

WAS SOLL? WAS MUSS?

Der große Katalog der Passivhaus-Qualitätsanforderungen für kühl-gemäßigtes Klima

von IBN – Institut für Bauen und Nachhaltigkeit

Ein Passivhaus bietet dem Nutzer eine sehr hohe Behaglichkeit bei gleichzeitiger Minimierung des Energieverbrauchs. Davon profitieren der Nutzer, aber auch Umwelt und Klima. Viele Bauschäden werden durch die Passivhausbauweise von vorneherein vermieden. Damit ein Gebäude tatsächlich als Passivhaus bezeichnet werden kann, gibt es eine Reihe von Kriterien, die eingehalten werden müssen (Prüfkriterien). Andere Kriterien werden gefordert, damit die hohen Passivhausansprüche an die Gebäudequalität eingehalten werden. Diese Kriterien bzw. Empfehlungen sind mit der Zertifizierungsstelle, dem Nutzer und den geltenden Normen abzustimmen. Bei massiver Abweichung von den Empfehlungen kann das Zertifikat verweigert werden.

Der nachfolgende Katalog wurde im Auftrag des Passivhaus Kompendiums durch IBN Passivhaus-Technik/Institut für Bauen und Nachhaltigkeit erstellt. Entstanden ist die derzeit vermutlich ausführlichste Darstellung der Passivhauskriterien, die detailliert darüber informiert, welche Anforderungen an Planung und Ausführung unumstößlich sind und welche aus Sicht der Autoren empfehlenswert bzw. zu hinterfragen sind.

Anforderungen Gebäudehülle

BAUTEILE

□ U-Wert opake Bauteile

$U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Um den Wärmeverlust so weit zu minimieren, dass der Passivhausstandard erreicht wird, ist eine besonders gut gedämmte Gebäudehülle notwendig. Der Grenzwert von $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ist im Einfamilienhausbereich eine gute Richtschnur für Bodenplatte und Außenwände, das Dach von kleinen Gebäuden sollte sogar noch besser gedämmt sein. Jedoch gibt es auch Gebäude, die aufgrund ihres guten A/V-Verhältnisses (vor allem große kompakte Gebäude wie Schulen und Büros) leichter den Passivhausstandard erreichen. Hier empfiehlt sich aus Sicht des IBN ein U-Wert von $0,20\text{-}0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

□ U-Wert Fenster $U_w < 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Der U_w -Wert ist der Wärmedurchgangskoeffizient, den der Fensterbauer angibt. Er sollte etwas unter $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ liegen, da das Fenster im eingebauten Zustand schlechter wird, und die Einbauwärmebrücken auf den U-Wert des Fensters aufgeschlagen werden. Das Fenster selbst muss also so gut sein, dass es mit Einbauwärmebrücken das nächstgenannte Kriterium erfüllt:

□ U-Wert Fenster eingebaut

$U_{w, \text{ eingebaut}} < 0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

In einem Passivhaus kann man mit der Zuluft heizen – und damit können auch die Heizkörper unter den Fenstern entfallen, die in früheren Hausgenerationen üblich waren. Damit die Luft am Fenster nicht abkühlt und es zu Kaltluftströmen oder Strahlungswärmeent-

zug kommt, muss der U-Wert des Fensters besonders gut sein. Der Grenzwert von $0,85 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ stellt für ein Fenster mit einem Referenzmaß von $1,23 \text{ m} \times 1,48 \text{ m}$ sicher, dass es auch bei eisigen $-16 \text{ }^\circ\text{C}$ Außentemperatur an der raumseitigen Scheibe noch behaglich ist! Bei einzelnen Fenstern ist es aber nicht gravierend, wenn der Grenzwert etwas überschritten wird, z. B. wenn das Fenster kleiner ist, eine Wärmequelle unterhalb des Fensters angeordnet ist oder es sich um Fenster von Räumen handelt, die nicht für den ständigen Aufenthalt bestimmt sind (Flure oder Abstellräume). Für Gegenden, in denen die Außentemperatur (im gleitenden 12-Stunden-Mittelwert) selten unter $-16 \text{ }^\circ\text{C}$ fällt, kann der Passivhausplaner errechnen, welcher $U_{w, \text{ eingebaut}}$ -Wert des eingebauten Fensters zulässig ist.

