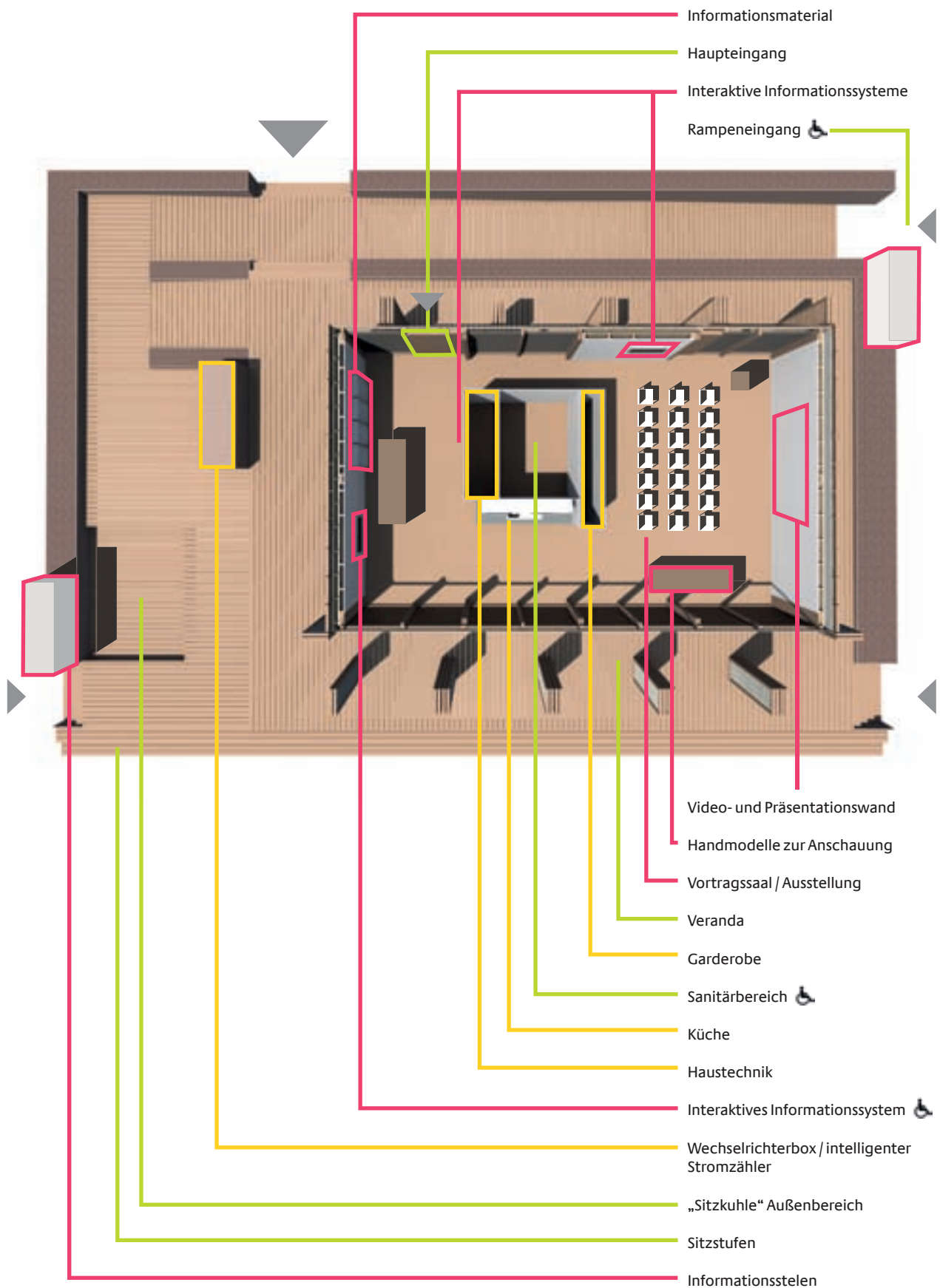


