



European Window Film Association

Die Effizienz von Fensterfolien in europäischen Klimazonen

Inhaltsverzeichnis

Verwendungszweck	3
Zusammenfassung	4
Methoden	6
Ergebnisse.....	8
Zweifach-Isolierglas ohne Beschichtung	9
Zweifach-Isolierglas mit Beschichtung (Low-E)	10
Schlussfolgerungen	11
Quellenverzeichnis.....	13

Verwendungszweck

Diese eingehende technische Energiestudie wurde von der European Film Association (EWFA) in Auftrag gegeben, um den energiesparenden Nutzen der Installation verschiedener Arten von Fensterfolien in europäischen Gebäuden zu veranschaulichen. Sie wurde von der Stazione Sperimentale del Vetro (SSV) in Murano, Venezia (Italien) durchgeführt. Die SSV arbeitet seit 1956 und ist eine unabhängige Forschungs- und Prüfeinrichtung, die sich aufgrund ihrer institutionellen Satzung mit den wissenschaftlichen und technologischen Fragen der Glasindustrie (Hohl-, Flach- und technisches Glas, Glasfasern, hand-gefertigtes Glas, Rohstoffe, feuerfeste Materialien, Öfen usw.) befasst. Sie ist Bindeglied zwischen der Forschung auf der einen Seite, die sie oft in Zusammenarbeit mit Universitäten und anderen italienischen und ausländischen Zentren entwickelt und der Industrie, die oft Ergebnisse erzielt, auf der anderen Seite. Die SSV ist eine benannte Stelle in der Europäischen Union (EU) (N.1694) für die Anwendung der EU - Verordnung Nr. 305/2011 über Architektur-verglasung.

Fensterfolien werden seit Jahrzehnten als effektive Lösung zur Verbesserung des Nutzerkomforts und zur Reduzierung des Energieverbrauchs eingesetzt. Die Studie betrachtet eine Reihe von Fensterfolien, Verglasungstypen, Gebäuden und Klimabedingungen, die für die Region typisch sind, um zu zeigen, welche Auswirkungen die Montage von Fensterfolien auf die Energieeinsparung in ganz Europa haben kann.

Zusammenfassung

Die European Window Film Association (EWFA) hat eine technische Energiestudie in Auftrag gegeben, die die Vorteile der Energieeinsparung durch die Montage verschiedener Arten von Fensterfolien in europäischen Gebäuden veranschaulicht.

Die Fensterfolie besteht aus einem Polyestersubstrat, welche auf der einen Seite eine kratzfeste Beschichtung hat und auf der anderen Seite eine Montagekleberschicht mit einer schützenden Trennschicht hat. Wenn diese Trennschicht entfernt wird, wird die Seite der Folie mit dem Klebstoff auf die Oberfläche des Glases geklebt. Eine Standardfensterfolie kann acht Schichten haben und bis zu sieben Herstellungsverfahren durchlaufen.

Die Studie umfasst drei repräsentative Gebäudegrößen:

Klein mit 1000 Quadratmeter Nutzfläche,

Mittel mit 5000 Quadratmeter Nutzfläche und

Groß mit 10000 Quadratmeter Nutzfläche

für die der gesamte Gebäude- und Kühlenergieverbrauch in kWh berechnet wurde.

Die Studie kommt zu dem Schluss, dass der Einbau von Fensterfolien den Gesamtenergieverbrauch von Gewerbegebäuden über eine Vielzahl von europäischen Klimata, Fenstertypen und Gebäudegrößen hinweg deutlich reduzieren kann. Für alle betrachteten Modelle betrug die durchschnittliche Energie-einsparung in Gebäuden 18 % mit einem globalen Minimum von 2 % und einem Maximum von 42 %.

Zusätzlich zu der Studie sind weitere Forschungsarbeiten verfügbar, die von der International Window Film Association (IWFA) durchgeführt werden und sich auf die Energieanalyse für Fensterfolienanwendungen in neuen und bestehenden Häusern und Büros konzentrieren.



