



## **PASSIVHÄUSER**

GUTE BEISPIELE AUS DER REGION.

**LANDESHAUPTSTADT HANNOVER**

**HAN  
NOV  
ER** 

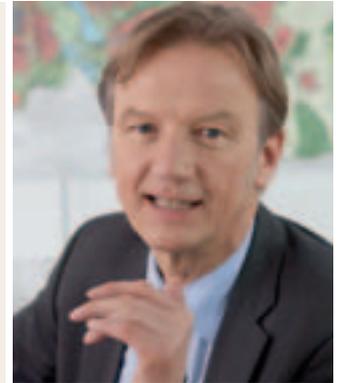


# Inhalt

- 2 Grußwort**  
Wirtschafts- und Umweltdezernent Hans Mönninghoff  
Stadtbaurat Uwe Bodemann
  
- 3 Das Passivhaus –  
ein Baustein zum Klimaschutz**
  
- 6 BEISPIEL 1**  
Klassischer Baukörper in lebendigem Klinker
  
- 8 BEISPIEL 2**  
Wohnen und Arbeiten mit Aussicht
  
- 10 BEISPIEL 3**  
Schlichtes Satteldach auf modernem Baukörper
  
- 12 BEISPIEL 4**  
Interpretation des örtlichen Baurechts
  
- 14 BEISPIEL 5**  
Perfekt auf das Grundstück zugeschnitten
  
- 16 BEISPIEL 6**  
Mit der Schmalseite zur Sonne
  
- 18 Baukosten – ein Vergleich**
  
- 20 Gestaltung der Fassade**  
Fassadenmaterialien
  
- 24 Das freistehende Einfamilienhaus  
Wohnform der Zukunft?**  
Beispiele, die mit Grund und Boden  
sparsam umgehen
  
- 26 Glossar**



**Hans Mönninghoff**  
Wirtschafts- und Umweltdezernent



**Uwe Bodemann**  
Stadtbaurat

Stadt und Region Hannover haben sich schon lange den Zielen der Nachhaltigkeit verschrieben. Die öffentlichen wie auch privaten Bauvorhaben sollen klimafreundlicher geplant und ausgeführt werden. Im Einflussbereich der Landeshauptstadt gelten erhöhte Anforderungen an die energetischen Standards. Bindung und Förderung des Passivhausstandards tragen zu einer Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei.

Die technischen Möglichkeiten, die Produkt- und Komponentenpalette wurden sehr gut für diesen Standard weiter entwickelt. Die aktuelle Aufgabe besteht darin, die hohe Energieeffizienz mit einer guten Gestaltung umzusetzen.

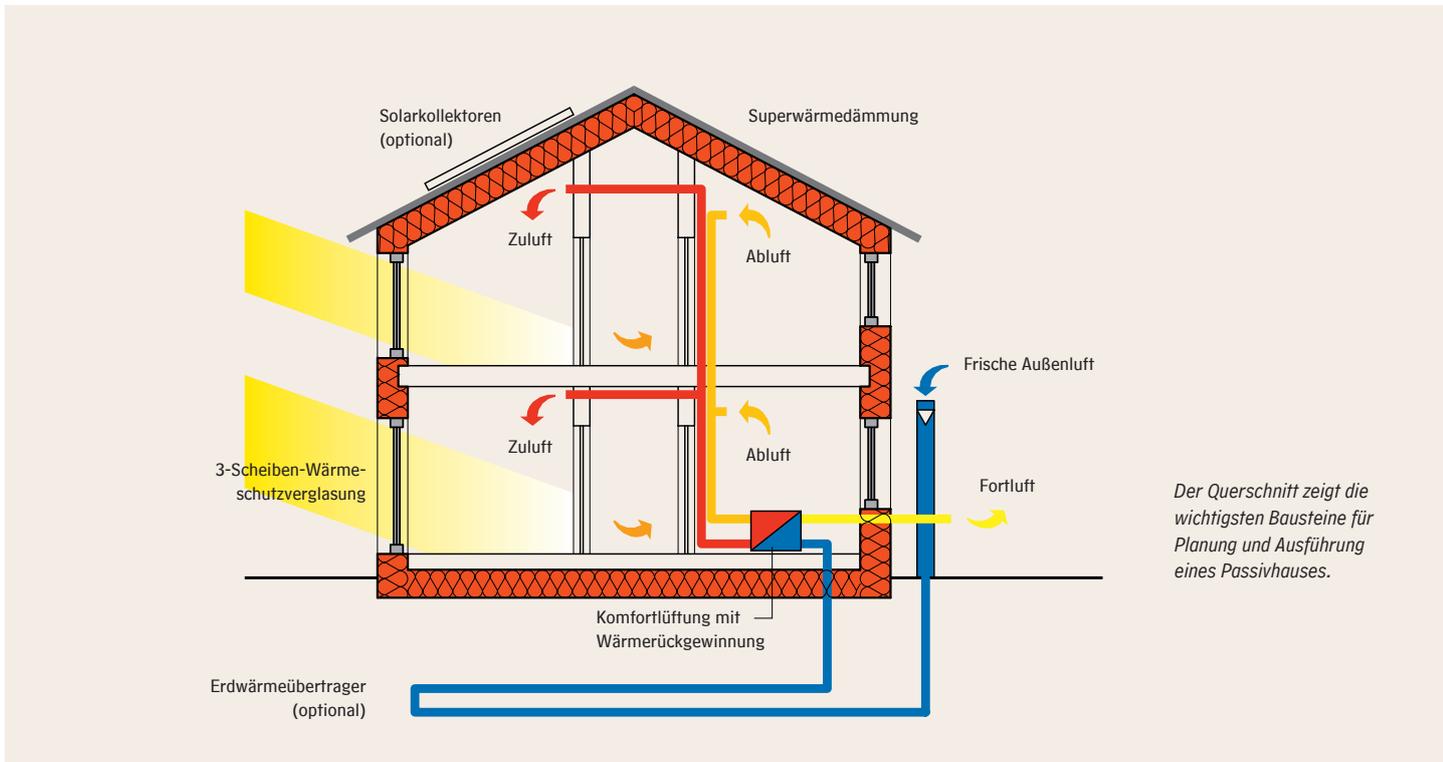
Diese Veröffentlichung wurde in Kooperation mit der Architektenkammer Niedersachsen und dem Klimaschutzfonds proKlima zusammengestellt. Sie ist an Baufamilien gerichtet, die ein Einfamilienhaus planen. Sie sollen ermuntert werden, auch bei der Gestaltung gewohnte Denkstrukturen zu erweitern und neue Wege zu gehen. Eine gute Gestaltung trägt zur Nachhaltigkeit eines Gebäudes bei und lässt sich auch mit dem Passivhausstandard in Einklang bringen.

Erfreulich ist, dass sich in Hannover zahlreiche Architekten bereits dieser Aufgabe stellen und die Grundidee von mehr Komfort und weniger Energienachfrage mit einer anspruchsvollen Architektur verbinden.

Hans Mönninghoff

Uwe Bodemann

# Das Passivhaus – ein Baustein zum Klimaschutz



Klimaschutz und Energiewende sind große Aufgaben, denen wir uns stellen müssen. Die Reduzierung von Treibhausgasen z. B. CO<sub>2</sub> durch verminderte Nutzung fossiler Brennstoffe ist ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz. Seit Langem werden deshalb energieeffiziente Bauformen wie der Passivhausstandard weiterentwickelt.

## Was ist das Besondere an diesem Baustandard für Wohngebäude?

Ein Passivhaus garantiert behagliche Raumtemperaturen bei geringem Energieverbrauch. Die Einsparungen gegenüber einem Haus nach derzeit gesetzlichen Anforderungen betragen ca. 75%. So darf ein Passivhaus entsprechend den Kriterien zur Zertifizierung durch das Passivhausinstitut Darmstadt maximal 15 Kilowattstunden – das entspricht 1,5l Heizöl – Heizwärmebedarf pro qm und Jahr verbrauchen.

Die enormen Einsparungen sind möglich, wenn folgende Grundprinzipien eingehalten werden: Vermeidung von Wärmeverlusten über die Gebäudehülle und die Lüftung, Optimierung der Wärmerückgewinne, z. B. Sonne, bei Reduzierung unerwünschter Aufheizung.

## Vermeidung von Wärmeverlusten

Eine Dachhaut mit einer Dämmung bis 40 cm und Außenhaut mit Dämmstärken zwischen 25 und 40 cm sowie Fenster mit Dreifach-Wärmeschutzverglasung vermeiden den Wärmeverlust. Für frische Luft sorgt eine Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung, die der Abluft die Wärme entzieht und damit die frische Zuluft erwärmt. Die Komfortlüftung hat einen weiteren Vorteil: die frische Zuluft wird gefiltert und kann so von Pollen und Staub gereinigt werden.

Passivhaus Institut, Darmstadt

[www.passiv.de](http://www.passiv.de)

[www.verbraucherzentrale-energieberatung.de](http://www.verbraucherzentrale-energieberatung.de)

[www.ig-passivhaus.de](http://www.ig-passivhaus.de)

[www.proklima-hannover.de](http://www.proklima-hannover.de)

### Komfort im Passivhaus sorgt für zufriedene Bewohner

Auch wenn das Passivhaus Energie und Heizkosten spart, an einem spart es nicht: am Komfort! Passivhaus-Bewohner schätzen den hohen Wohnkomfort ihrer Häuser. Durch die gute Dämmung sind alle Raumumgebungsflächen gleichmäßig warm, auch bei den an die kalte Außenluft grenzenden Bauteilen. Das schafft eine hohe Behaglichkeit. Schlechte Luft im Schlafzimmer während der Nacht, weil die Fenster wegen Frost oder Lärm nicht gekippt bleiben können, gibt es im Passivhaus dank der Komfortlüftung nicht. Das Besondere am Passivhaus ist, dass es nicht auf eine spezielle Bauweise festgelegt ist. Es gibt Passivhäuser in Massiv-, Holz- oder Mischbauweise.

### Folgende Grundsätze bilden einen Leitfaden zum Bau von Passivhäusern:

#### Nutzung der Sonnenenergie

Wärmegewinne werden durch die Sonneneinstrahlung erzielt. Aber auch die Wärmeabgabe von Personen und Haushaltsgeräten trägt positiv zur Wärmebilanz bei. Im Sommer muss eine zu starke Aufheizung der Räume durch Verschattung gebremst werden z. B. durch Balkone, Raffstores oder Klapppläden.

#### Nutzung der Abwärme

Die langjährigen Messungen im ersten Passivhaus Deutschlands in Darmstadt-Kranichstein belegen es:

Selbst im Jahrhundertwinter 1996/97 mit Tagesmittelttemperaturen bis zu  $-14^{\circ}\text{C}$  war die benötigte Heizleistung in den vier Wohnungen so gering, dass man einen Raum mit  $20\text{m}^2$  Wohnfläche mit zwei Standard-75 Watt-Glühbirnen hätte heizen können. Dabei lagen die Raumlufttemperaturen in dem Vierfamilienhaus tagsüber ständig über  $20^{\circ}\text{C}$ .

