



*Udo Dietrich, Prof. Dr.*

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg, Hebebrandstraße 1, 22297 Hamburg  
Tel.: +49-40-428.04-3766, Fax: +49-40-428.04-3766, email: u.dietrich@rzcn.fh-hamburg.de

Zentrum Energie Bauen Architektur Umwelt (ZEBAU) GmbH, Große Elbstraße 146, 22767 Hamburg  
Tel.: +49-40-380384-0, Fax: +49-40-380384-29, <http://www.zebau.de>, email: info@zebau.de

1957 geboren in Rudolstadt

Physikstudium

Promotion auf einem Gebiet der theoretischen Optik

Tätigkeit in verschiedenen Ingenieurbüros und Hochschulen:

Beschäftigung mit Bauphysik und wie man sie in die Architektur bekommt

1995 Professur an der Fachhochschule Hamburg

2001 Freier Mitarbeiter bei ZEBAU GmbH, Hamburg

# QUALITÄTSICHERUNG – PASSIVHAUSPROJEKTIERUNGSPAKET (PHPP)

*Udo Dietrich*

## **Einführung**

In Passivhäusern lebt mensch ganz „normal“. Sind sie einmal richtig gebaut, erweisen sie sich in der Nutzung als einfach zu bedienen und als gutmütig reagierend – der „Sandkorn im Getriebe – Effekt“ bleibt im allgemeinen aus.

Im Gegenteil treten viele unangenehme Erscheinungen, wie sie von anderen Gebäuden bekannt sind, nicht mehr auf: keine Probleme mit Schimmelpilzen und Tauwasser, keine ungemütlich kalten Fenster und Wände, keine Zegerscheinungen, immer frische Luft. Eine Verbesserung des Dämm- und Bau-standards bewirkt auch eine spürbare Verbesserung des Nutzerkomforts.

Damit ein Haus in Hinsicht auf Gestaltung, Erschließung, Grundrissen usw. funktioniert, ist der Architekt als Planer gefragt.

Damit es auch ein Passivhaus wird, muss es eigentlich darüber hinaus „nur“ noch entsprechend inwischen sehr genau definierter technischer Richtlinien geplant und gebaut werden. Allerdings ist das mit einigen Besonderheiten verbunden, denn der technische Standard Passivhaus lässt sich mit Baukonstruktionen, haustechnischen Anlagen und Planungsmethoden von der Stange nicht erreichen.

- Hinsichtlich Wärmedämmung, Wärmebrückenfreiheit und Luftdichtheit sind oft neuartige Baukonstruktionen mit teilweise neuen Baustoffen / Bauteilen erforderlich.
- Die haustechnischen Anlagen, insbesondere die Lüftungsanlage und ihre Wärmerückgewinnung müssen eine hohe Effizienz haben und sehr hochwertig ausgeführt sein (z.B. begrenzte Leckagen und wärmedämmte der Luftkanäle).
- Die Planung muss mit sehr großer Sorgfalt und Detaillierung erfolgen.
- Der gesamte Planungsprozess verschiebt sich nach vorne. Viele Dinge, die sonst manchmal erst während der Bauphase geklärt werden, müssen bereits in der Ausführungs- oder sogar Vorplanung durchgeplant sein (wie und wo und womit ganz genau wird der Fensterrahmen an der Wand befestigt, wärmetechnisch eingebunden und luftdicht gemacht?). Sehr frühzeitig müssen oft bereits konkrete Produkte in die Planung einbezogen werden.

Aber: Bange machen gilt nicht! Nach bisher etwa 1000 gebauten und funktionierenden Passivhäusern liegen viele Erfahrungen und Neuentwicklungen vor.

Vor wenigen Jahren noch konnte zwar genau beschrieben werden, was man bräuchte, um ein Passivhaus zu bauen (z.B. tragfähige, aber gut wärmedämmende Steine, gedämmte Rahmen, Lüftungsanlagen mit Wärmebereitstellungsgraden von weit über 80%). Damals half nur (teure und unsichere) Handarbeit. Inzwischen hat in der Industrie eine wahrhaft revolutionäre Entwicklung eingesetzt. Alle Branchen haben die Zukunftsfähigkeit der Passivhaustechnik erkannt und eben diese Produkte entwickelt. Die benötigten Komponenten sind heute auf dem Markt verfügbar und verbessern sich ständig mit einer Innovation wie etwa in der Elektronikbranche... . Nutznießer dieser Entwicklung ist letzten Endes die gesamte Baubranche, inkl. Arbeitsplätzen.

Auch für den Planungsprozess gibt es verlässliche Anleitungen. Ein Versuch, eine zu erstellen, ist dieser Artikel.

