

Nachhaltigkeitsbewertung für Fenster- und Fassadenelemente

Januar 2015

Verfasser:

Dr. Ing. Peter Mösle
Dipl. -Ing. MSc. Eng. Roberto Oshiro Gama
Dipl. -Ing. Thomas Haun
Dipl. -Ing. Joachim Fauth

Drees & Sommer Advanced Building Technologies GmbH
Obere Waldplätze 11
70569 Stuttgart (Vaihingen)

Dipl.-Ing. Johannes Kreissig
Mag. Sophie Kieselbach
Dipl.-Ing. Steffen Schöll

PE-International – Expert in Sustainability
Hauptstraße 111-113
70771 Leinfelden-Echterdingen

Executive Summary

1.1 Allgemeiner Überblick

Diese Studie bewertet und vergleicht die Nachhaltigkeitsaspekte verschiedener Fenster- und Fassadenrahmenmaterialien: Aluminium, Holz, Holz-Aluminium und PVC für Fenster und Aluminium, Holz, Holz-Aluminium für Fassaden. Es wird der gesamte Lebenszyklus, von Fertigung bis Nutzungsphase und End of Life, betrachtet. Für die Modellierung der Nutzungsphase wurden standardisierte Raumtypen für Wohn- und Büronutzung für zwei verschiedene Klimazonen (Berlin und Rom) als Basis für die Studie verwendet. Ein 3,75 m² Doppelflügel Fenster wird als Referenz für Wohnbauten festgelegt. Die Bürogebäudefassade ist definiert als 3-Achsen-Pfosten-/Riegel-Konstruktion mit einer Fläche von etwa 14 m².

Basierend auf der allgemeinen Nachhaltigkeitsbewertung zeigt diese Studie, dass jedes Rahmenmaterial sowohl Vorteile als auch Nachteile aufweist. So könnte zum Beispiel ein Material in ökonomischer Hinsicht überlegen sein, aber dafür weniger umweltfreundlich sein oder eine geringere soziale oder technische Qualität besitzen. Daraus folgt, dass anscheinend kein Rahmenmaterial die nachhaltigste Lösung für Fenster oder Fassaden bietet.

Aus Umweltschutzsicht demonstriert diese Studie, dass der Energiebedarf während der Gebäudebetriebsphase nach wie vor für die Gesamtauswirkungen auf die Umwelt von Fenstern bzw. Fassaden während deren gesamten Lebenszyklus maßgebend ist, wie bereits in älteren Studien¹²³ gezeigt wurde. Aus Gebäudenachhaltigkeitssicht ist daher die Optimierung der für die Energieleistung eines Gebäudes relevanten Effizienz von Fenstern und Fassaden wichtiger als die Auswahl eines spezifischen Rahmenmaterials.

Einfluss von Fenstern und Fassaden auf Green-Building-Bewertungssystem (Green Building Rating Scheme, GBRS)

Die Fassadenbewertung basiert auf den Nachhaltigkeitskriterien, im Sinne von EN 15643/1 (Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden), die im europäischen Immobiliensektor generelle Anwendung finden und das umfassendste System hinsichtlich Indikatoren und Beitrag auf Produktebene darstellt. Gemäß relevanten Green Building Rating Schemes (Green-Building-Bewertungssystemen) ist die Fassade ein wesentlicher Teil der Gebäudebewertung, da ihr Beitrag zum Gesamt-Nachhaltigkeitsrating von Gebäuden bis zu 10 % ausmacht.

Wärmekomfort and Energiebedarf während der Nutzungsphase

Im Hinblick auf den Wärmekomfort und Energiebedarf weisen die ausgewählten Rahmensysteme sehr

¹ Richter K., Künniger T. and Brunner K. (1996) Ökologische Bewertung von Fensterkonstruktionen verschiedener Rahmenmaterialien (ohne Verglasung). EMPA-SZFF-Forschungsbericht, Schweizerische Zentralstelle für Fenster- und Fassadenbau (SZFF), Dietikon.