Methoden

Die Energieleistung von Fensterfolien wurde durch numerische Simulation mit einem der fortschrittlichsten und am häufigsten verwendeten Gebäudesimulationsprogramme analysiert: Software EnergyPlus. Es hat seine Wurzeln sowohl im BLAST- als auch im DOE-2 - Programm. BLAST (Building Loads Analysis and System Thermodynamics) (BLAST Support Office 1992) und DOE-2 (Winkelmann et al. 1993), wurden in den späten 1970er und frühen 1980er Jahren als Energie- und Lastsimulationswerkzeuge vom Energieministerium der US - Regierung entwickelt und veröffentlicht. Die Lawrence Berkely Laboratory der Universität von Kalifornien (LBL) hat in der Mitte der 1990er Jahre, als die Rechenleistung von BLAST und DOE-2 weiter rapide anstieg, eine Verbesserung der Flexibilität und des Umfangs dieser Werkzeuge entwickelt. Etwa um die 2000er wurde EnergyPlus veröffentlicht. Gegenwärtig wird es routinemäßig von Energieingenieuren und Architekten bei der Planung von neuen Gebäuden und bei der Planung von energetischen Nachrüstungen für bestehende Gebäude eingesetzt.

Es wurden viele Studien entwickelt, die die Genauigkeit von EnergyPlus bei der Bewertung der Energiebelastung und -einsparungen von Gebäuden betrachten. Unter anderem testete Henninger in 2003 (Henninger 2003) die Software mit den Tests der Internationalen Energieagentur HVAC BESTEST E100 - E200. Die Ergebnisse von EnergyPlus stimmten im Allgemeinen innerhalb von 1 % mit der Analyseergebnisse der Internationalen Energieagentur überein. Die Software wurde auch unter Verwendung der ANSI / ASHRAE - Norm 140 - 2011 mit dem Titel „Standardprüfverfahren für die Bewertung von Computerprogrammen zur Gebäudeenergieanalysen (Henninger 2014)“ mit guten Ergebnissen getestet. Darüber hinaus werden die Ergebnisse von EnergyPlus auch mit den Ergebnissen mehrerer anderer Gebäudeenergieprogramme verglichen, die die gleichen Testfälle simuliert haben (Henninger 2014).

Die Energieeffizienz von Gebäuden in dieser Studie wurde durch die Montage Fensterfolien auf Referenzgebäude bewertet. Das Referenzgebäude wurde unter Berücksichtigung früherer Forschungen der Task 27 "Leistung von Solarfassaden - Komponenten" der Internationalen Energieagentur (IEA), Teil-aufgabe A "Referenz-

büro für Wärme-, Solar- und Beleuchtungsberechnung" (Paltzer 2003) definiert. Sie wurde von der IEA in Zusammenarbeit mit dem Team des europäischen Projektes SWIFT - Optimierung von Steuerungsstrategien für Fassadensysteme - unter der Leitung des Fraunhofer Institut für Energiesysteme (ISE) definiert (Wienold 2004).

Die EnergyPlus Modelle, die einen Teil dieser Studie beinhalten, betrafen Gebäude mit Merkmalen (Gebäudekonstruktion und -geometrie, Fenster- und Wandverhältnis, Art des Heiz- und Kühlsystems sowie Wirkungsgrad und Belegungspläne), die viele europäische Bürogebäude gemeinsam haben.

Die Studie besteht aus drei separaten Berichten, die jeweils eine repräsentative Gebäudegröße abdecken: Klein (1000 Quadratmeter Nutzfläche), Mittel (5000 Quadratmeter Nutzfläche) und Groß (10000 Quadratmeter Nutzfläche). Für jede dieser Gebäudegrößen wurden in der Studie, die in ganz Europa üblichen Verglasungstypen untersucht, nämlich klares Zweifach-Isolierglas ohne Beschichtung und Zweifach-Isolierglas mit Beschichtung (Low-E). Da sie für das europäische Klima repräsentativ sein soll, wurden drei Standorte verwendet: Das nördliche Klima in Stockholm, das mediterrane Klima in Amsterdam und das südliche Klima in Athen. Bei jedem Gebäudemodell wurde ein repräsentatives Muster von sieben innen und außen montierten Fensterfolien (mit einer Durchlässigkeit von 20 bis 70 % des sichtbaren Lichtes) in den EnergyPlus Modellen an jedem Gebäude angebracht.

