

# NPK 371 Fenster

Eco-devis ermöglicht es dem Planer und der Planerin ökologisch interessante Materialien und Leistungen bei der Ausschreibung zu erkennen und zu berücksichtigen. Die hier präsentierten Ergebnisse des eco-devis zu NPK 371 sind in den wichtigsten Devisierungsprogrammen integriert.

## Aufbau NPK 371

Die ökologisch relevanten Materialentscheide erfolgen am Anfang des NPK im Abschnitt 000. Nach dem Prinzip „pro Fenstertyp ein Devis“ wer-

### Ergebnisse in Kürze

Innerhalb der Funktionseinheiten im eco-devis 371 sind die folgenden Leistungen als „ökologisch interessant“ gekennzeichnet:

- Kunststoffrahmen (PVC)  $U_f = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$  mit Calcium-Zink-Stabilisator, Holzrahmen  $U_f = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Verglasung 3-IV/3-IV-EV  $U_g = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g \geq 52 \%$
- Oberflächenbehandlungen: lasierend Kunstharz wässrig (Holz, Holz-Metall), unbeschichtet (Kunststoff), Beschichtung ohne Feuer- oder Spritzverzinkung (Stahl), Anodisieren (Alu).

„Ökologisch bedingt interessant“ sind:

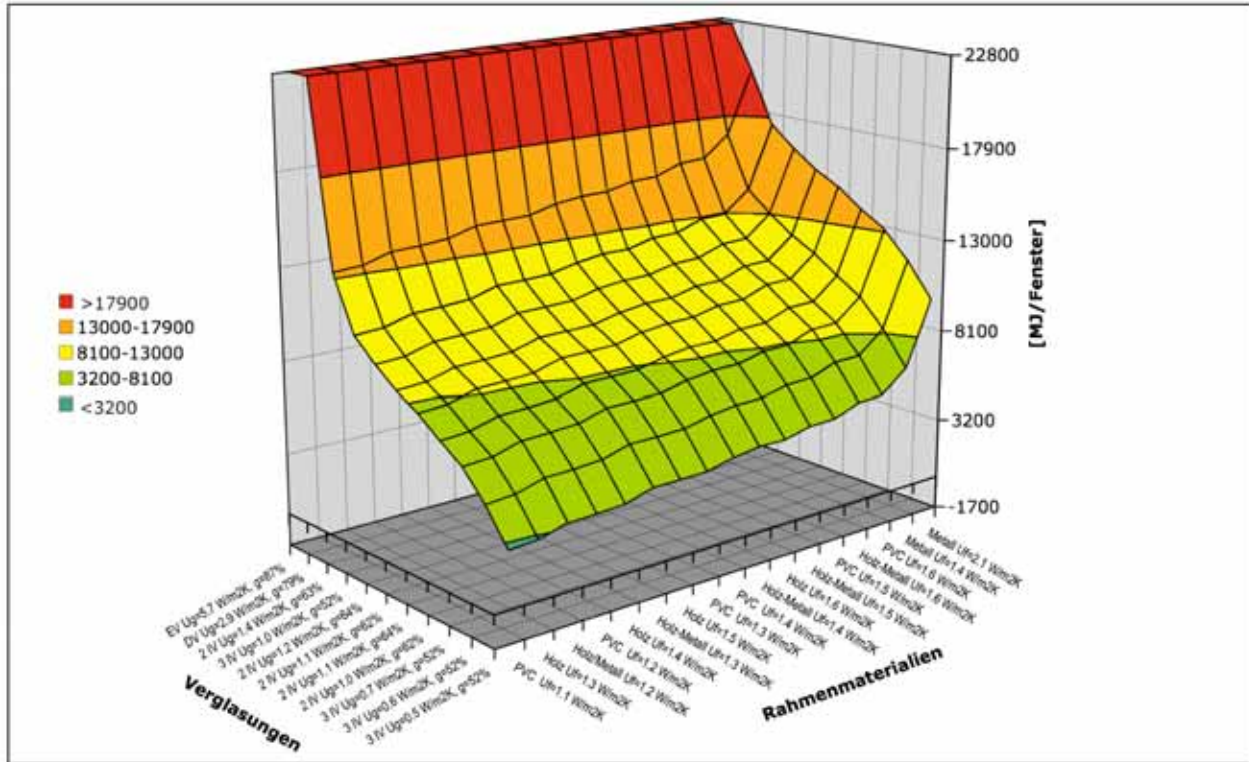
- Holz-Metall-Rahmen  $U_f = 1.2 - 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$ , Kunststoffrahmen (PVC)  $U_f = 1.2 - 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$  mit Calcium-Zink-Stabilisator, Holzrahmen  $U_f = 1.4 - 1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Verglasung 3-IV/3-IV-EV  $U_g = 0.6 - 0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g \geq 52 \%$ , Verglasung 2-IV/2-IV-EV  $U_g = 1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g \geq 62 \%$
- Oberflächenbehandlungen: deckend Kunstharz wässrig (Holz), lasierend Kunst-/Naturharz lösemittelverdünnt oder deckend Kunstharz wässrig (Holz-Metall), Nasslackieren wässrig (Kunststoff).