WÄRMEBRÜCKEN

□ Definition wärmebrückenfrei

$$\sum \Psi \cdot l + \sum X \leq 0$$

Es ist eine Standard-Planungsempfehlung, dass jedes Passivhaus „wärmebrückenfrei“ gebaut werden soll; rundherum lückenlos gedämmt. Hier und da gibt es jedoch immer Punkte und Strecken, die mehr oder weniger Wärme durchlassen als der Rest der Gebäudehülle. Wenn diese Wärmebrücken insgesamt den Jahresheizwärmebedarf nicht erhöhen, darf man beim Passivhaus von „Wärmebrückenfreiheit“ sprechen. Aber auch wenn es im Einzelfall nicht zu schaffen ist, das Gebäude „wärmebrückenfrei“ zu planen und bauen, kann das Haus ein Passivhaus werden. Doch Vorsicht: Dieses Kriterium schließt nicht aus, dass Wärmebrücken existieren, die Bauschäden verursachen könnten!

□ Vereinfachtes Kriterium

$\Psi < 0,01 \text{ W}/(\text{mK})$

Wenn der Wärmeverlustkoeffizient Ψ (Psi) jeder einzelnen Wärmebrücke unter $0,01 \text{ W}/(\text{mK})$ liegt, kann davon ausgegangen werden, dass auch die Summe der Wärmebrückenverluste den Jahresheizwärmebedarf nicht negativ beeinflusst, damit ist oben genanntes Kriterium vereinfacht nachgewiesen.

Über die Minimierung des Psi-Wertes hinaus gibt es die Möglichkeit, die Wärmebrücke zu „bremsen“, indem man die eigentlich kalte Außenseite erwärmt. Das mag abwegig klingen, ist aber gerade im Erdreich ein kluger „Trick“, wenn das Erdreich z. B. durch Wärmeüberschüsse einer solarthermischen Anlage erwärmt wird. In diesem haben die Wärmebrücken der Bodenplatte keinen Abnehmer mehr für die Raumwärme und die Wärme bleibt einfach im Gebäude, egal wie groß die Wärmebrücke ist. Wird das ΔT zehnmals kleiner, kann der Wärmeverlustkoeffizient der Wärmebrücke also zehnmals größer werden, ohne dass die Gebäudeenergiebilanz beeinflusst wird!

LUFTDICHTHEIT

■ ■ Leckageluftwechsel $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$

Der Luftdichtheitswert von $< 0,6 \text{ h}^{-1}$ ist ein absolutes Muss im Passivhaus und das einzige Qualitätsmerkmal, das messtechnisch nachgewiesen werden muss.

Der Wert bedeutet konkret, dass bei 50 Pa Differenzdruck (hoher Über- oder Unterdruck im Gebäude) durch die Leckagen der Gebäudehülle in einer Stunde maximal 60% des Gebäudenettovolumens strömen darf. Das ist tatsächlich wenig und ein Beweis dafür, dass es nur wenige Fugen, Löcher und Risse in der Gebäudehülle eines Passivhauses gibt. Mit der

□ **Wichtig für die hohe Qualität eines Passivhauses;** diese Empfehlung soll eingehalten werden.

■ **Besonders wichtig; laut Passivhaus Institut ein Muss-Kriterium,** das jedoch im PHPP nicht geprüft wird.

■ ■ **Besonders wichtig; ein Muss-Kriterium für die Zertifizierung,** das auch im PHPP geprüft wird.

