

Integration von Öffnungsanteilen in die Passivhaushülle

Michael Trykowski , Karin Tollkühn
 Architekturbüro Trykowski
 Lonnershof 2
 96158 Frensdorf
 Tel.: 09502 8080
 e-mail info@trykowski.de
 www.passivhaus-design.de

1 Zusammenfassung

Dieser Vortrag ist im wesentlichen als Bericht aus der Praxis zu verstehen.

Vergleicht man den Energiebedarf der opaken Hülle eines Passivhauses mit dem Energiebedarf der transparenten Außenwandanteile (ohne Berücksichtigung der solaren Gewinne), dann erkennt man, dass Öffnungsanteile trotz aller technischen Fortschritte immer noch als energetische Schwachstellen in der Hülle zu betrachten sind.

Objekt: Musterhaus Klein		Standort: 12345 Musterstadt		Gebäudetyp/Nutzung: Einfamilienhaus		Energiebezugsfläche A _{EB} : 119,2 m ²		pro m ² Energiebezugsfläche		
Bauteile	Temperaturzone	Fläche m ²	U-Wert W/(m ² K)	Reduktionsfaktor f _t	G _t kWh/a	=	kWh/a			
1. Außenwand	A	168,0	0,120	1,00	84,0	=	1699			
2. Dach	A	91,2	0,119	1,00	84,0	=	911			
3. Kellerdecke	B	77,1	0,107	0,50	84,0	=	346			
4. Haustür	A	2,5	0,800	1,00	84,0	=	170			
		U-Wert Verglasung								
10. Fenster	A	25,4	0,80	1,00	84,0	=	1707			
x wärmebrückenfrei konstruiert		Länge [m]	Ψ-Wert [W/(mK)]							
Wärmebrücken		145,7	-0,01	1,0	84	=	-122			
Summe aller Hüllflächen		364,2								
Transmissionswärmeverluste Q_T							Summe	4711	kWh/(m ² a)	39,5

Abb 1.: Berechnung der Energieverluste Musterhaus nach PHPP
 Öffnungsanteile: 8 % der Gesamthüllfläche bei 40 % der Energieverluste

Außerdem zeigt die Erfahrung aus vielen Passivhäusern, daß gerade hier trotz intensiver Planung und Bauleitung bei der Ausführung Fehler und Qualitätsmängel gehäuft auftreten. Dies erhöht die Gefahr, daß die rechnerisch zugrundegelegten Werte in der Realität nicht erreicht werden.

Wesentlich für ein energetisch und architektonisch gutes Resultat in der Praxis sind:

- eine Planung, die ein integrales Konzept mit optimalen Werten nach dem aktuell technisch und wirtschaftlich erreichbaren Stand fordert,
- und Rahmenbedingungen in der Bauwirtschaft, die eine Umsetzung dieser Planung ohne Qualitätsverluste durch hochwertige Produkte und geschultes, problemsensitives Personal zum Normalfall werden lassen.

2 Anforderungen

2.1 Minimaler Energieverlust

- Scheibe dreifachverglast mit $U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ und $g \geq 55 \%$
- thermisch trennende Abstandshalter
- tiefer Randeinstand
- U-Werte von Blendrahmen und Flügel \leq U- Wert Verglasung
- gute Überdämmbarkeit des Rahmens, Entwässerung der Dichtungsebene (siehe hierzu allgemein auch die sehr ausführlichen Untersuchungen des PHI)

2.2 Maximaler Solarenergiegewinn

- Bewertung und ggf. Minimierung externer Verschattung in der Heizperiode.
 - Bewertung und Reduktion/ Berücksichtigung „selbstgemachter“ Verschattung.
- Bedingt durch die beim Passivhaus notwendige Dämmstärke ist es sinnvoll geworden, wieder über ein altes Detail der Solararchitektur nachzudenken, die schräge Leibung. Der Unterschied bei den solaren Gewinnen für ein normales Wohnhaus kann hier bei 3 % liegen.