## **Eine gutes Bild ist immer fertig...**

...sagt ein Maler: Eine Zeichnung einer Figur soll auf ein Blatt. Bereits mit den ersten Strichen ist ein Kunstwerk auf dem Papier. Kaum zu erkennen, noch schemenhaft, formt sich ein Körper. Aber man sieht sehr wohl, die Proportionen sind sehr schön wiedergegeben, die Figur „sitzt“ im Blatt. Noch ist nichts ausgearbeitet, keine Augen, keine Finger; kaum kann man Beine und Rumpf und Kopf unterscheiden. Aber: in der Skizze ahnt man bereits das fertige Bild. Es braucht „nur noch“ detailliert zu

werden. Grundlegende Änderungen gibt es nicht mehr, sondern stets nur noch Verfeinerungen (der gute Künstler weiß, dass er vorher 7 Ansätze weggeworfen hat, weil sie nicht taugten – nur das weiß die Öffentlichkeit nicht). Aber auch bei der weiteren Arbeit am Blatt ist der Maler überall zugleich: gerade wird der Schwung der Haare angedeutet, da misst und vergleicht er schon die Größe und die Lage des Kopfes mit der des Körpers. Vorhin noch an den Haaren, wird jetzt die Kniescheibe angedeutet und nun schon wieder an der Schulter gearbeitet. Mit dem Radiergummi werden einige nicht mehr passende Linien entfernt. Zu jeder Zeit könnte die Arbeit beendet werden, stets ist ein gültiges, wenn auch nicht endgültiges Bild auf dem Papier. Strich für Strich formt sich die Kontur, sich dabei auch leicht verändernd bis hin zum durchgearbeiteten Kunstwerk, von allen bewundert.

Dieses Prinzip kann auch als Hauptregel für die Planung eines Gebäudes stehen. Die gute Planung ist in allen Gewerken simultan (Integrales Planen). Mit dem ersten Ansatz („6B-Stadium“) wird bereits geprüft, was energetisch rauskommt. Die Ergebnisse dieser Bewertung (z.B. die Fensterflächen auf der Südseite können ohne negative Auswirkungen bis zu 10% größer sein) fließen in den Entwurf ein...

### **Stufe 1: Die Vorplanung eines Passivhauses**

Bereits in der Vorplanung muss geklärt werden, ob der angestrebte Entwurf auch prinzipiell zu einem Passivhaus führen kann. Schon aus einer Zeichnung im „6B-Stadium“ lassen sich alle benötigten Informationen gewinnen, um entscheiden zu können, ob das Gebäude hinsichtlich Kubatur (Kompaktheit - Energieverluste), Orientierung der Fassaden und der Größe der entsprechenden Fensterflächen sowie Verschattung durch das Gebäude selbst und die Umgebung (solare Energiegewinne) zu einem Passivhaus werden kann oder nicht. Dabei werden für die U-Werte der Baukonstruktion, die Qualität der Fenster und der Lüftungsanlage, die inneren Wärmegevinne, den Luftwechsel usw. gut validierte Erfahrungswerte angenommen.

Als einfaches Berechnungswerkzeug steht hierfür PHVP<sup>1</sup> (Passivhaus – Vorprojektierungspaket) zur Verfügung. Als Grenzwert gilt ein Heizwärmebedarf (bezogen auf die beheizte Nutzfläche, die Energiebezugsfläche) von maximal 15 kWh/m<sup>2</sup> a. Ist dieser Wert unterboten, „steht“ der Rohbau und die weitere Planung kann auf dieser Basis erfolgen.

Weiterhin sollte bereits jetzt noch an zwei Dinge gedacht werden:

- Innerhalb des Gebäudes muss Platz für die haustechnischen Anlagen vorgehalten werden. Das ist vor allem die Lüftungszentrale mit dem Wärmetauscher. Die Position ist unmittelbar an der Grenze der thermischen Hülle, mit leichten Vorteilen für innerhalb liegend. Ist ein Erdreichwärmetauscher vorgesehen, liegt die Lüftungszentrale zwangsläufig unten, sonst mit leichten Vorteilen oben (da ist Platz und bessere Luft).
- Die Größe einer Lüftungszentrale entspricht einem gut zugänglichen Raum (Wartung), in dem das Aggregat steht. Für ein Einfamilienhaus hat es etwa die Größe einer ausgewachsenen Waschmaschine.
- Die Leitungswege sämtlicher Installationen, insbesondere aber der Luftkanäle sollen möglichst kurz sein. Deshalb sollte schon in der frühesten (Grundriss-)Planung die Lage der Technikschrächte mit bedacht werden. Die Aufteilung der Fassaden, die gewünschte Nutzung im Gebäude (Grundrisse) und eine möglichst kurze, senkrechte Führung der Technikschrächte sind also unter einen Hut zu bringen.

### **Anleitung zur Arbeit mit PHVP**

PHVP dient lediglich zum rechnerischen Nachweis, ob die 15 kWh/m<sup>2</sup>a im Prinzip mit dem vorgesehenen Gebäude erreicht werden können. Zur kompletten Vorplanung gehören natürlich noch mehr Dinge, vor allem Pläne mit Schnitten und Ansichten und einigen weiteren Angaben:

---

<sup>1</sup> PHVP gibt es kostenlos unter [www.passiv.de](http://www.passiv.de) oder (für nicht angeschlossene) bei ZEBAU

## 1. Die wärmedämmende und luftdichte Hülle

Der Kern des Gebäudes ist der beheizte Teil. Außerhalb dieses Kerns können durchaus weitere, unbeheizte Gebäudeteile wie Treppenhäuser, Lagerräume etc. angrenzen. Entscheidend ist, dass der beheizte Teil eindeutig vom unbeheizten abgegrenzt ist. Der beheizte Teil des Gebäudes ist mit einer (hoch-) wärmedämmenden und luftdichten Hülle umgeben. Diese Hülle muss lückenlos überall vorhanden sein. Das heißt, dass man in einem beliebigen Schnitt oder Grundriss entlang dieser Hülle mit einem Bleistift rundherum fahren kann, ohne einmal absetzen zu müssen. Dies ist (z.B. mit einer „roten Linie“) in allen relevanten Schnitten und Grundrissen nachzuweisen.

