

# Component-Award Passivhaus Fenster: Profitabel, behaglich, innovativ und zukunftsfähig

Dr.-Ing, Benjamin Krick, Passivhaus Institut  
Rheinstraße 44/46, DE-64283 Darmstadt, Tel.: +49 (0) 6151 / 82699-0;  
benjamin.krick@passiv.de

## 1 Einleitung

Passivhaus-Komponenten und deren Verfügbarkeit sind entscheidend für den Erfolg des Passivhaus Konzeptes und damit ein wichtiger Baustein für die Energiewende. Dies hat Wolfgang Feist in seinem Beitrag in diesem Tagungsband herausgearbeitet. Die Passivhausfenster sind diesbezüglich ein sehr gutes Beispiel. Es zeigt sich, dass durch die Zertifizierungstätigkeit des Passivhaus Instituts starke Impulse für den Markt ausgingen: Komponenten wurden in stets steigendem Maß verfügbar, die thermische Qualität verbessert sich konstant weiter, der Preis sinkt (vgl. [Krick 2014a]). Um Erfolge wie diese einer breiteren Öffentlichkeit bewusst zu machen, damit die Verbreitung von Passivhaus Komponenten zu fördern und so den Effekt für den Klimaschutz zu verstärken, rief das Passivhaus Institut den Component-Award ins Leben, der sich 2014 und 2015 zunächst mit der Komponente Fenster in unterschiedlichen Kontexten beschäftigt.

## 2 Component-Award 2015: Passivhaus Fenster sind profitabel für Bauherren

### 2.1 Aufgabenstellung

Hersteller zertifizierter Passivhaus-Fenster waren eingeladen, ein Angebot für die Fenster eines Einfamilienhauses (vgl. Abbildung 1) zu Endkundenpreisen inklusiv Montage zu abzugeben. 41 Komponenten nahmen in den Kategorien Holz, Holz-Alu, Alu und PVC teil. Die Angebote wurden untereinander und mit einem "Standard-Fenster" nach EnEV verglichen und anhand ihrer Lebenszykluskosten aus Investitions- und Energiekosten über einen Zeitraum von 40 Jahren verglichen (vgl. [Krick 2014b]).