#### Guter Wärmeschutz und Kompaktheit

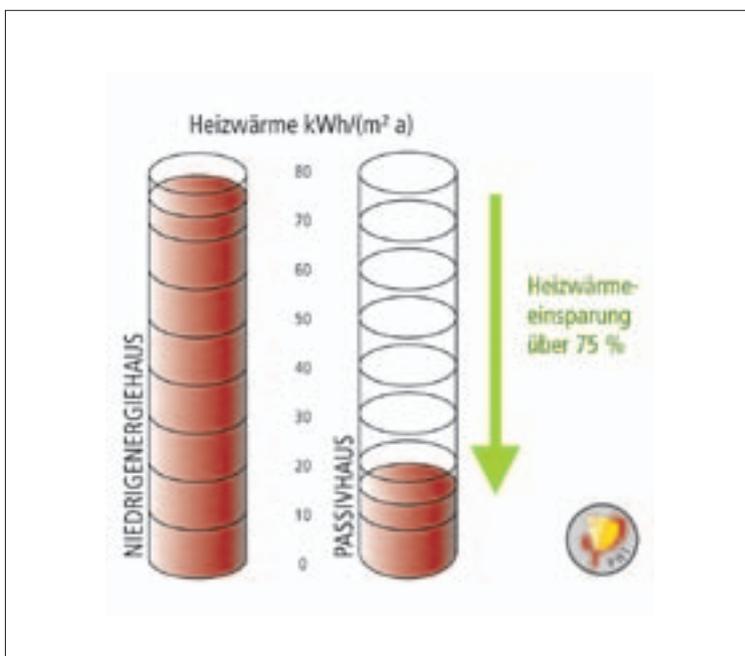
Alle Bauteile der Außenhülle müssen rundum sehr gut wärmedämmt werden. Kanten, Ecken, Anschlüsse und Durchdringungen müssen besonders sorgfältig geplant werden, um Wärmebrücken zu vermeiden. Alle nicht lichtdurchlässigen Bauteile der Außenhülle des Hauses sind so gut gedämmt, dass sie einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert, früher k-Wert) kleiner als  $0,15\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  haben, d. h. pro Grad Temperaturunterschied und Quadratmeter Außenfläche gehen höchstens  $0,15$  Watt verloren.

#### Südorientierung und Verschattungsfreiheit

Geeignete Orientierung und Verschattungsfreiheit sind weitere Voraussetzungen, damit der »passive« Solarenergiegewinn optimiert und zum entscheidenden Wärmelieferanten werden kann. Dies gilt insbesondere für freistehende Einfamilienhäuser. Im Geschosswohnungsbau und bei anderen kompakten Gebäudeformen kann der Passivhaus-Standard auch ohne Südorientierung funktionieren.

#### Superverglasung und Superfensterrahmen

Die Fenster (Verglasung einschließlich der Fensterrahmen) sollen einen U-Wert von  $0,80\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  nicht überschreiten, bei g-Werten um 50% (g-Wert = Gesamtenergiedurchlassgrad, Anteil der für den Raum verfügbaren Solarenergie).



### **Passive Vorerwärmung der Frischluft**

Die Frischluft kann über einen Erdreich-Wärmetauscher in das Haus geführt werden; selbst an kalten Wintertagen wird die Luft so bis auf eine Temperatur von über 5°C vorgewärmt. Dies ist eine sinnvolle Option, aber nicht unbedingt bei jedem Passivhaus erforderlich.

### **Hochwirksame Rückgewinnung der Wärme aus der Abluft mit einem Gegenstromwärmeübertrager**

Die Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung dient in erster Linie einer guten Raumluftqualität – in zweiter Linie der Energieeinsparung. Im Passivhaus werden mindestens 75 % der Wärme aus der Abluft über einen Wärmeübertrager der Frischluft wieder zugeführt.

### **Restwärmeerzeugung mit teilweise regenerativen Energien**

Mit Solarkollektoren von Mai bis September wird die Energie für die Warmwasserversorgung gewonnen. Im Winter kommt die Wärme z. B. von der Wärmepumpe oder der Pelletheizung.

### **Energiespargeräte für den Haushalt**

Kühlschrank, Herd, Tiefkühltruhe, Lampen und Waschmaschine als hocheffiziente Stromspargeräte sind ein unverzichtbarer Bestandteil für ein Passivhaus.

### **Kosten für ein Passivhaus**

Erhöhter Materialaufwand, sorgfältigere Planung und Bauausführung führen zu höheren Baukosten eines Hauses in Passivhausbauweise gegenüber einem Gebäude mit gesetzlichem »Energieverbrauchsstandard«. Durch die Passivhaus-Förderung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) kann einiges der Mehrkosten aufgefangen werden. Die KfW fördert den Bau von Passivhäusern mit günstigen Krediten. Der Antrag hierfür wird über die Hausbanken gestellt. In Hannover und einigen Umlandgemeinden unterstützt der Klimaschutzfonds »proKlima« zusätzlich mit Rat und Förderung die Bauherren eines Passivhauses. Über die Jahre amortisieren sich die zusätzlichen Aufwendungen durch die Verbrauchseinsparungen, so dass sich ein Passivhaus nicht nur finanziell bezahlt macht. Beim Neubau ist der Passivhausstandard im Trend. 2011 sind 88 Wohneinheiten in Passivhausbauweise durch »proKlima« bezuschusst worden!

### **Innere Wärmequellen**

Anders als in herkömmlichen Gebäuden macht sich im Passivhaus die Wärmeabgabe von Haushaltsgeräten und Bewohner (jeder Mensch »heizt« mit ca. 80 Watt) durchaus bemerkbar. Das Passivhaus-Projektierungs-Paket rechnet mit 2,1 W/m<sup>2</sup> bei Einfamilien-, Reihen- und Mehrfamilienhäusern an inneren Wärmequellen. Genaue Messungen im Passivhaus Darmstadt-Kranichstein haben eine Dauerleistung von 0,99 Watt/m<sup>2</sup> ergeben. Der 2002 in Kraft tretende Wärmeschutznachweis nach DIN 4108/Teil 6 setzt die

inneren Wärmequellen mit 5 W/m<sup>2</sup> unrealistisch hoch an. Insbesondere für das Raumklima im Sommer ist es jedoch sehr wichtig, die inneren Wärmequellen gering zu halten, d. h. hocheffiziente und damit energiesparende Haushaltsgeräte einzusetzen.

### **Zurückgewonnene Wärme**

Ein Passivhaus kann nur mit einer hocheffizienten Wärmerückgewinnung funktionieren, die einen Wärmebereitstellungsgrad von mindestens 75 % hat. Bei einer reinen Abluftanlage, wie sie in Niedrigenergiehäusern

eingesetzt wird, beträgt der Wärmeverlust durch die Lüftung etwa 35 kWh pro Quadratmeter im Jahr. Das ist für ein Passivhaus nicht akzeptabel, denn bei einem Heizwärmebedarf von nur 15 kWh pro Quadratmeter im Jahr wäre der Verlust damit größer als der Wärmebedarf, der in Passivhäusern noch besteht.

# Klassischer Baukörper in lebendigem Klinker

Das Einfamilienhaus wurde im Neubaugebiet Seelhorster Garten Hannover in Passivhaus-Bauweise errichtet. Früher waren hier am Rand des Stadtwaldes Obstgärten. Hauptmerkmale der Außengestaltung bilden die rot-blau-geflamten Klinker, die anthrazitfarbenen Holz-Alufenster sowie das Zinkdach. Klare Linien prägen das Äußere und Innere.

Im zentralen Bereich befindet sich eine Galerie, so dass hier die volle Höhe der zwei Geschosse wahrgenommen werden kann. Die Treppe ist aus in die Wand eingelassenen Stufen und ein Blickfang in der Eingangshalle. Die lichten Raumhöhen betragen zwischen 2,7 und 2,8 m.

Das gesamte Erdgeschoss ist rollstuhlgerecht konzipiert, mit dem Gäste-WC mit Dusche und mit dem derzeitigen Hobbyraum kann das Geschoss nach Bedarf als eine barrierefreie Wohneinheit genutzt werden. Die gesamte Haustechnik ist auf dem Dachboden untergebracht. In beiden Vollgeschossen befindet sich jeweils ein Abstellraum.



*Klare Strukturen, zurückhaltende Details und die symmetrische Gliederung der Südfassade unterstreichen die lebhaftige Wirkung des roten Klinkers.*



*Die auskragenden Stufen mit der eingelassenen Beleuchtung wirken wie eine schwebende Skulptur und geben der Eingangshalle eine große Leichtigkeit.*

## GEBÄUDEDATEN

### Standort

*Glosterweg 5  
Seelhorster Garten  
30559 Hannover*

### Bauherren

*Helga Bublitz-Zemlin  
und Rolf Zemlin*

### Planung

*Dipl.-Ing. Friedhelm Birth  
Dipl.-Ing. Lidia Tomaszewska  
bauart Architekten  
Hannover*

## HAUSTECHNIK

Betonkernaktivierung der gesamten Bodenplatte

Sole-Wasser-Wärmepumpe für Heizung und Kühlung über Fußbodenheizung

Temperierung der Räume separat – Bedarfssteuerung

Komfortlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

## BAUDATEN

### Fertigstellung

*Februar 2011*

### Wohnfläche

*193 qm (beheizt)*



### Energiekennwerte PHPP

Heizwärmebedarf  
 $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Primärenergiebedarf  
 $39 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Luftdichtigkeit  
 $0,53 \text{ h}^{-1} \text{ bei } 50 \text{ Pascal}$

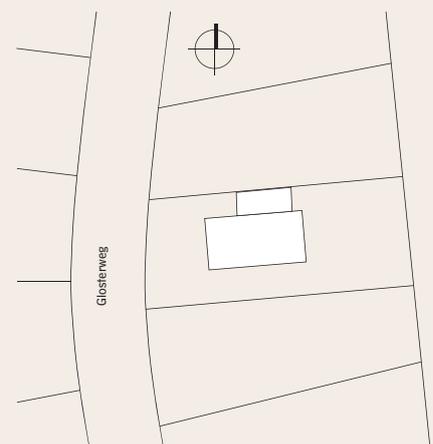
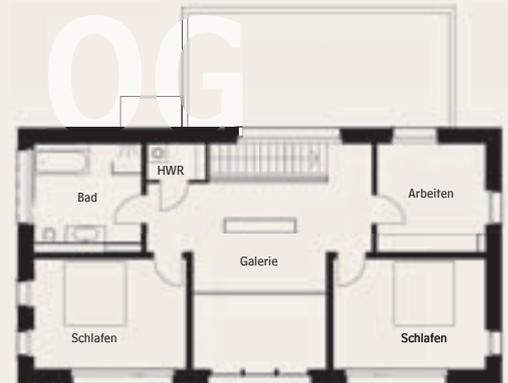
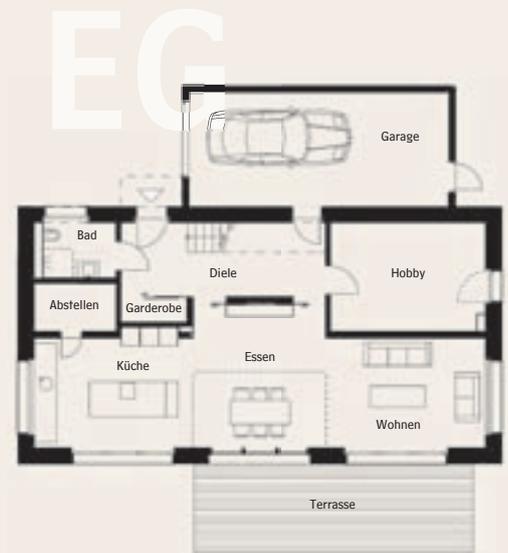
### BAUWEISE

2-schaliges Mauerwerk, innen Kalksandstein, außen Klinker; Hochleistungsdämmung (WLS24) im Kern; 40 cm Zellulose-dämmung im Dach; 60 cm Glasschotter unter der Sohlplatte; viel Speichermasse in Stahlbetondecken und tragenden Wänden aus Kalksandstein.