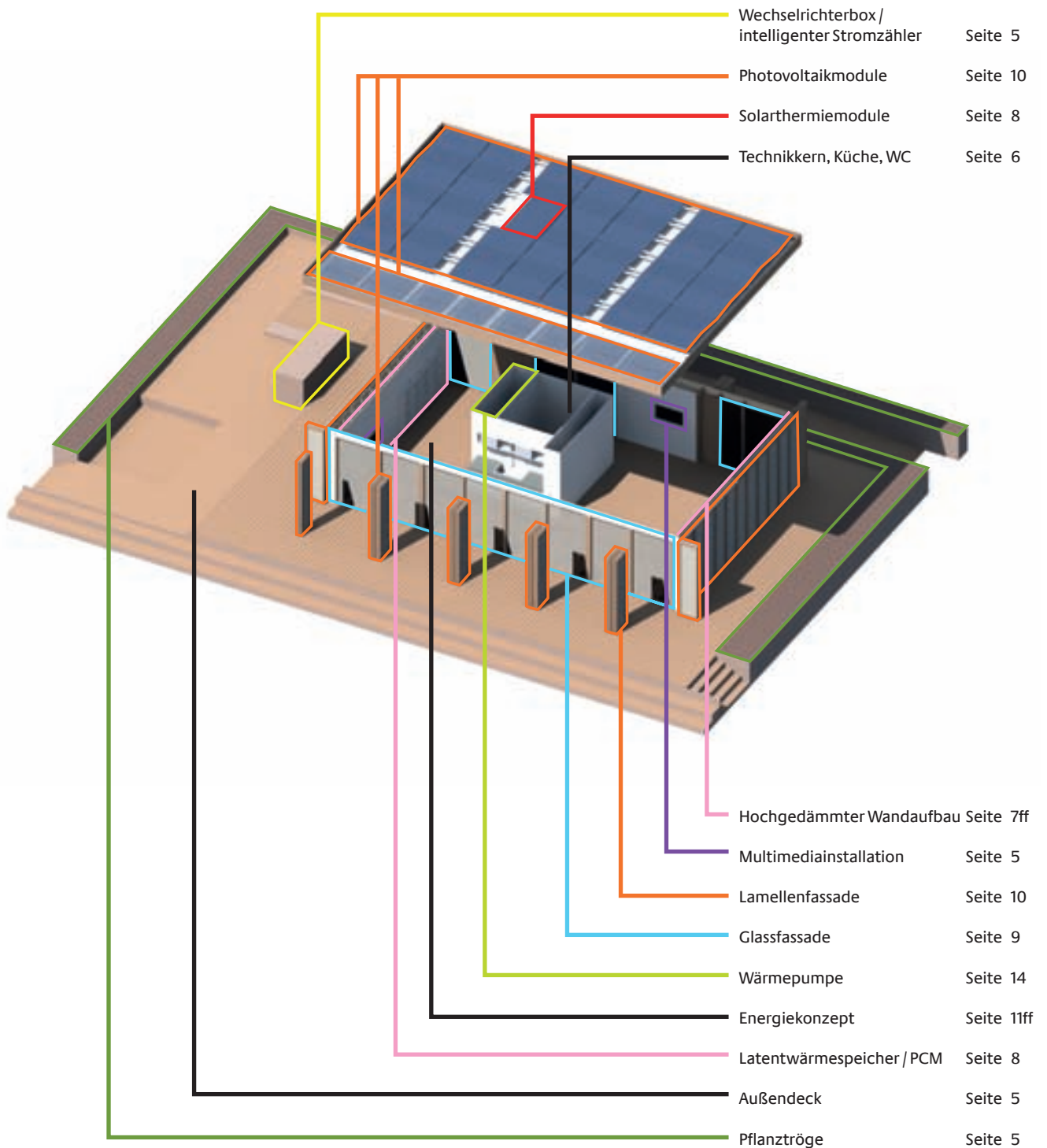
16.2 Wandaufbau:



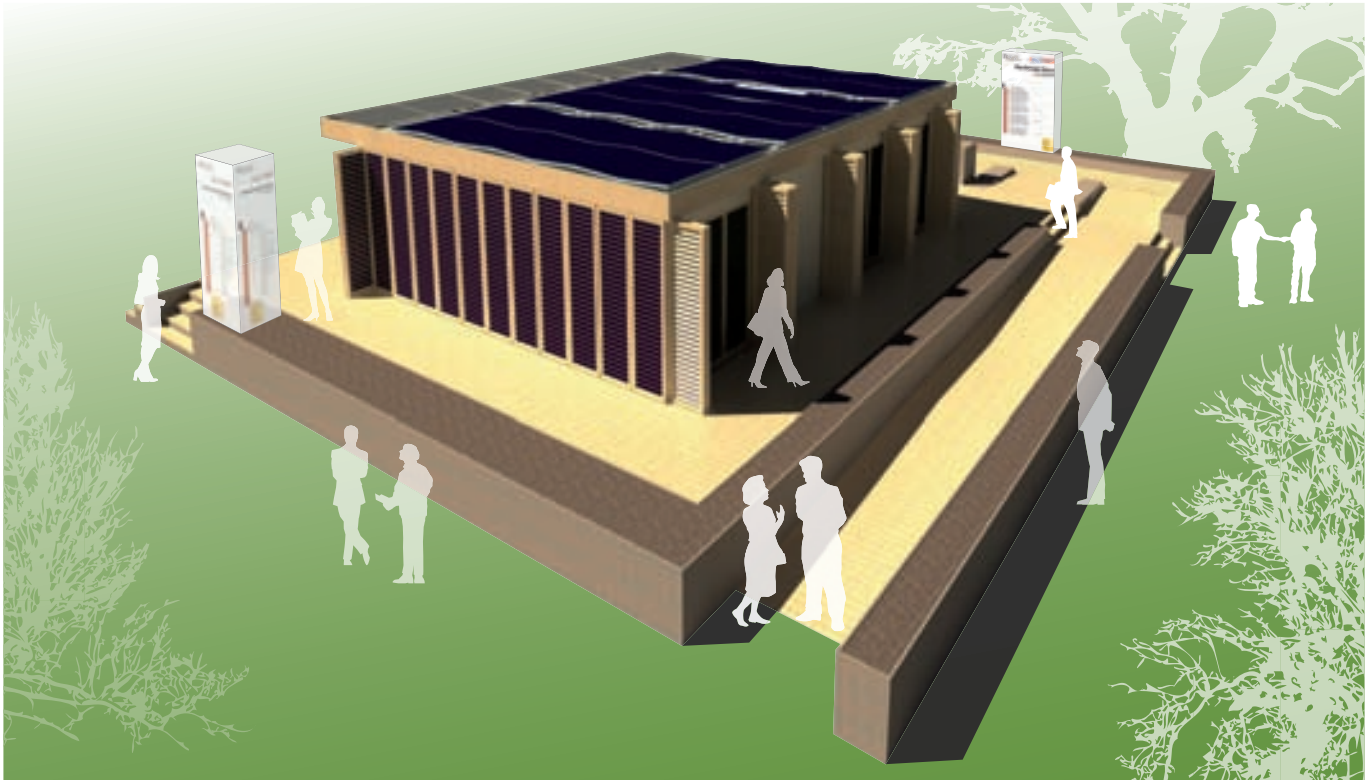
16.3 Bodenaufbau







Übersicht der Bauteile und Technologien des Plus-Energie-Hauses



Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
Invalidenstraße 44
D - 10115 Berlin

Entwurf und Inhalt

BMVBS, Abteilung Bauwesen,
Bauwirtschaft und Bundesbauten
Referat B 13
Projektleitung:
Dipl.-Ing. Architektin Petra Alten

in Zusammenarbeit mit

soap - sustainability office
for architectural projects GbR
Darmstadt

Internetadresse

www.bmvbs.bund.de
www.plus-energie-haus.bmvbs.de

Druck

Z 32 Druckerei des BMVBS 2010

Fotos

Plus-Energie-Haus Einband:
Leon Schmidt

Graphische Perspektiven:
soap - sustainability office
for architectural projects GbR



Notizen