hohen Luftdichtheit vermeidet man gleich mehrere Dinge: unbehagliche Kaltluftströme durch Leckagen, Wärmeverluste durch entweichende warme Raumluft und Bauschäden durch feuchtwarme Warmluft, die in das Bauteil strömt und auf der Kaltseite kondensiert. Außerdem minimiert eine optimierte Luftdichtheit die Heizlast (das Heizsystem kann kleiner werden) und die laufenden Heizkosten! Weil dieser Gebäudekennwert so viel Gewicht hat, ist das Einhalten beim Passivhaus ein Muss! Zu empfehlen ist sogar, bei großen Gebäuden den Luftwechsel auf bis zu $0,3 \text{ h}^{-1}$ anzustreben – dies kann durchaus 100 000 Euro an zusätzlicher Dämmung sparen und ist einer der wirtschaftlichsten Wege, ein Passivhaus zu bauen. Die zu erwartende Luftdichtheit kann im Vorfeld berechnet werden, jedoch braucht man dann auch Planer, die die Umsetzung garantieren, sonst sollte man weiter mit 0,6 projektieren. Je kleiner das A/V-Verhältnis, desto eher macht es übrigens auch Sinn, nicht den n_{50} -, sondern den q_{50} -Wert (m^3/h pro m^2 Hüllfläche) zu begrenzen.

TEMPERATUREN

□ Operative Temperatur innerhalb der thermischen Hülle um $\theta_{\text{op}} = 21 \text{ °C}$

Die operative Temperatur setzt sich aus der mittleren Temperatur aller Oberflächen und der Raumlufttemperatur zusammen. Dazu werden beide Temperaturen addiert und durch zwei geteilt. Während der Nutzungszeit muss die mittlere operative Temperatur in der Heizperiode um 21 °C liegen.

Für Deutschland ist ein Wert von 22 °C nach Erkenntnissen der Autoren von IBN sicher realistischer, in Büros sogar 23 °C und in Einrichtungen wie Pflegeheimen 24 °C . Die optimale operative Raumtemperatur kann mit den Randbedingungen und Formeln der international gültigen ISO 7730 ermittelt werden. Im PHPP wird standardmäßig mit nur 20 °C gerechnet. Die EnEV sieht sogar nur 19 °C vor. Der reale Verbrauch liegt demzufolge signifikant höher!

□ Minimale Temperatur von Raumschließungsflächen:

$$\Delta\theta_{\text{si}} \geq \theta_{\text{op}} - 4,2 \text{ K}$$

Die minimale Temperatur von Raumschließungsflächen dient als Behaglichkeitskriterium. Gegenüber der mittleren operativen Raumtemperatur darf die minimale Oberflächentemperatur um maximal $4,2 \text{ K}$ abweichen. Bei einer größeren Differenz kann es zu störendem Kaltluftabfall und Strahlungswärmeentzug kommen. Dieses Kriterium ist insbesondere bei großen Fenstern wichtig – bei der im Passivhaus üblichen guten Dreifachverglasung gibt es keine Behaglichkeitsprobleme. Mit einer Zweifachverglasung könnte dieses wichtige Kriterium nicht eingehalten werden.

□ Geringe Streuung der operativen Temperatur im Raum:

$$\Delta\theta_{\text{op}} \leq \pm 1,1 \text{ K}$$

Innerhalb eines Raumes darf die operative Temperatur nicht um mehr als $1,1 \text{ K}$ um den Mittelwert schwanken. Dies ist sinnvoll, da so keine „kalten Ecken“ im Raum entstehen und sich die Bewohner rundum wohl fühlen.

□ Begrenzung der Strahlungstemperatur Asymmetrie:

$$\Delta\theta_{\text{rmt_ass}} \leq 5,0 \text{ K}$$

Der Temperaturunterschied der kältesten und der wärmsten Raumhälfte darf nicht größer als 5 K sein (gilt nicht für kleinflächige Heiz- und Kühlflächen).

■ Maximale Raumlufttemperatur:

$$\theta_{\text{Luft}} \leq 25 \text{ °C}$$

Damit es im Sommer im Passivhaus genauso behaglich ist wie im Winter, darf die Raumlufttemperatur innerhalb der Nutzungszeit 25 °C nur an wenigen Stunden im Jahr übersteigen. Bei Außentemperaturen über 32 °C muss die Raumlufttemperatur 6 °C unter der Außenlufttemperatur bleiben. Parallel zu dieser Regelung des Passivhaus Instituts gilt die DIN 4108 Teil 2, welche diese Grenztemperatur zwar für den größten Teil Deutschlands ver-

gleichbar vorgibt, jedoch gibt es Abweichungen nach oben und nach unten. Auch unterscheidet die Norm zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden. So dürfen Wohngebäude 1200 Kh/a und Nichtwohngebäude 500 Kh/a über der Grenztemperatur liegen. 1200 Kh sind schon erreicht, wenn die maximale Raumtemperatur an 120 Tagen um 10 K überschritten wird.