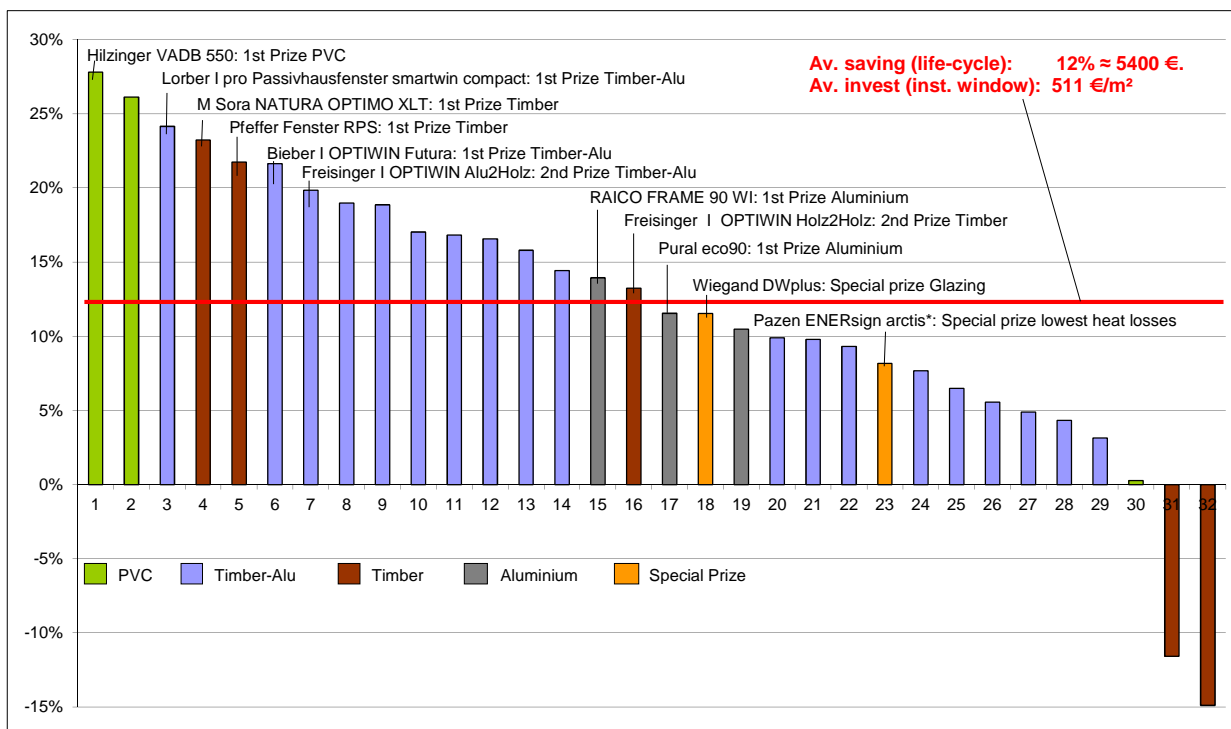


**Abbildung 1: Referenzgebäude**  
**Architekten: Passivhaus-eco.**  
**Wohnfläche: 155 m<sup>2</sup>**  
**Heizwärme: 14 kWh/(m<sup>2</sup>a)**  
**PE-Kennwert: 61 kWh(m<sup>2</sup>a)**  
**n<sub>50</sub>: 0,2 1/h**  
**© Fotos: Passivhaus-eco**

## 2.2 Ergebnisse

Insgesamt erfüllten 41 der eingereichten Komponenten die Teilnahmevoraussetzungen. Darunter waren ein Kastenfenster und ein Verbundfenster. Diese sind preislich nicht mit den Referenzfenstern vergleichbar. Von 6 Fenstern wurden Varianten mit 4-fach Verglasung eingereicht. Abbildung 2 zeigt die auf die Lebenszykluskosten bezogene Einsparung aller Komponenten ohne die 4-fach verglasten Varianten, Kastenfenster und Verbundfenster. Klar ersichtlich ist, dass bei der überwiegenden Zahl der Komponenten deutliche Kosteneinsparungen erzielt werden. Im Durchschnitt der hier gezeigten Komponenten sind es 12% oder ca. 5400 € über den Nutzungszeitraum von 40 Jahren. Damit wurde der Nachweis erbracht, dass Passivhausfenster trotz höherer Anfangsinvestitionen in der Regel profitabel für Bauherren sind. Dennoch gibt es auch bei Passivhausfenstern erhebliche Leistungs- und Preisunterschiede. Die mittleren Investitionskosten aller eingereichten Komponenten (eingebaute Fenster) lagen bei 511 € pro m<sup>2</sup>. In der Kategorie Holz-Aluminium mit 18 Einreichungen gewannen smartwin compact (pro Passivhausfenster) und Futura (Optiwin) den ersten Platz, Alu-2-Holz (Optiwin) den 2. Platz. In der Kategorie Holz mit 5 Teilnehmern erhielten Optimo XLT (M-Sora) und RPS (Pfeffer Fenster) den ersten Preis, Holz-2-Holz (Optiwin) den 2. Preis. In der Kategorie Kunststoff mit 3 Teilnehmenden Fenstern gewann VADB+ 550 (Hilzinger) den ersten Preis und in der Kategorie Aluminium (3 Einreicher) teilen sich Eco 90 (Pural) und FRAME 90 WI (Raico) den ersten Platz.

Obwohl 3-fach Verglasungen den 4-fach Verglasungen bezüglich der Lebenszykluskosten deutlich überlegen sind, zeigte sich, dass es hinsichtlich dieser Kosten vorteilhafter ist, 4-fach anstelle von 2-fach Verglasungen einzusetzen.



