



# PASSIVHAUS

Die Wanderausstellung im Freistaat Sachsen.

Seite	Inhalt
04	Einleitung
07	Was ist ein Passivhaus?
08	Nachhaltigkeit und Energieeffizienz
10	Sechs gute Gründe für ein Passivhaus
12	Das Passivhaus – konkrete Lösungen für ein zeitgemäßes Bauen
14	Gebäudeform und solare Ausrichtung des Passivhauses
16	Gebäudehülle und Bauteile
18	Gebäudetechnik im Passivhaus
20	Alternative Energiegewinnung
22	Passivhaus – Null-Energie-Haus – Plusenergiehaus®
24	Beschlüsse, Vorschriften und Förderprogramme
25	Energie-Spartipps
28	Weiterführende Quellen zum Thema Passivhaus
30	Wissenswertes für die Planung
34	Kindergärten und Schulen
37	Sonderbau
38	Sporthalle
40	Gewerbe
41	Wohnen und Sanieren
46	Glossar
48	Häufig gestellte Fragen
49	Impressum
50	Quellen, Bildnachweise



## Die Wanderausstellung **PASSIVHAUS** aktivleben passivbauen energiesparen

wurde am 20. November 2008 in den Räumlichkeiten der Sächsischen Aufbaubank in Dresden eröffnet und wandert seit Januar 2009 durch ganz Sachsen. Die Ausstellung richtet sich an interessierte Gemeinden ebenso wie an Privatpersonen, an Bauherren, Planer und Ausführende.

Was ist „passiv“ am Passivhaus? Funktioniert das Passivhaus tatsächlich ohne Heizung? Dürfen die Fenster zum Lüften geöffnet werden?

Kann ein Altbau zum Passivhaus umgerüstet werden? Diese und viele andere Fragen werden in der Ausstellung beantwortet.

Fünf Informations-Säulen, zwei Material-Tische und ein Spiel-Tisch bilden ein komplexes Raumbild. Der Besucher bekommt Informationen zum Prinzip des Passivhauses, zu den einzelnen Komponenten und deren Funktionsweise, sowie zu Fördermöglichkeiten und den Weiterentwicklungen des Passivhaus-Konzeptes.

Abb. 1.1.1 Ausstellung am ersten Standort -  
 im Foyer der Sächsischen Aufbaubank in Dresden

*„Das ideale Haus ist im Sommer kühl und im Winter warm.“*

Sokrates (470 - 399 v. Chr.)

Als Passivhaus wird ein Gebäudestandard bezeichnet, der zugleich **energieeffizient, komfortabel, wirtschaftlich** und **umweltfreundlich** ist. Aufgrund seiner guten Wärmedämmung und kontrollierten Lüftungsanlage erfordert er keine herkömmliche Heizung.

Der Begriff **Passivhaus** ist kein Markenname; er beschreibt vielmehr ein Baukonzept.

Das Passivhaus ist für jeden Gebäudetyp geeignet und in einem vertretbaren Kostenrahmen realisierbar.

Erstmals wurde es 1990/91 in Darmstadt-Kranichstein umgesetzt. Es bewährt sich seither erfolgreich in der Praxis.

Im Energiekonzept des Passivhauses bedeutet "passiv", dass der überwiegende Teil des Wärmebedarfs aus "passiven" Quellen, z.B. Sonneneinstrahlung oder Abwärme von Personen und technischen Geräten, gedeckt wird. Ein **hoher Wohnkomfort** sowie ein behagliches Raumklima werden dabei **sowohl im Sommer als auch im Winter** ohne zusätzliches Heiz- bzw. Klimatisierungssystem erreicht.

Die Passivhaus-Bauweise wird neben **Ein- und Mehrfamilienhäusern** auch in **Schulen, Kindergärten** und **Bürogebäuden** oder für **Umbauten** und **Sanierungen** eingesetzt. Mittlerweile existieren schon weit über 200 Passivhäuser in Sachsen.

## Definition

Die detaillierten Anforderungen an ein Passivhaus sind im Passivhaus-Energiestandard beschrieben. Nach der vom Passivhaus-Institut Darmstadt entworfenen Definition muss ein Passivhaus die folgenden drei Kriterien erfüllen:

- Jahresheizwärmebedarf  $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$
- Luftdichtheit  $n_{50} \leq 0,60/\text{h}$
- Primärenergiebedarf (inkl. aller installierten elektrischen Geräte und der Warmwasserbereitung)  $\leq 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Damit diese Werte baulich erreicht werden, sind folgende Richtwerte und Prinzipien zu beachten:

- Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) der Außenhülle:  $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- U-Wert der Fenster:  $U_w \leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , g-Wert von 50 %
- Heizlast  $\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$
- Vermeiden von Wärmebrücken
- Einsatz von Solarenergie
- Einsatz von Lüftungsanlagen mit mindestens 75 % Wärmerückgewinnung
- Hocheffiziente Haushaltsgeräte

**Trotz der mittlerweile hohen gesetzlichen Anforderungen haben Passivhäuser einen bis zu 50% geringeren Energieverbrauch.**

Das **Passivhaus-Konzept** wurde aufgrund der Auseinandersetzung mit der Energie-, Klima- und Gesundheits-Thematik entwickelt. Es bietet jedem Bau-Interessenten die Möglichkeit selbst aktiv zu werden, einen positiven Beitrag zum Schutz der Umwelt zu leisten und seine Energiekosten zu verringern.



Abb. 1.2.1 Entwicklung des Rohölpreises seit 1990

Der massive **Kostenanstieg fossiler Brennstoffe** (z. B. Öl oder Gas) markiert einen Trend, der sich in Zukunft verschärfen wird. Fossile Energien stehen nicht unbegrenzt zur Verfügung und es zeichnet sich ab, dass wir unsere energiepolitischen Grundlagen umstrukturieren müssen. Daher sollten wir uns nachhaltigen Energieressourcen zuwenden und zunehmend regenerative Quellen nutzen.

Dabei gilt:  
Bei Anwendung von Konzepten, die geringere Energiemengen benötigen, wird weniger Heizenergie verbraucht bzw. muss weniger Wärme produziert werden – dies ist ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz!



Abb. 1.2.2 Abfallprodukte der Energieversorgung belasten die Umwelt

Der Einsatz fossiler Energien gilt als eine Hauptursache für den Treibhauseffekt und den weltweiten **Klimawandel**. Die Folgen der globalen Erderwärmung sind nicht absehbar, aber seit mehreren Jahren beobachtet man eine Häufung von Naturkatastrophen: Unwetter, Dürreperioden und Überschwemmungen. Das Bewusstsein, dass Umwelt- und Klimaschutz, sowie ein verantwortungsvoller Umgang mit natürlichen Ressourcen lebenswichtig sind, spiegelt sich heute im gesamten politischen Spektrum wider. Eine ressourcenschonende und effiziente Energiepolitik bildet hier die Schlüsselfunktion.



Abb. 1.2.3 Jahrhundertflut 2002 in Dresden



Abb. 1.2.4 Sturmschaden nach Orkan Kyrill 2007



Abb. 1.2.5 Mandelbaumblüte im Dezember

Hinzu kommt, dass die **geopolitische Abhängigkeit von Erdöl produzierenden Ländern** in den vergangenen Jahren verstärkt in das Bewusstsein einer breiten Öffentlichkeit gerückt ist. Sowohl volkswirtschaftlich als auch politisch wächst das Bedürfnis nach Selbstversorgung mit eigener Energie. Der damit einhergehende Innovationsschub im Bereich regenerativer Energien bietet zudem schon heute einen marktwirtschaftlichen Vorteil, der den Standort Deutschland für zukunftsweisende Technologien festigen wird.

Auch das individuelle Bewusstsein hat sich gewandelt: Das **Bedürfnis nach gesunder Lebensweise und einer intakten Umwelt** führt zum wachsenden Interesse an ökologischen Alternativen. Sowohl im privaten als auch im öffentlichen Raum wird verstärkt eine Reduktion von Umweltgiften gefordert.

## alternative Energiegewinnung



Abb. 1.2.6 Solarenergie



Abb. 1.2.7 Windkraft

## → Geringe Heizkosten

Eine Vielzahl realisierter Passivhäuser und begleitender Forschungen zeigen, dass mit dem Passivhaus-Standard im Vergleich zum gesetzlich vorgeschrieben Standard bis zu 50 % des Bedarfs an Heizenergie eingespart werden können. Selbst im Verhältnis zu Niedrig-Energie-Häusern verbrauchen Passivhäuser nur etwa ein Viertel der Energie. Der ökonomische Vorteil liegt auf der Hand, wenn man davon ausgeht, dass die Energiepreise weiterhin steigen werden und sich ein Großteil der Betriebskosten im Energieverbrauch niederschlägt.

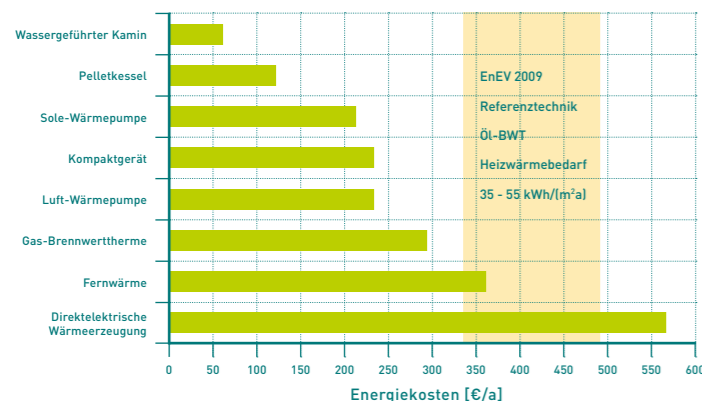


Abb. 1.3.2 Energiekosten: Passivhaus 150 m², Heizwärmebedarf 15 kWh/(m²a)

## → Umwelt- und Klimaschutz

Umwelt- und Klimaschutz werden heute im privaten Bereich ebenso berücksichtigt wie im Verkehrs- und Transportwesen oder der Industrie. Eine dem Passivhaus-Standard entsprechende Einsparung des Energieverbrauchs ist ein wesentlicher Schritt zu nachhaltiger Lebensweise. Die nicht absehbaren Folgen des Klimawandels zeigen die Notwendigkeit einer Neuorientierung auf, die sich sowohl im individuellen als auch im kommunalen, regionalen und nationalen Verhalten widerspiegeln muss.

## → Alternativen für die Zukunft

Das Ausklingen einer von fossilen Brennstoffen dominierten Energiewirtschaft hat einen starken Innovationsschub für regenerative Energiegewinnung ermöglicht. Dieser Trend wird voraussichtlich anhalten und Lösungen, die schon heute technisch möglich sind, werden in Zukunft auch ökonomisch tragbar sein. Der geringe Primärenergiebedarf des Passivhauses bietet zudem einen guten Ausgangspunkt für eine später mögliche Erweiterung des Konzeptes zum Null- oder Plusenergiehaus®. Dies würde eine vollständige Unabhängigkeit in der Energieversorgung mit sich bringen.

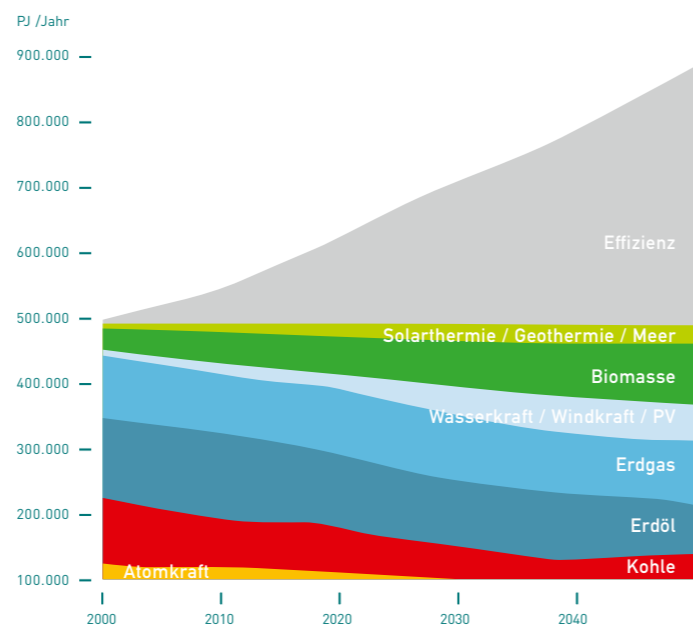


Abb. 1.3.3 Entwicklung des Primärenergieverbrauchs im Energie(R)evolutions-Szenario



Abb. 1.3.1 Kindergarten in Döbeln

## → Volkswirtschaftlicher Nutzen

Die Abhängigkeit von Öl und Gas sowie einer zentralistisch strukturierten Stromvergabe bot bisher nur wenige realistische Alternativen zur derzeitigen Energieversorgung. Ein strukturelles Umdenken der energiewirtschaftlichen Grundlagen ist erst durch die Reduktion der benötigten Energiemenge möglich. Der Passivhaus-Standard gilt hier als wichtiger Bestandteil für einen zukunftsweisenden volkswirtschaftlichen Strukturwandel.

## → Privatwirtschaftlicher Nutzen

Das Passivhaus bietet heute einen wegweisenden Standard für einen wachsenden Immobilienmarkt. Zudem steigt aufgrund des zunehmenden Gesundheits- und Umweltbewusstseins die Nachfrage nach bauökologisch unbedenklichen Immobilien. Das Passivhaus kann den Anspruch des ökologischen Wohnens mit niedrigen Energie- und Betriebskosten vereinbaren.

## → Gesundheit und Leistungsfähigkeit

Langzeituntersuchungen zeigen, dass im Passivhaus ein besonders gesundes Wohn- und Arbeitsklima entsteht. Aufgrund hochwärmegeprägter Außenbauteile und effizienter Fenster herrscht im Gebäude stets eine behagliche Temperatur. Die konstante, kontrollierte Durchlüftung sorgt zudem für ein gleichmäßiges Innenraumklima. Hinzu kommt ein Frischluftfilter bzw. Pollenfilter, der das Passivhaus auch für Allergiker zu einem angenehmen Lebensraum macht. Da alle Umgebungsflächen im Inneren immer Temperaturen über 17 °C aufweisen, bilden sich dort nie Schimmelpilze.

Allgemein gilt: Gesteigertes Wohlbefinden und ein gesundes Umfeld erhöhen nachweislich die individuelle Leistungsfähigkeit.

Seit der erfolgreichen Realisierung des ersten Passivhauses 1990/1991 hat sich dessen Standard in vielen Nachfolgeprojekten deutscher und internationaler Baupraxis bewährt. Die bautechnischen Anforderungen können heute als bekannt und erprobt vorausgesetzt werden.

**Jeder kompetente Architekt kann ein Passivhaus entwerfen.** Die Konzeption eines Passivhauses ist nicht als Ersatz für einen architektonischen Entwurf zu verstehen. Ein erfolgreicher Bauprozess beinhaltet bereits in der Planungsphase die Zusammenarbeit von Architekten und Haustechnikern.

Drei Grundprinzipien charakterisieren den Passivhaus-Standard:

- Die **Gebäudeausrichtung** muss die passive Energiegewinnung maximieren.
- Die **Gebäudeform** und der **Aufbau der Außenhülle** dienen der Minimierung des Wärmeverlustes.
- Die **Effizienz der Gebäudetechnik** soll hohen Wohnkomfort mit niedrigem Energieaufwand verbinden.