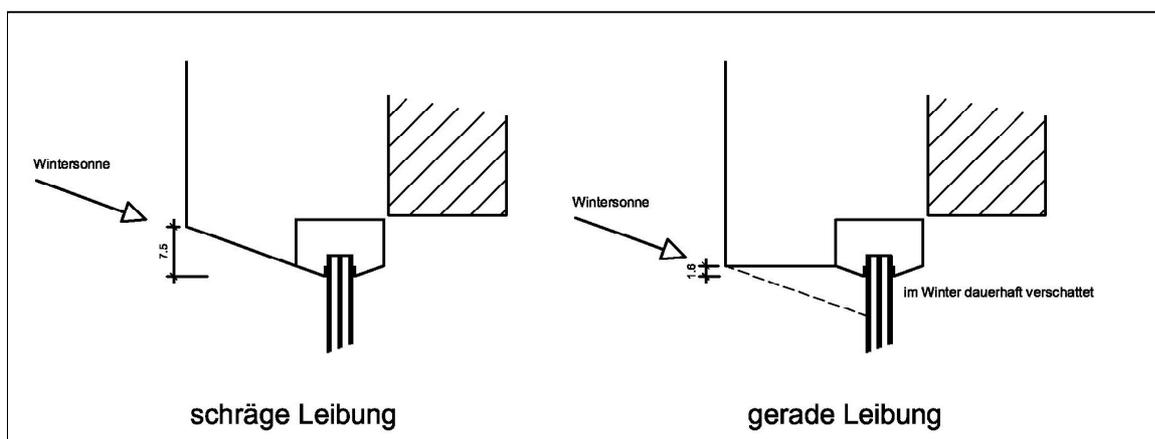


Abb 2.: Prinzipdetailschnitte gerader und schräger Sturz/Leibung mit Verschattung bei Wintersonne

Auch der Sonnenschutz ist möglichst ohne dauerhafte Verschattung zu integrieren. Vorteil einer schrägen Leibung ist außerdem, dass für den Bewohner der Ausblick nicht behindert wird, bzw. die starken Dämmschichten weniger stark spürbar sind.

2.3 Gewährleistung der luftdichten Hülle

- dauerhaft funktionierende Anbindung der luftdichten Ebene an den Blendrahmen.
- dauerhaft dichtschießende und verzugsfreie Konstruktion der Öffnungsanteile mit der Möglichkeit zum Nachjustieren
- dichtschießender Verglasungsrand
- Berücksichtigung der Anbindung der winddichten Ebene an den Blendrahmen

2.4 Verschattung

Außenliegende Verschattung ist beim Passivhaus für den sommerlichen Wärmeschutz unverzichtbar. Die Möglichkeiten sind Rolladen, Jalousien, Markisen, Fensterläden und feststehende horizontale Verschattungselemente (diese funktionieren nur auf der Südseite)

Bei der Festlegung ist folgendes zu beachten:

– Verschatten ohne zu verdunkeln.

Das Passivhaus benötigt vor allem auf der Ost und Westseite Verschattungselemente, die nicht zwangsweise gleichzeitig verdunkeln, wie der gewohnte Rolladen. Ein möglichst freier Durchblick bei Verschattung ist notwendig. Jalousien sind hier eindeutig die erste Wahl. Andere Möglichkeiten sind Markisen mit transluzentem Stoff und Aussteller oder im traditionellen Bauen Fensterläden mit verstellbaren Jalousien.

– Blendung im Randbereich

In Zusammenhang mit/ ohne schräger Leibung ist als Komfortfaktor der Anteil der Blendung im Randbereich bei vollständiger Verschattung möglichst gering zu halten.

– luftdichte Hülle und Wärmebrücken

Um die luftdichte Hülle und die Wärmebrückenfreiheit nicht zu gefährden, ist die elektrische Bedienung der Verschattungselemente fast unumgänglich. (Ausnahme sind von außen erreichbare Fensterladensysteme)

Außerdem besteht so die Möglichkeit der Automatisierung des Sonnenschutzes im Sommerbetrieb.

Eine weitere Anforderung ist die gute Integration des Sonnenschutzes (Kasten, Halterung) in die Wärmedämmung ohne Erzeugung von Wärmebrücken.

– Reduktion des Energiebedarfs

Ein Punkt zur signifikanten Verbesserung des Wärmebedarfs stellen Verschattungselemente dar, die gleichzeitig den Wärmedurchgang des gesamten Öffnungsanteils reduzieren.

Diese variablen Wärmedämmanteile im Bereich der Außenwandöffnungen könnten bei Reduktion der Kostensituation eine echte Revolution in Richtung Nullenergiehaus bewirken.