### SOMMERLICHER WÄRMESCHUTZ

Außen-Screenrollos als elektrisch betriebene Verschattungselemente in das zweischalige Mauerwerk integriert (Dämmung aus Vakuumpanellen)

Bauteilkühlung über Sole-Wasser-Wärmepumpe



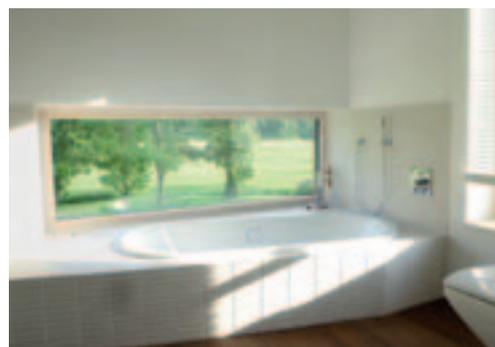
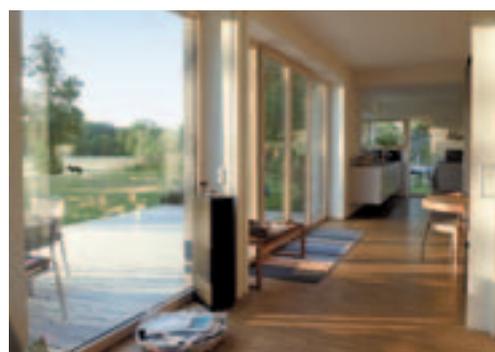


*Die helle Klinkerfassade fügt sich gut in die Landschaft ein.*

## Wohnen und Arbeiten mit Aussicht

Das Wohnhaus mit Bürotrakt liegt im ländlichen Raum am Rande eines Landschaftsschutzgebietes mit altem Baumbestand. Die Aussicht in die Landschaft hat die Architektur durch die Anordnung und Ausbildung der Fenster stark geprägt. Von einer konsequenten Ausrichtung der Baukörper nach Süden wurde wegen der Aussicht abgewichen. Das Verblendmauerwerk und der Plattenbehang fügen sich gut in die Umgebung ein.

Die Essdiele ist Zentrum des Hauses. Hier werden alle Nutzungsbereiche miteinander verknüpft. Die Treppe mit den filigran in das Mauerwerk eingelassenen Stufen ist ebenso Blickfang wie die Aussicht auf die Leine. Auch der Pelletheizkessel ist in diese Mauer eingelassen und kann von der Diele aus beobachtet werden.



*Selbst aus der Badewanne hat man eine gute Aussicht.*

## GEBÄUDEDATEN

### Standort

31535 Neustadt am Rübenberge ST Basse

### Bauherren

Familie Jaspers

### Planung

Dipl.-Ing. Architekt  
Bernhard Jaspers  
Büro Brinkmann.  
Jaspers Architekten  
Hannover

## BAUDATEN

### Fertigstellung

2008

### Wohnfläche

178 m<sup>2</sup> (beheizt)

### Energiekennwerte

#### PHPP

Heizwärmebedarf

14 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Primärenergiebedarf

46 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Luftdichtheit

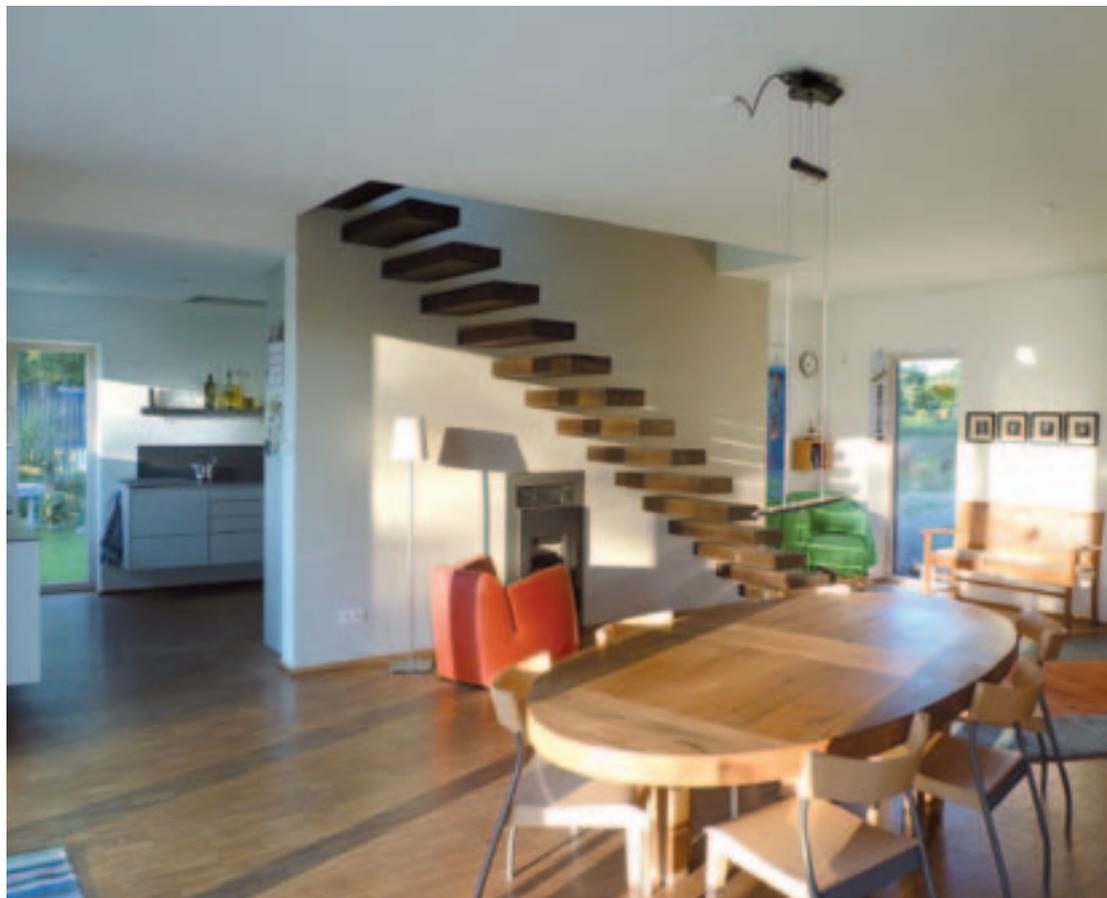
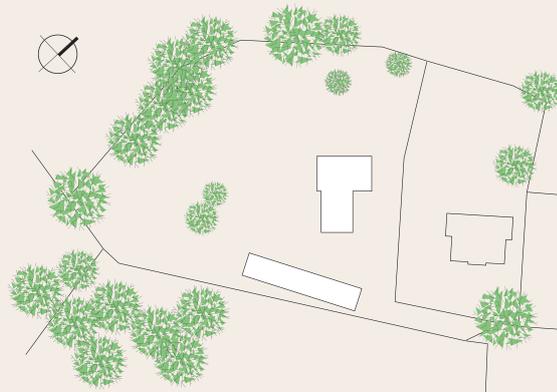
0,45 h<sup>-1</sup> bei 50 Pascal

## BAUWEISE

Porenbetonsteinmauerwerk, 2-schalig mit Verblender, Kerndämmung, WDVS mit Plattenbehang

## HAUSTECHNIK

Pellet-Heizkessel,  
Solarwärmanlage,  
Wärmeverteilung über  
Lüftungsanlage, Luft-  
Erdreich-Wärmetauscher



Unter der Treppe ist ein beliebter Sitzplatz im Zentrum des Hauses.

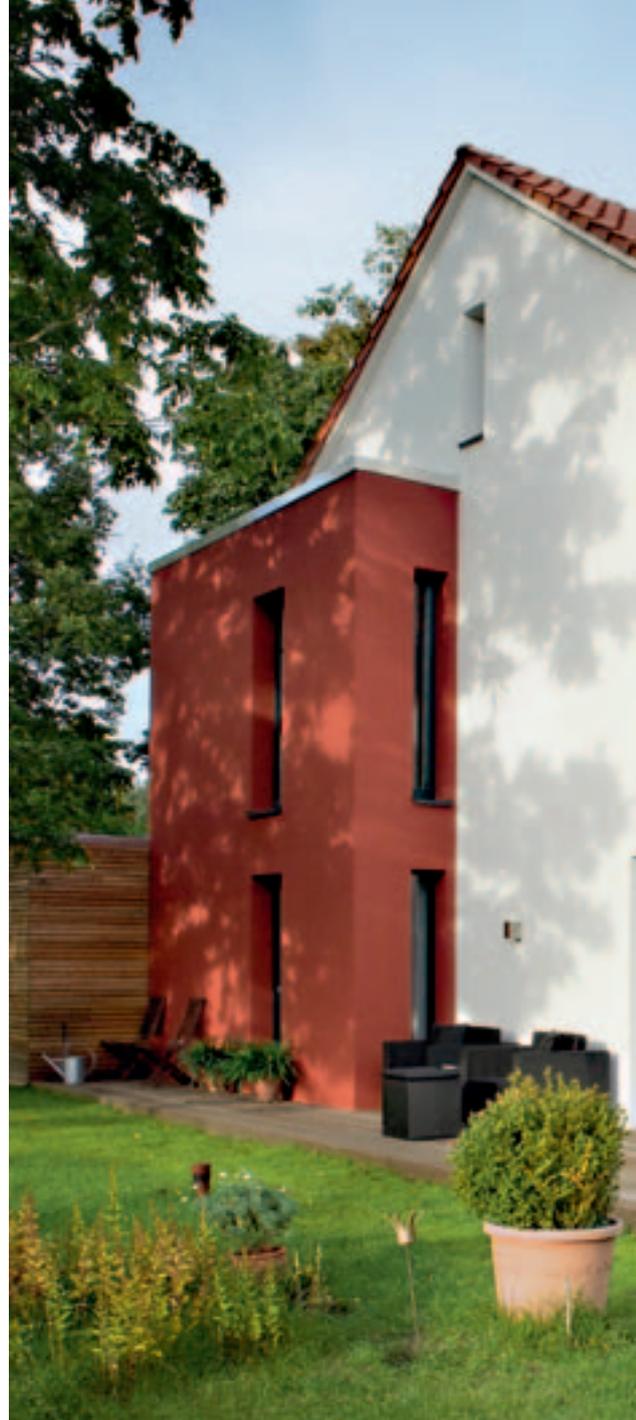
# Schlichtes Satteldach auf modernem Baukörper

Wunsch der Bauherren war ein Haus in diesem Baugebiet zu bauen. Durch die bevorzugte Grundstücksvergabe an Passivhausbauer ergab sich die Vorgabe ein Wohnhaus im Passivhausstandard zu errichten. Wichtig war den Bauherren daher eine einfache Technik ohne großen Platzverbrauch, eine gute Nutzbarkeit und keine Abstriche bei den architektonischen Gestaltungswünschen. Der Passivhausstandard sollte in einem angemessenen Kostenrahmen mit geringen Mehrkosten erreicht werden.