## 2. Die Größe der Flächen der wärmedämmenden und luftdichten Hülle

Über alle Flächen dieser Hülle verliert das zukünftige Passivhaus Energie bzw. kann über Fenster welche (als solare Einstrahlung) gewinnen. Diese Flächen sind deshalb – möglichst genau - zu ermitteln<sup>2</sup>. Dabei sind stets die Außenmaße anzusetzen. Als Außenkante eines Bauteils gilt die Außenkante der letzten Bauteilschicht, die in die U-Wert Berechnung eingeht (also z.B. der Außenputz bei einer Thermohaut, aber bei einer hinterlüfteten Wandverkleidung die Außenseite der Dämmung).

## 3. Die U-Werte der Flächen der wärmedämmenden und luftdichten Hülle

Wer bereits Vorstellungen von der Baukonstruktion der Hülle hat, kann bereits mit den vorgesehenen U-Werte rechnen<sup>3</sup>. Für die Vorplanung ist es wahrscheinlich viel wichtiger, heraus zu finden, welche U-Werte die Baukonstruktion haben muss, um das 15 kWh/m<sup>2</sup> a Kriterium überhaupt erfüllen zu können. Das heißt, man dreht so lange an den U-Werten, bis es passt (oder bis man merkt, das geht nicht und der Entwurf muss grundlegend verändert werden...). Gute Startwerte sind U-Werte  $\leq 0.10$  W/m<sup>2</sup> K, bei großen und kompakten Gebäuden könnte auch 0.15 W/m<sup>2</sup> K genügen.

Hat man U-Werte in dieser Größenordnung, kann dann in der weiteren Planung die Baukonstruktion dazu gesucht werden.

## 4. Energiebezugsfläche $A_{EB}$ festlegen

Die Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  ist die wichtige Zahl, auf die der gesamte Heizwärmebedarf (also die „m<sup>2</sup>“ in 15 kWh/m<sup>2</sup> a) bezogen wird. Deshalb ist  $A_{EB}$  sehr sensibel für die wesentliche Zielgröße und sollte so genau wie möglich bestimmt werden. Mogeln und feilschen hilft hier nichts, denn es soll am Ende ja ein funktionierendes Passivhaus heraus kommen. Also, hier ist genau messen angeraten!<sup>4</sup>

$A_{EB}$  ist die Hauptnutzfläche (Nutzflächen mit dauerndem Aufenthalt, bei Wohngebäuden die Wohnfläche), die innerhalb der thermischen Hülle liegt. Bei der Berechnung der Fläche gelten die Aussagen der II. Berechnungsverordnung.

Nebennutzflächen (Nutzflächen mit kurzem Aufenthalt), die sich aber innerhalb der thermischen Hülle befinden, wie Erschließungswege, beheizte Keller, Nebenräume, Treppenpodeste zählen mit einem Anteil von 60% zu  $A_{EB}$ . Weder Treppen noch Flächen über oder unter Treppen werden zu  $A_{EB}$  gezählt.

Werden Rohbaumaße zugrunde gelegt, ist die Fläche um 3% zu verringern (Putzabschlag).

Flächen mit einer Höhe zwischen 1 und 2 m werden nur zur Hälfte angerechnet, Flächen unter 1 m Höhe gar nicht

Flächen außerhalb der thermischen Hülle wie Wintergärten, Laubengänge, Terrassen oder Balkone werden nicht mit gerechnet.

## 5. Verschattungssituation und angrenzende Gebäude

Fast kein Gebäude ist wirklich freistehend. Eine Verschattung durch das eigene Gebäude (Hof, Atrium) durch Bäume oder durch benachbarte Gebäude ist ein normaler Fall. Anhand eines Lageplans (mit

2 Bei rechteckigen Flächen kann das Blatt „Flächen“ in PHVP verwendet werden, der Abzug dort meint Flächen mit anderen U-Werten wie Fenster, Türen etc.

3 Im Blatt „U-Werte“ in PHVP kann der U-Wert einer Baukonstruktion, insbesondere auch von zusammen gesetzten Bauteilen berechnet werden. benutzt werden. Wer ein eigenes, nachvollziehbares Verfahren hat, kann auch dieses benutzen.

Das Blatt „mittel U“ kann benutzt werden, um mehrere verschiedene Außenbauteile mit verschiedenen U-Werten zu einem einzigen (fiktiven) Bauteil mit einem mittleren U-Wert zusammen zu fassen (z.B. alle Wände mit Südorientierung: die massive Wand unten und das Staffelgeschoss in Leichtbau oben). Mit den Werten aus diesem Blatt können die etwas zu wenigen Zeilen im Blatt Heizwärme sparsamer gefüllt werden.