² Windsperger A., Steinlechner S. (1997), Piringer M., Ökologische Betrachtung von Fensterrahmen aus verschiedenen Werkstoffen, Institut für industrielle Ökologie, Wien, St Pölten

³ Kreissig J., Baitz M., Betz M., Straub W (1998). Ganzheitliche Bilanzierung von Fenstern und Fassaden, Universität Stuttgart-IKP, VFF, Frankfurt

ähnliche Eigenschaften auf. Nur der Wärmedurchgangswert ist verschieden, was primär auf ihre Profilbreite zurückzuführen ist. So konnten nur geringe Differenzen von etwa 1,5 % bei ihren Energiebedarf während der Nutzungsphase, innerhalb der gleichen Klimazone, festgestellt werden.

Ökologische Bewertung über den gesamten Lebenszyklus (Life-Cycle Assessment, LCA)

Eine Lebenszyklusbewertung wird durchgeführt, um die Umweltfolgen von Fassaden und Fenstern zu bewerten. Durch Kombination von Fertigungs-, End-of-Life- und Nutzungsphase zeigt die LCA ähnliche Treibhauspotenziale (Global Warming Potential, GWP) für die vier Fenstertypen bzw. die drei Fassadentypen, unabhängig von ihrem Standort in Berlin oder Rom. Für beide Standorte ist vor allem die Nutzungsphase, d. h. der Energiebedarf des Referenzraums für die Gesamtergebnisse des GWP maßgeblich.

Ökonomische Bewertung über den gesamten Lebenszyklus (Life-Cycle Costing, LCC)

Gemäß Bewertung der Lebenszykluskosten schneidet Aluminium im Vergleich zu den anderen Fassadensystemen am besten ab. Die Anschaffungskosten und die gesamten Lebenszykluskosten sind niedriger als bei Holz- bzw. Holz-Aluminium-Systemen.

Im Wohnbau weisen PVC-Fenster die geringsten Investitionskosten auf. Für das gewählte Szenario scheinen ebenfalls PVC-Fenster die geringsten Lebenszykluskosten aufzuweisen.

1.2 Nachhaltigkeitsleistung

Eine fundierte Reihe von Indikatoren wird von den verbreiteten Green-Building-Rating-Tools abgeleitet und verwendet, um die Nachhaltigkeitsleistung der verschiedenen Profilmaterialien zu bewerten.

Ökologische Qualität

Der Energiebedarf während der Nutzungsphase bestimmt weitgehend das Treibhauspotenzial (GWP) von Fassaden- und Fenstersystemen. Bei Fassaden beträgt der Energiebedarf während der Nutzungsphase ungefähr 90 %, unabhängig von Fassadensystemen und Rahmenmaterialien. Bei Fenstern kommt der Beitrag während der Nutzungsphase bei allen untersuchten Systemen auf ungefähr 98 %.

Im Hinblick auf potentielle Risiken für die lokale Umwelt gilt Holz als problematischer als Aluminium und PVC, was vor allem auf die Verwendung von gefährlichen Stoffen, wie zum Beispiel Biozid-Lösungen in Holzrahmen, zurückzuführen ist. Aluminium- und PVC-Systeme erreichen hohe Qualitätswerte bei Green-Building-Zertifizierungssystemen im Hinblick auf die Risiken für die lokale Umwelt. Der Einsatz von Zinn als Stabilisator bei PVC-Rahmen wird aufgrund seines geringen Anteils im aktuellen Fenstermarkt nicht berücksichtigt.