Das Wohnhaus für eine fünfköpfige Familie gliedert sich in einen Hauptbaukörper mit Satteldach und einen Nebenbau mit Flachdach. In der Mitte des Erdgeschosses liegt das Esszimmer als lebhaftes Zentrum des Hauses. Der Luftraum über dem Esszimmer macht den Raum über zwei Geschosse erlebbar und schafft vielfältige Blickbeziehungen.

Eine konsequente Ausrichtung nach Süden, ein kompakter Baukörper und bodentiefe Fenster sorgen für eine gute Belichtung bis in die Tiefe des Raumes mit Nutzung der passiven Sonnenenergie. Durch das Satteldach wird zusätzlicher Abstellraum im nicht unterkellerten Gebäude geschaffen. Eine Dachneigung von 35° ermöglicht eine leichte Montage und effiziente Nutzung der Sonnenenergie mit Solarkollektoren. Schutz vor Überhitzung im Sommer leisten die in der Fassade integrierten Raffstores.

*Der markante rote Erker ist nicht nur Blickfang sondern fängt auch noch die Südsonne für die rückwärtigen Räume ein.*





## GEBÄUDEDATEN

### Standort

Kapellenbring 14  
30655 Hannover

### Bauherren

Familie Bock

### Planung

Dipl.-Ing. Architekt  
Jens-Uwe Seyfarth,  
Hannover

## BAUDATEN

### Fertigstellung

2009

### Wohnfläche

247,3 m<sup>2</sup> (beheizt)

### Energiekennwerte

#### PHPP

Heizwärmebedarf

13 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Primärenergiebedarf

45 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Luftdichtheit

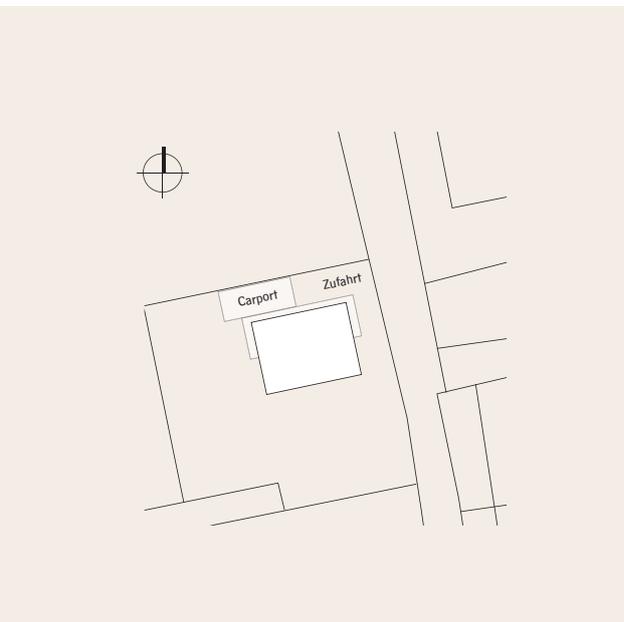
0,3 h<sup>-1</sup> bei 50 Pascal

## BAUWEISE

Holzständer- und  
Kalksandsteinwände,  
Mineralwolldämmung  
40 cm, WDVS + Holz-  
sichtschalung

## HAUSTECHNIK

Kompaktwärmepumpe  
mit Wärmerück-  
gewinnung zur zentralen  
Be- und Entlüftung,  
Verteilung der Rest-  
wärme über Fußboden-  
heizung



Treppenraum und Galerie  
erweitern den Wohn-Ess-Bereich.



Für das Baugrundstück war eine eingeschossige Bauweise vorgeschrieben. Mit dem Rücksprung für den Balkon wird die Bauvorschrift eingehalten und im Obergeschoss kann auf schräge Wände verzichtet werden.

#### **GEBÄUDEDATEN**

##### **Standort**

Förstergarten 26  
30890 Barsinghausen  
OT Landringhausen

##### **Bauherren**

Familie Jäck

##### **Planung**

Dipl.-Ing. Achitekt  
Holger Meyer, Barsinghausen

#### **BAUDATEN**

##### **Fertigstellung**

2007

##### **Wohnfläche**

186,51 m<sup>2</sup> (beheizt)

#### **Energiekennwerte**

##### **PHPP**

Heizwärmebedarf  
15 kWh/(m<sup>2</sup>a)

##### Primärenergiebedarf

29 kWh/(m<sup>2</sup>a)

##### Luftdichtheit

0,24 h<sup>-1</sup> bei 50 Pascal

#### **BAUWEISE**

Porenbetonstein-  
mauerwerk, PS-Däm-  
mung, Außenputz

#### **HAUSTECHNIK**

Sole-Wasser-Wärme-  
pumpe, Zuheizung  
über Lüftungsanlage,  
teilweise Fußboden-  
heizung, 300l Speicher

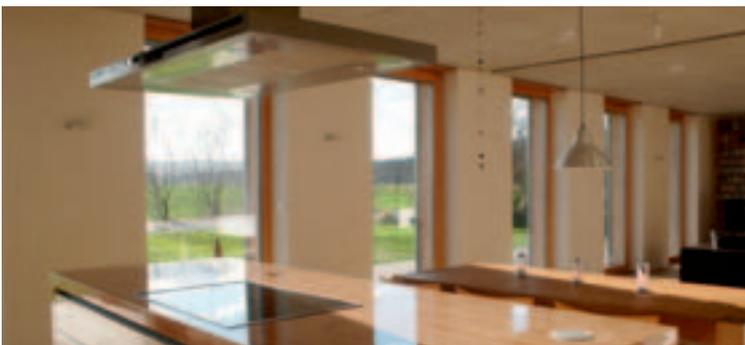


# Interpretation des örtlichen Baurechts

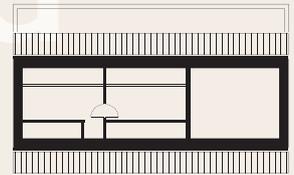
Eine klassische Satteldachform wird aufgegriffen und an die Anforderungen durch Bewohner, Technik und baurechtliche Vorgaben angepasst. Das Haus erscheint beabsichtigt nicht modisch sondern orientiert sich an zeitlosen, bewährten Formen. Die kraftvollen Wände der Giebelseiten und der nördlichen Traufseite werden durch die Dicke und die herausgearbeiteten Fensterleibungen noch zusätzlich betont.

Die gezielt gesetzten Öffnungen in den Fassadenflächen erzeugen einen innen und außen wahrnehmbaren Charakter von Privatsphäre und Geborgenheit. Nach Süden öffnet sich das Gebäude über sechs gleichmäßig gegliederte Fenster je Geschoss, gibt Ausblicke auf den nahen Deister frei und gewinnt passivsolare Energie. Im Dachraum sind Schlafkojen für die Kinderzimmer eingerichtet worden.

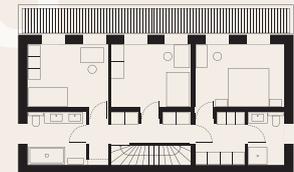
Der großzügige Essplatz ist oft der Mittelpunkt des Wohnlebens.



DG



OG



EG



Landschaftsschutzgebiet

Brandhorst

Förstergarten

# Perfekt auf das Grundstück zugeschnitten

## GEBÄUDEDATEN

### Standort

Am Plessenfelde 6 c  
30659 Hannover

### Bauherren

B. Bischofberger  
Torsten Schneider

### Planung

Dipl.-Ing. Architektin  
Stafanie von Heeren,  
Dipl.-Ing. Architektin  
Carmen Kiehl  
Büro Raumplan  
Hannover

## BAUDATEN

### Fertigstellung

2010

### Wohnfläche

193 m<sup>2</sup> (beheizt)

### Energiekennwerte PHPP

Heizwärmebedarf  
13 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Primärenergiekennwert  
42 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Luftdichtigkeit  
0,45 h<sup>-1</sup> bei 50 Pascal

## BAUWEISE

### Stahlskelettbau

## HAUSTECHNIK

Gasbrennwertkessel,  
Vakuümrohren-  
kollektoren, Lüftungs-  
anlage mit Wärme- und  
Feuchterückgewinnung

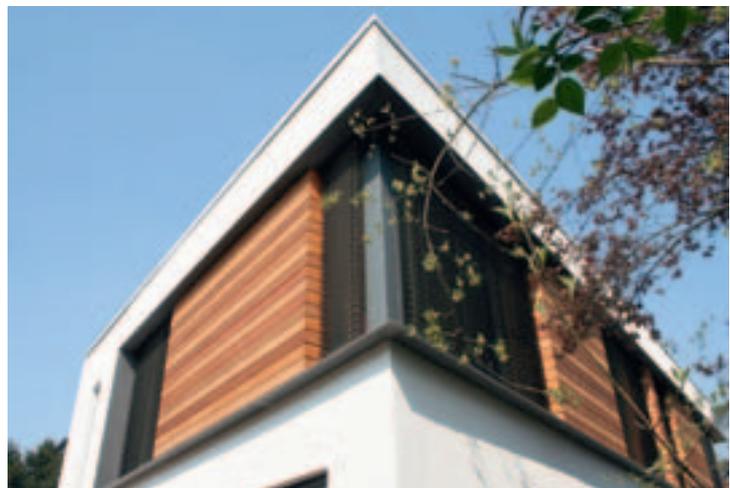
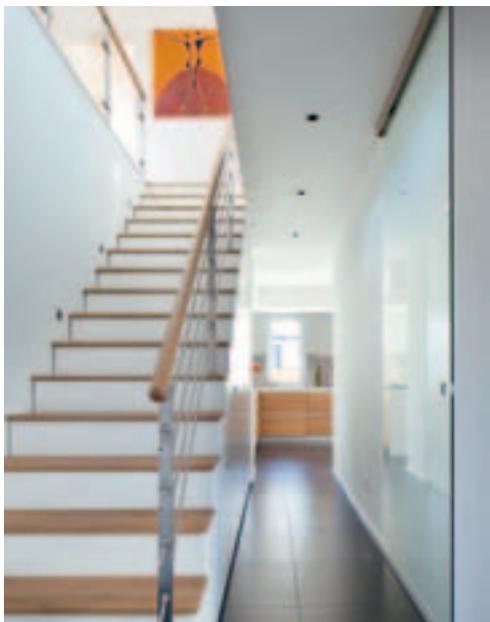
Die knappen Grundstücksverhältnisse (Fläche 490 m<sup>2</sup>) haben zu einer raumsparsamen Konstruktion und einem trapezförmigen Grundriss geführt. Planung wird umgesetzt mit hocheffizienten Baumaterialien und moderner Technik. So konnte der Wunsch der Baufamilie nach einem modernen Passivhaus in gewachsener städtischer Umgebung umgesetzt werden. Ein umlaufender, auskragender Rahmen um das Fensterband im Obergeschoss akzentuiert die Fassade.