Dieses Blatt dient also nicht der Bestimmung des U-Wertes zusammen gesetzter Bauteile.

4 Die Energiebezugsfläche kann ebenfalls im Blatt „Flächen“ in PHVP bestimmt werden.

Nordpfeil!) und Angaben zur Höhe der Nachbarbebauung kann man erst einmal entscheiden, ob das Problem einen zu berücksichtigenden Einfluss hat oder nicht (vgl. Abschnitt 6, Reduktionsfaktor bei solaren Energiegewinnen).

Grenzen Gebäude direkt an das eigene Gebäude an, dann ist zu klären, ob der Nachbar beheizt ist oder nicht. Eine Trennwand zu einem beheizten Nachbarn wird bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfes nicht angerechnet.

#### 6. Ermitteln des Heizwärmebedarfes

Nun wird das Blatt „Heizwärme“ ausgefüllt. Zunächst kommen oben die Bauteile mit ihren Flächen und berechneten oder angenommenen U-Werten in die Tabelle. Bei Wänden und Böden gegen Erdreich und Böden gegen unbeheizte Kellerräume wird der Reduktionsfaktor 0.5 angesetzt. Falls die Zeilen nicht reichen, das Blatt mittel U benutzen. Die Fläche der Fenster wird erst weiter unten eingeben, hier noch nicht! Der Standard U-Wert  $0.8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  entspricht den eingesetzten dreifach-Wärmeschutzverglasungen.

Die Energiebezugsfläche wird ebenfalls eingetragen.

Bei der Lüftungsanlage wird beim Wärmebereitstellungsgrad der Standardwert 80% einfach übernommen – solche Anlagen gibt es auf jeden Fall. Beim Erdreichwärmetauscher ist gar nichts oder 0 einzusetzen, wenn es keinen gibt.

Die Standardluftwechselzahl von 0.4 1/h stimmt gut für alle üblichen Nutzungen in Wohnen und Gewerbe.

Schwieriger wird es mit der Ermittlung der solaren Energiegewinne. Beim Wärmeangebot Solarstrahlung werden die Flächen der Fenster sortiert nach Himmelsrichtungen eingetragen. Als Fläche ist dabei stets das Rohbaumaß (also Fensteraußenmaß plus Einbaufuge) anzusetzen. Der g-Wert der gewählten Verglasung schwankt zwischen 0.42 (ungünstiger) und 0.60 (günstiger). Als Standardwert dürfte 0.50 vertretbar sein.

Der Reduktionsfaktor geht von einer unverbauten Umgebung aus. Ist dies nicht der Fall (z.B. Gebäude in der Stadt), ist der Wert 0.45 (viel) zu günstig. Hier würde nur noch eine genauere Berechnung des Reduktionsfaktors mit dem Blatt „Verschattung“ aus PHPP (siehe Ausführungsplanung eines Passivhauses) weiter helfen. Um späteren bösen Überraschungen vorzubeugen, sollte das unbedingt auch getan werden!

Für die inneren Wärmequellen können die angegebenen Standardwerte benutzt werden.

Und nun der Blick nach unten: Grenzwert  $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  eingehalten oder nicht? Wenn ja – juhu, die Vorplanung steht! Wenn nein – kann ich an den U-Werten sinnvoll noch etwas verbessern? Wenn dies auch nicht geht, dann muss die Planung wohl überarbeitet werden: prüfen der Fenstergrößen, geht das Haus kompakter zu bauen?

# CHECKLISTE VORPLANUNG EINES PASSIVHAUSES

## Allgemeine Angaben

- Lageplan mit Nordpfeil, Angaben zur Nachbarbebauung (Lage und Höhenprofil)
- Vollständige Pläne (Ansichten, Schnitte, Grundrisse)

## Energetischer Nachweis

- Vollständig ausgefülltes PHVP

## Angaben zur wärmedämmenden und luftdichten Hülle

- Darstellung der Lage der wärmedämmenden und luftdichten Hülle („rote Linie“) in allen hierfür erforderlichen Schnitten und Grundrissen
- Nachvollziehbare Berechnung der Energiebezugsfläche (PHVP)
- Nachvollziehbare Berechnung der Flächen aller Bauteile der wärmedämmenden und luftdichten Hülle (PHVP)
- Wenn bereits vorhanden: U-Wert Berechnung der Bauteile (PHVP)

## Angaben zur mechanischen Lüftungsanlage

- Im Gebäudeschnitt: Position des Wärmetauschers, der Lüftungskanäle und (falls vorhanden) des Erdreichwärmetauschers
- Im Lageplan: (falls vorhanden) Lage des Erdreichwärmetauschers

## Angaben zu Heizung und Warmwasserbereitung

- Art der Wärmeerzeugung für die Heizung und die Warmwasserbereitung
- Im Gebäudeschnitt: Position der Anlagen und der Warm- und Kaltwasserleitungen

## Angaben zur Sanitärinstallation

- Im Gebäudeschnitt: Position der Anlagen und der Entlüftungsrohre und Abwasserleitungen

## Stufe 2: Die Genehmigungsplanung eines Passivhauses

In der folgenden Planungsstufe werden die einzelnen Bestandteile des Gebäudes im wesentlichen festgelegt und weitgehend auch bereits durch Produkte fixiert. Das heißt, das alles das, was in der Vorplanung durch gut validierte Erfahrungswerte (Platzhalter) belegt war, wird jetzt durch die eigene, konkrete Planung ersetzt.