Das Ergebnis der oben genannten Kombination von Gebäudegrößen, Standort, Fenster- und Folientypen führte in dieser Studie zu 126 separate EnergyPlus Modelle.

Ergebnisse

Der gesamte Verbrauch von Heiz- und Kühlenergie von Gebäuden in kWh wurde für jedes Modell in der Studie berechnet. Die folgenden Tabellen fassen die gesamten Einsparungen der Heiz- und Kühlenergie des Gebäudes zusammen, wenn die Gebäude ohne Fensterfolien im EnergiePlus Modelle mit Sonnenschutzfolien ausgestattet wurden. Es ist zu beachten, dass die Montage von Fensterfolien in einigen Gebäuden zwar die Heizenergie durch die Verringerung des solaren Wärmegewinns von außen während der Heizmonate sich erhöht (der zum Ausgleich des Bedarfs einer mechanischen Heizung genutzt werden kann). Aber der gesamte Nettoeffekt der Montage von Fensterfolien in dieser Zusammenfassung zeigt, dass die Energieeinsparung bei der Kühlung höher ist als ein Anstieg der Heizkosten. Darüber hinaus ist zu beachten, obwohl diese Kosten in dieser Studie nicht berücksichtigt wurden, dass die Kosten für die Kühlenergie auf kWh-Basis ebenfalls viel höher sind als die Kosten für die Heizenergie.

Zweifach-Isolierglas ohne Beschichtung

Nördliches Klima

	Kleines Gebäude	mittleres Gebäude	großes Gebäude
Durchschnittliche Ersparnis	17 %	14 %	18 %
Spanne der Einsparung	9 % - 23 %	8 % - 20 %	10 % - 25 %

Mediterranes Klima

	Kleines Gebäude	mittleres Gebäude	großes Gebäude
Durchschnittliche Ersparnis	20 %	18 %	22 %
Spanne der Einsparung	11 % - 28 %	9 % - 25 %	12 % - 30 %

Südliches Klima

	Kleines Gebäude	mittleres Gebäude	großes Gebäude
Durchschnittliche Ersparnis	31 %	26 %	30 %
Spanne der Einsparung	15 % - 42 %	13 % - 36 %	15 % - 41 %

Zweifach-Isolierglas mit Beschichtung (Low-E)

Nördliches Klima

	Kleines Gebäude	mittleres Gebäude	großes Gebäude
Durchschnittliche Ersparnis	11 %	9 %	12 %
Spanne der Einsparung	2 % - 9 %	2 % - 16 %	2 % - 22 %

Mediterranes Klima

	Kleines Gebäude	mittleres Gebäude	großes Gebäude
Durchschnittliche Ersparnis	13%	11 %	16 %
Spanne der Einsparung	2 % - 25 %	2 % - 22 %	3 % - 30 %

Südliches Klima

	Kleines Gebäude	mittleres Gebäude	großes Gebäude
Durchschnittliche Ersparnis	19 %	15 %	18 %
Spanne der Einsparung	3 % - 38 %	2 % - 30 %	3 % - 36 %

Schlussfolgerungen

Die Studie zeigt schlüssig, dass die Montage von Fensterfolien den Gesamtenergieverbrauch von Gewerbegebäuden über eine Vielzahl von europäischen Klimata, Fenstertypen und Gebäudegrößen hinweg deutlich reduzieren kann. Für alle betrachteten Modelle betrug die durchschnittliche Energieeinsparung in Gebäuden 18 % mit einem globalen Minimum von 2 % und einem Maximum von 42 %.