Der berechnete Heizwärmebedarf des Wohnhauses von 13 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche hat sich nach dem ersten Jahr in Benutzung bestätigen lassen.

Einfriedung, Garage und überdachter Eingang sind in die Architektur des Wohngebäudes einbezogen worden und ergeben so ein harmonisches Gesamtbild des Grundstücks.



Das auskragende Fensterelement im Obergeschoss gibt dem Gebäude einen unverwechselbaren Charakter.



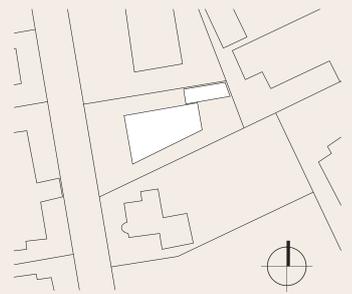
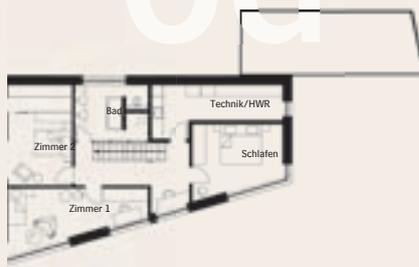
Die horizontalen Holzelemente der Fensterzone wurden auch bei der Einfriedung und der Überdachung des Eingangs eingesetzt.



EG



OG



## GEBÄUDEDATEN

### Standort

Wittinger Straße 165 A  
29233 Celle

### Bauherren

Familie Luther

### Planung

Dipl.-Ing. T. Architekt  
Klodwig & Partner,  
Architekten, Münster/  
Westfalen

## BAUDATEN

### Fertigstellung

2005, 8 Monate Bauzeit

### Wohnfläche

210 m<sup>2</sup> (beheizt)

### Energiekennwerte

#### PHPP

Heizenergiebedarf

15 kWh/m<sup>2</sup>

Primärenergiebedarf

60 kWh/(m<sup>2</sup>a)

Luftdichtigkeit

0,35 h<sup>-1</sup> bei 50 Pascal

## BAUWEISE

Holzrahmenbauweise  
mit Putzfassade, Däm-  
mung aus eingeblasenen  
Zelluloseflocken, Schaf-  
wolle und Strohbau-  
platten

## HAUSTECHNIK

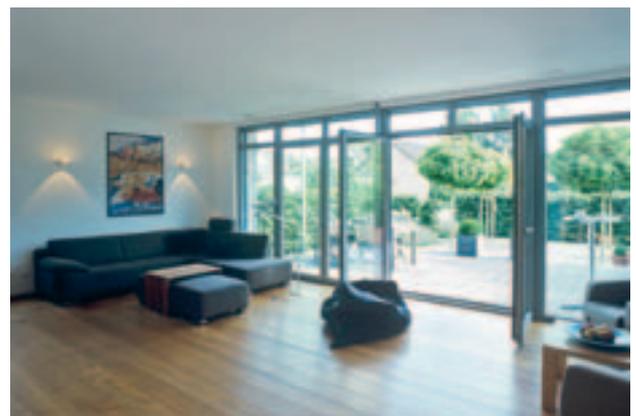
Kontrollierte Be- und  
Entlüftung mit Wärme-  
rückgewinnung (93%),  
Fotovoltaikanlage mit  
1 kWp Leistung



Südfassade – offen zur Sonne



Große Terrassentüren verbinden  
das Außen und Innen.



# Mit der Schmalseite **zur Sonne**

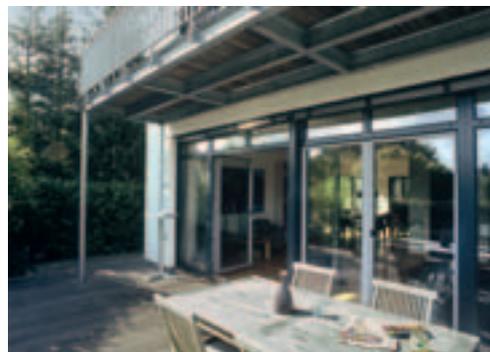
Der Grundstückszuschnitt mit der Schmalseite zum Süden hat es schwierig gestaltet die erforderlichen passiven Wärmegewinne für den Passivhausstandard zu erreichen. Der Architekt Tobias Klodwig entschloss sich deshalb die Sonnenseite so großflächig wie möglich zu verglasen. So wurde der Giebel zum Blickfang des Hauses. Durch den Balkon wurde ein konstruktiver Witterungs- und sommerlicher Wärmeschutz geschaffen. Die zweigeschossige Verglasung der Eingangshalle bringt das Tageslicht weit ins Haus hinein. Der Wohnraum orientiert sich nach Süden wie Westen, während er die nahe Nachbarschaft im Osten bewusst ausblendet.

Mit der abgestimmten Gartengestaltung wird die Architektur des Gebäudes abgerundet.

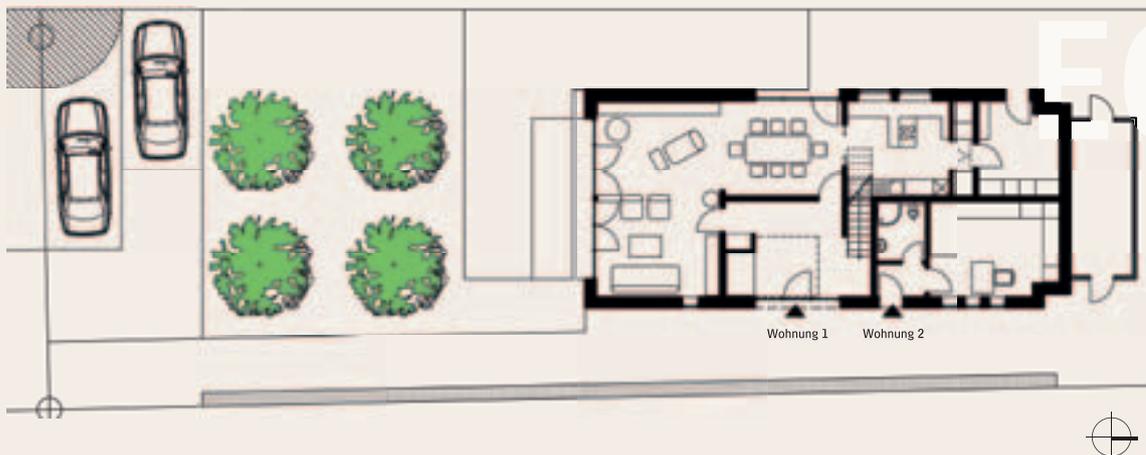
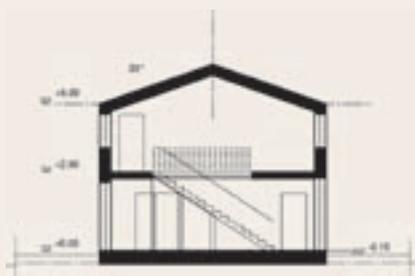
Ein Heim zum Wohlfühlen, das das Leben mit der Sonne, dem Garten und den Jahreszeiten ermöglichen, jederzeit angenehm temperiert sein und sparsam mit den natürlichen Ressourcen und den Energiekosten umgehen sowie gezielt ökologische Materialien einsetzen sollte. Nach einigen Sommern

und Wintern im Haus hat sich erwiesen, dass keiner der genannten Wünsche offen geblieben ist.

Die eingesetzten ökologischen Materialien wie Massivholz, Zellulose, Schafwolle und Stroh gewährleisten zusammen mit der Lüftungsanlage und der sehr guten Luftdichtheit, dass es im Haus zu allen Jahreszeiten angenehm ist.



*Unter dem Balkon wird die Terrasse zum Freiluftzimmer.*



# Baukosten – ein Vergleich

Bei der Vorstellung der Passivhausbeispiele wurde bewusst auf die Angabe von Kosten verzichtet. Gerade freistehende Einfamilienhäuser sind in der Ausstattung sehr individuell insbesondere bei den Details wie Fenster, Türblätter, Treppen, elektrische Installationen, Dämmmaterial, Anlagentechnik usw., sodass einzelne Kostengruppen hier aufgeschlüsselt werden müssten, um eine Vergleichbarkeit herstellen zu können.

In diesem Kapitel soll es deshalb einige Anhaltspunkte geben, die es ermöglichen, Kosten für ein Passivhaus in ein Verhältnis zu einem Standardhaus zu stellen. Wir haben dafür Angaben einer Studie ausgewählt, die das Energiereferat der Stadt Frankfurt am Main bei dem Architekten Werner Füssler vom Büro r-m-p in Auftrag gegeben hat. Grundlage ist ein Passivhaus, das mit dem Passivhausprojektionsspaket geplant und nach Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) berechnet wurde. Anhand der realen, abgerechneten Kosten wurde ein Vergleichsgebäude gleicher Machart, Geometrie und Ausrichtung entsprechend den Mindestanforderungen der EnEV 2009 geplant und die Kosten berechnet.

Die Studie »Passivhäuser: Die wirklichen Kosten« kann im Internet eingesehen werden unter: [www.energiereferat.stadt-frankfurt.de](http://www.energiereferat.stadt-frankfurt.de).

Einige Erkenntnisse, die sich auch durch andere Untersuchungen der Arbeitsgemeinschaft Passivhaus und dem Passivhausinstitut, Darmstadt bestätigen lassen, sollen im Folgenden genannt werden.

Maßgeblich für den Kostenvergleich sind:

- die Bauteile (Wände, Dächer, Boden, Fenster und ihre Verbindung)
- die Anlagentechnik (Lüftung, Raumheizung, Warmwasser)
- die Betriebskosten (für Heizung, Warmwasserbereitstellung)
- Kapitalkosten (Zinsen/Tilgung)
- Energiekosten

Die Energiepreisentwicklung ist ein wichtiger Faktor, der über die Berichte des Statistischen Bundesamtes verfolgt werden kann. Zurzeit kann eine jährliche moderate Kostensteigerung von 5% angenommen werden.

## Das Ergebnis

Vergleich für den Neubau eines Einfamilienhauses mit 162 m<sup>2</sup> Wohnfläche

## Die Baukosten

Für den Vergleich wurden die Baukosten nach DIN 276, Kostengruppen 300+400 herangezogen. Die Variante Standardhaus nach Energieeinsparverordnung (EnEV 2009) kommt damit auf 1.784 Euro je Quadratmeter Wohnfläche, die Variante Passivhaus auf 1.914 Euro pro Quadratmeter.