den Rahmenmaterial, wärmetechnische Eigenschaften, Konstruktion, Oberflächenbehandlung und Befestigungsart unter den allgemeinen Bedingungen (Abschnitt 000) definiert. Wie in allen NPK werden zusätzlich Informationen und Vorschriften festgehalten. Im Abschnitt 100 sind Texte für die Vorarbeiten, im Abschnitt 700 für Nebenarbeiten wie die Fenstermontage und das Ausbilden von Fugen festgehalten. In den Hauptabschnitten 200-600 werden nur noch Grösse, Form und Unterteilungen der Fenster definiert. Diese Anschnitte sind, abgesehen von wenigen Details, nach den Festlegungen im Abschnitt 000 ökologisch nicht mehr relevant.

Die Methodik von eco-devis ist in einem separaten Faltblatt („Methodische Grundlagen“) beschrieben. Eco-devis sind eine zusätzliche Entscheidungshilfe für die Wahl von Bauleistungen. Die Ergebnisse sind entsprechend den Besonderheiten des jeweiligen Einzelfalles durch den Anwender zu prüfen. Er trägt die alleinige Entscheidungsverantwortung für Materialwahl, Konstruktion und Bauverfahren.

# Gesamtenergiebilanz von Rahmen-Verglasungs-Kombinationen über 30 Jahre



## Vergleichbarkeit von Leistungen

Grundsätzlich werden im eco-devis 371 nur Leistungen mit mehr oder weniger gleichwertigen Funktionen (Funktionseinheit) verglichen. Neben der Hauptfunktion des Fensters ist die Gesamtenergiebilanz (Graue Energie, Wärmedämmung, Gesamtenergiedurchlass) die ökologisch wichtigste Funktion. Alle Betrachtungen werden in Abhängigkeit der Gesamtenergiebilanz durchgeführt. Die Berechnungen beziehen sich auf 2-flügelige Fenster von 2.1 m<sup>2</sup> Fläche (1.6 x 1.3 m), einem Rahmenanteil von 24 %, Abstandhalter aus Aluminium und einen Zeitraum von 30 Jahren.

Bei den Oberflächenbehandlungen geht es neben der ästhetischen hauptsächlich um die Schutzfunktion. Diese ist auch unter den im NPK ausgewiesenen Oberflächenbehandlungen nicht immer gleichwertig. Bei fehlendem Witterungsschutz sind unabhängig von der Kennzeichnung primär diejenigen Fenstertypen zu wählen, die für eine starke Beanspruchung geeignet sind.

## Beurteilungskriterien

Die Kriterien für die Kennzeichnung ökologischer Leistungen im eco-devis 371 werden auf Grund einer systematischen Bewertungsmethode festgelegt. Sie umfasst alle Lebenszyklen der Materialien (vgl. Faltblatt „Methodische Grund-

lagen“). Als ökologisch interessant sind in einer ersten Stufe alle Materialien gekennzeichnet, die

- innerhalb einer Funktionseinheit eine deutlich geringere Gesamtenergiebilanz aufweisen,
- die keine umweltrelevanten oder emittierbaren Bestandteile aufweisen und
- sich verwerten, ohne problematische Rückstände verbrennen oder auf Inertstoffdeponien ablagern lassen.

Eine zweite Kennzeichnungsstufe („ökologisch bedingt interessant“) wird für eine mittlere Gesamtenergiebilanz oder für eine niedrige Gesamtenergiebilanz bei Anwesenheit von umweltrelevanten Bestandteilen eingeführt.

Bei den Oberflächenbehandlungen wurden BZ-Indikatoren aufgrund der Deklarationen verschiedener wichtiger, im Handel erhältlicher Fensterfarben für den entsprechenden Anwendungsbereich berechnet.

## Ergebnisse

Für die Gesamtenergieberechnungen (vgl. Abbildung) wurde die Graue Energie verschiedener Rahmen-Glas-Kombinationen, die Verluste durch Rahmen, Glas und Randverbund sowie die theoretischen Gewinne verschiedener Szenarien berücksichtigt.