In der Literatur berichtete End-of-Life-Sammel- und Recyclingquoten variieren sehr stark, insbesondere für PVC- und Holzrahmenmaterialien. In dieser Studie wurden diese Schwankungen in den jeweiligen LCA-Szenarien für „Mean Practice End of Life“ (Mean Practice für End of Life) und „Good Practice End of Life“ (Good Practice für End of Life) entsprechend erfasst. So kann zum Beispiel die nachhaltige Holzproduktion

durch Zertifikate wie FSC oder PEFC, die am Markt bereits gut etabliert sind, gesichert werden. Im End-of-Life-Stadium ist bei Holzrahmen jedoch immer noch eine geringe Wiederverwendung oder Energierückgewinnung festzustellen und die meisten enden als Abfall auf Deponien. Die End-of-Life-Situation von Holzrahmen scheint daher immer noch ein Schwachpunkt in Lebenszyklus von Holz zu sein.

Aluminiumrahmen werden heute systematisch zu neuen Aluminiumprodukten verwertet. Ihre Sammelquote liegt derzeit bei nahezu 100%⁴, was auf ihren hohen ökonomischen Wert und ihre Tauglichkeit für effizientes Recycling zurückzuführen ist. Alte Aluminiumrahmen werden am Markt um einen Preis verkauft, der typischerweise zwischen 50 % und 75 % des LME⁵-Preises für Primäraluminium liegt

Recyceltes PVC weist nach wie vor einige technische Einschränkungen auf. Für die Fertigung von neuen Profilen muss zum Beispiel recyceltes PVC mit neuem PVC eingekapselt werden, hauptsächlich aus ästhetischen Gründen. Das heißt, recyceltes PVC kann neues unbehandeltes PVC nicht vollkommen ersetzen.

Im Hinblick auf die nachhaltige Nutzung von Ressourcen sind Aluminium und Holz positiv positioniert.

Ökonomische Qualität

Für Bürogebäude erweisen sich Fassaden aus Aluminium als beste Option hauptsächlich aufgrund ihrer Haltbarkeit und ihrem geringen Wartungsaufwand. Für Wohngebäude ergaben sich die niedrigsten Lebenszykluskosten mit PVC-Profilen, da deren Anschaffungskosten verglichen mit den anderen Materialien sehr niedrig sind. Im Großen und Ganzen sind diese Abweichungen in Lebenszykluskosten begrenzt, da maximal 20 % der gesamten Kostenabweichungen zwischen den verschiedenen Lösungen beobachtet werden.

Soziale Qualität

Im Hinblick auf den Wärmekomfort kann zwischen den Profilmaterialien kein wesentlicher Unterschied festgestellt werden. Bezüglich der Raumluftqualität haben Holzfassaden negative Auswirkungen aufgrund der Anwendung von Anstrichen, Bioziden und Lösungsmitteln mit längeren Emissionsabklingzeiten.

Das beste Material im Hinblick auf die Gestaltungsmöglichkeiten („architektonische Innovation“) ist Aluminium. Die mechanischen Eigenschaften und die Gestaltungsfreiheit von Holzfassaden ist aufgrund der niedrigen spezifischen Tragfähigkeit begrenzt, was breitere und tiefere Fensterrahmen-, Pfosten- und Riegelprofile zur Folge hat.

Technische Qualität

Aluminiumssysteme erfüllen alle Brandsicherheitsanforderungen auf höchstem Niveau, während Holz und PVC erhebliche Nachteile im Hinblick auf Brandverhalten und Rauchentwicklung aufweisen.

⁴ Collection of Aluminium from Buildings in Europe, TU Delft study for EAA , 2004 available at <http://www.alueurope.eu/publications-building/>