Es sei darauf hingewiesen, dass diese Studie nur die Auswirkungen von Fensterfolien auf moderne, in ganz Europa weit verbreitete Verglasungstypen (klares Zweifach-Isolierglas und Zweifach-Isolierglas mit Beschichtung (Low-E)) berücksichtigt. Es ist jedoch zu erwarten, dass der Effekt der Energieeinsparung durch die Montage von Fensterfolien bei Einscheibenverglasungen (die in ganz Europa gleichermaßen verbreitet sind) noch höher sein wird. Deshalb ist der Markt für Fensterfolien in ganz Europa sehr umfangreich. Ebenfalls von Bedeutung ist, dass sich diese Studie nur auf die energieeinsparenden Vorteile von Fensterfolien konzentriert hat und keine detaillierte Diskussion über die anderen vielfältigen Vorteile von Fensterfolien bei der Verwendung in Gebäuden beinhaltet, wie z. B.: deutlich verbesserter Komfort für die Nutzer, reduzierte Blendung, Möglichkeiten den Einsatz von Jalousien und Rollos zu begrenzen und die Auswirkungen der UV-Strahlung auf Möbel, Teppiche, Stoffe und auf den Menschen selbst zu reduzieren. Darüber hinaus gibt es eine Kombination aus Sonnenschutz- und Sicherheitsfolien, die alle oben genannten Vorteile sowie Energieeinsparungen und gleichzeitig einen Schutz für die Bewohner von Gebäuden vor Glasbruch bieten, wie z. B.: Bombenexplosionen, Verringerung der Verletzungen durch Glasbruch, Stürme und eine zusätzliche Sicherheit gegen unerwünschtes Eindringen in Gebäude.

Die Studie zeigt die Auswirkungen der Montage einer Vielzahl von Fensterfolien auf typische europäische Gebäude. Sie sollte nicht dazu verwendet werden, die Folien-spezifikation zu unterstützen oder die Leistung von Folien für einzelne Projekte abzuschätzen. Für einzelne Projekte ist eine individuelle Energieanalyse erforderlich, um einen Hinweis auf die erwarteten Energieeinsparungen und die Leistung von Fensterfolien zu erhalten.

Bitte wenden Sie sich an ein EWFA-Mitglied, der Hersteller von Fensterfolien ist, für eine detaillierte Analyse Ihrer speziellen Situation. EWFA-Mitglieder haben Zugang zu fortschrittliche Simulationssoftware und können eine spezifische Analyse vieler Gebäudetypen (Büros, Hotels, Universitäten, Schulen und Einzelhandel) erstellen. Diese Analysen können Ihren spezifischen Standort, die Gebäudegeometrie, den Typ und die Effizienz des Heiz- und Kühlsystems des Gebäudes, die genaue Fensterfläche bei jeder Himmelsrichtung und Einbausituation und die Auswirkungen von Überhängen oder angrenzenden Gebäuden berücksichtigen.

Quellenverzeichnis

BLAST Support Office, 1992, BLAST 3.0 Benutzerhandbuch. Urbana - Champagner, Illinois: BLAST-Support-Büro, Abteilung für Maschinenbau und Industrietechnik, Universität von Illinois.

Winkelman F. C., Birdsall B. E., Buhl W. F., Ellington K. L., Erdem A. E., Hirsch J. J. und Gates S., 1993, DOE-2-Beilage, Version 2.1E, LBL 34947, November 1993, Lawrence Berkeley National Laboratory. Springfield, Virginia: Nationaler Technische Informationsdienst.