□ Vermeidung von Fußkälte:

$$\Delta\theta_{1,1-0,1 \text{ m}} \leq 1,6 \text{ K}$$

Der Temperaturunterschied vom Knöchel ($0,1 \text{ m}$) bis zum Kopf ($1,1 \text{ m}$) einer sitzenden Person darf nicht größer als $1,6 \text{ K}$ sein. Die Knöchelzone ist ein temperaturempfindlicher Körperbereich und reagiert sensibel auf Auskühlung durch niedrige Temperatur und Luftströmung.

■ Maximale Wasseraktivität (Innenbauteile): $a_w \leq 0,80$

Die Wasserdampfaktivität entspricht der relativen Luftfeuchtigkeit an und in einem Baustoff und beschreibt das Bestreben, von einer in die andere Phase zu wechseln; Wasser geht in die Gasphase über zu Wasserdampf. Die maximale Wasseraktivität ist vom Dampfdruck und der relativen Luftfeuchte abhängig. Übersteigt sie einen Wert von $0,80$ kann es zu Schimmelbildung kommen. Auch die Oberflächentemperatur beeinflusst die Wasseraktivität. Unter normalen Innenraumbedingungen wird eine minimale Oberflächentemperatur von $12,6 \text{ °C}$ gefordert. Nach DIN 4108 Teil 4 gilt die Unterschreitung von $12,6 \text{ °C}$ an konstruktiv bedingten Wärmebrücken als nicht zulässig, damit Kondensation und der damit verbundene mögliche Schimmel nicht auftreten können.

Anforderungen Heizperiode

■ ■ Jahresheizwärmebedarf

$q_H < 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ oder → Heizlast

Die Zertifizierbarkeit eines Passivhauses wird meist durch die Begrenzung des Jahresheizwärmebedarfs in ständig beheizten Gebäuden q_H auf $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ nachgewiesen. Alternativ können ständig beheizte Gebäude auch zertifiziert werden, wenn die Heizlast p_H unter $10 \text{ W}/(\text{m}^2)$ liegt, obwohl $q_H > 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ist. Dieser Fall kann insbesondere in kälteren Klimazonen auftreten. Dies ist so, weil das Heizlastkriterium das ursprüngliche Kriterium ist, das zur Definition des Passivhausstandards geführt hat. Der Jahresheizwärmebedarf wurde eingeführt, um einen Bezug zu aktuellen Normungen und Verordnungen und eine Vergleichbarkeit mit diesen herzustellen.

■ ■ Heizlast

$p_H < 10 \text{ W}/(\text{m}^2)$ oder → Jahresheizwärmebedarf

Warum ist die Heizlast ausgerechnet auf $10 \text{ W}/\text{m}^2$ beschränkt? Überall auf der Welt kann pro Person von einem Frischluftbedarf von $30 \text{ m}^3/\text{h}$, einer Raumtemperatur von 20 °C und einer maximalen Zulufttemperatur von 50 °C ausgegangen werden. Die Zulufttemperatur ist begrenzt, da es bei höheren Temperaturen laut Passivhaus Institut zu Staubverschwehlungen an den Wärmetauschern kommen kann. Bei der gegebenen Wärmekapazität der Luft von $0,33 \text{ Wh}/(\text{m}^3\text{K})$ ergibt sich eine maximal transportierbare Wärmeleistung von 300 W pro Person. Bei einer durchschnittlichen Wohnfläche von 30 m^2 pro Person resultiert daraus die maximale Heizlast von $10 \text{ W}/\text{m}^2$. Dies ist eine pauschale Aussage für die erste Aussage „Das Haus kann über die Zuluft geheizt werden“ und muss genauer geprüft werden.