Wärmeverluste über die Gebäudehülle, wie man sie bei einem konventionellen Einfamilienhaus verzeichnet, sind beim Passivhaus kaum vorhanden.

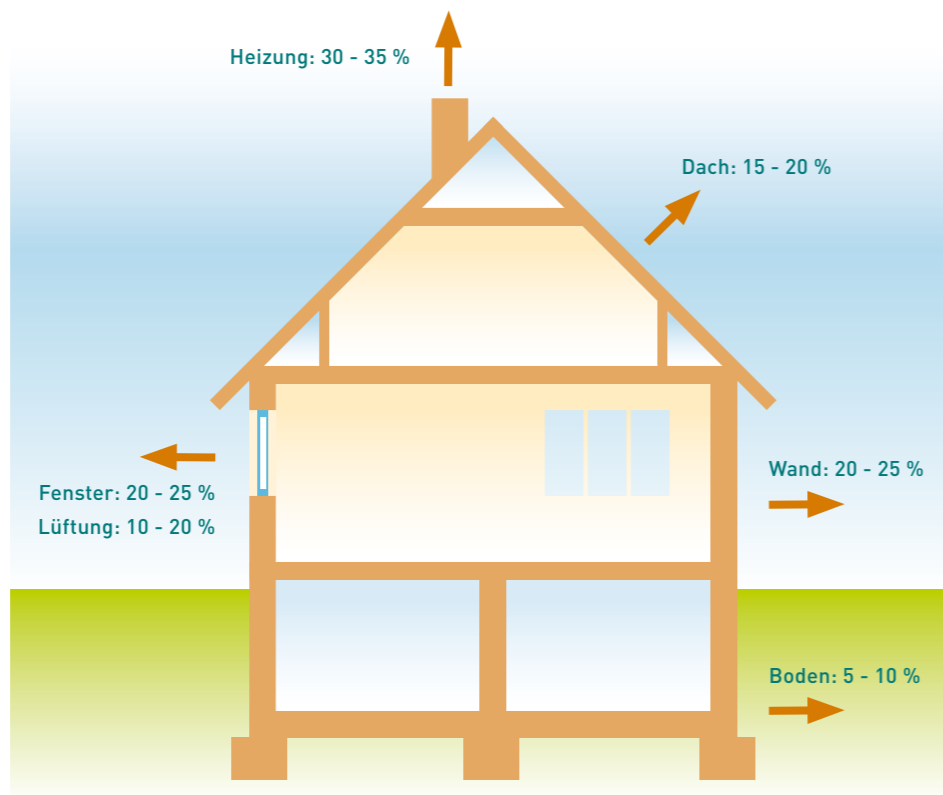


Abb. 2.1.1 Wärmeverluste bei einem konventionellen Einfamilienhaus

Das Prinzip des Passivhauses beruht auf einer hochwärmege-  
dämmten Außenhülle. Sie weist eine ausreichende Luftdichtigkeit auf und vermeidet unnötige Wärmeverluste. Hier muss man darauf achten, dass Wärmebrücken vermieden werden. Diese Methode ist vergleichbar mit einer gut isolierten Thermoskanne. Vergleicht man diese mit einer unisolierten Glas-Kaffeekanne, welche aktiv erwärmt wird, so sieht man, dass bei dem unisolierten Behältnis die Wärme im hohen Maße an die Umgebung abgegeben wird.



Abb. 2.1.2 Thermoskanne und Kaffeemaschine im Vergleich bzgl. Wärmespeicherung

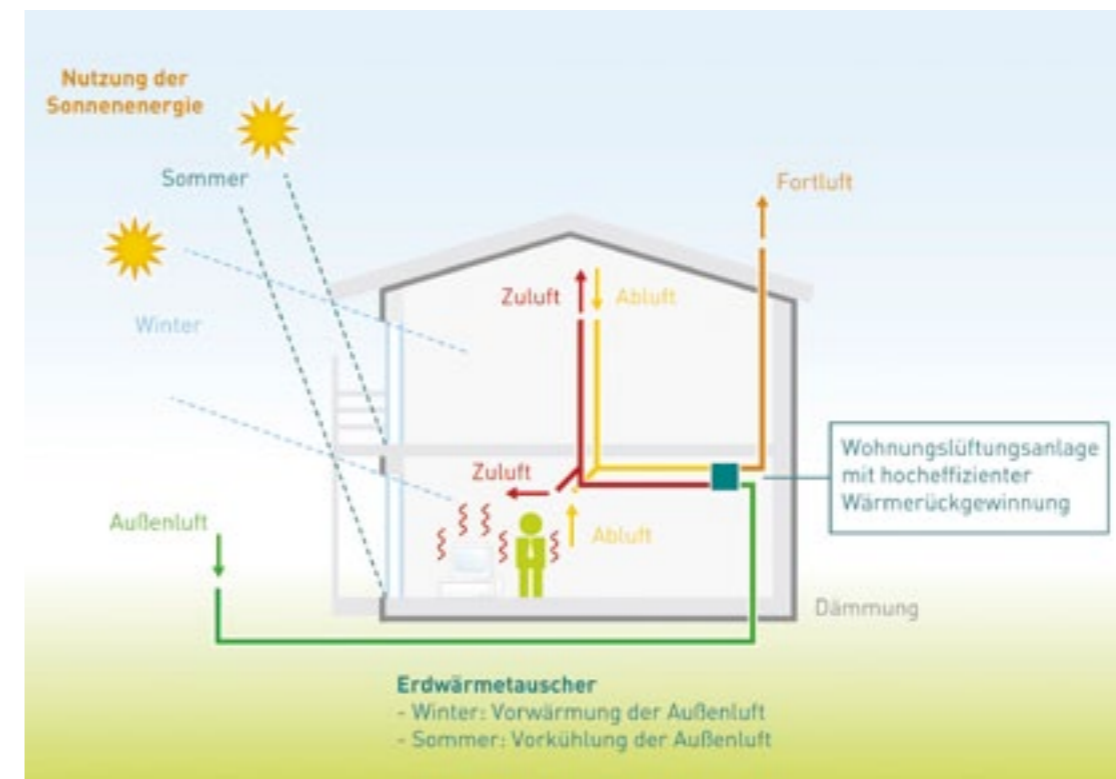


Abb. 2.1.3 Systemschnitt Passivhaus

Der Innenraum eines Gebäudes nach Passivhaus-Standard erwärmt sich zum überwiegenden Teil über passive Quellen. Passive Energie wird durch Sonneneinstrahlung gewonnen, welche durch meist großformatige, nach Süden gerichtete Fenster in das Gebäude gelangt. Zudem nutzt man die Abwärme elektrischer Haushaltsgeräte sowie die Abwärme von Personen, die sich im Gebäude aufhalten. Für eine ausreichende Frischluftzufuhr ist eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in einem Passivhaus verantwortlich. Auf konventionelle Heizkörper kann in der Regel verzichtet werden.

### Kompakte Gebäudeform

Je kompakter die Gebäudeform gestaltet ist, desto besser funktioniert das energetische Verhalten eines Gebäudes. Generell sollte das Verhältnis von beheizbarem Innenraum zur Wärme abstrahlenden Außenhülle möglichst gering sein.

Man drückt die Kompaktheit eines Gebäudes als Verhältnis zwischen Außenhülle (A) und Innenraumvolumen (V) aus, auch kurz genannt A/V-Verhältnis. Je geringer der A/V-Wert ist, desto günstiger ist das energetische Verhalten.

Mit zunehmender Größe eines Gebäudes steigt proportional der Anteil von nicht zu beheizenden Nebenflächen. Zur Bewertung des energetischen Verhaltens, vor allem größerer Gebäude, erweist sich das Verhältnis zwischen Außenhülle und Hauptnutzfläche - A/HNF - als praktikabel.



Abb. 2.2.1

Um den gleichen Energieverbrauch aufzuweisen wie ein Haus mit einem quadratischen Grundriss, müsste an dieses Haus 2 cm mehr Dämmung angebracht werden.

Um den gleichen Energieverbrauch aufzuweisen wie ein Haus mit einem quadratischen Grundriss, müsste an dieses Haus 4 cm mehr Dämmung angebracht werden.

Folgende planerische Richtwerte gelten für Passivhäuser:

- Kleinere Passivhäuser benötigen eine Kompaktheit von A/HNF = 2,5 bis 3,5.
- Bei größeren Passivhäusern ist ein Wert A/HNF < 2,5 sinnvoll.

Das Passivbürogebäude „Energon“ in Ulm ist mit einem A/HNF von 1,6 um ein Vielfaches kompakter als ein freistehendes Einfamilienhaus. Das Gebäude erreicht dadurch wesentlich leichter den Passivhaus-Standard, so dass seine Orientierung keine entscheidende Rolle mehr spielt.



Abb. 2.2.2 Bürogebäude „Energon“ in Ulm: 5 Geschoss, 5412 m<sup>2</sup>, 8.610 m<sup>2</sup>, A/HNF = 1,6



Abb. 2.2.3 Bürogebäude Energon im Passivhaus-Standard

### Gebäudeausrichtung

Neben der Gebäudeform muss man der Gebäudeausrichtung des Passivhauses besondere Aufmerksamkeit widmen. Die Wärmeenergiegewinnung durch Sonneneinstrahlung gilt als integrales Prinzip, wobei der optimierten Nutzung der verfügbaren Sonnenenergie hier große Bedeutung zukommt.

Prinzipiell ist zu beachten, dass eine exakte Ausrichtung der Hauptfassade nach Süden maximalen Solargewinn erzielt. Die Praxis zeigt aber, dass Abweichungen bis +/- 30 % noch genügend Solargewinn erbringen können, damit der Passivhaus-Standard erreicht wird.

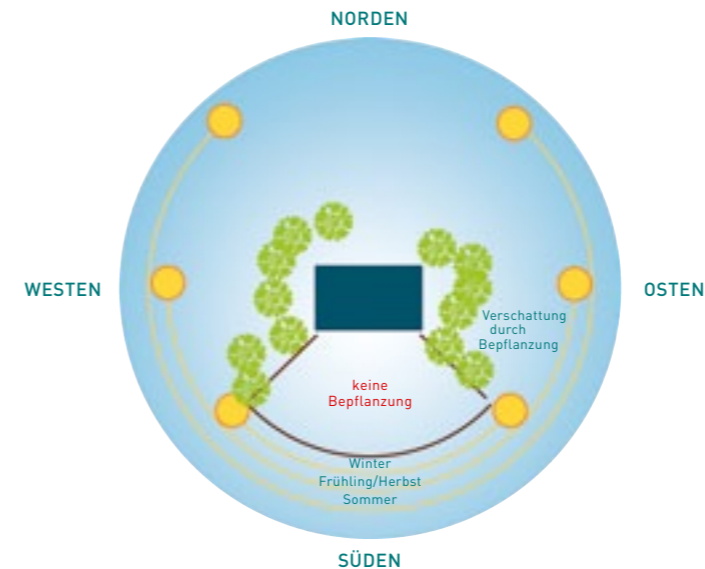


Abb. 2.2.4 Orientierung und Bepflanzung

### Verschattungsfreie Abstandsflächen

Für eine ausreichende Besonnung des Gebäudes spielen Topographie, Vegetation und Nachbarbebauung eine große Rolle. Von einer mäßigen Verschattung spricht man, wenn der Gebäudeabstand zu der Hauptfassade deutlich größer als baurechtlich gefordert ist: Abstandsfläche zu Gebäudehöhe A/H > 2,5 ... 3,5. Je kleiner der A/H-Wert ist, umso ausgeprägter ist die Verschattung und umso geringer sind die solaren Gewinne.

Gebäudeform, -ausrichtung und Verschattungsfreiheit stellen drei wichtige Kriterien der Passivhaus-Neubauplanung dar.

Da mit zunehmender Gebäudegröße Kompaktheit und klimatische Trägheit ansteigen, sind die Richtwerte größerer Passivhäuser im Vergleich flexibler. In der Vergangenheit wurden große Passivhäuser realisiert, die teilweise oder komplett von einer Südorientierung absehen konnten und auch bei kleinen verschattungsfreien Abstandsflächen den Passivhaus-Standard noch erreichen.



Das Passivhaus-Konzept erfordert eine **hochwärmegeämmte, wärmebrückenfreie und luftdichte Außenhülle** mit hoch effizienten **Fenster- und Türelementen**. Neben dem winterlichen kommt auch dem sommerlichen Wärmeschutz eine wichtige Bedeutung zu, um Überhitzung zu vermeiden. Der konstruktive **Sonnenschutz** der Gebäudehülle und die **Speicherkapazität** einzelner Bauteile müssen eine ausgeglichene Gebäudetemperierung über den Tagesverlauf gewährleisten. **Gebäudenutzung** und **Verteilung** technischer Anlagen in Gebäuden, die nicht als Wohnraum genutzt werden, wirken sich grundlegend auf die Passivhaus-Konzeption aus und erfordern spezifische Lösungsansätze.

### Luftdichtheit

Die Gebäudehülle muss eine sehr gute Luftdichtheit aufweisen, um eine kontrollierte Lüftung zu ermöglichen. Bauungenauigkeiten, z. B. undichte Fensterrahmen, konstruktive Lücken oder Durchdringungen der Gebäudeaußenhülle müssen umgangen werden. Alle gängigen Bauweisen – Holzbau, Stahlbau, Massivbau und Fertigteilbau – ermöglichen eine luftdichte Konstruktion. Die Luftmenge warmer oder kalter Luft, die durch die Gebäudeaußenwand dringen kann, wird dadurch minimiert. So kann das Lüftungssystem Wärme effektiv zurückgewinnen bevor verbrauchte Luft ausgestoßen wird. Luftdichtheit ist nicht zu verwechseln mit Diffusionsdichtheit. Eine diffusionsoffene Bauweise kann auch im Passivhaus umgesetzt werden.

Der Nachweis der Gebäude-Luftdichtheit erfolgt über den Blower-Door-Test. Folgender Wert muss beim Passivhaus-Standard erreicht werden:

*Wird der Innendruck des Gebäudes nach dem Blower-Door-Verfahren auf 50 Pa (N/m<sup>2</sup>) unter den atmosphärischen Luftdruck gesenkt, darf pro Stunde maximal die 0,6-fache Menge des Gebäudeluftvolumens durch die Außenwände dringen [n<sub>50</sub> ≤ 0,60/h].*

### Fenster- und Türentechnik

Die Fenster- und Türentechnik hat in den vergangenen Jahren außergewöhnliche Neuerungen erfahren. 3-fache Wärmeschutzverglasungen mit U-Werten von 0,5 bis 0,8 W/(m<sup>2</sup>K) sind heute auf dem

Markt frei verfügbar. In Kombination mit gut gedämmten Fensterrahmen und thermisch getrenntem Randverbund minimieren sie Wärmeverluste über die Außenhülle und erhöhen den Wohnkomfort. Da die Oberflächentemperatur des Fensterglases in Passivhäusern bei mindestens 17 °C liegt, ist es durchaus angenehm, sich in der Nähe der Fenster aufzuhalten.

Der U-Wert kennzeichnet den Wärmeverlust eines Fensters und sollte möglichst gering sein. Dem gegenüber steht der Verglasungswert, der die solaren Gewinne eines Fensters bezeichnet.

Mit dem Gesamtenergiedurchlassgrad g wird definiert, wie viel Sonnenenergie bei senkrechter Einstrahlung durch die Verglasung durchgelassen wird. Der g-Wert sollte möglichst hoch sein und über 50 % liegen.