Aus diesen Berechnungen ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- Die Fensterplanung ist ökologisch relevant: Energiebilanzen von 5000 MJ/m<sup>2</sup> sind um den Faktor 5 höher als ein 2-Schalen-Mauerwerk.
- Die Verglasung ist aus energetischer Sicht der wichtigste Teil am Fenster. Bei Verglasungen mit niedrigem Ug-Wert und hohem Gesamtenergiedurchlass g lassen sich auch Energiegewinne realisieren.
- Argon und Luft als Füllgase sind bei der Grauen Energie einer Verglasung vernachlässigbar (Grauenergieanteil << 1 %). Mit Krypton als Füllgas steigt der Anteil auf 10 bis 20 %. Der Mehraufwand an Grauer Energie wird aber durch den um 0.1 – 0.2 W/m<sup>2</sup>K niedrigeren Ug-Wert in kurzer Zeit amortisiert. Mit Xenon als Füllgas (Grauenergieanteil Verglasung bis 75 %) ist eine energetische Amortisation auch bei einer Lebensdauer der Verglasung von 30 Jahren nicht mehr möglich.
- Die Energieverluste durch moderne, schlanke Rahmenprofile mit kleinem Rahmenanteil (< 25 % bezüglich Mauerlicht) spielen eine weniger wichtige Rolle. Sie betragen rund 30 % des gesamten Energieverlustes eines Fensters.
- Holz-Metall- und Kunststoffrahmen müssen für eine vergleichbare Gesamtenergiebilanz einen um ca. 0.2 W/m<sup>2</sup>K niedrigeren Uf-Wert aufweisen als Holzrahmen. Metallrahmen sind wegen der schlechten Uf-Werte (Wärmeverluste) und der hohen Grauen Energie deutlich energieintensiver als Holz-, Holz-Metall- und PVC-Profile.

## Gekennzeichnete Leistungen im eco-devis 371

Dunkelgrau markierte Leistungen sind „ökologisch interessant“, hellgrau markierte „ökologisch bedingt interessant“.