Der Schwerpunkt der Planung liegt bei der Ausarbeitung der Baukonstruktion in Regelquerschnitten und Details. Als begleitendes Berechnungswerkzeug wird nun PHPP<sup>5</sup> (Passivhaus – Projektierungspaket) verwendet.

Die Erfahrung zeigt, dass der durch die konkretere Planung berechnete Heizwärmebedarf gegenüber der Vorplanung um einige kWh/m<sup>2</sup> a nach unten und eben leider auch nach oben korrigiert werden muss. Wohl dem, der bei der Vorplanung mit einer Reserve gearbeitet hat... .

### Klären der Baukonstruktion

#### 1. Angrenzende Gebäude

Grenzen Gebäude direkt an das eigene Gebäude an, dann ist zu klären, ob der Nachbar beheizt ist oder nicht. Eine Trennwand zu einem beheizten Nachbarn wird bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfes nicht angerechnet, bei der Auslegung der Heizlast aber sehr wohl (wenn der Nachbar in Urlaub ist, soll der Nutzer im Passivhaus nicht frieren). Deshalb sollte die Trennwand zum Nachbarn mit mindestens 4 (Nachbargebäude ist ein Neubau nach 1977) bzw. 6 cm (Altbau) gedämmt werden.

#### 2. Regelquerschnitte aller Bauteile der wärmedämmenden und luftdichten Hülle

Für alle Regelquerschnitte muss spätestens jetzt eine Baukonstruktion gefunden werden. Manches, was üblicherweise geht (wie z.B. eine zweischalige Mauerwerkswand mit Kerndämmung), geht (wegen der hohen Dämmstärke) beim Passivhaus eben nicht mehr. Wichtig sind genaue Angaben zum Material (Wärmeleitfähigkeit) und der luftdichtenden Schicht. Bei zusammen gesetzten Bauteilen sollte der Holzanteil in der Dämmschicht genau bestimmt werden. Der U-Wert der Konstruktion kann z.B. mit PHPP berechnet werden.

#### 3. Fenster und Türen

Weil Fenster einen wesentlichen Einfluss auf den Heizwärmebedarf haben, müssen zur genauen Berechnung auch die physikalischen Kennwerte so genau bekannt sein, dass bereits jetzt eine Entscheidung für Produkte erfolgen muss<sup>6</sup>. Auch die Teilung der Fenster durch Rahmen und Sprossen muss bereits fixiert sein.

#### 4. Details aller Anschlüsse der Bauteile der wärmedämmenden und luftdichten Hülle untereinander

Die Regelquerschnitte sind festgelegt, na gut. Aber wie komme ich jetzt mit einer lückenlos dämmenden und luftdichten Baukonstruktion z.B. von der massiven Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem zur leichten Dachkonstruktion mit Dämmung zwischen den Trägern? Mit diesen Anschlussdetails müssen zwei Probleme geklärt sein:

- Die Wärmedämmung soll in gleichbleibender Stärke von der einen zur anderen Baukonstruktion ohne Unterbrechung durchlaufen. Damit wird ein wärmebrückenfreier Anschluss erreicht.
- Die luftdichte Schicht der einen Konstruktion muss auf der ganzen Linie lückenlos mit der anderen Konstruktion dauerhaft und luftdicht verbunden werden. Damit wird ein luftdichter Anschluss erreicht.

Mit der gleichen Sorgfalt sind Anschlüsse von Innenbauteilen (Decken und Trennwänden), die in die wärmedämmende und luftdichte Hülle einbinden, zu planen.

---

<sup>5</sup> PHPP ist zu beziehen (DM 45,-) über das Passivhausinstitut Darmstadt: [www.passiv.de](http://www.passiv.de)

<sup>6</sup> Für die Verglasung ist das relativ einfach: es gibt nur wenige Anbieter. Eine aktuelle Liste der Hersteller passiv hausgeeigneter Fensterrahmen und Türen ist in der Zeitschrift EnergieEffizientes Bauen, Heft 2/01.

## 5. Details zum luftdichten Anschluss von Durchstoßungen der wärmedämmenden und luftdichten Hülle

Die wärmedämmende und luftdichte Hülle wird durch Lüftungskanäle, Wasserleitungen und Stromkabel sowie durch Entlüftungsrohre und Abwasserleitungen durchstoßen. Natürlich sollte man diese Durchstoßungen so gering wie möglich halten, aber irgend was muss ja sein. Also, der Zuluftkanal kommt z.B. von unten durch die Kellerdecke, wie kriegt diesen Anschluss luftdicht? Auch hierfür gibt es inzwischen allerlei helfendes Material wie etwa Manschetten.

Neben der Klärung des Dichtungsmaterials und der Baukonstruktion ist vor allem die Frage wichtig „Wo liegt die Durchstoßung?“. Wie viel Platz braucht man rundherum zum sicheren Abdichten? Faustregel: Kanal/Leitung plus Dämmung (bis zu 10 cm beim Lüftungskanal) mindesten 10 cm von der Wand/Ecke weg, sonst kommt da keiner mehr hin!