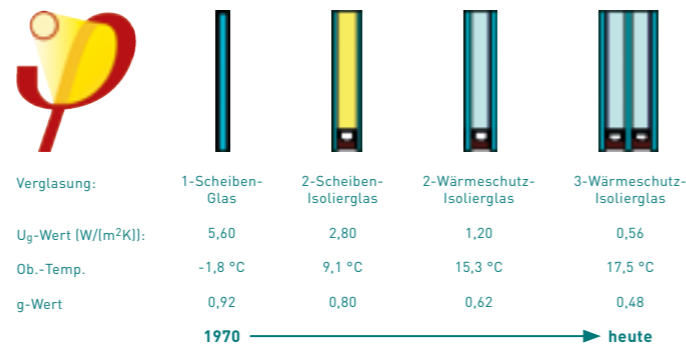


Abb. 2.3.1 Fensterentwicklung in den letzten 40 Jahren

### Nutzung

Die besondere Nutzungsanforderung an ein Gebäude spielt bei der Konzeption des Passivhauses eine bedeutende Rolle. Dies gilt vor allem für Gebäude, die nicht als Wohnraum dienen. So produzieren in Verwaltungs- und Bürogebäuden Computer und andere Elektrogeräte unter Umständen hohe Abwärmemengen. In Schulen und Kindergärten wiederum kommt es im Tagesverlauf zu sehr ungleichmäßigen Raumauslastungen, wodurch schwankende Wärmeaufkommen und wechselnde Luftfeuchtigkeitsbedingungen entstehen. All dies muss planerisch und bautechnisch bedacht werden.

### Dämmung der Außenwand

Die Außenwand des Passivhauses erhält in der Regel eine Dämmung von 20 - 40 cm. Alle lichtundurchlässigen Bauteile der Gebäudehülle verfügen über einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert), welcher kleiner als 0,15 W/(m<sup>2</sup>K) ist. Der Wärmedurchgangskoeffizient bezieht sich auf einen Quadratmeter Außenfläche und bezeichnet die Wärmemenge, die pro Grad Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außenraum verloren geht. Das heißt, dass pro Grad Temperaturunterschied bei einem U-Wert von 0,15 W/(m<sup>2</sup>K) pro Quadratmeter Außenwandfläche 0,15 Watt verloren gehen. Dieser Standard kann sowohl mit herkömmlichen synthetischen Dämmmaterialien als auch mit baubiologisch verträglicheren Materialien erreicht werden.

Eine gewissenhaft ausgeführte Dämmung und das optimale nach bauphysikalischem Standard gewählte Dämmmaterial vermindert zudem ein Aufheizen der Außenwände im Sommer.



Abb. 2.3.2 Gebäudehülle

### Wärmebrücken

Wärmebrücken ergeben sich an Bauteilen deren Wärmedämmung nicht durchgehend, sondern substanziell verringert oder unterbrochen ist. Konstruktive Anschlüsse, Wanddurchdringungen oder ungenaue Ausführungen können hier die Ursache sein.

Damit Wärmebrücken vermieden werden, müssen Kanten, Ecken, Anschlüsse und Ähnliches an der Außenwand bis ins Detail geplant und realisiert werden.

Ein Richtwert, welcher kleiner als 0,01 W/(m<sup>2</sup>K) ist, gilt als Planungsgrundlage, um Energieverluste über Wärmebrücken zu verhindern.

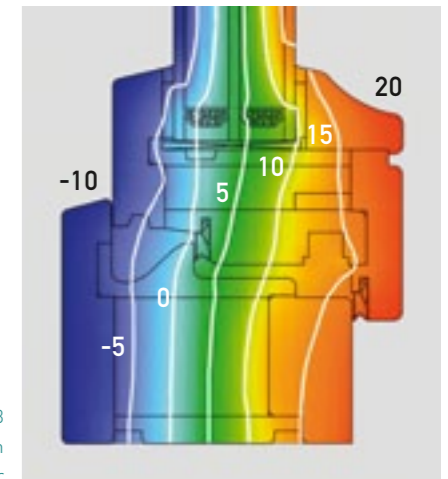


Abb. 2.3.3 Schnitt durch ein Passivhaus-Fenster

### Verschattung im Sommer beachten

Die Fenster im Passivhaus werden so ausgerichtet, dass sie gemäß der Jahreszeit und dem Sonneneinfallswinkel im Winter die Sonne möglichst tief ins Gebäude einstrahlen lassen. Dadurch erwärmen sich die Raumluft sowie die wärmespeichernden Bauteile optimal. Im Sommer soll die Sonne allerdings nicht uneingeschränkt ins Gebäudeinnere strahlen, um Überhitzungen zu vermeiden. Hier helfen baukonstruktive Maßnahmen oder Verschattungselemente, die bevorzugt an der Außenwand angebracht werden. Durch sorgfältige Planung der Fensterausrichtung und genaue Berücksichtigung des sich im Jahresverlauf veränderten Sonneneinfallswinkels wird eine Gebäudeüberhitzung im Sommer vermieden, die Ausnutzung der Sonnenwärme im Winter aber maximiert.

Der Primärenergiebedarf von Passivhäusern liegt mit maximal 120 kWh/(m²a) - bezogen auf die beheizte Fläche und inklusive aller elektrischer Verbraucher - ein Vielfaches unter dem Bedarf anderer Neubauten. Möglich wird dies durch die erhebliche Reduzierung der Transmissions- und der Lüftungswärmeverluste dank der optimierten Gebäudehülle und einer hocheffizienten mechanischen Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Da der Stromverbrauch der im Passivhaus eingesetzten Elektrogeräte und Beleuchtungskörper bei der Energiebilanz berücksichtigt wird, müssen diese an den niedrigen Energiebedarf angepasst sein.

### Lüftung im Passivhaus

Die Komfortlüftung mit optimaler Wärmerückgewinnung (mindestens 75 % der Abluftwärme) stellt eine wesentliche Komponente im Passivhaus dar. Sie bringt konstant gute Luftqualität und beugt durch den Abtransport erhöhter Luftfeuchtigkeit der Schimmelbildung vor. Zusätzlich kann die Lüftungsanlage die Funktion einer Luftheizung übernehmen, um die benötigte Wärmemenge im Gebäude zu verteilen. Da das Passivhaus im Grunde luftundurchlässig ist, kann die Frischluftzufuhr optimiert und sorgfältig austariert werden. Der Luftaustausch von zirka 0,4 des Luftvolumens eines Raumes bzw. 40 % pro Stunde gleicht dem vollständigen Luftaustausch eines Hauses in einem Zeitraum von zirka zwei bis drei Stunden. Die Luftvolumenströme der Lüftungsanlage sind so gering, dass keine Luftbewegung, Zugluft oder Strömungsgeräusche wahrnehmbar sind. Dabei bleibt die Temperatur gleichmäßig und die Luftqualität stets auf einem hohen Niveau. Häufig wird der Frischluftzufuhr ein Erdwärmekanal vorgeschaltet, um die einströmende Luft vorzutemperieren. Dieser Erdwärmetauscher ist in seiner einfachsten Form ein zirka 40 Meter langes Rohr, welches ungefähr 1,5 Meter unter die Erde verlegt wird. Im Winter wird die Frischluft über das Erdreich vorgewärmt, im Sommer dreht sich dieses Prinzip um, und die Frischluft wird über das Erdreich vorgekühlt. Im Winter erfolgt eine weitere Erwärmung der Frischluft in einem Wärmetauscher. Hier strömen Abluft und Frischluft aneinander

vorbei. Dabei gibt die Abluft möglichst viel Wärme an die Frischluft ab, bevor diese in die Räume geleitet wird.

Die Auslegung der Lüftungsanlage und die somit zugeführte Luftmenge wird ins Besondere in Nichtwohngebäuden nach der Personenanzahl, die sich im Gebäude aufhält, ermittelt. Das bedeutet, dass nur die Luftmenge in das Objekt transportiert wird, die pro Person als hygienische Mindestluftmenge benötigt wird.

### Elektrische Energie

In Passivhäusern werden in der Regel eine energieeffiziente Beleuchtung und hocheffiziente Elektrogeräte eingesetzt. Dadurch soll der Stromverbrauch minimiert und der im Passivhaus-Standard vorgesehene Primärenergiebedarf von unter 120 kWh/(m²a) erreicht werden. Nach der gültigen Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV) müssen eine Vielzahl von Elektrogeräten ihren Energieverbrauch sowie ihre Leistung angeben. Echte Energiesparer sind nur Geräte mit den Energieeffizienzklassen A, A+ und A++.

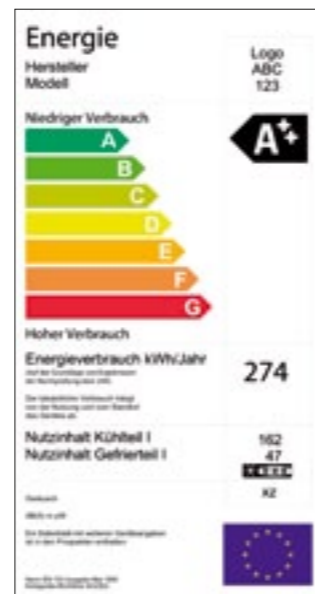
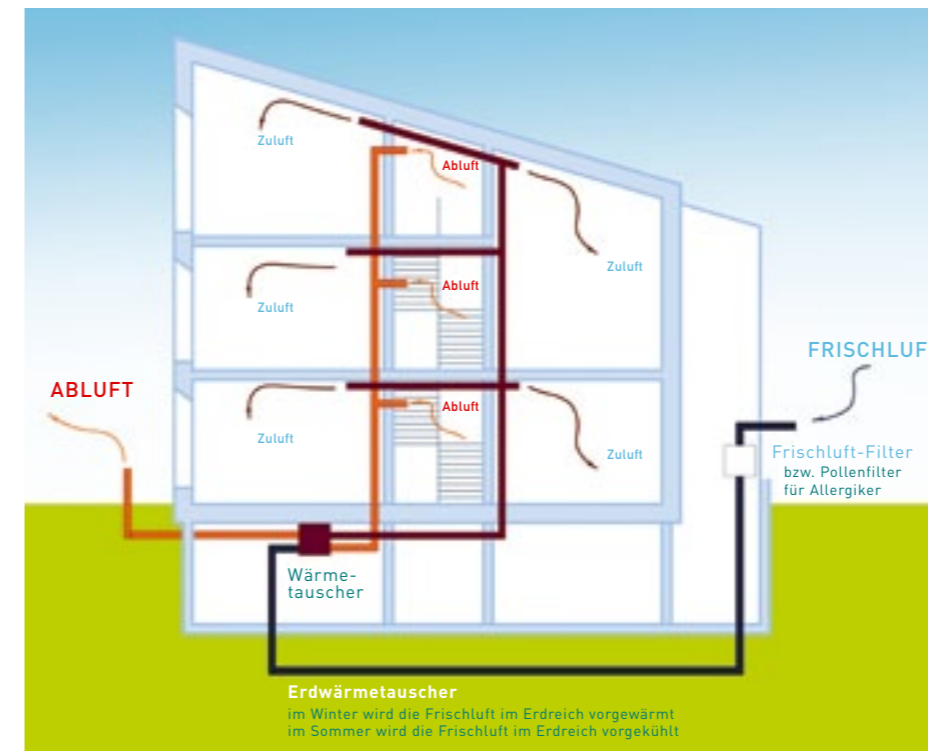


Abb. 2.4.3 Energiespargeräte - Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung / EnVKV



benötigte Wärmemenge über den Luftaustausch der Lüftungsanlage transportiert werden kann. In Nichtwohngebäuden, z.B. Büros oder Produktionsstätten, spielt die Kühlung unter Umständen eine bedeutendere Rolle, als das Heizen. Dort erzeugen innere Wärmegewinne durch Personen, Computer, Beleuchtungskörper oder Kopiergeräte so viel Abwärme, dass im Sommer einer Überhitzung vorgebeugt werden muss. Eine Möglichkeit der Temperaturregulierung ist die Betonkerntemperierung. Dabei wird in die Geschoßdecke ein Wasserkreislauf - ähnlich dem Prinzip einer Fußbodenheizung - integriert, der überschüssige Wärme bzw. Kälte aufnehmen und verteilen kann. Es entsteht eine große Strahlungsfläche, die im Sommer kühlt und im Winter wärmt. Die Grenzwerte des maximalen spezifischen Jahresheizwärmebedarfs von 15 kWh/m²a dürfen dabei nicht überschritten werden.

Abb. 2.4.1 Funktionsschema einer PH-Lüftungsanlage

### Heizen und Kühlen im Passivhaus

Das primäre Wärmeaufkommen im Passivhaus wird durch Sonneneinstrahlung und gebäudeinterne Abwärmequellen, z. B. Elektrogeräte, Beleuchtungskörper oder Personen, gedeckt. Im Verbund mit genau definierten Energiesparmaßnahmen kann in Wohngebäuden in der Regel auf eine konventionelle Heizungsanlage verzichtet werden. Im Lüftungsbereich wird zur Kompensation des verbleibenden Heizwärmebedarfs ein Heizregister eingefügt, um die zugeführte Frischluft auf die erwünschte Temperatur aufzuheizen. Das Heizelement kann über eine kleine Wärmepumpe betrieben werden. Diese speist sich wahlweise über einen solaren oder geothermalen Wärmetauscher bzw. einen konventionellen, klein dimensionierten Gasbrenner. Im Passivhaus-Konzept für Wohnhäuser gilt, dass die gesamte

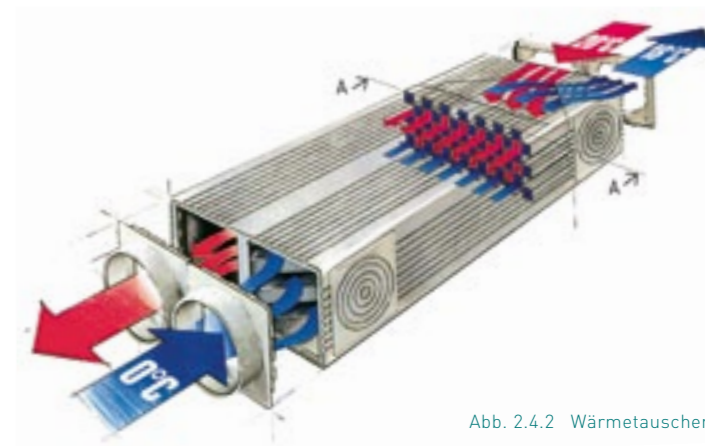


Abb. 2.4.2 Wärmetauscher

Die Restmengen an Heizenergie, die nicht durch solare Gewinne bzw. interne Wärmequellen gedeckt werden können, werden durch technische Anlagen erzeugt. Dabei kann man auf Techniken alternativer Energiegewinnung zurückgreifen. In der Praxis bewähren sich mittlerweile viele nachhaltige Haustechnikanlagen. Ständig drängen neue Innovationen auf den Markt. Diese werden dank erhöhter Effizienz und bei breiter Anwendung dazu beitragen, dass die Anschaffungskosten sinken und die Projekte insgesamt wirtschaftlich attraktiver werden.

Folgende technische Systeme können in Passivhäusern eingesetzt werden:

**Solarthermische Kollektoren** lassen sich mittels Sonneneinstrahlung zur Erwärmung des Trinkwassers, zur Heizungsunterstützung oder zur Einspeisung in den Erdwärmespeicher nutzen.