| NPK-Pos.   | Funktions-einheit                            | Material-/Funktionsoptionen   | Bemerkungen   |
|--|--|---|---|
| 000.300<br>000.400<br>000.500<br>000.600<br>000.700                                  | Fenster-konstruktion (Rahmen)                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffrahmen (PVC) Uf 1.1 W/m<sup>2</sup>K, Rahmenmaterial mit Calcium-Zink-Stabilisator</li> <li>• Holzrahmen Uf 1.3 W/m<sup>2</sup>K</li> <li>• Holz-Metallrahmen Uf 1.2 – 1.3 W/m<sup>2</sup>K</li> <li>• Kunststoffrahmen (PVC) Uf 1.2 -1.3 W/m<sup>2</sup>K, Rahmenmaterial mit Calcium-Zink-Stabilisator</li> <li>• Holzrahmen Uf 1.4 -1.5 W/m<sup>2</sup>K</li> <li>• Metallrahmen (Stahl, Edelstahl, Aluminium) U 1.4-2.3 W/m<sup>2</sup>K</li> </ul>  | Alles Zusatzpo-sitionen   |
| 032.200<br>032.300<br>032.400<br>032.500<br>032.600<br>032.700<br>032.800<br>032.900 | Wärme-schutz (ganzes Fenster-element)        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minergie-Modul-Fenster nach neuestem Reglement FFF-SZFF</li> <li>• Kunststoffrahmen (PVC) Uf = 1.1 W/m<sup>2</sup>K, Rahmenmaterial mit Calcium-Zink-Stabilisator; Ver-glasung 3 IV Ug = 0.5 W/m<sup>2</sup>K, g = 52 %</li> <li>• Holzrahmen Uf = 1.3 W/m<sup>2</sup>K ; Verglasung 3 IV/IV-EV Ug = 0.5 W/m<sup>2</sup>K, g = 52 %</li> <li>• Holz-Metallrahmen Uf = 1.2 – 1.3 W/m<sup>2</sup>K ; Verglasung 3 IV Ug = 0.5 bis 0.7 W/m<sup>2</sup>K, g = 52 % oder 2 IV Ug = 1.0 W/m<sup>2</sup>K, g = 62 %</li> <li>• Kunststoffrahmen (PVC) Uf = 1.2 bis 1.3 W/m<sup>2</sup>K, Rahmenmaterial mit Calcium-Zink-Stabilisator; Verglasung 3 IV Ug = 0.5 bis 0.7 W/m<sup>2</sup>K, g = 52 % oder 2 IV Ug = 1.0 W/m<sup>2</sup>K, g = 62 %</li> <li>• Holzrahmen Uf = 1.4 bis 1.5 W/m<sup>2</sup>K ; Verglasung 3 IV Ug = 0.5 bis 0.7 W/m<sup>2</sup>K, g = 52 % oder 2 IV Ug = 1.0 W/m<sup>2</sup>K, g = 62 %</li> <li>• Kunststoffrahmen (PVC) Uf = 1.1 W/m<sup>2</sup>K, Rahmenmaterial mit Calcium-Zink-Stabilisator; Ver-glasung 3 IV Ug = 0.6 bis 0.7 W/m<sup>2</sup>K, g = 52 % oder 2 IV Ug = 1.0 W/m<sup>2</sup>K, g = 62 %</li> <li>• Holzrahmen Uf = 1.3 W/m<sup>2</sup>K ; Verglasung 3 IV Ug = 0.6 bis 0.7 W/m<sup>2</sup>K, g = 52 % oder 2 IV Ug = 1.0 W/m<sup>2</sup>K, g = 62 %</li> </ul> | Zusatzbedin-gung für Minerie-Modul-Fenster: Ra-menmaterial Kunststoffens-ter mit Calcium-Zink-Stabilisator<br>Der Wärme-schutz bezieht sich auf das ganze Fenster-element (Ra-hmen und Ver-glasung) |
| 042-046  | Konstruktion (Verglasun-gen)                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verglasung 3 IV-/3 IV-EV U = 0.5 W/m<sup>2</sup>K, g ≥ 52 %</li> <li>• Verglasung 3 IV-/3 IV-EV U = 0.6 – 0.7 W/m<sup>2</sup>K, g ≥ 52 %</li> <li>• Verglasung 2 IV-/2 IV-EV U = 1.0 W/m<sup>2</sup>K, g ≥ 62 %</li> <li>• Verglasung IV/EV/IV-EV/DV</li> </ul>  |   |
| 045.210<br>045.220<br>045.210<br>045.230<br>046.210<br>046.220                       | Fenster-system (Wärme-dämmung Metallrah-men) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stahlprofil ungedämmt</li> <li>• Stahlprofil wärmege-dämmt</li> <li>• Edelstahlprofil ungedämmt</li> <li>• Edelstahlprofil wärmege-dämmt</li> <li>• Aluprofil ungedämmt</li> <li>• Aluprofil wärmege-dämmt</li> </ul>  |   |
| 061  | Anschlagsart (Montage)                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohlräume stopfen</li> <li>• Hohlräume schäumen</li> </ul>   |   |
| 111.004  | Entsorgung                                   | Entsorgung Kunststoffenster gemäss Konzept Verband Kunststoff-Fenster Schweiz VKFS  | <a href="http://www.vkfs.ch">www.vkfs.ch</a>  |
| 762.100<br>762.200<br>762.300  | Abdichten zwischen Leibung und Rahmen        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seiden- oder Mineralfaserzopf</li> <li>• Ausschäumen mit PUR-Schaum</li> <li>• Abdichten mit Rundschnur aus Schaumstoff</li> </ul>   |   |

## Umweltrelevante Bestandteile in Kunststofffenstern (PVC)

In Kunststofffenstern (PVC) sind als umweltrelevante Bestandteile vor allem die eingesetzten Stabilisatoren von Relevanz. In Europa werden praktisch nur noch Stabilisatorsysteme auf Basis von Blei (Pb) oder Calcium-Zink (CaZn) eingesetzt.

Im eco-devis gekennzeichnete Rahmenmaterialien müssen mit Calcium-Zink stabilisiert sein. Bleistabilisierte Rahmenmaterialien werden aufgrund der toxikologischen Eigenschaften von Bleiverbindungen nicht gekennzeichnet.

Bei den **Rahmenmaterialien** erfüllen Kunststoffrahmen (PVC) mit Uf-Wert 1.1 W/m<sup>2</sup>K die Kriterien der 1. Stufe, sofern das Rahmenmaterial Calcium-Zink als Stabilisator enthält. Auch Holzrahmen mit einem Uf-Wert 1.3 W/m<sup>2</sup>K werden in der 1. Stufe gekennzeichnet. In der 2. Stufe gekennzeichnet werden Holz-Metallrahmen mit Uf-Werten zwischen 1.2 – 1.3 W/m<sup>2</sup>K, Kunststoffrahmen (PVC) mit Calcium-Zink als Stabilisator und Uf-Werten zwischen 1.2 – 1.3 W/m<sup>2</sup>K sowie Holzrahmen mit Uf-Werten zwischen 1.4 – 1.5 W/m<sup>2</sup>K. Der Stabilisatortyp ist bei Kunststofffenstern (PVC) vom eingesetzten Produkt abhängig und muss von Fall zu Fall durch Rückfrage beim Hersteller oder Lieferanten des Fensters überprüft werden. Metallrahmen haben eine deutlich höhere Graue Energie und auch höhere Wärmeverluste. Bei den Metallprofilen werden die wärmegeprägten Varianten gekennzeichnet, da sich ein möglichst tiefer Uf-Wert aus ökologischer Sicht immer auszahlt.