– Integration an das Fenster/ Türelement.

Hier gibt es als reale Utopie das Öffnungselement aus dem Wohnmobilmarkt mit fertiger Integration aller notwendigen Elemente an die Verglasung.



Abb 3.: Innenansicht Verschattung Passivhaus

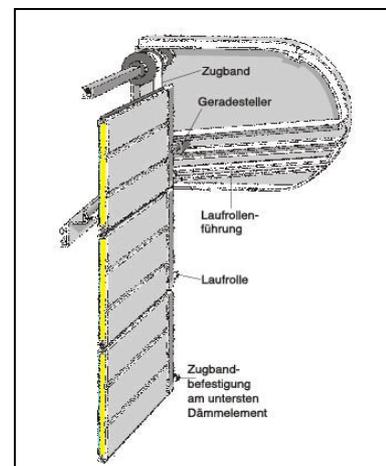


Abb 4.: Detail Beispiel Vakurolladen Typ Vakutemp

2.5 Architektonische Freiheit.....

Dies ist ein leidiges Thema. Man plant ein Haus, eine Fassade und nach Vergabe auf Basis einer produktneutralen Ausschreibung stellt man fest, daß dieser Anbieter das Geforderte so nicht herstellen kann.

Folgende Anforderungen sind z.B. nicht selbstverständlich :

- Auswahl geeigneter Glasqualitäten
- Türflügel mit Höhe über 2,25
- 2- flügelige Konstruktionen mit Stulp, die ausreichend wärmedämmend und dicht sind
- Ausführung von Modellscheiben
- Zusammenstellung mehrerer Elemente zu großflächiger Verglasung oder Kombination mit Pfosten-Riegel
- Türgriffe bei Terrassentüren außen
- Lieferung und Montage komplett aus einer Hand von Fenstern, passendem Sonnenschutz UND Haustüren im gleichen Design.

2.6 Montage – Lebensdauer – Recycling

2.6.1 Montage

Für die Montage sollten sämtliche notwendigen Materialien vom Anbieter in entsprechender Qualität angeboten werden können wie :

- entsprechendes Befestigungsmaterial (Stahl / GfK- Winkel mit entsprechender Größe und vorgebohrt)
- Dichtkragen mit Verklebungsmaterial
- Die Befestigung und Lastabtragung sollte möglichst ausschließlich über die Seiten möglich sein, die Schwelle ausreichend eigenstabil.
- Ein wichtiger Punkt für eine geglückte Montage ist auch die Berücksichtigung der späteren Montage der inneren Leibungsverkleidung. Dichtkragen und knapper Blendrahmen/ Scharniere machen dies oft sehr schwer.

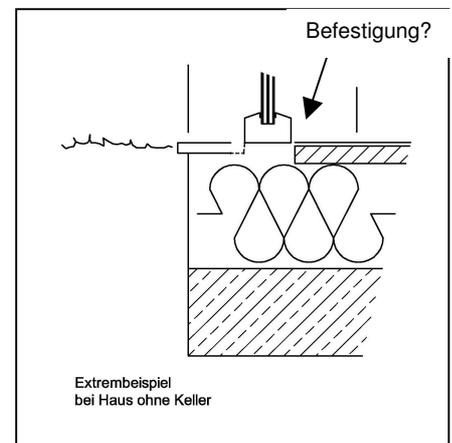


Abb 5: Prinzipdetail Terrassentür bei Massivhaus Bodenplatte ohne UG)

2.6.2 Lebensdauer

Hier sind vor allem hervorzuheben:

- der spannungsfreie Einbau der Scheiben zur Vermeidung von Glasbruch
- alterungsbeständige Dichtungsprofile
- entsprechende Randverbindungen zur Reduktion der Edelgasdiffusion
- Einsatz langzeitstabiler Abdichtmaterialien beim Dichtkragen
- und last not least das Rahmenmaterial, das ohne große Pflege eine dauerhafte Funktion gewährleistet.

2.6.3 Recycling

Dieses Gebiet wird noch relativ wenig beachtet, aber auch ein Passivhausfenster hat

eine begrenzte Lebensdauer. Wichtig ist hier die Trennbarkeit der Materialien und mögliche Wiederverwertbarkeit.