Bei der **Betonkerntemperierung** werden vorgefertigte Rohrregister in massive Geschossdecken eingelegt und vergossen. Das Rohrsystem bildet – wie bei einer Fußbodenheizung – einen geschlossenen Wasserkreislauf. Über diesem wird die Betonspeichermasse beheizt oder gekühlt. Die unverkleideten Betondecken fungieren als Wärmetauscherflächen und strahlen Kühle bzw. Wärme ab. Auf diese Weise bewirken sie eine natürliche Temperierung der angrenzenden Räume.

**Wind-, Wasser- und Biomasse sowie Photovoltaiktechnik** erzeugen einzeln oder im Verbund lokalen ressourcenschonenden Strom.

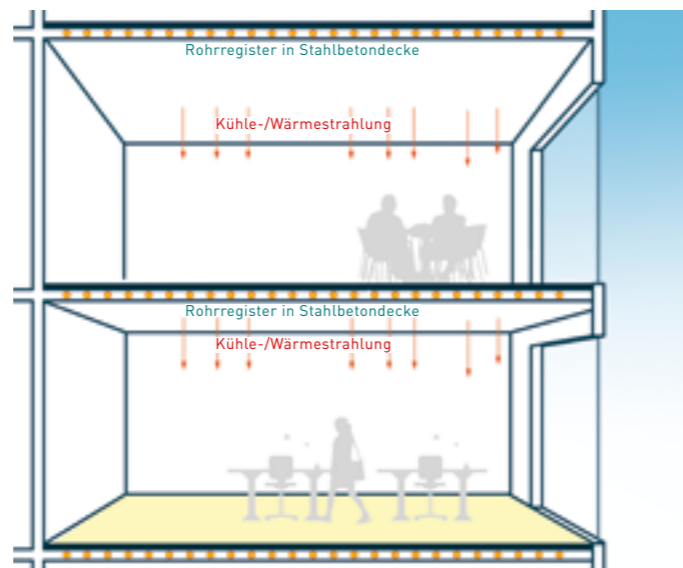


Abb. 4.1.1 Funktionsschema Betonkerntemperierung



Abb. 4.1.4 Photovoltaik-Anlage

**Erdwärmetauscher** ziehen ihren Nutzen daraus, dass das Erdreich im Winter wärmer und im Sommer kälter ist als die Außenluft. So wird die Zuluft, die zu einer kontrollierten Lüftungsanlage geleitet wird, im Erdreich vorgekühlt bzw. vorgewärmt. Im Winter kann Frischluft um 3 - 5 Kelvin vorgewärmt werden. Im Sommer funktioniert das Prinzip genau umgekehrt: Die Lüftungsanlage kühlt den Raum, vorausgesetzt die Fenster bleiben geschlossen. Der Erdwärmetauscher besteht aus PE-Rohren, die frostfrei in einer Tiefe von circa 1,50 Meter im Erdreich verlegt werden. Für ein Einfamilienhaus benötigt man circa 45 - 50 Meter PE-Rohre, damit Erdwärme bzw. -kälte sinnvoll ausgenutzt werden können.



Abb. 4.1.2 Erdwärme: Flachkollektor



Abb. 4.1.3 Erdwärme: Erdsonde

### Heizung mit Wärmepumpe

Sonden, Kollektoren oder Geothermiekörbe entziehen der Umwelt (z. B. Erdreich, Grundwasser oder Luft) Wärmeenergie. Die Wärmepumpe hebt diese auf ein höheres und verwertbares Temperaturniveau. Auf diese Weise lassen sich Wohngebäude oder andere Einrichtungen mit geringem Heizwärmebedarf effizient beheizen. Es gibt verschiedene Arten von Wärmepumpen, die an die äußeren Gegebenheiten angepasst werden müssen.



Abb. 4.2.1 Plusenergiehaus®: Dienstleistungszentrum „Sonnenschiff“ in Freiburg im Breisgau



Abb. 4.2.3 Wohnbereich des ersten Passivhauses in Darmstadt-Kranichstein



Abb. 4.2.4 Null-Energie-Haus: Naturpark Informationshaus im Bayerischen Wald

1990 / 91 realisierte Dr. Wolfgang Feist (Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt) im Rahmen eines betreuten Forschungsvorhabens das **erste Passivhaus der Welt in Darmstadt-Kranichstein**. Er hatte das Projekt gemeinsam mit Professor Bo Adamson von der Lund Universität in Schweden entwickelt. Der Bau ging von der Idee aus, dass man auf eine herkömmliche Heizungsanlage verzichten könnte, falls die Heizlast so niedrig wäre, dass das Wärmeaufkommen durch den normalen Lüftungsstrom gedeckt würde. Das Land Hessen unterstützte diesen Neubau eines privaten Reihenhauses mit vier Wohnungen finanziell. In den Folgejahren wurde es wissenschaftlich intensiv betreut. Die positiven Erfahrungen und Messergebnisse führten 1996 zur Gründung des **„Passivhaus Institutes Darmstadt“**. Bis heute gilt es als wichtige Institution im Bereich energiesparenden Bauens.

Mittlerweile hat sich der Passivhaus-Standard im europäischen und weltweiten Kontext einen festen Platz erobert. Diese Entwicklung ist einer Vielzahl internationaler Interessen zu verdanken, die den Energieverbrauch in Gebäuden auf ein umweltverträgliches Maß senken wollten. Erfahrungen mit Niedrig-Energie-Häusern sowie strengere Wärmeschutzverordnungen in Skandinavien leisteten wesentliche Impulse.



Abb. 4.2.2 Fassade des ersten Passivhauses in Darmstadt-Kranichstein

Wird der Energieverbrauch über den Passivhaus-Standard hinaus auf Null gesenkt, spricht man vom Null-Energie-Haus.

Das **Null-Energie-Haus** bezeichnet einen Standard für Gebäude, der für den laufenden Betrieb keine externen Energiequellen (z. B. Elektrizität, Gas oder Öl) benötigt. Die gesamte Energiemenge wird – in der Regel durch Solaranlagen, die am Haus angebracht sind – selbst erzeugt. Die zum Bau des Hauses erforderliche Energiemenge (inkl. Transport und Entsorgung von Materialien) muss gesondert betrachtet werden. Zurzeit gibt es daher verschiedene Denkansätze zur Gestaltung von Bilanzen, die diese sogenannte „Graue Energie“ mit berücksichtigen. So wurde z. B. für ein Solarhaus in Freiburg eine Energierücklaufzeit von circa zwölf Jahren berechnet. Das bedeutet, dass jene Energie, die beim Bau des Hauses eingesetzt wurde, innerhalb dieses Zeitraums wieder eingespart wird.

Technisch gesehen, ist das Null-Energie-Haus eine Optimierung des Passivhauses.

Erzeugt man zusätzlich mehr Energie als verbraucht wird und steigert die Energiebilanz in einen positiven Bereich, so spricht man von einem **Plusenergiehaus®**.

Beim Plusenergiehaus® handelt es sich um eine geschützte Marke des Architekten Rolf Disch. Es gleicht einem Gebäude mit hohem Passivhaus-Standard, welches mehr Energie gewinnt als es verbraucht. Zahlreiche Solarzellen dienen der Stromerzeugung. Hinzu kommen Sonnenkollektoren, Wärmerückgewinnungsanlagen sowie Erdwärmeübertrager.

Ein Prototyp, das „Heliotrop“, wurde 1994 von Rolf Disch in Merzhausen errichtet. Im Jahr 2000 begann der Architekt am Schlierberg in Freiburg im Breisgau eine Solarsiedlung mit 60 Plusenergiehäusern® zu realisieren. Dieser Standort wird durch das erste solare Dienstleistungszentrum „Sonnenschiff“ in Plusenergiehaus®-Bauweise ergänzt. Seit 2006 ermöglicht eine Straßenbahnlinie den Bewohnern eine schnelle Anbindung an den Stadtkern.

Die **Energieeinsparverordnung (EnEV)** bildet den **gültigen gesetzlichen Rahmen für energiesparendes Bauen**. Sie regelt unter anderem die gesetzlichen Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.



Abb. 4.3.1 Energieausweis

Mit der EnEV 2007 wurde der **Energieausweis in Deutschland** eingeführt. Er dient als gesetzliche Grundlage, um die Energieeffizienz privater und öffentlicher Bauten transparent darzustellen. In öffentlichen Gebäuden muss er ab einer bestimmten Nutzfläche an einer gut sichtbaren Stelle ausgehängt werden.

Mit der Novellierung 2009 wurde das Referenzgebäudeverfahren auch für Wohngebäude verbindlich eingeführt.

Weitere Novellierungen der Energieeinsparverordnung folgen in den nächsten Jahren gemäß den Beschlüssen der Bundesregierung. So werden sich gesetzliche Anforderungen und praktikable Standards, z. B. der **Passivhaus-Standard** weiterhin annähern.

Die Stadt Leipzig entschied im März 2008, dass im Rahmen der Stadtverwaltung sowie städtischer Einrichtungen alle neu zu errichtenden Gebäude - vorausgesetzt es sprechen keine maßgeblichen Gründe dagegen - im Passivhaus-Standard gebaut werden.

Bei Sanierungen kommen Passivhauskomponenten zum Einsatz, wobei der Passivhaus-Standard angestrebt wird. Inzwischen wurden erste Erfahrungen mit Schulneubauten und -sanierungen gesammelt.

Parallel zu gesetzlichen Vorgaben entstanden auf verschiedenen politischen Ebenen **Förderprogramme**, die freiwillige Maßnahmen für energiesparendes Bauen unterstützen. Auf Bundesebene können z. B. das Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien sowie verschiedene Darlehensprogramme der KfW Bankengruppe erwähnt werden.

Darüber hinaus gibt es weitere Fördermöglichkeiten auf Länderebene, über die unter anderem die Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH informiert.

Auch einzelne Kommunen halten Programme bereit, weshalb sich Anfragen an die Gemeinde immer lohnen.

Oftmals werden Strom- und Energieeinsparungen gedanklich mit erheblichen Komfortverlusten, Umstellungen und Einschränkungen verbunden. Die Motivation, sich im eigenen Haushalt auf die Suche nach dem „schlafenden Riesen Energieverbrauch“ zu begeben, wird dadurch gedämpft.

**Die Energie-Spartipps zeigen, das allein durch bewusstes Nutzungsverhalten - ohne Komfortverluste - der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden kann. Meist sind es kleine Handgriffe, die schnell erledigt sind und dennoch große Wirkung zeigen.**

Der bewusste Umgang mit dem eigenen Energieverbrauch bringt zwei Effekte hervor: Einerseits können Kosten gesenkt werden, die sich in der jährlichen Betriebskostenabrechnung zu erkennen geben, andererseits wird dadurch die Energieeffizienz gesteigert. Dies hilft vor allem in Hinblick auf den fortschreitenden Klimawandel, wertvolle Ressourcen zu schonen. Beide Effekte zielen auf ein und dasselbe Ergebnis: geringeren Energieverbrauch.

## Kochen und Backen

### Topfgröße

Bei den Herdplatten sollte stets die Größe passend zum Topf gewählt und auf ebene Böden der Töpfe und Pfannen geachtet werden, um einen optimalen Wärmetransport zu gewährleisten.



Abb. 4.4.1

### Glaskeramikfeld bzw. Induktionskochfeld

Ein Herd mit Glaskeramikfeld ist im Vergleich energieeffizienter als ein Herd mit gusseisernen Kochplatten. Noch effizienter arbeiten Induktionskochfelder, wo nur noch der Topf erwärmt wird.

### Abdeckung

Zu jedem Topf sollte der passende Deckel gewählt werden. Ohne Deckel wird etwa die vierfache Menge an Energie benötigt, um Speisen am Kochen zu halten.

### Vorheizen unnötig

Für viele Gerichte ist das Vorheizen des Backofens unnötig, wodurch bis zu 20 Prozent des Strombedarfs eingespart werden können. Brötchen lassen sich auf einem Toaster energiesparender aufbacken als im Backofen.

### Dampfgaren

Gemüse muss nicht im Wasserbad gekocht werden, es kann auch mit einer kleinen Menge Wasser in Dampf gegart werden. Bei dieser Zubereitung bleiben zudem Vitamine besser erhalten.

## Kühl- und Gefriergeräte

### Kurzes Öffnen

Die Türen sollten nur für kurze Zeit geöffnet werden. Kurze Öffnungszeiten haben auch den positiven Effekt, einer geringen Eisbildung im Gerät, da weniger feuchte Raumluft ins Innere gelangt. Die Türdichtungen sollten regelmäßig überprüft und gesäubert werden.

### Längere Abwesenheit

Bei längerer Abwesenheit, kann der Kühlschrank entleert und abgeschaltet werden. Die Türen sollten in diesem Fall geöffnet bleiben, um Schimmelbildung im Gerät zu verhindern.

### Raumwärme

Kühl- und Gefrierschränke sollten in einem möglichst kühlen Raum aufgestellt und vor Hitzeeinwirkung durch Herde, Heizungen oder direkte Sonneneinstrahlung geschützt werden. Eine um 1 °C geringere Raumtemperatur spart circa 3 Prozent Energie bei Gefrier- und 6 Prozent Energie bei Kühlschränken.

### Temperatur der Lebensmittel

Warme Lebensmittel sollten zunächst auf Zimmertemperatur abkühlen, bevor sie in den Kühl- oder Gefrierschrank gestellt werden.

## Waschmaschinen und Wäschetrockner

### Wäscheladung

Der Trockner sollte mit Wäsche ähnlicher Beschaffenheit gefüllt werden, damit die gesamte Ladung möglichst gleichzeitig trocken wird. Werden die zulässigen Füllmengen von Waschmaschine und Trockner gut ausgenutzt, benötigen die Geräte weniger Energie pro Kleidungsstück als bei teilweise gefüllten Trommeln.



Abb. 4.4.2

### A+ und A++

Bei dem standardisierten Energielabel der EU fällt ein Großteil der aktuellen Waschmaschinen in die Kategorie A. Hier sollte man deshalb die Produktdaten miteinander vergleichen, um das energie- und wassersparendste Gerät zu identifizieren. Viele Waschmaschinenhersteller bieten inzwischen auch Geräte der Klasse A+ an. Auch bei Kühlschränken wurden mittlerweile weitere Effizienzklassen A+ und A++ eingeführt.

### Lufttrocknen

Wäsche sollte wenn möglich an der frischen Luft trocknen. Selbst moderne elektrische Trockner verbrauchen im Schnitt 4 kWh Strom pro Wäscheladung.

## Beleuchtung

Die Glühlampe geht: Seit September 2012 gelangen keine neuen herkömmlichen Glühlampen mehr in den Handel. Grund dafür ist deren sehr ineffiziente Erzeugung von Licht. Auch ineffiziente Halogenlampen verschwinden nach und nach.

Mit Leuchtstoff- und Energiesparlampen oder LEDs sind längst energieeffiziente Alternativen verfügbar. Bei den Leuchtmitteln sollte auf den Lichtstrom der Lampe geachtet werden. Er wird in Lumen (lm) angegeben. Der Lumenwert sagt – unabhängig von der Technologie, wie hell eine Lampe leuchtet. Soll die Leuchtkraft einer 60 Watt Glühlampe ersetzt werden, sollte die neue Lampe ca. 600 bis 800 lm haben.