Für die Kennzeichnung der **Verglasungen** kommen nur Varianten mit guter Wärmedämmung (niedriger Ug-Wert) und hohem Gesamtenergie-durchlass (hoher g-Wert) in Frage. Die beste Gesamtenergiebilanz haben 3-fach Isolierverglasungen mit Krypton als Füllgas (Ug = 0.5 W/m<sup>2</sup>K, g ≥ 52 %). Sie werden in der ersten Stufe gekennzeichnet. Die Kriterien der 2. Stufe erfüllen 3-fach Isolierverglasungen mit Krypton oder Argon

### Publikationen

- Schlussbericht zum eco-devis 371.
- Althaus H.-J. et. al, Ökologische Baustoffliste (v1.0.2), Empa Abteilung Technologie und Gesellschaft, Dübendorf, 2006.
- Ökologische Bewertung von Fensterkonstruktionen verschiedener Rahmenmaterialien, SZFF-Forschungsbericht, Dietikon, 1996.
- Ökologische Bewertung von Wärmeschutzgläsern, EMPA Abt. Holz, im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Bern 1996.

Isolierverglasungen mit Krypton oder Argon als Füllgas (Ug = 0.6 – 0.7 W/m<sup>2</sup>K, g ≥ 52 %) und kryptongefüllte 2-fach Isolierverglasungen. Die anderen Verglasungstypen haben eine zu hohe Gesamtenergiebilanz.

Beim **Wärmeschutz** werden in der ersten Stufe diejenigen Rahmen-Verglasungs-Kombinationen gekennzeichnet, die sowohl für das Rahmenmaterial als auch die Verglasung die Kriterien der 1. Stufe erfüllen. Bei den in der zweiten Stufe gekennzeichneten Kombinationen erfüllen das Rahmenmaterial, die Verglasung oder beide Bauteile nur die Kriterien der Stufe 2.

Für die Demontage von Fenstern wird eine Zusatzposition für die **Entsorgung** von Kunststofffenstern gemäss Konzept Verband Kunststoff-Fenster Schweiz VKFS ([www.vkfs.ch](http://www.vkfs.ch)) eingeführt.

**Montage- und Abdichtungsarbeiten** mit Ortschaftäumen/Montageschäumen verursachen in der Regel arbeitshygienische Risiken und erschweren die Renovation oder den Rückbau. Zudem enthalten die meisten Produkte umweltrelevante Bestandteile. Gekennzeichnet werden darum nur Seiden- oder Mineralfaserzöpfe sowie Rundschnüre aus Schaumstoff.

Bei den **Oberflächenbehandlungen** von Holzteilen haben wässrige und lasierende Systeme generell niedrigere BZ-Werte als lösemittelverdünnbare und deckende Systeme. Unbeschichtete Kunststofffenster (Standardfarbton weiss) haben niedrige, Profile mit wässriger Nasslackierung mittlere BZ-Werte. Bei Aluminium hat Anodisieren gegenüber Chromatieren/Beschichten niedrigere BZ-Werte, ebenso ein Korrosionsschutz ohne Verzinkung bei Stahlfenstern.

### Herausgeber

Verein eco-bau c/o KBOB, Holzikofenweg 36, 3003 Bern, [info@eco-bau.ch](mailto:info@eco-bau.ch), [www.eco-bau.ch](http://www.eco-bau.ch).

eco-bau ist die gemeinsame Plattform öffentlicher Bauherrschaften des Bundes, von Kantonen und Städten mit Empfehlungen zum nachhaltigen Planen, Bauen und Bewirtschaften von Gebäuden und Anlagen.

eco-bau verwendet die Daten des NPK mit ausdrücklicher Genehmigung von CRB.

### Fachgruppe eco-devis des Vereins eco-bau

Dr. B. Wüthrich, Zürich; J. Bühler, Basel; P. Eggimann, Zürich; M. Pöll, Zürich; C. Pestalozzi, Basel.

### [www.eco-devis.ch](http://www.eco-devis.ch)

Unter dieser Adresse finden Sie alle Merkblätter im Internet als PDF-Dateien.

Ausgabe November 2007