## Die Finanzierung (Annahme)

Standardhaus: 30 % Eigenkapital + Hypothekenkredit mit 5 % Zinssatz.

Passivhaus: 30 % Eigenkapital + günstiger Kredit über 50.000 Euro KfW\* für 10 Jahre.

Effizienzhäuser erhalten 5.000 Euro zurzeit davon als Zuschuss. In Hannover und einigen Umlandkommunen kommt noch eine Förderung durch den Klimaschutzfonds »proKlima« hinzu.

## Links

- [\\*www.kfw.de](http://*www.kfw.de)  
Privatkunden/Bauen, Wohnen und Energie sparen
- [www.proklima-hannover.de](http://www.proklima-hannover.de)
- [www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Text-Internet1108\\_bf.pdf](http://www.frankfurt.de/sixcms/media.php/738/Text-Internet1108_bf.pdf)

## Nachfolgend die Kosten im Detail

| GEBÄUDE BAUKOSTEN                            |                    |                |
|--|--------------------|----------------|
|  | Standard (EnEV 09) | Passivhaus     |
| Fläche [m <sup>2</sup> ]                     | 162                | 162            |
| Baukosten/m <sup>2</sup> [€/m <sup>2</sup> ] | 1.784              | 1.914          |
| Baukosten [€]                                | 289.000            | 310.000        |
| Eigenkapital ca. 30% [€]                     | 100.000            | 100.000        |
| <b>KFW Kredit [€]</b>                        | <b>0</b>           | <b>50.000</b>  |
| KFW Zins, eff. (Stand 04/10) [%]             | –                  | 3,09           |
| KFW Laufzeit [Jahre]                         | –                  | 10             |
| Tilgung (anfängl) [%]                        |                    | 2,27           |
| <b>Hypothekenkredit 1 [€]</b>                | <b>189.000</b>     | <b>160.000</b> |
| Zinssatz [%]                                 | 5                  | 5              |
| Tilgung [%]                                  |                    |                |
| Betrachtungszeitraum [Jahre]                 | 30                 | 30             |
| <b>Hypothekenkredit 2 [€]</b>                |                    | <b>39.744</b>  |
| Zinssatz [%]                                 | 5                  | 5              |
| Tilgung [%]                                  |                    |                |
| Betrachtungszeitraum [Jahre]                 | 20                 | 20             |
| ENERGIEBEDARF                                |                    |                |
|  | Standard (EnEV 09) | Passivhaus     |
| Endenergie (Wärme + WW) [kWh/a]              | 12.709             | 1.686          |
| Endenergie (Hilfsenergie) [kWh/a]            | 660                | 862            |
| ENERGIEKOSTEN                                |                    |                |
|  | Standard (EnEV 09) | Passivhaus     |
| Wärme [€/kWh]                                | 0,065              | 0,18           |
| Preissteigerung p. a. [%]                    | 5                  | 5              |
| Hilfsenergie [€/kWh]                         | 0,21               | 0,18           |
| Preissteigerung p. a. [%]                    | 5                  | 5              |

Konditionen für den Passivhauskredit (10 Jahre)

Anschlussfinanzierung des Passivhaus-Kredits nach Ablauf von 10 Jahren bei Berücksichtigung der Restschuld ( nur beim Passivhaus)

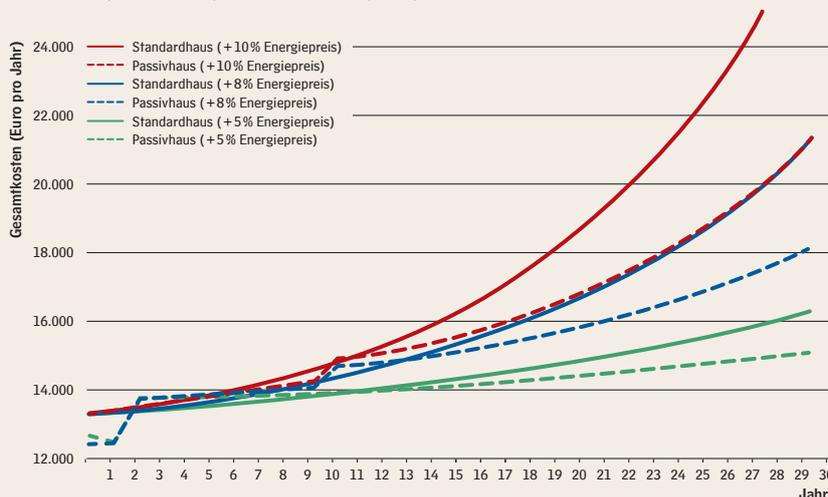
Endenergie aus Berechnungsprogramm.

Energiekosten  
 – Standardhaus: Gastarif und Haushaltsstrom-Tarif für Lüftungsanlage.  
 – Passivhaus: Lüftungskompakt-aggregat mit Stromtarif für Wärmepumpen.

### Beispielhafter Kostenvergleich

#### Passivhaus vs. Bauweise nach EnEV 2009

Kapitalkosten und Energieverbrauchskosten (nur Tilgungsphase) bei unterschiedlichen angenommenen jährlichen Preissteigerungsraten



### Die Zusammenfassung

Das im Rahmen der Studie untersuchte Passivhaus war um ca. 8% teurer als das Standardhaus bezogen auf die angegebenen Kostengruppen. In anderen Studien werden die Preisunterschiede mit 5–10% benannt. Über die Betriebskosten und Kreditkosten wird ein Passivhaus über die Jahre in der Gesamtbilanz kostengünstiger als ein Standardhaus.

Der Kostenvergleich wurde im Jahr 2010 erstellt. Seitdem sind Bau- und Energiekosten gestiegen und die Zinssätze gesunken. Die aktuellen Entwicklungen bestätigen die Kernaussage, dass das Passivhaus in der Gesamtbilanz günstiger als ein Standardhaus ist.

# Gestaltung der Fassade

## Fassadenmaterialien

Die erhöhten Standards an die Energieeffizienz von Gebäuden haben zu neuen Techniken geführt. Die Planungsaufgaben sind komplexer geworden, so dass auch beim Einfamilienhausbau eine Kooperation von verschiedenen Fachdisziplinen erforderlich geworden ist. Häufig stehen die technischen Anforderungen an Passivhäuser im Vordergrund. Die Gestaltung der konventionellen Einfamilienhäuser dient immer noch als Vorbild und wird den technischen Erfordernissen angepasst.

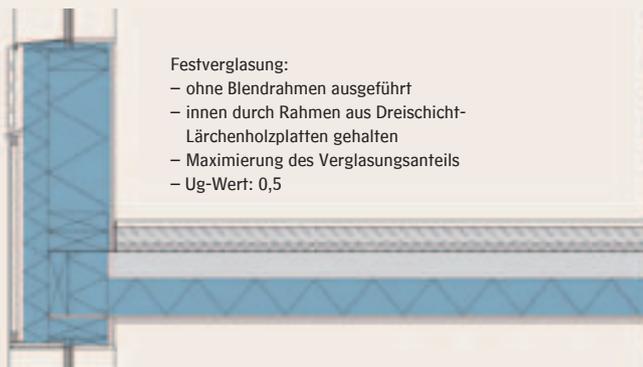
Die wichtigsten Faktoren, die in die Fassadengestaltung von energieeffizienten Gebäuden viel stärker einfließen müssen, sind Außenwandquerschnitte von 50 cm, die Außenhaut, Profile, Formate und Anordnung der Fenster. Ein wichtiger Aspekt ist neben der Energieeffizienz auch die Nachhaltigkeit von Baumaterialien. Herstellung, Transport, Lebensdauer und Entsorgung sollten im Verhältnis eine günstige Bilanz in Bezug auf Energie und Schadstoffe aufweisen.

Die ausgewählten Projekte geben einige Antworten auf die neuen Herausforderungen.

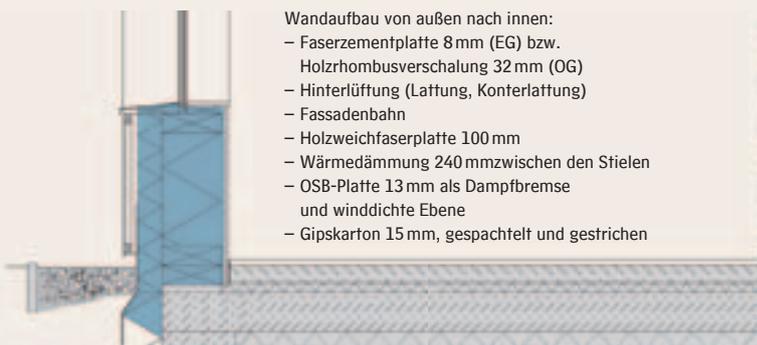
Das Wärmedämmverbundsystem (WDVS) ist bisher vor allem aus Gründen der Wirtschaftlichkeit das Fassadenmaterial der Wahl gewesen. Die teilweise Schlichtheit aber auch die schwindende optische Qualität durch den Alterungsprozess hat diesem Fassadenmaterial »schlechte Noten« nicht nur in der Fachwelt eingebracht.

Mit neuen Materialien wie hoch effizienter Dämmung, gedämmtem Mauerwerk wie Porenbeton oder Lochziegel lassen sich Gebäude mit unterschiedlicher Außenhaut gestalten. So können heute befriedigende Lösungen mit Holz, Klinker, Platten, Edelputz oder auch Kombinationen dieser Materialien hergestellt werden.

### Wandaufbau der Fassade Erdgeschoss/Obergeschoss



- Festverglasung:
- ohne Blendrahmen ausgeführt
  - innen durch Rahmen aus Dreischicht-Lärchenholzplatten gehalten
  - Maximierung des Verglasungsanteils
  - Ug-Wert: 0,5



- Wandaufbau von außen nach innen:
- Faserzementplatte 8 mm (EG) bzw. Holzrhomboverschalung 32 mm (OG)
  - Hinterlüftung (Lattung, Konterlattung)
  - Fassadenbahn
  - Holzweichfaserplatte 100 mm
  - Wärmedämmung 240 mm zwischen den Stielen
  - OSB-Platte 13 mm als Dampfbremse und winddichte Ebene
  - Gipskarton 15 mm, gespachtelt und gestrichen

Architekt: Helge Brandt



Architekt: Helge Brandt

Für das Wohnhaus in Holzskellettbauweise wurden zwei Baumaterialien für die Außenhaut vorgesehen. Das Erdgeschoss wird von hellgrauen Faserzementplatten geschützt. Das Obergeschoss hat eine Wetterhaut aus unbehandelte Lärchenverschalung erhalten. Dazu wird die Fassade durch den temporären Sonnenschutz – Klappläden und horizontale Lamellen gegliedert.