### Leuchtstoff- und Energiesparlampen

Leuchtstofflampen und ihr kompakter Bruder, die Energiesparlampe, sind mit hohen Lichtausbeuten besonders energieeffizient. Gute Farbwiedergabe bieten moderne 3- und 5-Banden-Röhren mit Ra-Werten größer 80. Die Lebensdauer liegt bei bis zu 20.000 Stunden. Bei der Farbtemperatur steht eine große Auswahl zur Verfügung: von „warmweiß“ bis „tageslichtweiß“ stehen ihnen für jede Beleuchtungssituation und das gewünschte Ambiente entsprechende Produkte zur

Verfügung. Die Farbtemperatur wird üblicherweise in Kelvin angegeben. Idealerweise werden Leuchtstofflampen mit energieeffizienten, elektronischen Vorschaltgeräten betrieben.



Abb. 4.4.4

### Halogenlampen

Halogenlampen erreichen Farbtemperaturen von etwas über 3.000 K bei ebenfalls sehr guter Lichtqualität. Die Effizienz ist mit bis zu 25 lm/W zwar etwas besser als bei Glühlampen, erreicht aber nicht annähernd die Lichtausbeute von Energiesparlampen. Die energieeffizientere Variante verfügt über eine Infrarotbeschichtung. Sie erkennen diese Lampen im Handel an den Bezeichnungen „IRC“, „infrarotbeschichtet“ oder „infrared coated“. Dieser Lampentyp verbraucht ca. ein Drittel weniger Strom als eine herkömmliche Halogenlampe. Mit ca. 4.000 bis 5.000 Betriebsstunden halten sie zudem etwa doppelt so lange.

### LED-Lampen

LED sind inzwischen auch für den Hausgebrauch für verschiedenste Anwendungen verfügbar. Es handelt sich um ein sehr effizientes und robustes Leuchtmittel mit einer Lebensdauer von mehr als 15.000 Stunden. Derzeit ist die relativ neue Technologie jedoch noch sehr kostenintensiv. Bei den marktverfügbaren Produkten gibt es starke Unterschiede in der Lichtqualität. Deshalb sollte diese bereits beim Händler geprüft werden.

## Warmwasserbereitung

### Wasserverbrauch

Warmes Wasser, das nicht verbraucht wird, muss auch nicht erhitzt werden. Ein Vollbad benötigt im Vergleich zu 6 Minuten Duschen circa die dreifache Menge an Warmwasser.

### Wasserverlust

Ein tropfender Wasserhahn kann im Laufe eines Tages eine beträchtliche Menge Wasser verlieren: Ein Tropfen pro Sekunde ergibt circa 20 Liter pro Tag. Bei Warmwasser muss diese Wassermenge zusätzlich noch erwärmt werden.

## Heizung

### Raumtemperatur

Das Absenken der Raumtemperatur um 1 °C vermindert den Bedarf an Heizenergie um circa 6 Prozent.

### Lüften

Durch gekippte Fenster geht beim kontinuierlichen Lüften sehr viel Wärme verloren und die Bausubstanz kühlt aus. Idealerweise werden bewohnte Räume während der Heizperiode mehrmals täglich stoßweise für wenige Minuten durch weit geöffnete Fenster gelüftet.

### Einrichtungsgegenstände

Heizkörper sollten nicht durch Einrichtungsgegenstände verstellt sein. Auch Verkleidungen stören die Wärmeabgabe in den Raum. Bei Vorhängen, die über den Heizkörper reichen, wird ein großer Teil der Wärme über die Fenster direkt nach außen geleitet.



Abb. 4.4.3

Eine Anzahl verschiedener Institutionen hat sich während der vergangenen Jahre dafür eingesetzt, die Entwicklung des Passivhaus-Standards einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Dabei stehen sowohl staatliche als auch private Einrichtungen und Vereine für vertiefende Fragen zur Verfügung. Folgende Institutionen sind wichtige Anlaufstellen zur Projektierung und Finanzierung von Passivhäusern.

### Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH

Die Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH, ein unabhängiges Kompetenz- und Informationszentrum des Freistaates Sachsen, berät bei Fragen zur zukunftsfähigen Energieversorgung sowie zu Energieeffizienz und erneuerbaren Energien. Dabei werden sowohl allgemeine als auch projektbezogene Anfragen bearbeitet. Zielgruppen sind Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen. Im Bereich Passivhaus betreut die SAENA seit ihrer Gründung den vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft 2002 ins Leben gerufenen „Innovations- und Praxisverbund Passivhäuser“. Dazu zählen sowohl Beratung, als auch fachkundige Begleitung von Modellprojekten. Vor Ort werden Workshops zu im Bau befindlichen Passivhäusern durchgeführt, die als praxisnahe Informationsgrundlage für Interessenten dienen. Aktuelle Termine und weiterführende Informationen finden sich auf der Internet-Seite der SAENA.

→ [www.saena.de](http://www.saena.de)

→ [www.energieportal-sachsen.de](http://www.energieportal-sachsen.de)

### Passivhaus Institut (PHI)

Gegründet von Dr. Wolfgang Feist, dem Projektleiter des ersten Passivhauses, gilt das Passivhaus Institut als wichtigste Anlaufstelle in Deutschland für diejenigen, die ein Passivhaus bauen bzw. mit Passivhauskomponenten sanieren möchten. Es versteht sich als Einrichtung zur Erforschung und Entwicklung hocheffizienter Energieanwendungen. Eine wissenschaftliche Begleitung sowie die Beratung, während der Planungs- und Bauphase beziehungsweise deren Zertifizierung zählen zum Tätigkeitsbereich dieser Einrichtung. Die Internetseite bietet neben grundlegenden und aktuellen Informationen umfangreiches Bildmaterial zu realisierten Passivhaus-Projekten.

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

→ [www.passivhausprojekte.de](http://www.passivhausprojekte.de)

### Internationale Passivhaustagung

Das Passivhaus Institut organisiert jedes Jahr eine Passivhaustagung. Dort treffen sich Gebäudeplaner, Bauherren und Wissenschaftler zum konstruktiven Gedankenaustausch über das Passivhaus.

Aktuelle Informationen zu den nächsten Tagungen finden Sie unter:

→ [www.passivhaustagung.de](http://www.passivhaustagung.de)

Es gibt eine Vielzahl von Institutionen auf Bundes- und Landesebene, die hier auszugsweise genannt werden:

#### Einrichtungen des Bundes

Deutsche Energieagentur  
→ [www.dena.de](http://www.dena.de)

Bundesministerium für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit  
→ [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)

Umweltbundesamt  
→ [www.uba.de](http://www.uba.de)

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
→ [www.dbu.de](http://www.dbu.de)

#### Einrichtungen des Freistaates Sachsen

Sächsisches Staatsministerium  
für Umwelt und Landwirtschaft  
→ [www.klima.sachsen.de](http://www.klima.sachsen.de)

Sächsische Aufbaubank  
- Förderbank - (SAB)  
→ [www.sab.sachsen.de](http://www.sab.sachsen.de)

#### Sonstige Einrichtungen

BINE Informationsdienst  
→ [www.bine.info](http://www.bine.info)

Informations-Gemeinschaft  
Passivhaus Deutschland  
→ [www.ig-passivhaus.de](http://www.ig-passivhaus.de)

Der Passivhaus-Standard beruht auf einer hoch gedämmten, wärmebrückenfreien und luftdichten Gebäudehülle. Eine qualitätsgerechte und sorgfältige Planung ist daher unabdingbar. Später sollte während des gesamten Bauprozesses eine kontinuierliche Qualitätssicherung durchgeführt werden, damit der gewünschte Standard erreicht wird.

Die häufig praktizierte Vorgehensweise, den Anlagenplaner oder Fachbetrieb erst nach Festlegung der wärmeschutztechnischen Planung einzubeziehen, ist bei der Projektierung von Passivhäusern undenkbar. Architekturwettbewerbe zu Passivhaus-Projekten müssen das Versorgungskonzept im Voraus mit einbeziehen.

## Folgende **Checkliste**

beinhaltet hilfreiche Hinweise für die Planung:

### **Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung**

- ✓ Ausrichtung des Gebäudes beachten (bei Neubauten)
- ✓ kompakter Baukörper mit einfacher Hüllflächen-Struktur (bei Neubauten)
- ✓ Einschätzung der Bau- und Energiekosten
- ✓ Prüfung der möglichen Energieträger
- ✓ Prüfung des Einsatzes erneuerbarer Energien (ggf. Abstimmung mit dem Denkmalschutzamt)
- ✓ gesicherte Finanzierung (Fördermittel prüfen)
- ✓ Berechnung des konzipierten Gebäudes mit dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) des PHI Darmstadt, ggf. Einschätzung mit dem Passivhausvorprojektierungspaket
- ✓ vergleichen der Wirtschaftlichkeit auf Basis der „VDI 2067 für effiziente Heizungs- und Lüftungssysteme“ (einzelne Aspekte sowie Gesamtgebäude – Lebenszyklusbetrachtung)

- ✓ Thermographie bei Sanierung und Umbau (Erkennen von Schwachstellen des Bestandsgebäudes)
- ✓ Effiziente Fenster (Verglasungsart, Glasanteil, Rahmen, Sonnenschutz)
- ✓ Dämmdicken der Gebäudehülle festlegen
- ✓ Raumbedarf der Haustechnik
- ✓ notwendige Lüftungskanäle berücksichtigen
- ✓ kurze Leitungsführungen für Warmwasser, Heizung und Lüftungsversorgung

### **Ausführungsplanung**

- ✓ Die baulichen, bauphysikalischen und technischen Besonderheiten des Passivhauskonzeptes müssen bereits in der Ausschreibungsphase festgelegt werden, damit sie während der Ausführung als unanfechtbarer, überprüfbarer Leistungsbestandteil zur Verfügung stehen.

### **Ausführungsplanung des Baukörpers**

- ✓ hoch gedämmte Regelkonstruktionen
- ✓ präzise Energiekennwertberechnungen sowie deren Auslegungshilfen für Fenster, Lüftungsanlage und Gebäudetechnik mit dem PHPP
- ✓ wärmebrückenfreie, luftdichte Detaillierung baukonstruktiver Anschlüsse

### **Ausführungsplanung der Lüftungsanlage**

- ✓ Kanalnetze über den vorgegebenen Standard hinaus dämmen
- ✓ Strömungsgeschwindigkeiten im wirtschaftlichen Rahmen halten
- ✓ Mess- und Abgleichvorrichtungen einplanen
- ✓ Einsatz von Mischgas- bzw. CO<sub>2</sub>-Sensoren zur Luftmengenregelung prüfen
- ✓ bauordnungsrechtliche Forderungen einhalten
- ✓ Luftführung planen
- ✓ Wärmetauscher mit einem Wärmebereitstellungsgrad von mindestens 75 Prozent und einer Stromeffizienz < 0,4 kWh/m<sup>3</sup> innerhalb der thermischen Hülle einplanen
- ✓ optionalen Einsatz von Erdwärmetauschern prüfen
- ✓ effiziente Systeme, z. B. Betonkerntemperierung, induktive Kaltwasser-/Luft-Systeme, Quellenlüftung, VRV-Inverter-Systeme (3-Leiter-Netz) prüfen

### **Ausführungsplanung sonstiger technischer Anlagen**

- ✓ Einsatz effizienter Trinkwassererwärmungssysteme ggf. mit Heizungsunterstützung
- ✓ Wärmeverluste der Warmwasser- und Zirkulationsleitungen durch höheren Dämmstandard minimieren
- ✓ Wasserspararmaturen
- ✓ Anschlüsse für Warmwassergeräte einplanen
- ✓ Sanitär- und Elektroanlagen dürfen keine Durchdringungen der luftdichten Hülle (Luftdichtheit) verursachen
- ✓ Einsatz energiesparender Haushaltsgeräte
- ✓ Einsatz regenerativer Energien bei zusätzlichem Energiebedarf, z. B. Photovoltaik, Geothermie

### **Ausführung und Bauleitung**

- ✓ Blower-Door-Test durchführen, sobald die luftdichte Hülle umgesetzt ist – aber bevor der Innenausbau beginnt
- ✓ Leckagen aufspüren und Problemstellen ausbessern
- ✓ Nachbesserungen durch erneuten Test kontrollieren
- ✓ Thermographienaufnahmen zum Nachweis der Wärmebrückenfreiheit

### **Zertifizierung**

- ✓ Antrag auf das Zertifikat „Qualitätsgeprüftes Passivhaus“ (Passivhaus Institut, Darmstadt) stellen



## Beispiele von Passivhaus-Projekten

In weiterführenden Broschüren, welche über die SAENA bezogen werden können, sowie in unserem Energieportal Sachsen ([www.energieportal-sachsen.de](http://www.energieportal-sachsen.de)), finden Sie eine Vielzahl an sächsischen Passivhaus-Projekten, die im Zuge des „Innovations- und Praxisverbund Passivhäuser“ entstanden sind.

Mittlerweile werden zunehmend auch Kindergärten und Schulen als Passivhäuser errichtet.

Deren Planer müssen berücksichtigen, dass durch die Art der Nutzung zeitweise hohe innere Lasten auftreten. Während der warmen Jahreszeit sollten die Gebäude verschattet sein und nachts gut durchlüftet werden. Die Lüftungsanlage wird der Benutzeranzahl entsprechend ausgelegt, um die Luftfeuchtigkeit über den Tages- sowie den Jahresverlauf zu optimieren.

## Kindergarten in Döbeln

<b>Ort:</b>	An der Jacobikirche 4, 04720 Döbeln
<b>Gebäudetyp:</b>	Kindergarten (Neubau)
<b>Bauherr:</b>	Ev.-Luth. Pfarramt Döbeln, Kleine Kirchgasse 1, 04720 Döbeln
<b>Planer:</b>	Architektengemeinschaft Reiter und Rentzsch, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden
<b>Bauzeit:</b>	05 / 2004 (Baubeginn) bis 04 / 2005 (Übergabe)
<b>Nutzfläche:</b>	550 m <sup>2</sup>
<b>Jahresheizwärmebedarf:</b>	15 kWh / m <sup>2</sup> a (PHPP), 18 kWh / m <sup>2</sup> a (EnEV-Nachweis)
<b>Baukosten:</b>	1,2 Mio. EUR

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Der ökologische Passivhaus-Kindergarten „St. Florian“ für 68 Kinder bildet baulich eine klosterähnliche Einheit mit der benachbarten Jacobikirche: ein „Kreuzgang“ mit Innenhof verbindet beide Gebäude miteinander.



Abb. 3.1.1 In vier „Familiengruppen“ spielen Kinder verschiedener Altersstufen und Konfessionen miteinander.

Außenwände und Dach wurden als Holzrahmenbau mit 36er Holz-Doppel-T-Trägern (System Doka), Zellulose-Einblasdämmung, außen liegender 40 mm-Holzweichfaserplatte und aussteifender OSB-Platte errichtet. Die Bodenplatte wurde unterseitig mit Schaumglas gedämmt. Farbige lasierte Lärchenholzverschalung an den Wänden, ein hinterlüftetes Gründach und 3-fach verglaste Holzfenster bilden die Wetterschale des Hauses. Eine karminrot lasierte, geschwungene Lehmwand (mit eingebauten Garderoben) trennt den Flur innen von den südlich gelegenen Gruppenräumen, ihren Holzgalerien und zugehörigen Bädern. Der Lehm bringt eine hohe Speichermasse in den Bau und sorgt für gleichbleibende Luftfeuchtigkeit. Die Grundwärmeversorgung des Passivhauses erfolgt durch interne Lasten und durch solare Energieeinträge über die Südfenster. Da das „Fehlen“ der internen Wärmequellen an Wochenenden und



Abb. 3.1.2 Transparente Bauweise: Hinter Glas ist die Lüftungsanlage zu erkennen.