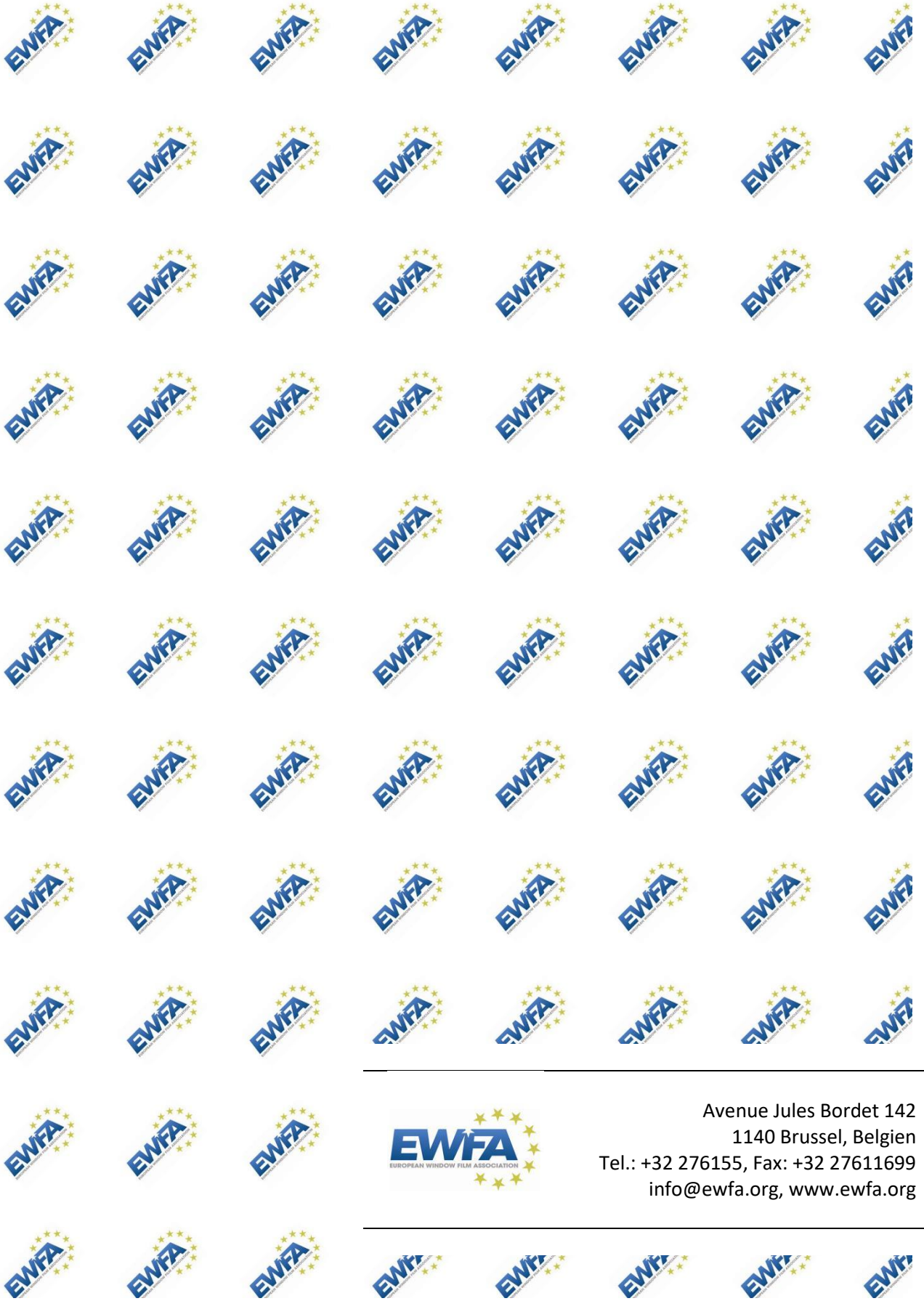
Henninger R.H., Witte M.J., Crawley D.B., Erfahrungen beim Testen von Energy plus mit dem IEA HVAC BESTEST E100-E200 Series, 8. Internationale IBPSA-Konferenz Eindhoven, Niederlande 11. bis 14. August 2003.

Henninger R. H., Witte M. J., EnergyPlus-Tests mit Gebäudehüllen- und Gewebelasttests von ANSI/ASHRAE Standard 140-2011, Energieministerium der Vereinigten Staaten von Amerika, 2014.

Platzer W., van Dijk D., 2003. IEA27/Swift Referenzbüro für thermische, solare und Lichtberechnungen.

IEA SHC Task 27 Teilaufgabe A und EU Swift Projekt, Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und TNO Bouw, Februar 2003 (<http://www.eu-swift.de>)

Wienold J., Schaltbare Fassadentechnik: Gebäudeintegration Swift - Abschlussbericht. Berichtsnummer: swift-wp3-ise-jw-030616, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Heidenhofstr.2, D-79110 Freiburg, 2004.



Avenue Jules Bordet 142
1140 Brussel, Belgium
Tel.: +32 276155, Fax: +32 27611699
info@ewfa.org, www.ewfa.org