□ **Heizleistung Zuluft** $p_H < p_{Zuluft;Max}$

Die Heizleistung der Zuluft ($p_{Zuluft;Max}$) liegt nicht immer bei $10 \text{ W}/\text{m}^2$, sondern hängt von der tatsächlichen Luftwechselrate und der Zulufttemperatur ab. Wenn man allein mit der Zuluft heizen möchte, muss die Heizlast des Gebäudes in jedem Fall kleiner als die maximal über die Zuluft transportierbare Leistung sein, sonst wird es nicht ausreichend warm.

□ **Wichtig für die hohe Qualität eines Passivhauses;** diese Empfehlung soll eingehalten werden.

■ **Besonders wichtig; laut Passivhaus Institut ein Muss-Kriterium,** das jedoch im PHPP nicht geprüft wird.

■ ■ **Besonders wichtig; ein Muss-Kriterium für die Zertifizierung,** das auch im PHPP geprüft wird.

Anforderungen Kühlperiode

□ Übertemperaturhäufigkeit

$\eta_{\theta \geq \theta_{max}} < 10 \%$, in Schulen, Bürogebäuden etc. $< 5 \%$

Die Limitierung der Übertemperaturhäufigkeit bedeutet, dass eine Raumtemperatur von 25 °C nur maximal 10% der Nutzungszeit überschritten werden darf, ansonsten sind zusätzliche Maßnahmen zum Schutz vor Sommerhitze erforderlich.

■ ■ Kühlbedarf

$q_K < 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ oder → Kühllast

Für den Fall, dass ein Gebäude aktiv gekühlt werden muss, ist der Nutzkältebedarf zu beschränken, damit auch der Primärenergiebedarf und die Kühlkosten klein bleiben.

■ ■ Kühllast

$p_K < 10 \text{ W}/\text{m}^2$ oder → Kühlbedarf

Analog zur Heizlast ist auch die Kühllast auf unter $10 \text{ W}/\text{m}^2$ beschränkt. Wird die Kühllast als Muss-Kriterium herangezogen, gelten veränderte Anforderungen an den Kühlbedarf. Die aktuellen Anforderungen für Kühlen und Entfeuchten haben vorläufigen Charakter. Die tatsächlichen Kriterien sind jeweils bei der zertifizierenden Stelle zu erfragen.

Anforderungen Haustechnik

LÜFTUNGSGERÄT

□ **Behaglichkeit** $\theta_{Zuluft} > 16,5 \text{ °C}$

Um die Möglichkeit der Heizung allein über die Zuluft zu gewährleisten und um einen minimalen Behaglichkeitsstandard zu definieren, wird bei einer Außenlufttemperatur von -10 °C eine Zulufttemperatur von mindestens $16,5 \text{ °C}$ gefordert. Außerdem soll die Zuluft zur Sicherstellung der Behaglichkeit der Bewohner idealerweise außerhalb des Aufenthaltsbereiches (z. B. unter der Decke) waagrecht eingebracht werden.

□ **Effizienz Wärme** $\eta_{WRG,t,eff} > 75 \%$

Erst wenn das Lüftungsgerät einen Wärmebereitstellungsgrad von 75% oder besser hat, wird das oben genannte Behaglichkeitskriterium, wonach die Zulufttemperatur mindestens $16,5 \text{ °C}$ betragen muss, eingehalten. Dieser

niedrige Grenzwert ist für Gerätehersteller interessant, die ihr Gerät als „Passivhaus geeignet“ zertifizieren lassen wollen. In der Regel sind die Wärmebereitstellungsgrade heute wesentlich besser! Zur Planung eines Passivhauses empfiehlt IBN, einen Wärmebereitstellungsgrad um 90% zu wählen. Dadurch lässt sich für einen überschaubaren Mehraufwand so viel Heizenergie einsparen wie mit kaum einer anderen Stellschraube.