**Abbildung 3: Einsparung (Lebenszykluskosten) der eingereichten Komponenten ohne 4-fach verglaste Varianten, Kastenfenster und Verbundfenster**

## 2.3 Rechenbeispiel

Um die Profitabilität für Bauherren zu verdeutlichen, dient folgendes Beispiel: Verglichen werden die Kosten für Standardfenster (hier der Mittelwert aller Kategorien) und Passivhausfenster (hier der Mittelwert aller Gewinner ohne Sonderpreise). Die Investition für die Standardfenster beträgt ca. 16.920 €, für die Passivhausfenster ist die Investition mit 18.600 € signifikant höher. Zur Finanzierung der Investition wird ein Kredit mit 2% Realzins aufgenommen (der Realzins ist der Nominalzins abzüglich Inflation). Der Kredit hat eine Laufzeit von 20 Jahren. Daraus ergibt sich eine jährliche Rate von 1.035 € für das Standard- und 1.137 € für das Passivhausfenster. Den sich hieraus ergebenden Mehrkosten des Passivhausfensters von 102 € pro Jahr stehen jedoch Energieeinsparungen im Wert von 247 €/a gegenüber (als Energiekosten wurden 10 € Cent pro kWh angenommen). Daraus ergibt sich ein Kostenvorteil von ca. 145 €/a über die Kreditlaufzeit (20 Jahre), entsprechend einer Ersparnis von 11%. Nach 20 Jahren ist der Kredit abbezahlt, die Lebensdauer der Fenster ist auf 40 Jahre prognostiziert. In den folgenden 20 Jahren profitiert der Bauherr voll von den geringeren Energiekosten bedingt durch die Passivhausfenster. Hier stehen 250 €/a Energiekosten beim Standardfenster 3 € Energiekosten beim Passivhausfenster gegenüber, es ergibt sich eine Einsparung von 99%. Die geringen Energiekosten für das Passivhausfenster weisen auf eine nahezu ausgeglichene Energiebilanz hin: Die Solargewinne in der Heizperiode entsprechen etwa den Transmissionswärmeverlusten.

Es ist anzumerken, dass die hier dargestellten Kosteneinsparungen zusätzlich mit einem erheblichen Komfortgewinn einhergehen. Auch hier kann resümiert werden: Der Einsatz von Passivhausfenstern ist vorbehaltlos empfehlenswert!

## 3 Component-Award 2015: Fenster in der Schrittweise Sanierung

### 3.1 Aufgabenstellung

Hersteller zertifizierter Passivhaus-Fenster waren eingeladen, ein Angebot für die Fenster inkl. Verschattung (innenliegende Verschattung war unzulässig, beispielhaft für ein Fenster 1,23\*1,48 m) und Montage eines Mehrfamilienhauses aus dem Jahr 1975 in der Schrittweiser Sanierung zu machen. In 2015 bekommt das Gebäude neue Fenster, in 10 Jahren soll die Fassade isoliert werden. Die Fenster sollen in beiden Situationen funktionieren und gute Ergebnisse liefern. Die Angebote werden hinsichtlich ihrer Lebenszykluskosten bestehend aus Investitionskosten sowie Energiekosten für Heizung und Kühlung über 40 Jahre verglichen. Dieser Aspekt zählt 40% der Gesamtwertung. Von einer Jury aus Fensterspezialisten, Architekten und Vertretern der Fachpresse wurden außerdem die Punkten Ästhetik, Innovation und Praktikabilität mit einer Gewichtung von je 20% bewertet. Weitere Informationen sind unter [www.passiv.de/component-award](http://www.passiv.de/component-award) verfügbar.

## 3.2 Fenster besser als die Wand – ist das problematisch?

Der U-Wert der vorgegebenen Wand liegt im unsanierten Zustand bei  $1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Damit ist der U-Wert der neuen Fenster zwangsläufig besser, als der U-Wert der Wand. Zusätzlich ist das Fenster damit soweit verbessert, dass der kälteste Punkt nicht mehr im Bereich des Fensters, sondern regelmäßig im Bereich der unsanierten Wand liegt. Dies wurde in allen für den Component-Award berechneten Fällen nachgewiesen. Die Frage ist nun, ob dieser Umstand zu vermehrten Hygieneproblemen (nämlich Schimmelbildung) führt.