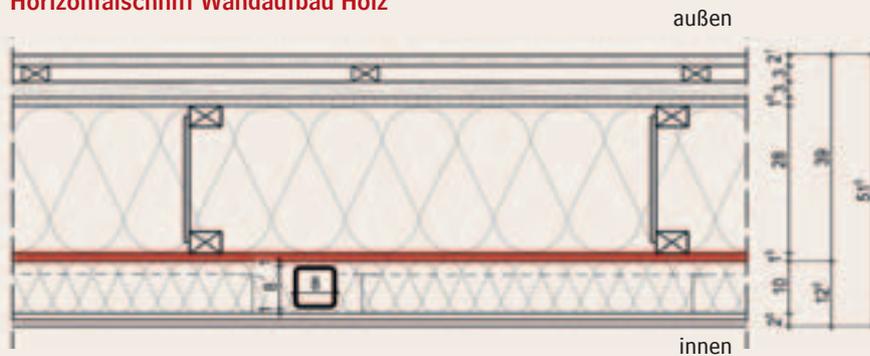


Architektinnen:  
v. Heeren/Kiehl, Raumplan

Die Fassade mit dem Wärmedämmverbundsystem wurde durch verschiedene Elemente gut gegliedert. Holzverschalung und ein sommerlicher Sonnenschutz aus Metall unterbrechen die weißen Flächen. Knappe, gut zugeordnete Fensterprofile gliedern die Fassaden.

Die Konstruktion des oben abgebildeten Gebäudes ist eine Besonderheit, die dem schmalen, trapezförmigen Grundstück geschuldet wurde. Mit der Stahlskelettkonstruktion konnte der Grundriss sehr flexibel gestaltet werden. Die Stahlbetondecken dienen als thermische Speichermasse.

### Horizontalschnitt Wandaufbau Holz

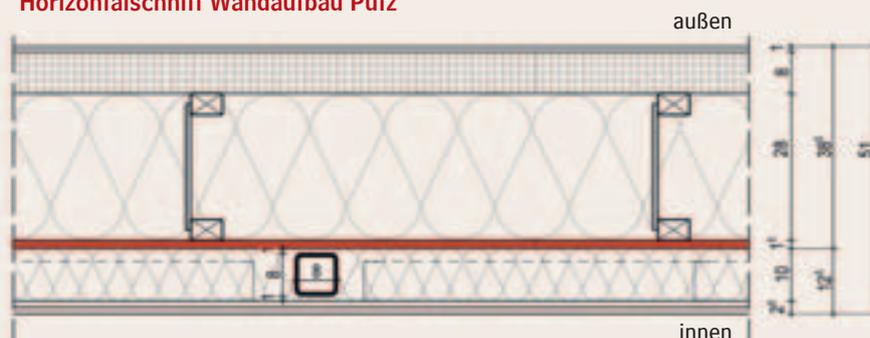


Holzschalung Douglasie 12/2,1 cm  
Luftschicht 3 cm, bzw.  
Lattung + Konterlattung 2 x 3/5 cm

schwarzes Windpapier, diffusionsoffen  
bit. Holzfaserplatte (DWD) 16 mm  
Zellulosedämmung 28 cm WL 040  
C-Profil: 2 x 4/6 KVH, OSB-Platte 10 mm  
OSB-Platte 15 mm

Installationsebene:  
Mineralfaserdämmung 10 cm WL 040  
dazwischen Stahlstütze  
GK-Platten doppelt beplankt 2 x 1,25 cm,  
CW 75 freistehend

### Horizontalschnitt Wandaufbau Putz



Außenputz

Holzfaserplatte 8 cm WL 051  
Zellulosedämmung 28 cm WL 040  
C-Profil: 2 x 4/6 KVH, OSB-Platte 10 mm  
OSB-Platte 15 mm

Installationsebene:  
Mineralfaserdämmung 10 cm WL 040  
dazwischen Stahlstütze  
GK-Platten doppelt beplankt 2 x 1,25 cm,  
CW 75 freistehend

Der Außenwandaufbau hat einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0,10 W/(m<sup>2</sup>K)  
Architektinnen v. Heeren/Kiehl

Klinkerfassaden waren lange nicht wirtschaftlich mit den großen Wärmedämmstärken umzusetzen, da es keine zugelassenen Maueranker gab. Inzwischen gibt es unterschiedliche Lösungen für einen hochenergieeffizienten Außenwandaufbau, der dieses langlebige Fassadenmaterial auch im Passivhausbau möglich macht.

Das tragende Mauerwerk ist aus Porenbeton mit den Anker für die Klinkerschale, dann 2 Schichten Mineralwolle von je 100 mm Stärke, eine Luftschicht und ganz Außen die Klinkerschale.



Hauptmerkmale der Außengestaltung bilden die rotblaugeflammten Klinker, die anthrazitfarbenen Holz-Alufenster, sowie das Zinkdach. Klare Linien prägen das Äußere und Innere. Der Sonnenschutz wurde in den Wandaufbau integriert.

Das tragende Mauerwerk ist aus Kalksandstein mit Anker für die Klinkerschale, dann 18 cm Hochleistungsdämmung PUR, WLS 024, Luftschicht und die Klinkerschale.

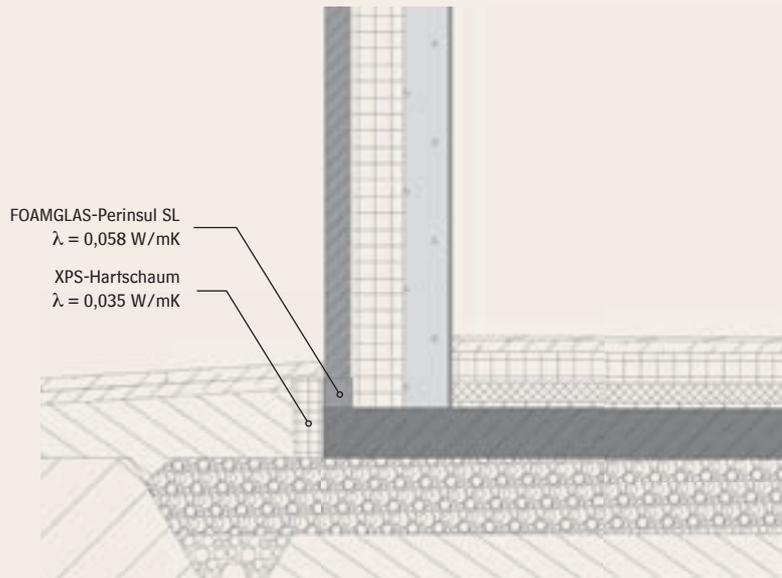


*Südfassade  
am Glosterweg  
von bauart  
Architekten*

Die Aussicht auf die Flusslandschaft und Raumnutzung hatten einen großen Einfluss auf Größe und Anordnung der Fenster, dennoch wurden die Fenster mit Bezug zu einander in der Fassade angeordnet.

Durch die Verwendung des hellen Klinkers fügt sich das Gebäude in die Landschaft. – Für die Klinkerfassade wurde folgender Wandaufbau gewählt:

### Fußpunkt Außenwand Haupthaus



#### Außenwandaufbau

- Innenputz d = 15 mm
- Innenmauerschale  
Porenbetonsteinmauerwerk  
d = 175 λ = 0,10 W/mK
- Kerndämmung Mineralwolle  
d = 200 mm WLG 035
- Luftschicht (Fingerspalt) 10 mm
- Verblendmauerwerk d = 98 mm

#### Aufbau Bodenplatte

- Massivholzparkett d = 15 mm
- Estrich d = 45 mm
- Wärmedämmung EPS  
d = 200 mm WLG 035
- Trittschalldämmung Mineralwolle  
d = 20 mm WLG 040
- Bodenplatte Stahlbeton  
d = 200 mm
- Glasschaumschotter  
d = 300 mm λ = 0,078 W/mK
- Bodenauffüllung

Architekt Jaspers, Brinkmann.Jaspers



# Das freistehende Einfamilienhaus Wohnform der Zukunft?

Attraktive Doppelhäuser  
in Passivhausbauweise – Erna-Blencke-Weg  
in Hannover-Kirchrode

Architekturbüros  
Busch Architekten/Hübötter + Stürken  
Architektengemeinschaft



Die Beliebtheit des freistehenden Einfamilienhauses hat nicht abgenommen. Untersuchungen haben gezeigt, dass Gründe wie Ruhe, Rückzugsmöglichkeit und Unabhängigkeit zur Entscheidung für diese Wohnform führen.

Das freistehende Einfamilienhaus ist jedoch kein Musterbeispiel für den sparsamen Umgang mit Grund und Boden. Um für die Zukunft Ressourcen wie Grund und Boden, Rohstoffe und Energie zu sichern, müssen wir spätestens heute damit beginnen, mit diesen Lebensgrundlagen sparsam umzugehen.

Die Überlegung, ob das freistehende Einfamilienhaus die richtige Wohnform für die eigene Zukunft ist, sollte am Anfang der Überlegungen auf dem Weg zum Eigenheim stehen. Nicht nur der Anspruch des sparsamen Umgangs mit Grund und Boden können zu einer Entscheidung zum Wohnen in »verdichteter« Bauweise führen. Auch Überlegungen zu Qualitäten im Wohnen in einer Baugemeinschaft oder das Bedürfnis »einfach nicht so viel Garten pflegen zu müssen«, können dann doch dazu führen, dass sich Baufamilien für eine Doppelhaushälfte oder das Wohnen in einem Mehrgenerationenhaus mit mehreren Wohneinheiten entscheiden. Die Vorteile liegen in einem sparsameren Grundstücksverbrauch, der Energie und Ressourcen sparenden Bauweise und einer Wohnform, die auch zum Beispiel im Alter viele Vorteile bietet.



Grundrisse zum Projekt  
Erna-Blencke-Weg

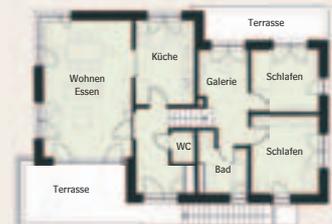
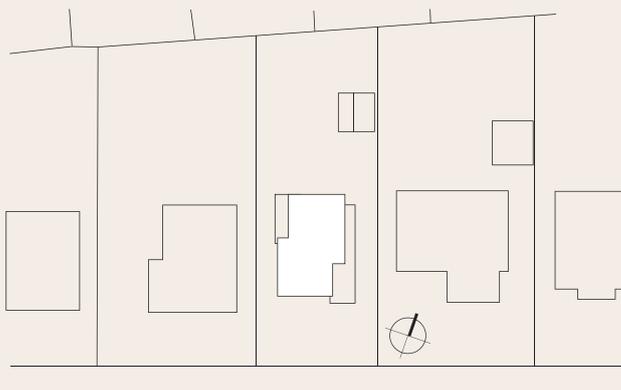
Architekt: H. Kemmerich



Blick auf die West- und Süd-Seite – Erschließung von Süden

### 3-Generationen-Haus in Braunschweig

Bei diesem Beispiel war der Architekt »Hans Kemmerich aus Braunschweig« vor eine komplexe Aufgabe gestellt. Die wichtige Südseite des Baugrundstücks zeigt zur Straße und ist mit ca. 17 m recht schmal für ein Haus mit drei Wohneinheiten, die auch jeweils zu einer Sonnenseite Freisitze aufweisen sollten. Dies ist mit dem Entwurf gelungen. Sommerlicher Wärmeschutz und der mit Holz verschaltete Anbau für die Küche gliedern den Kubus.