⁵ London Metal Exchange

Prozessqualität

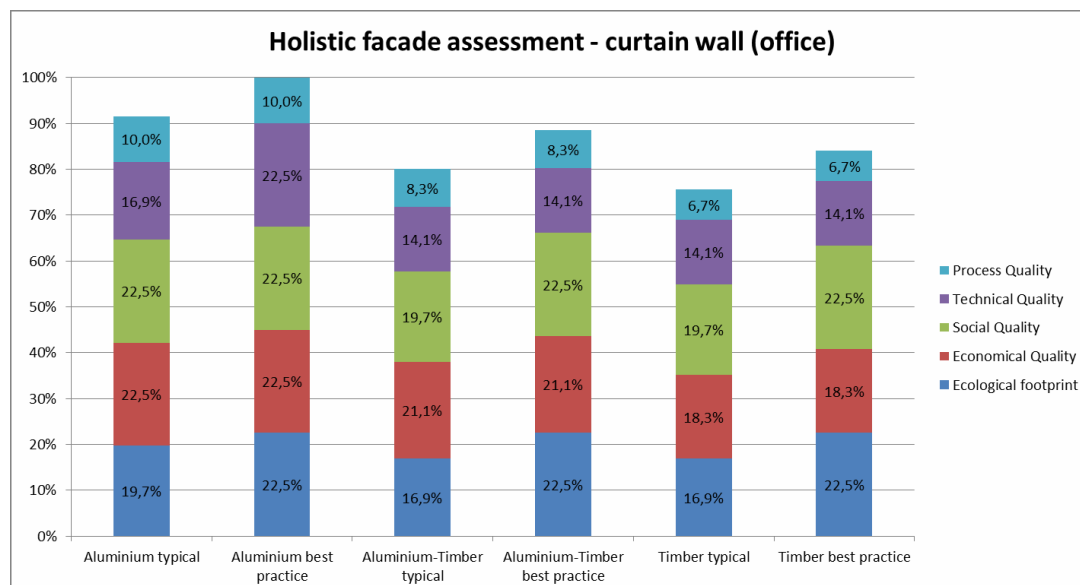
Die Prozessqualität steht für Wartungsaufwand, Bauprozesse, Montage und Einfachheit der Produktakquisition. Im Hinblick auf Witterungsbeständigkeit bei starker Einwirkung von Regen, Sonnenstrahlung und starken Luftfeuchteänderungen erweist sich Aluminium als das nützlichste Material mit dem geringsten Wartungsaufwand. Im Hinblick auf die Materialbeschaffung für ein Bauvorhaben ist bei Holzfassaden generell mit längeren Lieferzeiten zu rechnen, insbesondere bei größeren Projekten. Im Wohnbaubereich sind alle Fenstersysteme in großem Umfang verfügbar.

Zusammenfassung - ganzheitliche Bewertung

Die Ergebnisse der ganzheitlichen Bewertung ergeben einen Überblick über nachhaltige Leistung von verschiedenen Fassaden- und Fenstermaterialien. Basierend auf einer vollständigen Reihe von Indikatoren werden die Systeme unter Berücksichtigung einer typischen Lösung sowie einer Best-Practice-Lösung für jedes Material bewertet. Die Vorteile und Nachteile der untersuchten Systeme werden durch Credits 0 (negativ), 1 (neutral) und 2 (positiv) bewertet. Dieses Bewertungssystem wird verwendet, um einen einfachen Überblick über die umfassende Leistung in Bezug auf nachhaltige Materialnutzung für Fassaden- und Fenstersysteme zu zeigen.

Bürogebäude – Fassadensysteme

Basierend auf der für dieses Projekt definierten quantitativen Methodik erzielt eine Aluminiumstandardfassade eine Gesamtnachhaltigkeitsleistung von 92 % der gesamten Credits, gegenüber 80 % für Holz-Aluminium- und 76 % für Holzfassaden. Die Aluminiumfassade scheint im Hinblick auf Lebenszykluskosten am besten abzuschneiden und weist auch Vorteile in technischen, funktionellen und gestalterischen Aspekten auf.