Alte Fenster sind in der Regel undicht. Sie sorgen auf diese Weise für einen unkontrollierten Luftaustausch, der zu Behaglichkeitseinbußen und zu erheblichem Energieverlust (und damit zu vermeidbaren Heizkosten) beiträgt. Allerdings sorgt die Undichtheit auch für die Abfuhr von Feuchtigkeit, die Raumluft bleibt vergleichsweise trocken. Werden nun die alten, undichten Fenster durch dichte Fenster ausgetauscht, kann es zu erheblichen Hygieneproblemen kommen: Der verringerte Luftwechsel durch die nun dichten Fenster erfordert eine häufigere Lüftung durch den Nutzer, um die im Raum entstehende Luftfeuchtigkeit abzutransportieren. Häufig passen die Nutzer ihr Lüftungsverhalten nicht an die neue Situation an. In der Folge steigt die Luftfeuchtigkeit und es kann zu hygienisch problematischen Verhältnissen und sogar zu Tauwasserausfall an den kältesten Stellen im Raum kommen. Die Probleme liegen in dem veränderten Lüftungsregim begründet, nicht in der thermischen Qualität der Fenster. Aus diesem Grund muss beim Austausch von Fenstern ein Lüftungskonzept „mitgeliefert“ oder zumindest, auf die Problematik hingewiesen werden. Erhöhte Lüftung durch das Ausschneiden von Dichtungen oder durch fensterintegrierte Lüftungen ohne Wärmerückgewinnung und ohne Steuerung ist nur bedingt geeignet, dieses Problem zu lösen und führt zu hohen Wärmeverlusten. Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung löst das Hygieneproblem zuverlässig und schafft zusätzlich eine höhere Raumluftqualität bei geringeren Energiekosten.

## 3.3 Ergebnisse

### 3.3.1 Schrittweise Sanierung vs. Komplettsanierung

Die Kosten eines Beispielfensters lagen im Mittel der Komponenten, welche für die Fälle schrittweise Sanierung und Komplettsanierung eingereicht wurden über den Lebenszyklus bei Schrittweise Sanierung bei ca. 2100 Euro, für die Komplettsanierung ca. 300 Euro weniger. Die Mehrkosten für die schrittweise Sanierung resultieren zum geringeren Teil aus teilweise erhöhten Energiekosten und zum größeren Teil aus teilweise erforderlichen Umbaukosten in 2025. Bei der Entscheidung für oder gegen eine Schrittweise Sanierung sollte evtl. auftretenden Mehrkosten berücksichtigt, und mit dem Restwert der alten Fassade verrechnet werden.

### 3.3.2 Verschattung

Es wurde eine große Vielfalt an Verschattungsvarianten, darunter Rolläden, Jalousien, Screens, Scheibenintegrierte Verschattungen, Schiebeläden, feststehende Elemente und

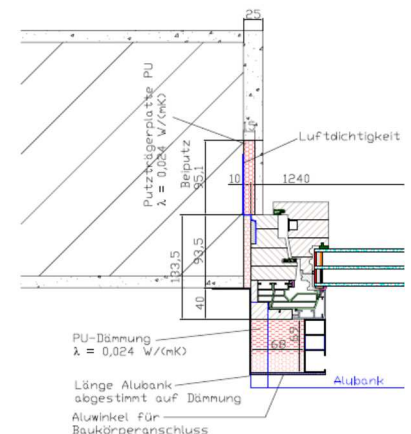
sogar Elektro Chrome Verglasungen eingereicht. Die Verschattung kostete in der Schrittweise Sanierung im Durchschnitt aller Einreichungen 425 Euro pro Fenster, das Fenster selber 690 Euro. Mit ca. 500 Euro waren die Raffstore abgesehen von den eingereichten Sonderlösungen die teuerste Lösung. Als preiswerteste Option stellten sich insgesamt Lösungen mit Verschattungen im Scheibenzwischenraum von Verbundfenstern mit im Mittel 180 Euro pro Fenster dar, obwohl das Fenster selber mit im Mittel 790 Euro pro Fenster über dem Durchschnitt lagen. Zusätzlich sind bei diesen Fenstern aufgrund der zusätzlichen Scheibe geringere Energiekosten, und auch geringere Wartungskosten zu erwarten, da die Verschattung geschützt im Scheibenzwischenraum liegt. Ein weiterer Pluspunkt ist der verbesserte Schallschutz durch die zusätzliche Scheibe.