Hier sehen die oft aus ökologischen Erwägungen geforderten Holzfenster z.T nicht sehr gut aus, ist doch eine Trennbarkeit der Holz/ PU-Schaumkante praktisch unmöglich und damit das Fenster als Sondermüll zu entsorgen.

3 Standardsituationen

Unterschiedliche Standardsituationen bei einer Planung fordern unterschiedliche Details:

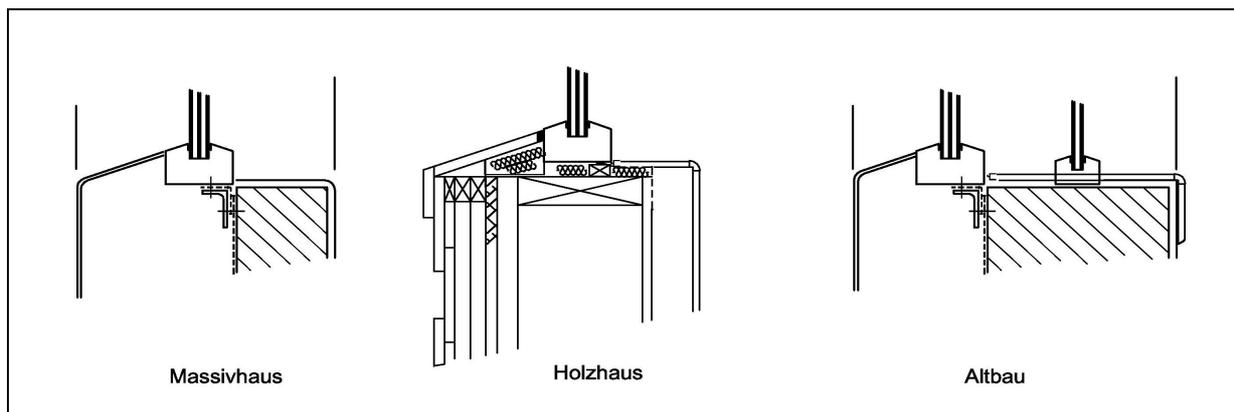


Abb. 6: Prinzipdetail Leibung Massivhaus, Holzhaus, Altbau

3.1 Das Massivhaus

Hier muß überlegt werden, ob die luftdichte Ebene außen oder innen an der massiven Schale angeordnet wird. Unsere Erfahrungen tendieren zu einer Anordnung auf der Außenseite. Dies fordert eine überlegte Anordnung des Dichtkragens und der Befestigungswinkel.

3.2 Das Holzhaus

Hier ist Montage und Abdichtung durch die Anordnung in der Konstruktion relativ einfach möglich. Dieses Detail ist weitestgehend gelöst.

3.3 Der Altbau

Der Altbau (im Normalfall ein Massivbau) ist prinzipiell wie das Massivhaus zu betrachten. Dies hat den Vorteil, daß man die alten Fenster erst nach Einbau der neuen Passivhausfenster entfernen muß und somit eine durchgehende Geschlossenheit des Baukörpers (vor allem bei anhaltender Nutzung) gewährleistet ist. Beim Altbau ist außerdem die Möglichkeit zur schnellen Anbringung einer Zarge für die innere Leibung sehr wichtig.

3.4 Dachflächenverglasung

Dies ist noch ein relativ ungelöstes Thema. Bis auf einen Anbieter mit einer mäßig guten Konstruktion ist auf dem Markt leider nichts verfügbar. Dies ist umso bedauerlicher, da zur Belichtung Schrägverglasungen eine wesentlich höhere Leuchtdichte bei gleicher Fläche wie senkrechte Verglasungen bieten, also in der Gesamtenergiebilanz eigentlich positiv zu betrachten sind.

4 Erfahrungen in Planung, Ausführung und Betrieb

4.1 Planung

Da die Details sehr sorgfältig geplant werden müssen und alle auf dem Markt befindlichen Fenstersysteme im Gegensatz zum konservativem Baugeschehen stark unterschiedliche Profile aufweisen, erleichtert eine Datenübergabe über CAD-kompatible Macros (dxf/ dwg) die Integration sehr. Dies ist umso wichtiger, da eben die Detailvorschläge der Fenstersystemhersteller noch nicht bedenkenlos übernommen werden können.