# Glossar

## B

### **Bauteilaktivierung**

Bauteile, aus denen Böden, Decken und Wände gefertigt werden, können in Kombination mit Wasser oder Sole führenden Rohren für die Grundtemperierung des Gebäudes aktiviert werden. Sowohl Wärme als auch Kühlung kann so den Räumen zugeführt werden.

### **Behaglichkeit**

Die Behaglichkeit eines Raumklimas wird individuell sehr unterschiedlich wahrgenommen. In Gebäuden spielen Faktoren wie die thermische Behaglichkeit, Raumluftqualität, Akustik und sicher auch die visuelle, räumliche Atmosphäre eine große Rolle für das Wohlbefinden der Nutzerinnen und Nutzer. In einem Passivhaus sind die Temperaturunterschiede der Bauteile besonders gering auch im Verhältnis zur Raumluft und ein kontrollierter Luftaustausch mit vorgewärmter Frischluft sind gute Voraussetzungen für die Behaglichkeit in einem Gebäude.

## E

### **Erdsonden**

Die Sonden bestehen aus dünnen Kunststoffrohren. Sie werden in einer vertikalen Schlaufe bis in eine 100 m tiefe Bohrung in das Erdreich geführt. Durch die in die Rohre gefüllte Masse wird Erdwärme meist mittels einer elektrischen Wärmepumpe genutzt. Alternativ zu Erdsonden können auch ca. 2 m tiefe horizontal geführte Rohrschleifen als Wärmeübertrager dienen.

## H

### **Heizwärmebedarf**

Wärmemenge, die in den Räumen zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Innenlufttemperatur notwendig ist und über das Heizsystem bereitgestellt werden muss.

### **Kraft-Wärme-Kopplung**

In Blockheizkraftwerken (BHKW) werden gleichzeitig Wärme und Strom erzeugt. Motoren, die durch Erdgas, Pelletanlagen, Biogas, Diesel oder Pflanzenöl angetrieben werden, erzeugen elektrische Energie und dabei fällt Wärme ab. Allerdings ist die Wirtschaftlichkeit im Einfamilienhaus bisher kaum gegeben.

## L

### **Luftdichtheit**

Die Luftdichtheit der Gebäudehülle stellt ein wichtiges Qualitätsmerkmal von Gebäuden dar. Unangenehme Zugscheinungen, unnötige Wärmeverluste und Bauschäden werden so vermieden. Die Leckage durch unkontrollierte Fugen muss beim Luftdichtheitstest mit Unter-/Überdruck von 50 Pascal kleiner als 0,6 Hausvolumen pro Stunde sein.

### **Lüftungsanlage**

Das Spektrum von Lüftungsanlagen reicht von einfachen Abluftanlagen bis zu Klimasystemen, die Heiz- und Kühlfunktionen und die Regulierung der Luftfeuchtigkeit übernehmen. Mit Hilfe von Lüftungsanlagen werden die Qualität der Raumluft optimiert und unnötige Verluste von Wärme durch »Handlüftung« verhindert. Die Komfortlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung dient dem komfortablen und effizienten Lüften von Gebäuden. Mithilfe eines sehr effizienten Wärmeübertragers wird die Wärme aus der verbrauchten Innenluft auf die nachströmende Frischluft übertragen, ohne die Luftströme zu vermischen.

## N

### **Nachhaltigkeit**

Die Beurteilungskriterien für die Nachhaltigkeit leiten sich von dem Dreiklang Ökologie, Ökonomie und Soziales ab. Zur ökologischen Betrachtung gehören

u. a. der Primärenergiebedarf und das Treibhauspotential des Hauses sowie die Lebenszyklusanalyse. Für die ökonomische Betrachtung ist eine langfristige Kostenanalyse einschließlich der Betriebskosten erforderlich.

Nachhaltige Architektur hat zum Ziel, während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes den für die jeweilige Nutzung erforderlichen Flächen-, Material- und Energiebedarf zu minimieren und den negativen Stoffausstoß zu vermeiden. Die effiziente Nutzung von erneuerbaren Energien, aber auch von Abwärme hat hier einen wichtigen Stellenwert ebenso die Wiederverwertbarkeit von Baustoffen.

## **P**

### **Passivhaus-Projektierungspaket (PHPP)**

Planungswerkzeug für Passivhäuser, mit dem Energiebilanzen erstellt, Lüftungsanlagen dimensioniert und Heizlastberechnungen durchgeführt werden. Vorteil dieser Rechenmethode sind die realitätsnahen Energiekennwerte wie Heizwärmebedarf oder Primärenergiebedarf.

### **Primärenergiebedarf**

Energiemenge für die Raumheizung, Warmwasserbereitung und Stromversorgung eines Gebäudes einschließlich des Aufwands für Gewinnung, Aufbereitung und Transport der nicht regenerativen Energieträger zum Gebäude. In den Angaben zu den Projekten bezieht sich der Energieaufwand wegen der Vergleichbarkeit nur auf Heizung und Warmwasser.

## **S**

### **Sonnenenergienutzung aktiv – passiv**

Aktive Sonneneinstrahlung kann genutzt werden um sie in Wärme oder Strom umzuwandeln. Dies geschieht über technische Systeme:

- Sonnenkollektoren als thermische Systeme werden z. B. für die Warmwasserbereitung genutzt.
- Sogenannte Photovoltaikmodule dienen der Umwandlung von Sonnenenergie in Strom.
- Beide technische Systeme lassen sich gut in die Gebäudehüllen integrieren.

Passive Sonnenenergienutzung hat die Nutzung der Sonneneinstrahlung als Raumwärmeheizung in der Heizperiode zum Ziel. Dies wird erreicht durch eine optimale Gliederung der Fassade mit transparenten Elementen entsprechend der Ausrichtung des Gebäudes zur Sonne. Die Speichermasse von Wänden und Fußböden nimmt die Sonnenwärme auf und gibt sie nach und nach als Raumwärme wieder ab.

## **U**

### **U-Wert**

Der U-Wert ist ein Kennwert für die Wärmeleitfähigkeit bzw. die Dämmqualität eines Bauteiles (Wand, Fenster, Dach, Keller): Je niedriger der U-Wert, desto besser ist das Bauteil gedämmt. Er gibt an, wie viel Watt pro Quadratmeter Bauteilfläche und Temperaturunterschied als Verlust zwischen innen und außen anfallen.

## **W**

### **Wärmebrücke**

Energetische Schwachstelle einer Baukonstruktion mit deutlich größerem Wärmeverlust im Vergleich zu den angrenzenden Bereichen.

**WDVS – Wärmedämmverbundsystem** Wärmedämmverbundsysteme sind Dämmungen, die direkt von außen auf die Außenwand aufgebracht und in der Regel verputzt werden. Dämmmaterialien können sein: Mineralwolle, Polystyrol, Mineralschaum, Kork u. a.

**Wärmepumpe** Anlage, die mit Hilfe von (meist elektrischer) Energie der Umwelt Wärme entzieht und für die Raumheizung und Warmwasserbereitung nutzbar macht. Einer Wärmequelle (z. B. Außenluft, Abluft, Erdreich) auf geringem Temperaturniveau wird über einen thermodynamischen Prozess Wärme entzogen. Mit Hilfe von Kompression wird die Wärme erhöht und kann über einen Wärmespeicher für die Raumheizung oder die Warmwassergewinnung genutzt werden. Die Wärmepumpen können auch umgekehrt genutzt werden. Sie dienen dann der Kühlung. Neben mechanischer Kompression durch Elektromotoren kann als Antriebsenergie auch Wärme für die sogenannten Sorptionswärmepumpen genutzt werden.

**Wärmespeicher** Wärmespeicher sind Zentren der Haustechnik und sind »Raum einnehmend«. Die einfachste Variante ist der gut gedämmte Wasserspeicher. Damit überbrücken Pufferspeicher die Zeit von der Wärmeerzeugung bis zum tatsächlichen Bedarf. Das von Sonne und z. B. Abwärme gewärmte Wasser hält sich in Pufferspeichern mehrere Tage warm. Ein Langzeitspeicher kann saisonale Wärme aus der Niedrigenergie-Solarthermie Tage und Wochen speichern, ein Kurzzeitspeicher nur für wenige Stunden oder Tage. Hierfür werden vorwiegend selbstständig stehende Wasser-Speicher-Behälter eingesetzt.

Schichtenspeicher besitzen mehrere Wärmeübertrager, die den unterschiedlichen Temperaturzonen eines Wasserspeichers zugeordnet sind. Diese Wärmeschichtung spart Energie, weil man nicht den ganzen Speicher aufheizen muss, um heißes Wasser zu zapfen, sondern nur den obersten Teil. Aus diesem Grund haben sich stehende, zylindrisch geformte Modelle durchgesetzt.

Thermochemische (z. B. mit Parafin gefüllt) und Latent-Wärmespeicher sind als Langzeitspeicher ausgelegt. Mit einem Latentwärmespeicher lässt sich die Wärmemenge eines sonst 2.500-Liter-Wärmespeichers auf 0,65 m<sup>2</sup> Fläche unterbringen. Durch die Speicherung bei tiefen Temperaturen wird die Energie nahezu verlustfrei aufbewahrt. Hieran werden neben Solarkollektoren auch weitere Wärmeerzeuger angeschlossen. Die erzeugte Wärme wird gespeichert und bei Bedarf verbraucht.

**Wohnfläche, beheizt** Die beheizte Wohnfläche ist die Fläche, die nach der Wohnflächenverordnung berechnet wird und innerhalb der gedämmten Gebäudehülle liegt.



**LANDESHAUPTSTADT  
HANNOVER**

**Fachbereich Planen  
und Stadtentwicklung**

Rudolf-Hillebrecht-Platz 1  
30159 Hannover  
61@Hannover-Stadt.de  
www.hannover.de

**Fachbereich Umwelt  
und Stadtgrün  
Klimaschutzleitstelle**

Prinzenstraße 4  
30159 Hannover  
67@Hannover-Stadt.de  
www.hannover.de

**ARCHITEKTENKAMMER  
NIEDERSACHSEN**

Friedrichswall 5  
30159 Hannover  
www.aknds.de

**KLIMASCHUTZFONDS  
PRO KLIMA**

Glockseestraße 33  
30169 Hannover  
proklima@enercity.de  
www.proklima-hannover.de

---

**IMPRESSUM**

**Redaktion**

Eva Ehrenberg-John  
Dr. Ute Maasberg  
Anke Unverzagt  
Elisabeth Kirscht

**Inhalt**

Landeshauptstadt Hannover  
Passivhausinstitut, Darmstadt  
Klimaschutzfonds proKlima, Hannover  
Stadt Frankfurt a. M., Energiereferat  
Architekten der dargestellten Projekte

**Fotos**

Architekten und Bauherren der dargestellten Projekte  
Landeshauptstadt Hannover  
Frank Aussieker (S. 14/15)

**Gestaltung**

Karin Dohle, Braunschweig

**Druck**

gutenberg beuys feindruckerei gmbh, Langenhagen  
Finanzierung durch proKlima

**Auflage**

3000

**Stand**

August 2012