### 3.3.3 Prinzipielle Lösungen für den Einbau: Vor der Fassade

Einige Einreicher lösten die Aufgabe, indem sie die Fenster in 2015 vor die Fassade in einen Rahmen aus Dämmung setzten, und damit eine Optik ähnlich der Blumenfenster der Sechzigerjahre erzeugten. Obgleich diese Lösung hervorragende Einbauwärmebrückenverlustkoeffizienten ermöglicht, wurde sie durch die Jury hinsichtlich des Aspektes Ästhetik als sehr kritisch bewertet. Auch wurde die Dichtheit eines solchen Anschlusses über 10 Jahre in Zweifel gezogen. Keine dieser Lösung wurde durch die Jury als preis- oder anerkennungswürdig eingestuft.

### 3.3.4 Prinzipielle Lösungen für den Einbau: Einbau teilweise vor der Fassade

Zwei Einreicher befestigten ihre Fenster in der Wand, jedoch teilweise außen über diese hinausstehend. Aus diesem Einbau resultieren sehr hohe Wärmebrücken in der Übergangszeit, jedoch kommt es, durch die vergleichsweise breiten und thermisch hochwertigen Fenster und einer geringen Zusatzdämmung nicht zu unzulässig tiefen Temperaturen im Bereich der Leibung. Die geringste Temperatur liegt im Bereich der ungestörten Wand. In 2025 kann dann die Isolierung an den vorstehenden Rahmen angebreitet werden. Obwohl die Jury auch diese Lösung aus den im vorherigen Abschnitt beschriebenen Gründen kritisch bewertete, erhielt das Fenster DWplus integral FI der Firma Wiegand als beste dieser Einreichung eine spezielle Anerkennung für die handwerklich sehr sauber ausgeführte und sehr gut durchdachte Lösung.



**Abbildung 4: Lösung Fa. Wiegand**



### 3.3.5 Prinzipielle Lösungen für den Einbau: Bündig mit der alten Fassade

Die Lösung der Firma Aluplast sieht ein Abschlagen des Putzes rund um die Fensteröffnung vor. Dort wird eine gedämmte Laibungsplatte eingesetzt, die in die Fensteröffnung hinein reicht. So wird ein sauberer Anschlag für das Fenster geschaffen und eine zusätzliche Dämmung realisiert, die zu akzeptablen Einbauwärmeverbrücken und Temperaturen führt. In 2025 wird die Dämmung über die Putzträgerplatte gezogen. Hervorzuheben ist bei dieser Einreichung der Anschluss der Fensterbank nach dem „Schweizer Modell“. In eine speziell hierfür extrudierte Kammer im Rahmen des PVC-Profiles wird eine Nut eingefräst. Diese Nut wird mit Silikon verfüllt und die Fensterbank eingeschoben. So kann der Rahmen besser überdämmt werden. Aluplast erhielt für diese Lösung einen dritten Preis

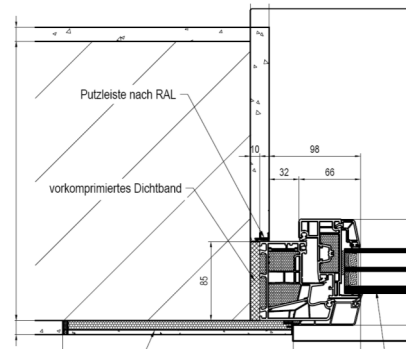


Abbildung 5: Lösung Fa. Aluplast

### 3.3.6 Prinzipielle Lösungen für den Einbau: Versetzen des Fensters

Mehrere Einreicher schlugen ein Versetzen des Fensters vor. Die Firma Pural, die mit dem Aluminium-Fenster eco 90 teilnahm, ordnete um das Fenster herum eine Zarge an. Mittels dieser Zarge wird das Fenster 2015 außenbündig eingesetzt. In 2025 wird die Zarge samt Fenster gelöst und nach außen in die Mitte der neuen Dämmung verschoben. Hierdurch kommt es zu niedrigen Einbauwärmeverbrücken und die Laibungstiefe bleibt in einem ästhetisch ansprechenden Rahmen. Für diese Lösung erhielt Pural einen dritten Preis.