## **Haustechnische Anlagen: Lüftungsanlage, Heizung, Warmwasser, Sanitär**

### 1. Auswahl der Anlagen

Die Anlagen für Heizung und Warmwasserbereitung haben keinen Einfluss auf den Heizwärmebedarf, brauchen also erst bei der Ausführungsplanung konkret festgelegt zu werden.

Allerdings muss die Art der Wärmezufuhr für die Auswahl des Lüftungsgerätes geklärt sein: wird die noch benötigte Heizwärme über die Lüftungsanlage zugeführt oder nicht? Wenn ja (was dem Standard entspricht), dann muss nach einem Kombigerät Ausschau gehalten werden, das dann meistens auch gleich noch die Warmwasserbereitung übernimmt<sup>7</sup>.

Und es muss bereits jetzt geklärt sein, wo diese Anlagen liegen und wie die unvermeidlichen Durchstoßungen der luftdichten Hülle im Detail als luftdichter Anschluss ausgeführt werden können.

### 2. Lüftungsanlage: Definition von Zuluft-, Überström- und Abluftzonen

Die Hauptnutzflächen (Wohnzimmer, Schlafzimmer, Arbeitsräume...) sollen die beste Luftqualität haben, deshalb wird hier die Luft zugeführt. Die Räume dieser Zuluftzone müssen also an das Zuluftkanalnetz angeschlossen sein.

Räume, in denen Feuchtigkeit oder „Mief“ entsteht (Küche, Bad, WC, Kopiererraum, Teeküche...), sollen ihre Luft unmittelbar abgeben. Die Räume dieser Abluftzone müssen also an das Abluftkanalnetz angeschlossen sein.

Dazwischen liegende Räume (Flure, Treppen, offene Essplätze in Wohnküchen, Nebenschauplätze in Großraumbüros...) gehören zur Überstromzone. Sie werden von der Luft durchströmt, die von der Zuluftzone zur Abluftzone strömt und sind deshalb nicht an das Lüftungskanalnetz angeschlossen. Diese Strömung darf allerdings nicht durch geschlossene Türen behindert werden, die deshalb unbedingt ausreichend große Überströmöffnungen haben müssen. Diese Zonierung wird in jedem Grundriss und in jedem Schnitt untersucht. Die Hausaufgabe des Architekten / der Architektin ist die Optimierung der Grundrisse. Das Ziel ist ein möglichst kurzes Luftkanalnetz (denn das ist billiger, einfacher, Platz sparender, Energie sparender...)!

### 3. Lüftungsanlage: Definition des Kanalnetzes

Damit die Lüftungsanlage optimal funktioniert, muss die Zuluftmenge stets gleich der Abluftmenge sein („Abgleich“). Unterscheiden sich Luftmenge Zuluft und Luftmenge Abluft nur gering, kann man meist einen Abgleich mit einer intelligenten Regelung (wann ist wer in welchem Raum?) hinbekommen. Ist das Ungleichgewicht zu groß, muss die Aufteilung in Zuluft-, Überström- und Abluftbereich noch mal verändert werden, bis es passt.

Erst dann steht fest, wie das Kanalnetz genau aussieht und kann einschließlich der Lage der Schächte und der Baukonstruktion der Durchstoßungspunkte geplant werden.

Wo in den Räumen die Zu- und Abluftöffnungen sitzen, ist ziemlich egal. Die heutigen „Weitwurfdüsen“ erreichen eine große Fläche von jedem Punkt aus.

---

<sup>7</sup> Im Tagungsband der 5. Passivhaustagung (S. 165 ff) ist ein Artikel mit einer aktuellen Liste von Herstellern zu finden.

#### 4. Lüftungsanlage: Betrieb außerhalb der Heizperiode

Möglicherweise soll die teure Lüftungsanlage auch gleich im Sommer genutzt werden. Vielleicht auch, weil gefangene Räume ganzjährig mechanisch belüftet werden müssen.

Dann ist hierfür ein eigenes Lüftungskonzept zu entwickeln. Bausteine könnten sein:

- Ein Bypass für den Wärmetauscher (wird nicht benötigt)
- Ein Bypass für den Erdwärmetauscher (wird in der Übergangszeit nicht benötigt, das schafft der Wärmetauscher allein)
- Nutzung des Erdwärmetauschers im Sommer zum Kühlen (Betrieb tagsüber)
- Im Sommer Nutzung der Lüftungsanlage mit erhöhtem Luftwechsel nachts (Kühlen des Gebäudes)

### **Anleitung zur Arbeit mit PHPP**

Mit PHPP wird nicht nur der Heizwärmebedarf genau ermittelt, sondern auch die Heizlast für die Auslegung der Heizung sowie der Primärenergiebedarf. Für den Stand der Genehmigungsplanung werden nur einige der vielen Blätter benötigt<sup>8</sup>. Für die Arbeit mit PHPP gibt es ein Handbuch. Hier werden nur einige ergänzende Tipps gegeben.

#### 1. Blatt Objekt

Das ist eigentlich das Ergebnisblatt, wo am Ende stehen soll: Anforderung 15 kWh/m<sup>2</sup> a erfüllt? JA!!!