Ebenso muß frühzeitig hinterfragt werden, ob das vorgesehene System die eingeplanten architektonischen Rahmenbedingungen (z.B. Stulpflügel, Flügelgröße, Mehrfachfenster, Festverglasung, Haustür aus gleicher Modellreihe) erfüllen kann. Hinzu kommen noch die zu integrierenden Anforderungen aus der Montage des Sonnenschutzsystems. Hier ist zu prüfen, wieweit der Hersteller wärmebrückenfreie Befestigungsmöglichkeiten für den Kasten und die Führung anbietet oder wenigstens akzeptiert.

Erst nach Vorliegen aller technischer Werte und der Detailschnitte kann geprüft werden, ob das Fenstersystem alle oben genannten Anforderungen erfüllt.

4.2 Ausschreibung / Vergabe

Die Problematik der auf dem Markt verfügbaren, stark unterschiedlichen Fenstersysteme ergibt entweder eine eingeschränkte Ausschreibung oder eine Detailplanung nach Vorliegen der Submissionsergebnisse.

Hinzu kommt erschwerend eine starke Unwissenheit und auch Ignoranz bei den Bauschaffenden. Glasart, u-Wert Verglasung, g- Wert, u-Wert des Rahmens , Ausführung des Abstandshalters sind permanent zu hinterfragen und zu prüfen. Allein durch Verschweigen des g-Wertes oder „Verwechslung“ von u-Wert (Bundesanzeiger) mit u-Wert Labor kann ein Submissionsergebnis stark verfälscht werden.

4.3 Montage

Bei der Montage ist davon auszugehen, daß der Auftragnehmer ein für ihn unbekanntes Neuland betritt. Angefangen mit intensiven Briefing bei der Auftragsvergabe bis hin zur permanenten Anwesenheit während der Montage ist intensiver Kontakt und Wissenstransfer notwendig.

Erfahrungen aus der Praxis:

- Dichtkragen nicht genügend sorgfältig an Blendrahmen befestigt.
- Dichtkragen nicht mit luftdichter Ebene verbunden.
- Stoß des Dichtkragens nicht abgedichtet.
- Polyestervlies mit rauher Oberfläche (geringere Haftung) an Butylkautschuk

verklebt. Die Verklebung löst sich beim Blower-Door-Test.

- Befestigungswinkel zu lang gewählt, standen in die Dämmschicht hinein.
- Bei Pfosten-Riegel Konstruktion Aluminium-Abstandshalter im Randbereich eingesetzt. Keine Integration der umlaufenden Luftdichtung.

Wie schon bei der Planung angesprochen, ist die wärmebrückenfreie Montage des Sonnenschutzes ebenfalls völliges Neuland. Leider treten hier die Diskussionen im allgemeinen bei Ausführungstermin auf, da die Auftragnehmer reine Montagebetriebe sind und die eigentlichen Hersteller normalerweise kein Risiko für ungewohnte Konstruktionen übernehmen wollen.

4.4 Qualitätskontrolle

Die in der Ausschreibung vereinbarten Kennwerte sind bis zum Ende der Montage ständig zu prüfen.

Blower-Door-Test und Thermographie haben sich dabei als unverzichtbares Instrument erwiesen. Zum einen bemüht sich der Arbeitnehmer von vornherein mehr um Qualität, da die Kontrollen bekannt sind. Zum anderen zeigen sich trotzdem immer noch genügend Schwachstellen, die korrigiert werden müssen.

Im übrigen sind bereits bei der Anlieferung der Elemente diese am Bau auf Übereinstimmung mit der Ausschreibung zu prüfen und der Lieferschein zu verlangen.

Zweimal wurden z.B. bereits falsche Abstandshalter eingebaut und hätten bei strenger Auslegung zum Ruin des Montagebetriebs geführt. So wurden die Energiemehrkosten ermittelt und in Absprache mit dem Bauherren abgezogen.

4.4.1 Blower-Door-Test

Kritische Bereiche:

- der Dichtkragen mit seiner Verklebung, vor allem im Eck- und Stoßbereich und entlang der Verklebung am Blendrahmen.

Teilweise weisen die Profile keine glatte Fläche zum Verkleben auf. Ideal wäre hier ein Systemangebot der Hersteller, das wirklich auch funktioniert.