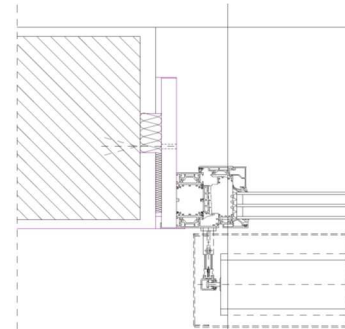


Abbildung 6: Lösung Fa. Pural

Eine weitere Lösung mit Versetzen des Fensters präsentierte die Optiwin Gruppe. Hier wird in 2015 umlaufend bündig zur Innenwand ein Einbaurahmen gesetzt, an den das Fenster angeschlossen wird. 2025 wird das Fenster nach außen entnommen, an den bestehenden Einbaurahmen ein weiteres Stück angesetzt und das Fenster erneut in der Dämmebene auf einem umlaufenden Streifen aus CompacFoam befestigt. Die Jury lobte, dass sich durch diesen CompacFoam Block auch der Schallschutz verbessere. Außerdem fand Anerkennung dass dieses „Connecta“ getaufte System universell für alle Optiwin Produkte angewendet werden kann. Als Verschattung kommt ein außenliegender Screen zum Einsatz. Optiwin erhielt einen ersten Preis

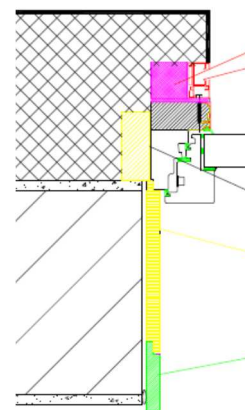


Abbildung 7: Lösung Optiwin

Der pro Passivhausfenster Partner Lorber präsentierte eine Version des smartwin compact mit einer 2- bzw. 3+1-Verglasung und einer Verschattung im Luftzwischenraum. In 2015 wird ein Montagerahmen in der Position des alten Fensters eingesetzt und das neue Fenster darauf montiert. 2025 wird das Fenster komplett ausgebaut, der Montagerahmen außenbündig an die Mauer versetzt und das Fenster wieder montiert. Die Jury lobte die ästhetischen Qualitäten des Fensters und die einwandfreie handwerkliche Lösung. Ebenso wurde das Verschattungskonzept als innovativ gelobt und auch die Kosten waren vorbildlich. Daher erhielt das smartwin einen ersten Preis. Zusätzlich wurde eine Variante angeboten, in der das Fenster nicht versetzt wird. Diese Variante war deutlich preiswerter.

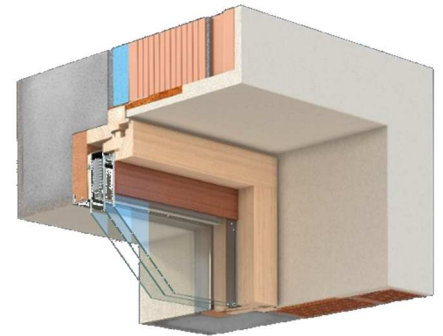


Abbildung 8: Lösung smartwin

### 3.3.7 Ergebnisübersicht

Abbildung 9 zeigt eine Übersicht der Bewertungen der Jury.