□ **Effizienz Strom** $p_{el} < 0,45 \text{ Wh}/\text{m}^3$

Eine Lüftungsanlage gewinnt im Passivhaus die Wärme zurück – jedoch brauchen die Ventilatoren Strom, um die Luft zu transportieren. Damit hier keine Energie verschwendet wird, ist die zulässige elektrische Leistungsaufnahme des Gerätes begrenzt. Je Kubikmeter Luft, den das Gerät befördert, darf es nicht mehr als $0,45 \text{ Wh}$ verbrauchen. Anders ausgedrückt: Bei einer Betriebsstufe von z. B. $100 \text{ m}^3/\text{h}$ darf die Gesamtgeräteanschlussleistung nicht mehr als 45 Watt betragen. Dieses Kriterium gibt es seit den Anfängen der Passivhausdefinition. Auf dem Markt der effizienten Ventilatoren hat sich seither viel bewegt, sodass p_{el} unter $0,25 \text{ Wh}/\text{m}^3$ heute problemlos möglich ist. Aus Sicht von IBN sollte dieses Kriterium angepasst werden.

□ **Dichtheit** **Leckage** $< 3 \%$

So wie man die Luftdichtheit von Gebäuden prüft, werden auch bei Lüftungsgeräten die Leckagevolumenströme mit einer Differenzdruckmessung ermittelt. Damit die Abluft nicht über undichte Gerätefugen in die frische Zuluft gelangt oder die Fortluft die Außenluft erwärmt und verunreinigt, dürfen die ermittelten Leckvolumenströme sowohl für Unter- als auch für Überdruck nicht größer als 3% des mittleren Volumenstromes des Einsatzbereiches des Wohnungslüftungsgerätes sein.

□ **Dysbalance** $< 10 \%$

Dieses Kriterium bezieht sich auf den Betrieb einer Lüftungsanlage. Wenn das Lüftungsgerät in einem Einfamilienhaus auf einen Luftwechsel von z. B. $120 \text{ m}^3/\text{h}$ einreguliert wurde, dann dürfen Zu- und Abluftvolumenstrom im Laufe der Zeit um nicht mehr als $12 \text{ m}^3/\text{h}$ voneinander abweichen. Der Volumenstrom ver-

ändert sich vor allem durch das Verschmutzen der Filter. Eine zu hohe Dysbalance führt dazu, dass die Luft durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle angesaugt oder herausgedrückt wird, was den Heizwärmebedarf erhöht und auch zu Bauschäden führen kann. Auch der Betrieb von Feuerstätten kann durch eine Dysbalance gestört werden.

□ Stand-by-Leistung < 1 W

Dieses Kriterium gewinnt an Bedeutung, wenn die Lüftungsanlage häufiger ausgeschaltet wird, z. B. in Nichtwohngebäuden außerhalb der Geschäftszeiten.

□ Schalldruckpegel im Aufstellraum < 35 dB(A)

Der Geräuschpegel des Lüftungsgerätes wird bei einer äquivalenten Schallabsorptionsfläche von 4 m² so gemessen, wie er vom menschlichen Ohr gehört wird. Wird die Grenze nicht eingehalten, ist die Aufstellung in einem separaten Raum (Technikraum, Nebenraum) erforderlich.

■ ■ Frostschutz frostfrei bei -15 °C

Es ist sicherzustellen, dass sowohl ein Zufrieren des Wärmeübertragers als auch das Einfrieren eines hydraulischen Nachheizregisters ausgeschlossen werden kann. Dafür allerdings ist eine Unterbrechung des Außenluftstroms bei Luftheizung nicht zulässig, weil dadurch Dysbalance und in Folge Infiltration erzwungen wird, die zu hohen Heizlasten führt (besonders bei -15 °C!).

LÜFTUNGSANLAGE

□ Schalldruckpegel in Wohnräumen < 25 dB(A)

□ Schalldruckpegel in Nebenräumen < 30 dB(A)

Erwachsene hören noch bis etwa 20 dB(A), Kinder nehmen sogar leise Geräusche bis 10 dB(A) wahr. Wer messen und nachweisen will, dass die Lüftungsgeräusche im Wohnraum allein weniger als 25 dB(A) betragen, wird es schwer haben, denn es werden immer auch andere Geräuschquellen (z. B. leiser Straßenlärm, Nachbarn etc.) mitgemessen.