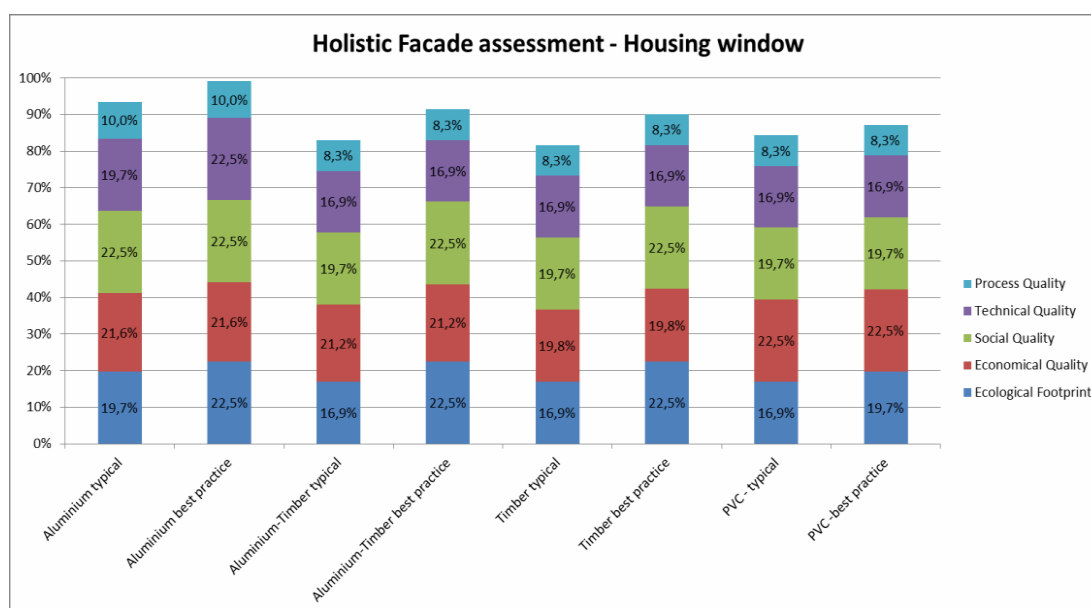


Figur 0-1: Ergebnisse Bewertung Fassadensystem – Büro

Wohngebäude – Fenstersysteme

Bei Fenstersystemen liefert diese Methodik eine Bewertung von 93 % für Aluminiumstandardfenster, 83 % für Aluminium-Holz, 82 % für Holz und 84 % für PVC. Im Hinblick auf Best Practice variieren die Bewertungen zwischen 99 % für Al und 87 % für PVC. Bei Berücksichtigung der mit der Kriteriendefinition assoziierten Subjektivität kann eine solche Varianz der Ergebnisse nicht als sehr bedeutend angesehen werden.

Das Aluminiumstandardfenster scheint im Hinblick auf technische, funktionelle und gestalterische Aspekten am besten abzuschneiden während PVC die niedrigsten Lebenszykluskosten aufweist.



Figur 0-2: Ergebnisse Bewertung Fenster – Wohnbau

Die vollständige Studie kann über den folgenden Link heruntergeladen werden: <http://eepurl.com/bt2YH5>
Sie wurde von European Aluminium in Auftrag gegeben.

Die folgenden Bausysteme Unternehmen unterstützen die Arbeiten des Verbands:

Alcoa Building & Construction Systems – Kawneer / Alumil / Etem / Reynaers Aluminium / Sapa Building Systems – Domal, Sapa Building System, Wicona, Technal, Original Systems / Schüco International.



Mit freundlicher Unterstützung durch das International Aluminium Institute



Übersetzungen für Figuren 0-1 und 0-2

Holistic facade assessment - curtain wall (office)	Ganzheitliche Fassadenbewertung - Fassade (Büro)
Holistic facade assessment - Housing Window	Ganzheitliche Fassadenbewertung - Wohnungsfenster
Process Quality	Prozessqualität
Technical Quality	Technische Qualität
Social Quality	Soziale Qualität
Economical Quality	Ökonomische Qualität
Ecological Quality	Ökologische Qualität
Aluminium typical	Aluminium typisch
Aluminium best practice	Aluminium Best Practice
Aluminium-Timber typical	Aluminium-Holz typisch
Aluminium-Timber best practice	Aluminium-Holz Best Practice
Timber typical	Holz typisch
Timber best practice	Holz Best Practice
PVC typical	PVC typisch
PVC best practice	PVC Best Practice