Feiertagen zu einer Absenkung der Raumtemperatur führt, entsteht ein zusätzlicher Wärmebedarf. Dieser wird durch die Sonnenkollektoren und die Nahwärme der Niedertemperatur-Gaskesselanlage in der Jacobikirche gedeckt.

Die Verteilung der Wärme erfolgt in den Gruppenräumen durch Wandheizflächen, die im Lehmputz verlegt wurden. Dadurch kommt es zu einer angenehmen „großflächigen“ Strahlungswärme. Die hohe Personendichte bewirkt innerhalb der 185 m<sup>3</sup> Raumvolumen die hohe Luftwechselrate von 1,6. Dies kann im Winter zu geringer Luftfeuchtigkeit in den Räumen führen. Um dem entgegen zu wirken, wird gezielt eine Innenraumbepflanzung eingesetzt, die als natürliche Luftbefeuchtung wirkt. Die Lüftungstechnik wird durch Wärmerückgewinnung aus der Abluft, mittels eines Rotationswärmeübertragers, unterstützt. Zusätzlich ermöglicht eine hygroskopische (Feuchtigkeit bindende) Beschichtung auf dem Wärmeübertrager auch die Rückgewinnung der Luftfeuchte.

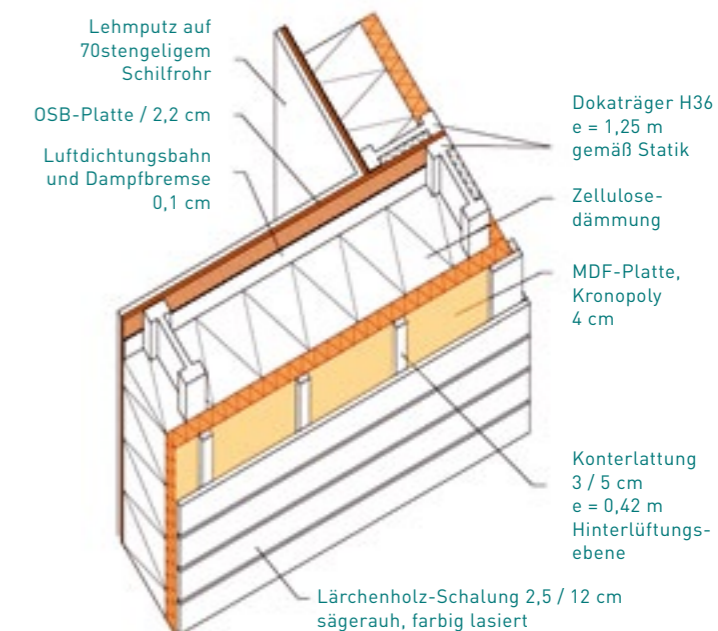


Abb. 3.1.3 Eltern und Gemeindeglieder halfen mit, die Fachwerkände mit Lehm auszufüllen.

## Kindergarten in Chemnitz

<b>Ort:</b>	Straße Usti nad Labem 47/49, 09119 Chemnitz
<b>Gebäudetyp:</b>	Kindergarten
<b>Bauherr:</b>	Kinder-, Jugend- und Familienhilfe e. V. Chemnitz, Bernsdorfer Str. 135, 09126 Chemnitz
<b>Planer:</b>	Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Jürgen Wurdinger, Eubaer Str. 105a, 09127 Chemnitz
<b>Bauzeit:</b>	02 / 2006 bis 06 / 2007
<b>Nutzfläche:</b>	2.000 m <sup>2</sup>
<b>Jahresheizwärmebedarf:</b>	15 kWh / m <sup>2</sup> a
<b>Baukosten:</b>	2,04 Mio. EUR

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Der Kindergarten besteht aus zwei Gebäudeteilen, Haus 47 und Haus 49, die über einen Verbindungsbau verbunden sind.

Im Zuge der Baumaßnahmen erfolgte eine komplexe Sanierung mit Umbauten zur besseren und behindertengerechten Raumnutzung (Haus 47) sowie zur Erfüllung von Brandschutz- und Energiesparanforderungen. Als zweiter baulicher Fluchtweg wurde eine Balkonkonstruktion mit Rampen angebaut, die von jedem Gruppenraum aus über barrierefreie Fenstertüren erreichbar sind.

Zwei Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung sorgen für einen mittleren Luftvolumenstrom von 2.600 m<sup>3</sup> / h. Die Zuluftleitungen wurden als Erdkollektoren im Bereich der Balkonfundamente verlegt. Die Abluftleitungen wurden an der Balkonkonstruktion über das Dach geführt. Eine Warmwasserheizung mit Plattenheizkörpern deckt den zusätzlichen Wärmebedarf ab.



Abb. 3.1.4  
Farbenfrohe Säulen lockern das Bild der Fassade auf.



Abb. 3.1.5  
Solarkollektoren fangen Sonnenlicht und -wärme für den eigenen Energiebedarf ein.

Das Passivhaus-Konzept lässt sich auch auf Sonderbauten übertragen. Mittlerweile gibt es beispielsweise Turnhallen, Kulturbauten, Archive und Feuerwachen mit dem energiesparenden Standard. Bevor gebaut wird, müssen Benutzergruppe, Benutzungsart und Benutzungszeit genau analysiert werden, um daraus das optimale Energiekonzept zu entwickeln.

## Hauptstaatsarchiv in Dresden

<b>Ort:</b>	Archivstraße 14, 01097 Dresden
<b>Gebäudetyp:</b>	Archiv
<b>Bauherr:</b>	Freistaat Sachsen, Sächsisches Staatsministerium der Finanzen, vertreten durch Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, Niederlassung Dresden I
<b>Planer:</b>	SCHWEGER ASSOZIIERTE Gesamtplanung GmbH, Berlin
<b>Bauzeit:</b>	Oktober 2006 bis Mai 2008
<b>Nutzfläche:</b>	6.207 m <sup>2</sup>
<b>Jahresheizwärmebedarf:</b>	13 kWh / m <sup>2</sup> a
<b>Baukosten:</b>	15,5 Mio. EUR (Gesamtbaukosten)

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Ein erheblicher Zuwachs an Archivgut machte die Erneuerung und Vergrößerung des Hauptstaatsarchivs Dresden erforderlich. Der Freistaat Sachsen veranlasste daher die Sanierung der denkmalgeschützten Archivgebäude und die Errichtung eines Erweiterungsneubaus. Der Altbaukomplex wurde 1915 errichtet. Er umfasst ein



Abb. 3.2.1 Das Magazin beherbergt eine Traglast von 32 km laufenden Akten.

Magazingebäude in Form eines Pentagons und ein Verwaltungsgebäude, die beide miteinander verbunden sind. Zentrale Kriterien für den Neubau waren die funktionelle Einbindung in die Altbausubstanz sowie die Umsetzung einer energetisch optimierten Lösung.

Da das Archivgut vor Lichteinstrahlung und Klimaschwankungen geschützt werden muss, wurde die Fassade des Neubaus primär geschlossen gestaltet. Sie besteht aus hellen sandfarbenen Klinkern (Riegelformat), die im „wildem Verband“ gemauert wurden. Durch gleichfarbige Fugen entstand ein homogenes „Kleid“ mit feinem unregelmäßigem Relief. Die Massivität der Fassade unterstreicht auch die Schutzfunktion des Speichergebäudes. Als energetische Richtlinie wählte der Bauherr den Passivhaus-Standard. Das Ziel, Transmissionswärmeverluste deutlich zu reduzieren, erreichte man u. a. durch folgende Maßnahmen: Einsatz von Passivhaus-Kastenfenstern, Reduktion von Wärmebrücken sowie thermische Entkopplung ungedämmter Außenbauteile. Die Beheizung des Gebäudes erfolgt mittels Fernwärme, die durch einen Kraft-Wärme-Kopplungsprozess erzeugt wird. Grundwasser, welches über eine Brunnenanlage gewonnen wird, deckt den gesamten Kältebedarf. Hoch-effiziente Kaltdampfbefeuchter befeuchten die Zuluft, während

Feuchte- und Wärmerückgewinnung durch Rotationswärmetauscher erfolgen. Auf dem Dach wird zudem eine Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung installiert.



Abb. 3.2.2 Die Fensterflächen des Magazins bestehen aus 3-Scheiben-Isolierverglasung.

Nach der Fertigstellung 2008 erregte das Gebäude in Fachkreisen vielfältiges Interesse.

So wurde auf der 14. Internationalen Passivhaustagung im Mai 2010 dem Projekt der 3. Preis im Rahmen des Architekturpreis 2010 PASSIVHAUS verliehen. Auslober waren neben der Sächsischen Energieagentur, die Architektenkammer Sachsen und das Passivhausinstitut Darmstadt.

## Passivhaus-Sporthalle in Weixdorf

Ort:	Weixdorfer Rathausplatz 2, 01108 Dresden
Bauherr:	SG Weixdorf e.V.
Planer:	„Am Königswald“ Planungsgesellschaft mbH 01109 Dresden
Bauzeit:	2008 / 2009
Nutzfläche:	1.494 m <sup>2</sup>
Jahresheizwärmebedarf:	13 kWh/ m <sup>2</sup> a

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Die 2,6 Meter unterhalb des Geländeniveaus liegende, kompakte Sporthalle wurde in Massivbauweise errichtet. Das Dach besteht je zur Hälfte aus Stahl- / Spannbetondecken sowie einem trapezblechgedeckten Stahlfachwerk. Dem Gebäudeentwurf liegt ein komplexes Bauwerks- und Energiekonzept zu Grunde. Gebäude, Anlagentechnik und Energiegewinnung stehen dabei in einem berechneten Gleichgewicht. Regenerativ gewonnene thermische Energie (Geothermie, Solarwärme) wird gebäudeintern und – extern zwischengespeichert und über ein Low-Exergy-Konzept – ähnlich der bereits bekannten Betonkerntemperierung – zur Nutzung bereitgestellt. Im Ergebnis entstehen an allen Gebäudeoberflächen nahezu gleich hohe Oberflächentemperaturen mit geringsten Strahlungsasymmetrien und extremer Temperaturstabilität, was eine hohe Behaglichkeit gewährleistet. Selbst der vollständige Ausfall der Wärmeerzeuger über mehrere Tage führt zu keinem spürbaren Temperaturabfall. Im Sommer werden alle Anlagenkomponenten zur passiven Kühlung genutzt.

Im Luftdichtheitstest (Blower-Door) wurde ein Wert von 0,1 1/h erreicht. Flankierende Maßnahmen, wie die weitgehende Versicke-



Abb. 3.2.3 Haupteingang Nordseite

lung des anfallenden Regenwassers und die Begrünung aller nicht für die Energieerzeugung nutzbaren Dachflächen, runden das Gesamtkonzept ab.

Die Heizungsanlage umfasst eine Absorptionswärmepumpe, eine thermische Solaranlage mit etwa 20 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, zwei 1.500 Liter-Pufferspeicher und einen speziellen temperaturgenauen Verteiler. Über den Verteiler werden die genannten Erzeuger (zuzüglich eines Backup-Erzeugers) mit den verschiedenen Verbrauchern wie der Warmwasserbereitung, Lüftung, den Fussboden- und Betonkerntemperierkreisen verbunden.

Die Lüftungsanlage mit einer Gesamtleistung von 4.000 m<sup>3</sup>/h versorgt zwei Bereiche mit unterschiedlichen Beanspruchungen. Einerseits die Sanitär- und Kabinenbereiche mit ca. 22 °C Raumtemperatur und Feuchtebelastung und andererseits die Bereiche sportlicher Betätigung mit hygienischer Belastung. Die Anlage wird bedarfsgerecht gesteuert und weist durch hocheffiziente Wärmetauscher (93 % WRG) und etwa 1.000 Meter Erdwärmetauscher lediglich eine Differenz von 1 - 2 K zwischen Zu- und Abluft auf. Eine Nachheizung der Zuluft erfolgt nicht.

Die Spielflächenbeleuchtung ist ein wesentlicher elektrischer Verbraucher. Durch entwurfstechnische Maßnahmen unter Einbeziehung einer natürlichen Beleuchtung und durch eine tageslicht- und präsenzabhängige Beleuchtungssteuerung wird der Verbrauch deutlich reduziert. Eine photovoltaische Anlage mit 30 kWp Spitzenleistung deckt den verbleibenden Verbrauch bilanziell zu ca. 2/3.



Abb. 3.2.4 Groß und hell – die Turnhalle von innen

In Gewerbebauten sorgen häufig technische Anlagen, z. B. Computer, Beleuchtungskörper oder Maschinen für hohe innere Wärmegevinne. Dies wirkt sich im Winter positiv aus, darf aber im Sommer nicht zu Überhitzung führen. Ein abdunkelnder Sonnenschutz widerspräche hier den Mindestanforderungen an Innenraumbeleuchtung. Inhalt der Planung ist daher vor allem eine maximale Ausnutzung des Tageslichts und ein über den Tages- und Jahresverlauf bestmöglich erreichbarer Wärmeertrag sowie ein effizientes Kühlkonzept für den Sommer, z. B. durch den Einsatz thermisch aktivierter Bauteile.

## Sporthaus Timm in Bautzen

<b>Ort:</b>	Goschwitzstr. 2 / Äußere Lauenstraße 11, 02625 Bautzen
<b>Gebäudetyp:</b>	Geschäftshaus
<b>Bauherr:</b>	Jerzy Timm
<b>Planer:</b>	AIB Architekten – und Ingenieurgesellschaft mbH
<b>Bauzeit:</b>	Mai 2007 bis Juli 2008
<b>Nutzfläche:</b>	1.991 m <sup>2</sup>
<b>Jahresheizwärmebedarf:</b>	6 kWh / m <sup>2</sup> a
<b>Baukosten:</b>	1,55 Mio. EUR (KG 300/400)

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Das Sportgeschäft Timm in Bautzen wurde als erster sächsischer und zweiter bundesweiter Passivhaus-Neubau errichtet, der als reines Geschäftshaus fungiert. Eine Förderung des Projektes erfolgte über den „Innovations- und Praxisverbund Passivhäuser in Sachsen“.

Es kamen grundsätzlich nur zertifizierte Passivhaus-Elemente zum Einsatz. Dabei bestehen die Außenwände aus Kalksandstein-



Abb. 3.3.1

Auf dem Dach ist eine Photovoltaikanlage installiert.



Abb. 3.3.2  
Von Accessoires bis zur Zeltaufrüstung verteilt sich das Angebot über zwei Stockwerke.

Mauerwerk mit einer 22 cm starken Polystyrolämmung und Carbon-Außenputz. Die Lüftungsanlage verfügt über einen Wärmerückgewinnungsgrad von mindestens 85 Prozent, wobei eine Wärmepumpe den zusätzlichen Wärmebedarf decken kann. Aufgrund ständig notwendiger Beleuchtung sind erhöhte innere Wärmelasten gegeben, dadurch muss das Gebäude fast ganzjährig gekühlt werden. Die Kühlung erfolgt durch Betonkernaktivierung sowie durch passive Luftkühlung. Auf dem Flachdach des Gebäudes ist eine Photovoltaikanlage mit 19 kWp installiert, die bei Sonnenschein mehr Strom erzeugt als die Heizanlage bei voller Auslastung verbraucht.

Den ersten Passivhäusern, die Anfang der 90er Jahre als Wohngebäude gebaut wurden, folgten in den vergangenen zwei Jahrzehnten viele Projekte.