Dem Lüftungsgerät muss daher eine Einbau-Anleitung beiliegen, die Auskunft darüber gibt, wie der Schallpegel in Wohnräumen

unter 25 dB(A) und in Funktionsräumen unter 30 dB(A) eingehalten werden kann. Interessant: Laut DIN 4109 sind in Wohn- und Schlafräumen sogar durch Lüftungsanlagen verursachte Schalldruckpegel von 35 dB(A) zulässig, sofern es sich um Dauergeräusche ohne auffällige Einzeltöne handelt.

□ Raumlufthygiene – Außenluftfilter mindestens F7

Damit auch die feinsten Partikel der Luft nicht ins Haus gelangen, empfiehlt das Passivhaus Institut eine frontständige Anordnung eines Feinfilters der Klasse 7 – damit verbundene sinnvolle Empfehlungen sucht man allerdings vergeblich. Ein vorausschauender Planer sieht sofort, dass schon wenige grobe Partikel reichen, um den teuren F7-Filter schnell verschmutzen zu lassen.

Empfehlenswert ist daher eine dreistufige Filterung, die langsam verschmutzt und geringe Wartungskosten aufweist: ein Grobfilter G3, ein mittlerer Filter M5 und erst zuletzt der Feinfilter F7. Details zur Filterklassifizierung findet man in der EN 779.

□ Raumlufthygiene – Abluftfilter mindestens G4

Schon lange am Markt und doch oft vergessen: der Abluftfilter. Wer ihn ernst nimmt, kann sich von vielfach ausgestrahlten Schreckensbildern schlecht gewarteter Lüftungsanlagen nicht beeindrucken lassen. Der Abluftfilter ist so einfach zu warten wie ein Staubsaugerbeutel. Man sollte alle paar Wochen den Zustand der Filter überprüfen und kann sie gegebenenfalls auch mal absaugen. Der gute Passivhausplaner sorgt dafür, dass die Filterflächen auf Außen- und Abluftseite etwa gleich schnell verschmutzen, damit die Dysbalance begrenzt bleibt.

Anforderungen Heizungs- und Warmwassersystem

Das Passivhaus Institut sagt allgemein, dass sich die im Passivhaus eingesetzte Technik bezüglich der Effizienz mindestens am durchschnittlichen Stand der in Neubauten eingesetzten Komponenten orientieren muss, weil aufgrund des sehr geringen Wärmebedarfs die

Effizienz der Energieumwandlung im Vergleich zu Standardneubauten an Bedeutung verlieren würde. Daher werden keine (teuren) Systeme mit höchst verfügbarer Effizienz gefordert. In der Praxis kommt es jedoch häufig zu einem höheren Nutzenergiebedarf als projektiert, daher empfiehlt es sich, hier genau hinzuschauen und z. B. die Warmwasserleitung 200 % zu dämmen.

Anforderungen Primärenergiebedarf

■ ■ Primärenergiekennwert

$Q_{PE} < 120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$

Statt Einzelmaßnahmen innerhalb der Prozesskette von Endenergielieferung bis hin zur Verteilung und Bereitstellung der Nutzenergie im Haus zu fordern, begrenzt das Passivhaus Institut den zulässigen nicht erneuerbaren Primärenergiebedarf des Gebäudes, der für alle Energieverbräuche (Warmwasser, Heizung, Kühlung, Hilfs- und Haushaltsstrom) anfällt. So wird es dem Passivhausplaner überlassen, für die jeweils vorliegende Bauaufgabe die effizienteste und zugleich planerisch sinnvollste Lösung zu finden, um den Grenzwert von 120 kWh/(m²a) zu unterschreiten.

Was sich bis vor Kurzem gelegentlich als Hürde erwies, ist seit dem 1. Mai 2014 deutlich erleichtert worden, als nämlich der Primärenergiefaktor für Strom von 2,6 auf 2,4 gesenkt wurde. Die nächste Reduzierung auf 1,8 erfolgt am 1. Januar 2016. Mit dieser Erleichterung scheinen Energiesparmaßnahmen weniger sinnvoll, daher sollte auch der zulässige Primärenergiekennwert für das Passivhaus entsprechend reduziert werden. IBN empfiehlt insbesondere für Nichtwohngebäude, einen Primärenergiebedarf von 100 kWh/(m²a) zu definieren.