Aber zwei Zahlen für die Eingabe sind wichtig (unten auf dem Blatt): die Energiebezugsfläche  $A_{EB}$  und die Personenzahl (absolut, nicht m<sup>2</sup> pro Person).

#### 2. Blatt Fenster

In der Tabelle links oben lässt man die angegebenen Standardwerte für die Globalstrahlung einfach stehen. Bei Verschmutzung und nicht senkrechter Einfall trägt man die angegebenen Werte 0.95 und 0.85 in die Spalten darunter ein.

Bei der großen Tabelle mit den Fenstern wird es schwierig: die Eingabe erfolgt scheibenweise und nicht fensterweise (d.h., dass z.B. ein vertikal geteiltes Fenster zu zwei Einträgen führt). Neben den anderen Einträgen wird unterschieden nach der Einbausituation. Dazu gibt es im PHPP-Handbuch auf Seite 53 eine Grafik für die Einbaufaktoren. Bei geteilten Fenstern ist den beiden benachbarten Scheiben je die Hälfte des Rahmenprofils zuzuordnen. Grenzt das Fenster an die Wand (Einbausituation „1“), dann ist zur Breite des Rahmens die Einbaufuge hinzu zu zählen.

In Orientierung, Neigung, Größe, Verglasung, Rahmen und Einbausituation identische Fenster können zusammen gefasst werden („Anzahl“).

Von den ausgewählten Produkten werden nun eingegeben die U-Werte von Rahmen und Verglasung, die  $\Psi$ -Werte der Anschlüsse Rahmen/Verglasung und Verbund im Glasrand<sup>9</sup>.

Der g-Wert der Verglasung wird erst im Blatt Heizwärme eingegeben.

#### 3. Blatt Verschattung

Dieses Blatt ist im PHPP-Handbuch prima beschrieben.

#### 4. Blatt Lüftung

Bevor das Blatt etwas ausgibt, muss erst im Blatt Heizwärme bei Lüftungsanlage/lichte Raumhöhe etwas eingegeben werden (am einfachsten der Standardwert 2.5 m, auch wenn dies von der wahren lichten Raumhöhe abweicht – dient nur der Ermittlung des Luftwechsels).

---

<sup>8</sup> Für den Stand der Genehmigungsplanung sind in PHPP mindestens folgende Blätter auszufüllen:  
notwendig: Objekt, Heizwärme, Fenster, Verschattung und  
Lüftung bis Luftwechselzahl (nicht: Luftwechsel durch Infiltration)

optional: Flächen, U-Werte, mittel U

<sup>9</sup> Tabellen mit diesen ominösen Werten stehen für einige Produkte im PHPP-Handbuch (S. 52 / beiliegende Ergänzung und S. 55)

Wie viel Luft zu- oder abgeführt werden muss, ist in DIN 1946 festgelegt. Für den Zuluftbedarf („Frischlufbedarf“) wird das automatisch aus der Belegungsdichte (Personen/m<sup>2</sup>) bestimmt.

Das ist im Verwaltungsbau auch die mindestens abzuführende Luftmenge. Die vorgegebenen Werte für die Abluft wären also entsprechend zu überschreiben (z.B. an Stelle Küche „Abluftzone“ schreiben, darunter die Zahl 1 einsetzen und darunter die Zahl vom Frischluftbedarf schreiben).

Im Wohnungsbau gibt es dagegen für Bad, Küche, WC Anforderungen an die mindestens abzuführende Luftmenge. Diese Werte stehen eben bereits in der Tabelle drin. Nur einzutragen sind die Anzahl der Küchen, Bäder,... Der größere der beiden Werte Zuluftbedarf / Abluftmenge ist dann maßgebend (wählt das Programm selber aus).

Bei Infiltrationsluftwechsel sind keine Eingaben notwendig.

#### 5. Blatt Heizwärme

Bei den Transmissionswärmeverlusten verfährt man genau wie bei PHVP. Beim Wärmeangebot Solarstrahlung werden nun endlich die g-Werte der gewählten Verglasung eingetragen.

Bei der Lüftungsanlage muss der Wärmebereitstellungsgrad des Wärmetauschers angegeben werden. Hierzu benötigt man ein Produkt und den von einem unabhängigen Prüfinstitut ermittelten Wert für den Wärmerückgewinnungsgrad<sup>10</sup>. Weil auch die amtliche Messung von nicht ganz korrekten Randbedingungen ausgeht (zieht der Wärmetauscher z.B. wegen unzureichender Dämmung falsche Wärme aus dem Gebäude statt aus der Abluft, dann verbessert dies den Messwert!), ist der tatsächliche Wärmebereitstellungsgrad um 12% geringer anzusetzen. In naher Zukunft sind Zertifizierungen durch das Passivhaus-Institut zu erwarten, dann wird's einfacher!

Und nun der Blick nach unten oder ins Blatt Objekt: Grenzwert 15 kWh/m<sup>2</sup>a eingehalten oder nicht?

### **Stufe 3: Die Ausführungsplanung eines Passivhauses...**

...ist Gegenstand eines weiteren Artikels.