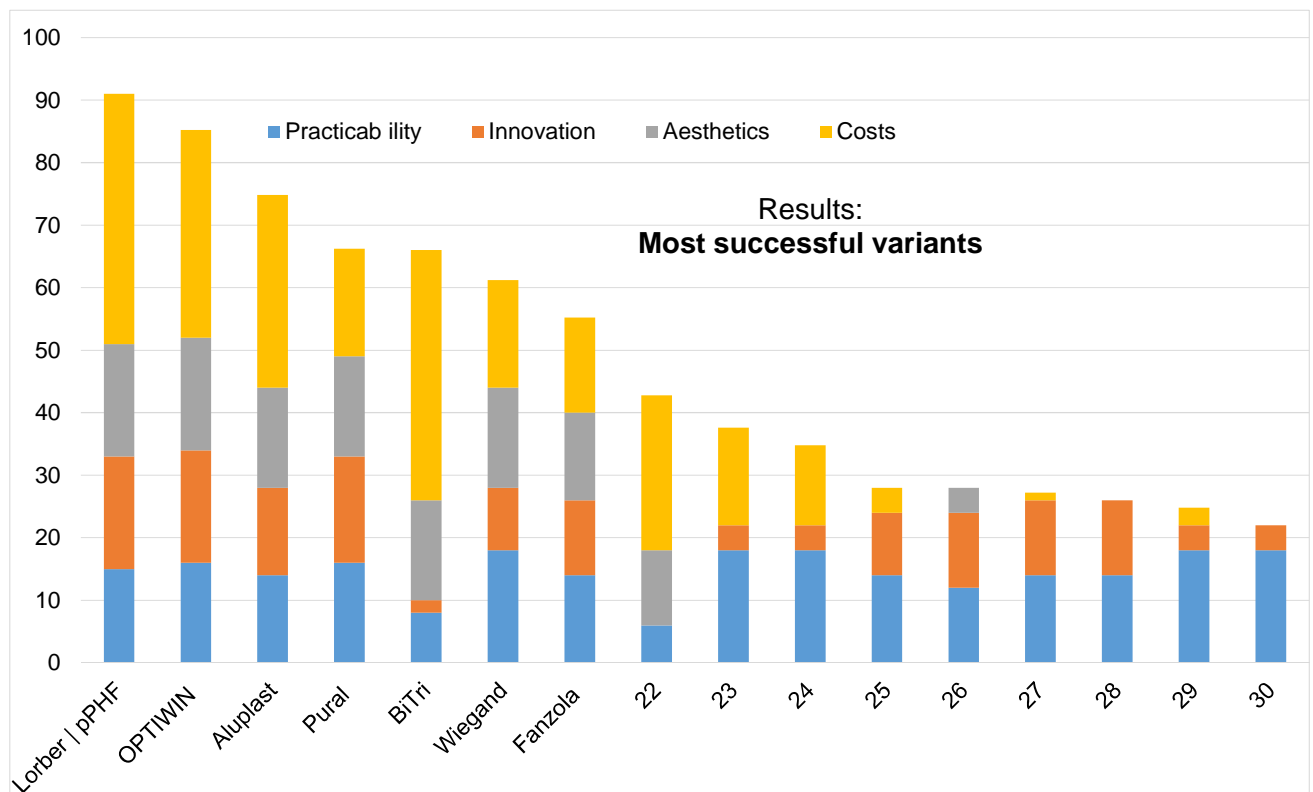


Abbildung 9: Ergebnisübersicht: Bewertung der Jury

Der COMPONENT AWARD 2014 ist Teil des EuroPHit-Projektes, unterstützt durch die Europäische Union.

Disclaimer: The sole responsibility for the content of this presentation lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EACI nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.

## 4 Quellenverzeichnis

- [Krick 2014a] Krick, Benjamin: PHI Fensterzertifizierung: Bisherige Erfolge und Aufbruch in neue Klimazonen. In: Feist, Wolfgang (Hrsg.): Tagungsband zur 18. Internationalen Passivhaustagung 2014 in Aachen. PHI Darmstadt 2014
- [Krick 2014b] Krick, Benjamin: Component-Award 2014: Vollständige Dokumentation PHI Darmstadt 2014
- [Krick 2015] Krick, Benjamin: Ergebnisprotokoll der Jurysitzung zum Component-Award 2015. PHI Darmstadt 2015

## Kurze Zusammenfassung Ihres Beitrags:

Die Ergebnisse der Component-Awards 2014 und 2015 werden präsentiert. Es wird gezeigt, dass der Einsatz von Passivhausfenstern profitabel für Bauherren ist. In der Schrittweise Sanierung spielen, wenn Passivhausfenster verwendet werden, die Energiekosten eine untergeordnete Rolle. Entscheidend für die Lebenszyklusbilanz sind die Investitionskosten. Dies gilt insbesondere für die Verschattung.