- bei der Haustür vor allem der untere Schwellenbereich, sowohl bei der Schwellenabdichtung selbst als auch beim Dichtkragen, der zu leicht während der Bauarbeiten beschädigt werden kann.
- der Türgriff und das Schloss sind bei der Haustür noch ungelöste Problemstellen. Es zieht durch und es kommt bei Metallgriffen und Rosetten zu Kondensation.
- Zweiflügelige Stulpkonstruktionen zeigen generell im Stulpbereich Schwächen.
- Die Knotenpunkte von Pfosten-Riegel-Konstruktionen.

Nacharbeiten sind eigentlich generell notwendig, es ist daher sehr wichtig, daß die Schlüsselgewerke wie Fensterbauer und Zimmerer beim Blower-Door-Test anwesend sind. Zum einen ist der Lerneffekt sehr wichtig und zum anderen können aufgedeckte Schwachstellen gleich behoben werden.

4.4.2 Thermographie

Die Thermographie als zweites Kontrollinstrument hat sich ebenfalls sehr bewährt. Zum einen werden Undichtigkeiten parallel zum Blower-Door-Test sichtbar gemacht und zum anderen echte Qualitätslücken nur so erkannt.

Solange die Scheibenqualität nicht eindeutig und zuverlässig ablesbar ist, kann nicht auf diesen Test verzichtet werden. Die Thermographie ist als Beweismittel Voraussetzung für eine erfolgreiche Reklamation.

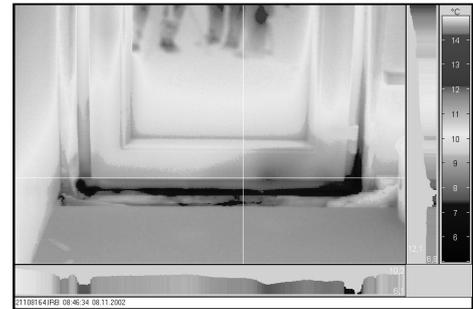


Abb. 7: Thermographie Passivhaustür

5 Verbesserungsansätze

Wenn man sich wie unser Büro ausschließlich mit Passivhäusern befasst, dann vergißt man leicht, daß es immer noch in einer anderen Welt ein konventionelles Bauen gibt. Trotzdem wird es höchste Zeit; und vielleicht ist dies auch der größte Erfolg der Passivhausbauweise, daß die Bauschaffenden für die Zusammenhänge und Abhängigkeiten des energiesparenden Bauens sensibilisiert werden. Im Allgemeinen sind die Handwerker guten Willens, aber der allein reicht eben nicht.

Notwendig ist also eine umfassende Ausbildung und Sensibilisierung der Baubranche und dazu auch klares Informationsmaterial der Herstellerbetriebe für die Montage. Es darf eigentlich gar nichts falsch gemacht werden können!

Notwendig ist durch den Anbieter eine Systemplanung mit funktionsfähigen Details am realen Profil mit Einbindung von :

- luftdichter und winddichter Ebene
- geeignetem Montagematerial
- Berücksichtigung bei der Blendrahmenausbildung:
 - innen von Leibungsverkleidungen wie Putz oder GK
 - außen Überdämmung, Entwässerung, Sonnenschutz, Sohlbankanschluß

Außerdem sollte der Anbieter auch den Sonnenschutz und die Innen- und Außenzarge als integralem Anteil im Angebot führen können, so wie es bei Innentüren Standard ist.

Last not least sollte es selbstverständlich sein, bei einem teuren und hochwertigem Bauteil wie einem Passivhausfenster bei der Anlieferung nachprüfbare Dokumente mit Angabe aller relevanten Daten zu erhalten.

Quellen und weiterführende Literatur:

Architekturbüro Trykowski, alle Zeichnungen und Photos

Y. Golay, L. Deschamps, I. Vogel, Tageslicht und Energetik, Baudoc-Bulletin 3/93

B.Kaufmann, J.Schnieders, R.Pfluger, Passivhausfenster, Tagungsband

Passivhaustagung 2002

Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser :

Protokollband 14, Passivhaus-Fenster,

Protokollband 15, Passivhaus-Sommerfall

Protokollband 16, Wärmebrückenfreies Konstruieren.

Protokollband 18, Qualitätssicherung