---

<sup>10</sup> Angaben sind z.B. im Bulletin des [www.tzwl.de](http://www.tzwl.de) zu finden.

# CHECKLISTE GENEHMIGUNGSPLANUNG EINES PASSIVHAUSES

## Allgemeine Angaben

- Lageplan mit Nordpfeil, Angaben zur Nachbarbebauung (Lage und Höhenprofil)
- Vollständige Pläne (Ansichten, Schnitte, Grundrisse)

## Energetischer Nachweis

- Ausgefülltes PHPP11

## Angaben zur wärmedämmenden und luftdichten Hülle

- Darstellung der Lage der wärmedämmenden und luftdichten Hülle („rote Linie“) in allen hierfür erforderlichen Schnitten und Grundrissen
- Nachvollziehbare Berechnung der Energiebezugsfläche (z.B. PHPP)
- Nachvollziehbare Berechnung der Flächen aller Bauteile der wärmedämmenden und luftdichten Hülle (z.B. PHPP)
- Falls vorhanden: Angaben zu beheizten angrenzenden Gebäuden
  - Fläche der Trennwände
  - Vorgesehene Wärmedämmung der Trennwand
  - Nutzungsart und Dämmstandard (Altbau / Neubau nach 1977) des angrenzenden Gebäudes

## Angaben zur Baukonstruktion

- Regelquerschnitte aller Bauteile der wärmedämmenden und luftdichten Hülle mit Angaben des Materials (Wärmeleitfähigkeit) und der luftdichtenden Schicht. Bei zusammen gesetzten Bauteilen: der Holzanteil in der Dämmschicht.
- U-Wert Berechnung dieser Bauteile (z.B. PHPP)
- Fenster: Produktangaben mit den Werten zu
  - U-Wert und Breite des Rahmens
  - U-Wert und g-Wert Verglasung
  - $\Psi$ -Werte der Anschlüsse Rahmen/Verglasung und Verbund im Glasrand<sup>12</sup>.
- Details aller Anschlüsse der Bauteile der wärmedämmenden und luftdichten Hülle untereinander mit Angaben zur Wärmebrückenfreiheit und zum Anschluss der luftdichtenden Schichten.
- Details von Anschlüssen von Innenbauteilen (Decken und Trennwänden), die in die wärmedämmende und luftdichte Hülle einbinden.
- Details zum luftdichten Anschluss von Durchstoßungen der wärmedämmenden und luftdichten Hülle durch
  - Lüftungskanäle
  - Wasserleitungen und Stromkabel

---

<sup>11</sup> Für den Stand der Genehmigungsplanung sind in PHPP mindestens folgende Blätter auszufüllen:

notwendig:           Objekt, Heizwärme, Fenster, Verschattung und  
                          Lüftung bis Luftwechselzahl (nicht: Luftwechsel durch Infiltration)

optional: Flächen, U-Werte, mittel U

<sup>12</sup> Tabellen mit diesen ominösen Werten stehen für einige Produkte im PHPP-Handbuch (S. 52 / beiliegende Ergänzung und S. 55)

- Entlüftungsrohre und Abwasserleitungen

#### Angaben zur mechanischen Lüftungsanlage

- Im Gebäudeschnitt: Position des Wärmetauschers, der Lüftungskanäle und (falls vorhanden) des Erdreichwärmetauschers
- Wärmetauscher: Angabe des Produktes mit dem Wärmebereitstellungsgrad, ermittelt nach
  - Zertifikat des Passivhaus-Institutes (in naher Zukunft zu erwarten)
  - Dem von einem amtlich zugelassenen Prüfinstitut gemessenen Wärmerückgewinnungsgrad minus 12%
- Im Lageplan: (falls vorhanden) Lage des Erdreichwärmetauschers
- Im Grundriss: Definition von Zuluft-, Überström- und Abluftzonen
- Im Grundriss: Angabe der Luftvolumenströme auf den Zuluft-, Überström- und Abluftzonen (Abgleich)
- (falls vorgesehen) Luftführung außerhalb der Heizperiode (Bypass)

#### Angaben zu Heizung und Warmwasserbereitung

- Art der Wärmeerzeugung für die Heizung und die Warmwasserbereitung
- Im Gebäudeschnitt: Position der Anlagen und der Warm- und Kaltwasserleitungen

#### Angaben zur Sanitärinstallation

- Im Gebäudeschnitt: Position der Anlagen und der Entlüftungsrohre und Abwasserleitungen

## Literatur

Aus dem sehr umfangreichen Schrifttum kann empfohlen werden:

### *Zur allgemeinen Information*

- Tagungsbände der 4. und 5. Passivhaustagung
- Wolfgang Feist: „Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser“

### *Zur luftdichten Hülle*

- „Luftdichte Projektierung von Passivhäusern“ (CEPHEUS-Projektinformation 7)

### *Zum Wärmebrückenfreien Bauen*

- „Wärmebrückenfreies Konstruieren“ Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Protokollband Nr. 16

### *Zur Lüftungsanlage*

- „Dimensionierung von Lüftungsanlagen in Passivhäusern“ Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Protokollband Nr. 17

### *Zu städtebaulichen Aspekten*

- „Stadtplanerische Instrumente zur Umsetzung von Passivhäusern“ Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Protokollband Nr. 19