Je kleiner allerdings ein Gebäude ist, desto schwieriger lässt es sich als Passivhaus umsetzen, da meist ein ungünstiges Außenhülle / Volumen-Verhältnis (A / V-Verhältnis) vorherrscht.

Mittlerweile sind neben Einfamilien- und Mehrfamilienhäusern auch größere Gebäudekomplexe, z. B. Pflegeheime oder ganze Siedlungen entstanden.

Auch bei Sanierungen kommt das Passivhaus-Konzept zum Einsatz: Passivhaustaugliche Komponenten vereinen heutige Wärmeschutzanforderungen mit dem Erhalt historischer Substanz, Bauweise und Gestalt.



Abb. 3.4.1

Auf dem Doppelgrundstück befinden sich ein Vorder- und ein Hofhaus mit Laubengängerschließung.

## Zwei Mehrfamilienhäuser in Dresden

<b>Ort:</b>	Böhmische Straße 33, 01099 Dresden
<b>Gebäudetyp:</b>	Zwei Mehrfamilienhäuser
<b>Bauherr:</b>	Baugemeinschaft -b33 GbR mbH, <a href="http://www.baugemeinschaft-b33.de">www.baugemeinschaft-b33.de</a>
<b>Planer:</b>	h.e.i.z. Haus Architektur.Stadtplanung Partnerschaft, <a href="http://www.heizhaus.de">www.heizhaus.de</a>
<b>Bauzeit:</b>	2007 bis 2008
<b>Nutzfläche:</b>	1.780 m <sup>2</sup>
<b>Jahresheizwärmebedarf:</b>	15 kWh / m <sup>2</sup> a
<b>Baukosten:</b>	1.300 EUR / m <sup>2</sup> Nutzfläche (NF) (zzgl. 200 EUR / m <sup>2</sup> NF für den Energiestandard)

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Die beiden Mehrfamilienhäuser wurden von einer Gemeinschaft zukünftiger Bewohner - bestehend aus 14 Familien mit insgesamt 19 Kindern - geplant und realisiert. Ein mehrstufiges Energiekonzept und dessen Wirtschaftlichkeitsberechnung sprachen für den Bau eines Passivhauses. Da kein Bauträger hinter dem Projekt stand und man sich für eine einfache Gebäudestruktur sowie günstige Kostenstandards entschied, gelang es die Gesamtkosten relativ niedrig zu halten. Auch der Einsatz der Gemeinschaft und deren Synergien ermöglichten Einsparungen. Ein Kalksandstein-Mauerwerk mit einer Dämmschicht aus Polystyrol und Putz sowie eine teilweise hinterlüftete Verkleidung bilden die äußere Hülle des Gebäudes.

Die Beheizung erfolgt über eine Solarthermieanlage und über Fernwärme. Die dezentralen Lüftungsanlagen in den einzelnen Wohneinheiten ergänzen das Gesamtkonzept.

## Einfamilienhaus in Dresden

Ort:	Dresden-Cotta
Planer:	h.e.i.z.Haus Architektur.Stadtplanung Partnerschaft
Bauzeit:	2010 / 2011
Nutzfläche:	128 m <sup>2</sup>
Jahresheizwärmebedarf:	15 kWh/m <sup>2</sup> a

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Das nichtunterkellerte Einfamilienhaus wurde innerhalb eines Baugemeinschaftsprojektes auf einem Grundstück mit der Bausubstanz eines ehemaligen Weingutes im alten Dorfkern errichtet. Der nach Süden ausgerichtete zweigeschossige Baukörper steht auf einer Stahlbetonbodenplatte mit Streifenfundamenten. Die tragende Holzständerkonstruktion wurde mit Zellulosedämmung ausgeblasen, die Decken sowie Dachkonstruktionen sind ebenfalls aus Holz. Die Lärchenholzverschalung zeigt diese Bauweise auch deutlich nach Außen. Dreifach wärmeschutzverglaste große Fensterflächen erlauben Energiegewinne in der dunklen Jahreszeit, Überhitzung im Sommer wird durch Außenverschattungseinrichtungen vermieden.

Der Heizwärmebedarf wird über eine Gasbrennwerttherme mit solarer Unterstützung gedeckt. Die Wärmeabgabe erfolgt über Flächenheizungen in Wänden bzw. Fußböden. Die Lüftung erfolgt durch ein zentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung. Die Zuluft wird über einen Erdwärmetauscher vortemperiert.

Die Warmwasserbereitung erfolgt vorrangig über die solarthermische Anlage, unterstützt durch die Therme sowie in Verbindung mit einem 500l Pufferspeicher. Zur Reduzierung des einzuleitenden Regenwassers wurde das Flachdach begrünt.



Abb. 3.3.3 Die Außenfassade besteht aus Lärchenholzverschalung.



Abb. 3.3.4 Die Holzständerkonstruktion während der Bauphase.

## Mehrfamilienhaus in Weißwasser

Ort:	Heinrich-Hertz-Straße 26 - 30
Bauherr:	WBG – Wohnungsbaugesellschaft mbH Weißwasser
Planer:	PLF-PROJEKT-GmbH 02959 Schleife
Energiekonzept:	GWJ Ingenieurgesellschaft für Bauphysik 03046 Cottbus
Bauzeit:	2011
Nutzfläche:	1.729 m <sup>2</sup>
Jahresheizwärmebedarf:	15 kWh/m <sup>2</sup> a

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Die Wohnungsbaugesellschaft mbH Weißwasser sanierte in den letzten Jahren mehrere Blöcke im Plattenbau-Quartier in verschiedenen energetischen Standards. Beim Gebäude in der Heinrich-Hertz-Straße, ein Typenbau „P2“ aus dem Jahre 1975, konzipierten die Bauherren die Sanierung zum Passivhaus entsprechend den Neubauanforderungen. In diesem Zuge wurde die 4. und 5. Etage rückgebaut, um den Leerstand auf Grund des demografischen Wandels im Wohngebiet zu reduzieren. Die neue hölzerne Dachkonstruktion wurde auf die nun oberste Geschossebene aufgesetzt, der entstandene Hohlraum mit Zellulosedämmung ausgeblasen. Zur Vermeidung von Wärmebrücken wurden die bestehenden Balkone durch eine vorgestellte Konstruktion ersetzt. Den unteren Abschluss der thermischen Hülle bildet die gedämmte Decke zum Keller. Die Außenwände erhielten ein Wärmedämmverbundsystem, welches auch die außen auf die Bestandswände aufgesetzten Passivhausfenster optimal abdeckt.



Abb. 3.4.2 Das Mehrfamilienhaus aus der Vogelperspektive.

Die Restwärmeversorgung der Wohnungen übernimmt die vorhandene Fernwärme aus Kraft-Wärmekopplung des Kraftwerkes Boxberg. Die Wärme wird über Plattenheizkörper in die Räume abgegeben.

Wohnungsweise wurde eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung jeweils in der Baddecke installiert. Die Verteilung erfolgt über den Flur in die Wohnräume.



Abb. 3.4.3 Das erste Passivhaus der WBG.

## Sanierung eines Baudenkmals in Görlitz

Ort:	Handwerk 15, 02826 Görlitz
Gebäudetyp:	Einfamilienhaus mit Anliegerwohnung, Reihenbebauung
Bauherr:	Dipl.-Ing. Janet Conrad
Planer:	Dipl.-Ing. Janet Conrad; Dipl.-Ing. Christian Conrad
Bauzeit / Jahr der Fertigstellung:	circa 1728 Wiederaufbau, 1856 und 1977 Umbau, 2003 bis 2008 Sanierung
Nutzfläche:	367 m <sup>2</sup>
Jahresheizwärmebedarf:	Heizperiode 2006 / 2007: 14,50 kWh / m <sup>2</sup> a
Baukosten:	287.500 EUR (KG 300 / 400)

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Die Sanierung des barocken Baudenkmals in Görlitz zeigt, dass sich Passivhaus-Elemente auch in alte Bausubstanz integrieren lassen. Das in Massivbauweise errichtete viergeschossige Gebäude, in dem zwei Wohnungen untergebracht sind, wurde an zwei Seiten erweitert und zum Teil unterkellert. Trotz gestalterischer und denkmalpflegerischer Auflagen, konnten durch die Baumaßnahme Einsparungen des Primärenergie-, Trink- und Abwasserverbrauchs erwirkt werden.



Abb. 3.4.4 Hinter der barocken Fassade verbirgt sich moderne Passivhaus-Technik.

## Zweifamilienhaus in Oederan

Ort:	Oederan-Breitenau
Planer:	Architekturbüro K. Dörner 09573 Augustusburg
Bauzeit:	2010
Nutzfläche:	305 m <sup>2</sup>
Jahresheizwärmebedarf:	26 kWh/m <sup>2</sup> a

### Gebäudekonzeption und Haustechnik

Das aus dem Jahr 1989 stammende Gebäude wurde komplett entkernt und zu einem Zweifamilienhaus umgebaut. Das Dachgeschoss wurde im Zuge der Sanierung mit in die Wohnfläche integriert. Zusätzlich erfolgte ein 2-geschossiger Anbau auf der Gartenseite mit insgesamt 48 m<sup>2</sup> Wohnfläche.

Das Zweifamilienhaus erhielt eine 30 Zentimeter starke Zellulose-dämmung im Dach und an den Außenwänden ein Wärmedämmverbundsystem. Die vorhandene Bodenplatte wurde zusätzlich mit einer 17 Zentimeter starken Wärmedämmung versehen. Die Fenster wurden nahezu vollständig durch dreifachverglaste Elemente ersetzt. Durch diese umfangreichen energetischen Sanierungsmaßnahmen konnte der Energiebedarf des Gebäudes um ca. das Achtfache gesenkt werden.

Die Restwärme wird durch den Einsatz einer Holzpelletheizung gewährleistet. Über die Fußbodenheizung wird die Wärme an die Räume abgegeben. Die Lüftung erfolgt durch ein mechanisches zentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung. Der Wärmebereitstellungsgrad liegt bei 92 %. Ergänzt wird das Heizsystem und die Warmwasserbereitung durch eine auf dem Dach befindliche 15 m<sup>2</sup> großen Solarkollektoranlage.



Abb. 3.4.5 Das sanierte Wohnhaus mit Anbau.



Abb. 3.4.6 Blick unter das Dach – Verlegung der Lüftungsanlage

**Amortisationszeit**

Der Begriff wird sowohl im wirtschaftswissenschaftlichen als auch im energietechnischen Bereich benutzt. Amortisation bedeutet „tilgen“. Unter Amortisationszeit versteht man die Zeitdauer, während der sich die finanziellen Aufwendungen für ein Objekt - durch dessen Erträge - wieder ausgleichen. So können z. B. die Ausgaben für eine stärkere Dämmung später indirekt durch geringere Heizkosten gedeckt werden.

**BHKW - Blockheizkraftwerk**

Ein BHKW funktioniert nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Dabei werden gleichzeitig Strom und Wärme produziert. Die Wärme, die während der Stromerzeugung anfällt, wird zum Heizen genutzt. Verglichen mit einem konventionellen System, bestehend aus lokaler Heizanlage und zentraler Stromversorgung (durch ein externes Unternehmen), erreicht das BHKW einen deutlich höheren Wirkungsgrad. Da die Energie direkt vor Ort produziert wird, entfallen Leitungsverluste durch Strom- und Fernwärmeleitungen, so dass ein Gesamtwirkungsgrad über 90 Prozent erreicht werden kann.

**Blower-Door-Test**

Dabei handelt es sich um einen Gebäudedrucktest zum Nachweis der Luftdichtigkeit. In die Öffnung eines Fensters oder einer Tür wird ein Ventilator eingesetzt, der Luft in das Gebäude hineindrückt bzw. aus ihm herausaugt. Die Stärke des Ventilators entwickelt im Verhältnis zum Umgebungsdruck eine Druckdifferenz von 50 Pa. Dieser Wert entspricht in etwa der Windstärke 5. Die Blower-Door-Technik ist mit Instrumenten versehen, die Druckdifferenz und Luftmenge messen, welche der Ventilator transportiert. Dieser muss während der Unterdruckmessung die gleiche Luftmenge, die durch undichte Stellen in das Gebäude eindringt, wieder nach draußen befördern. Der Messwert des Luftstromes wird durch das Volumen des Gebäudes dividiert.

**DIN V 18599**

Die neue DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ dient als Grundlage zur energetischen Betrachtung von Alt- und Neubauten. Sie stellt eine Methode zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden dar. Dabei werden sämtliche Energiemengen, die durch Heiz-, Lüftungs- und Kühlungsanlage sowie durch Warmwasserbereitung und Beleuchtung entstehen, berücksichtigt.

**Endenergiebedarf**

Die Energiemenge, die man zur Deckung des jährlichen Heiz- und Trinkwasserwärmebedarfs (Bedarf und Aufwand der Anlagentechnik) benötigt, wird Endenergiebedarf genannt. Ermittelt wird der Wert an der Systemgrenze des jeweiligen Gebäudes. Die Energiemenge wird unter genormten Bedingungen, z. B. Klimadaten, Benutzerverhalten, inneren Wärmequellen oder max. Innentemperatur, berechnet. Dabei geht man – dies gilt aber nur für Wohngebäude – von durchschnittlichen Werten für Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung aus. Die Berechnung dient der ingenieurtechnischen Auslegung für den baulichen Wärmeschutz des Gebäudes sowie für dessen technische Anlagen (Heizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung). Ferner ermöglicht sie den Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden.

**Fossile Brennstoffe**

Fossiler Brennstoff ist Biomasse, die vor Jahrmillionen abgestorben ist und durch geologische Prozesse umgewandelt wurde. Dazu zählen Kohle, Erdöl und Erdgas sowie verschiedene Mischprodukte. Diese und ihre Folgeprodukte, z. B. Benzin können bei hoher Qualität direkt über Verbrennung in nutzbare Wärme- oder Antriebsenergie überführt werden. Durch Verbrennung wird die so genannte fossile Energie daraus gewonnen. Diese ist jedoch mit hohen Umweltbelastungen verbunden, wobei Erdgas als umweltverträglichster fossiler Brennstoff gilt. Darüber hinaus sind die Vorkommen fossiler Energieträger deutlich begrenzt.

**Heizwärmebedarf**

Heizwärmebedarf umschreibt die Wärmemenge, die das Heizsystem eines Gebäudes im Zeitraum eines Jahres insgesamt erzeugen muss. Dieser Berechnung wird nicht die Gesamtfläche eines Hauses, sondern lediglich die Grundfläche der zu heizenden Räume zugrunde gelegt.

**Niedrigenergiehaus**

Das Niedrigenergiehaus steht für energieeffiziente Gebäude, die sich in den vergangenen zwanzig Jahren entwickelt haben. Niedrigenergiehäuser verfügen in der Regel über einen Heizwärmebedarf von 25 - 30 Prozent unterhalb der Anforderungen der Wärmeschutzverordnung (WSVO) 1995. Der Jahres-Primärenergiebedarf liegt somit - abhängig vom A/V-Verhältnis - zwischen 40 und 70 kWh/m<sup>2</sup> bzgl. der Gebäudenutzfläche. Das Passivhaus gilt als konsequente Weiterentwicklung dieser Bauweise.

**PHPP - Passivhaus Projektierungs-Paket**

Das Passivhaus Projektierungs Paket gilt als bewährte Grundlage zur Planung von Passivhäusern. Es wird seit 1998 vom Passivhaus Institut, Darmstadt herausgegeben. Es enthält Rechenblätter und Planungsmodulare, die u. a. die Berechnung von Energiebilanzen, die Projektierung der Komfortlüftung oder die Auslegung der Heizlast erleichtern. Zudem umfasst es den Nachweis zur Förderung von Passivhäusern für verschiedene Landesförderprogramme.

**Primärenergie**

Unter Primärenergie versteht man ursprünglich in der Natur vorkommende und technisch unveränderte Energieträger. Es wird zwischen unerschöpflichen (erneuerbaren) Energien, z. B. Solar- oder Windenergie, und endlichen (nicht erneuerbaren, fossilen) Energien, z. B. Kohle, Erdöl oder Erdgas unterschieden.

**Primärenergiebedarf**

Der Primärenergiebedarf ist die Energiemenge zur Deckung des Jahres-Heizenergiebedarfs und des Trinkwasser-Wärmebedarfs. Berücksichtigt wird dabei auch die zusätzliche Energiemenge, die durch Prozessketten außerhalb der Systemgrenze „Gebäude“ während der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe entsteht. Zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs wird der entsprechende Energiebedarf unter Berücksichtigung der beteiligten Energieträger mit einem Primärenergiefaktor multipliziert. Die Energieeinsparverordnung zielt hauptsächlich auf den Jahres-Primärenergiebedarf.

**Transmissionswärme**

Ein Wärmestrom, der aufgrund von Temperaturunterschieden durch die Außenbauteile eines Gebäudes fließt, wird als Transmissionswärme bezeichnet. Dabei entstehende Verluste werden Transmissionswärmeverluste genannt.

**Thermographie zur Prüfung von Wärmeschutzmaßnahmen**

Im Rahmen der Thermographie werden mit einer Infrarot-Kamera Aufnahmen eines Gebäudes gemacht, die die unterschiedlichen Temperaturen der Fassade durch verschiedene Farbnuancen wiedergeben. Optimale Ergebnisse erzielt man bei niedrigen Außentemperaturen, da die Temperaturdifferenz zwischen Wärmebrücken und kalten Außenoberflächen dann am größten ist. Mit Hilfe der Thermographie kann überprüft werden, ob sich an einem Gebäude Wärmebrücken befinden.

**Sanierung Faktor 10**

Dieser Begriff bezeichnet eine hocheffiziente Form der Sanierung, die den Heizenergiebedarf des Gebäudes um den Faktor 10 senkt. Benötigt ein Altbau z. B. 300 kWh Heizenergie pro Jahr, kann dieser Verbrauch durch eine Sanierung mit Passivhauskomponenten auf 30 kWh pro Jahr reduziert werden.

**U-Wert**

Der U-Wert wird auch „Wärmedurchgangskoeffizient“ genannt. Dieser bezeichnet den Wärmestrom, welcher bei einem Unterschied der Außen- und Innentemperatur von einem Kelvin, durch einen Quadratmeter eines Bauteils fließt. Je geringer der U-Wert (W/m<sup>2</sup>K) ausfällt, desto besser ist die Wärmedämmeigenschaft des geprüften Baumaterials. Entsprechend geringer können sich in der Folge die Heizkosten gestalten. Der U-Wert der Außenbauteile eines Passivhauses sollte  $\leq 0,15$  W/m<sup>2</sup>K sein.

**Wärmebrücken**

Lokal begrenzte Schwachstellen der Außenbauteile, durch die vermehrt Wärme nach außen gelangt (Transmission), nennt man Wärmebrücken. Die Folgen sind höhere Wärmeverluste und eine niedrigere Oberflächentemperatur der Rauminnenseite, wodurch die Gefahr von Tauwasserausfall und Schimmelbildung besteht. Neben hygienischen Problemen kann es zu Bauschäden durch Schweißwasserbildung kommen.

**Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ -Wert)**

Der  $\lambda$ -Wert definiert die Fähigkeit eines bestimmten Materials, Energie in Form von Wärme weiterzuleiten. Dabei geht es nicht um die Geschwindigkeit des Wärmestroms, sondern um das spezifische Verhalten eines Materials in Abhängigkeit zur Temperatur. Es gilt: Stoffe, die elektrischen Strom gut leiten, transportieren auch Wärme gut.

**Wärmerückgewinnung**

Die Lüftung im Passivhaus verfügt über eine hocheffiziente Wärmerückgewinnung, durch die der Energiebedarf reduziert wird. Den vorhandenen Energiegehalt der Abluft nutzt man, um die Zuluft zu temperieren. In der kalten Jahreszeit kann so die Zuluft vorgewärmt werden.



### ***Ist ein Passivhaus nicht ein kompliziertes Hightech-Haus?***

Ein Passivhaus muss sehr gründlich in allen seinen konstruktiven Details geplant und ausgeführt werden. Der einzig zwingend notwendige technische Aspekt zur Realisierung eines Gebäudes im Passivhaus-Standard ist eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Die technische Komplexität des Konzeptes ist vergleichbar mit konventionellen Gebäuden, die eine Heizanlage besitzen.

### ***Ist ein Passivhaus nicht sehr viel teurer?***

Bei richtiger Planung und bedachter Ausführung ist ein Passivhaus etwa 8-10% teurer als ein Haus, welches den gesetzlichen Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) entspricht. Die Mehrkosten amortisieren sich durch die jährlich eingesparten Energiekosten. Außerdem erhält man durch die Mehrkosten einen höheren Wohnkomfort. Da ein Passivhaus dem heutigen Stand der Technik entspricht, lässt sich bei einem möglichen Wiederverkauf ein höherer Preis erzielen.

### ***Ist der Passivhaus-Standard nur für Einfamilienhäuser?***

Nein. Der Passivhaus-Standard kann für eine Vielzahl von Nutzungen und Gebäudegrößen erreicht werden. Die Erfahrungen zeigen, dass sich ein Passivhaus leichter realisieren lässt umso größer und kompakter das Gebäude ist.

### ***Was passiert, wenn die Lüftungsanlage ausfällt?***

Die Gefahr, dass einer der beiden Ventilatoren ausfällt ist sehr gering, bei Bedarf können sie aber schnell und problemlos repariert werden. In der Zwischenzeit lüftet man einfach über die Fenster. Im Winter ist die Gefahr, dass die Lüftungsanlage oder die Nacherwärmung der Zuluft ausfallen, nicht größer als der mögliche Ausfall der Heizanlage eines konventionellen Gebäudes. Durch die gute Wärmedämmung kühlt ein Passivhaus aber nicht so schnell aus.

### ***Kann ich mein bestehendes Gebäude zum Passivhaus umbauen?***

In den letzten Jahren hat sich in der Praxis erwiesen, dass Passivhauskomponenten auch in der Sanierung Verwendung finden können. Jedoch muss aufgrund der Gegebenheiten davon ausgegangen werden, dass nicht alle Wärmebrücken zu verhindern sind. Es gibt mehrere realisierte Beispielobjekte, deren Heizwärmebedarf unter 30 kWh/m<sup>2</sup> jährlich gesenkt werden konnte. Jedes Gebäude sollte daher individuell untersucht werden. Es ist ratsam bei diesen Technologien bereits erfahrene Planer als Berater für das eigene Bauvorhaben hinzuzuziehen.

### ***Darf man in einem Passivhaus die Fenster öffnen?***

Zusätzliches Lüften ist immer möglich, aber im Grunde nicht nötig. Selbstverständlich gibt es im Passivhaus Fenster, die zu öffnen sind und durch die auf herkömmliche Weise gelüftet werden kann. Personen, die nicht auf die Fensterlüftung verzichten wollen, sollten die Lüftungsanlage abschalten. Im Winter würde somit aber die Wärme des Raumes verloren gehen und im Sommer die unerwünschte Hitze von draußen in den Raum gelangen.

Im Allgemeinen machen die Bewohner eines Passivhauses die Erfahrung, dass sie aufgrund der guten Luftqualität bald kein Bedürfnis mehr danach haben, ein Fenster zu öffnen. Im Sommer kann es jedoch günstig sein, nachts die Fenster zu öffnen, um das Abkühlen des Hauses zu beschleunigen.

### ***Kann ich in einem Passivhaus einen offenen Kamin einbauen?***

Beim Betrieb eines Kamins in einem Passivhaus ist - wegen der Raumlüftung und der luftdichten Bauweise - nur der Einsatz von geschlossenen, raumluftunabhängigen Systemen möglich. Das heißt, dass dem Kamin oder dem Kaminofen die erforderliche Verbrennungsluft unabhängig von der Raumluft zugeführt werden muss. Obwohl die Luftzufuhr als auch der Ofen selbst müssen also luftdicht sein. Diese Ausführungsarten sind nichts Außergewöhnliches. Entsprechende Systeme sind im Handel erhältlich.

## Wanderausstellung und Begleitbroschüre

### Herausgeber / Redaktion

**Sächsische Energieagentur - SAENA GmbH**  
Pirnaische Straße 9  
01069 Dresden  
Tel: 03 51 - 49 10 31 52  
Fax: 03 51 - 49 10 31 55  
Email: [info@saena.de](mailto:info@saena.de)  
[www.saena.de](http://www.saena.de)

### Weitere Informationen unter:

[www.bau-nachhaltig.de](http://www.bau-nachhaltig.de)  
[www.keds-online.de](http://www.keds-online.de)  
[www.energieportal-sachsen.de](http://www.energieportal-sachsen.de)

### Ausführung

**rabaschus und rosenthal**  
büro für architektur und stadtplanung

### Film

**Michael Kobs**

### Grafik

**michael buddrus**  
grafik + illustration

### Säulenbedruckung

**reprogress GmbH**

### Möbelbau

**engelstädter®**  
Tischlerei Matthias Fischer

### Broschürendruck

**Druckerei Wagner**  
Verlag und Werbung GmbH

## Quellen

**Grosse Passivhäuser:** Stefan Oehler; Kohlhammer Verlag

**Passivhäuser:** Bewährte Konzepte und Konstruktionen: Gerd Müller, Judith Schluck; Kohlhammer Verlag

**Grundlagen und Bau eines Passivhauses:** Dieter Pregizer; C. F. Müller Verlag

**Klima Haus – wohnen leben:** Norbert Lantschner; Athesia Verlag

**Green Building – Konzepte für nachhaltige Architektur:** Michael Bauer, Peter Mösle, Michael Schwarz; Callwey Verlag

**Tagungsband:** 12. Passivhaus-Tagung, April 2008

[www.saena.de](http://www.saena.de) / [www.energieportal-sachsen.de](http://www.energieportal-sachsen.de) / [www.passivhausprojekte.de](http://www.passivhausprojekte.de) / [www.passiv.de](http://www.passiv.de) / [www.ig-passivhaus.de](http://www.ig-passivhaus.de) / [www.passivhaus-tagung.de](http://www.passivhaus-tagung.de) / [www.passivhaus.de](http://www.passivhaus.de) / [www.passivbau.net](http://www.passivbau.net) / [http://passivhaus.intellia.de](http://http://passivhaus.intellia.de) / [www.bine.info](http://www.bine.info) / [www.kfw-foerderbank.de](http://www.kfw-foerderbank.de) / [www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de) / [www.zent-frenger.de](http://www.zent-frenger.de) / [www.kroeckel.de](http://www.kroeckel.de) / [www.junkers.com](http://www.junkers.com) / [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

## Bildnachweise

Abb. 1.1.1 Foto: Michael Buddrus / Abb. 1.2.1 Quelle: Energie\_Information\_Administration (EIA) / Abb. 1.2.2 Dirk\_Suhm\_PIXELIO / Abb. 1.2.3 Olaf\_Huhndorf / Abb. 1.2.4 Hans-Jürgen\_Schlegel / Abb. 1.2.5 Hans-Jürgen\_Schlegel / Abb. 1.2.6 Martin\_Abegglen\_twicepix / Abb. 1.2.7 Rainer Sturm\_PIXELIO / Abb. 1.2.8 huber\_PIXELIO / Abb. 1.3.1 Reiter\_Rentzsch\_Architekten / Abb. 1.3.2 Quelle: SAENA / Abb. 1.3.3 Quelle: Green-peace\_International / Abb. 2.1.1 SAENA / Abb. 2.1.2 Passivhaus\_Institut\_Darmstadt / IG\_Passivhaus\_Deutschland / Abb. 2.1.3 Quelle: [www.sh-bau-21.de](http://www.sh-bau-21.de) / Abb. 2.2.1 Quelle: Grosse\_Passivhäuser: Stefan\_Oehler; Kohlhammer\_Verlag / Abb. 2.2.2 oehler\_archkom, solar\_architektur / Abb. 2.2.3 oehler\_archkom, solar\_architektur / Abb. 2.2.4 Quelle: [www.passivhaus-plattform.de](http://www.passivhaus-plattform.de) / Abb. 2.3.1 Quelle: [www.passivhaustagung.de](http://www.passivhaustagung.de) / Abb. 2.3.2 Quelle: [www.passivhaustagung.de](http://www.passivhaustagung.de) / Abb. 2.3.3 Sachsenland\_Bauelemente / Abb. 2.4.1 Quelle: [www.mawo.at](http://www.mawo.at) / Abb. 2.4.2 Fa. Paul\_Wärmerückgewinnung / Abb. 3.1.1 Reiter\_Rentzsch\_Architekten / Abb. 3.1.2 Reiter\_Rentzsch\_Architekten / Abb. 3.1.3 Reiter\_Rentzsch\_Architekten / Abb. 3.1.4 Ingenieurbüro\_Dipl.-Ing. Jürgen\_Wurdinger / Abb. 3.1.5 Ingenieurbüro\_Dipl.-Ing. Jürgen\_Wurdinger / Abb. 3.2.1 Jörg\_Schöner, Dresden / Abb. 3.2.2 Jörg\_Schöner, Dresden / Abb. 3.2.3 Christian\_Scholz / Abb. 3.2.4 Christian\_Scholz / Abb. 3.3.1 SAENA / Abb. 3.3.2 SAENA / Abb. 3.3.3 privat / Abb. 3.3.4 privat / Abb. 3.4.1 h.e.i.z. Haus\_Architektur.Stadtplanung\_Partnerschaft / Abb. 3.4.2 WBG – Wohnungsgesellschaft mbH / Abb. 3.4.3 WBG – Wohnungsgesellschaft mbH / Abb. 3.4.4 Dipl.-Ing. Janet\_Conrad / Abb. 3.4.5 privat / Abb. 3.4.6 privat / Abb. 4.1.1 Quelle: [www.zent-frenger.de](http://www.zent-frenger.de) / Abb. 4.1.2 gc-gruppe / Abb. 4.1.3 gc-gruppe / Abb. 4.1.4 Martin\_Vonka\_123RF / Abb. 4.2.1 Rolf\_Disch / Abb. 4.2.2 Passivhaus\_Institut\_Darmstadt / IG\_Passivhaus\_Deutschland / Abb. 4.2.3 Passivhaus\_Institut\_Darmstadt / IG\_Passivhaus\_Deutschland / Abb. 4.2.4 Naturparkarchiv, Hartwig\_Löfflmann / Abb. 4.3.1 SAENA / Abb. 4.4.1 Anna\_PIXELIO / Abb. 4.4.2 Peter\_Behrens\_PIXELIO / Abb. 4.4.3 Stephan\_Poost\_PIXELIO / Abb. 4.4.4 wrw\_PIXELIO



→ [www.saena.de](http://www.saena.de)