



GUTACHTEN T-STRIPE

für T-STRIPE GmbH
Rautenweg 8
1220 Wien
www.t-stripe.com



IBO - Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie GmbH
Alserbachstraße 5/8
1090 Wien
www.ibo.at

Autoren
DI (FH) Felix Heisinger
DI Thomas Zelger

Gekürzte Fassung aus dem Endbericht vom 15. September 2010

1. Aufgabenstellung / Ziel

Ziel des gegenständlichen Projektes ist es, die Funktionsweise des T-STRIPE Fensterheizsystems bauphysikalisch zu bewerten. Des Weiteren wird eine überschlägige energetische und raumklimatische Bewertung durchgeführt.

2. Definition der Randbedingungen

Um eine möglichst realitätsnahe Simulation durchführen zu können, wurde die Berechnung auf 2 Fenstertypen beschränkt. Die gewählten Fenstervarianten entsprechen dem derzeitigen Haupteinsatzgebiet des untersuchten Produktes.

1. raumhohes Fenster (z.B. Terrassentür) ohne darunterliegenden Heizkörper
2. Dachflächenfenster (Neigung 45°) ohne darunterliegenden Heizkörper

Das zu untersuchende Fenster wurde wie folgt gewählt:

$U_{\text{Glas}} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ - 2 Scheibenisolierverglasung

$U_{\text{Rahmen}} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ - Kunststoffrahmen

$\Psi_{\text{Glasrand}} = \sim 0,06 \text{ W/mK}$, Abstandhalter: Aluminium

Scheibefüllung: Edelgasfüllung

Für die Berechnungen wurden folgende Wärmeübergangskoeffizienten für Verglasung und Rahmen gemäß ÖNORM EN ISO 10211, ÖNORM EN ISO 10077 bzw. gemäß ÖNORM B 8110-2 gewählt:

Alfa innen= $7,7 \text{ W/mK}$ entspricht $R_{\text{si}} = 0,13 \text{ mK/W}$

Alfa außen= 25 W/mK entspricht $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ mK/W}$

Die Abmessungen des Dachflächenfensters werden gleich gewählt um die direkten Unterschiede zwischen vertikaler und schräger Einbausituation nachvollziehen zu können.



Allgemeines:

Es wird in diesem Bericht davon ausgegangen, dass im Innenraum ein hygienischer Luftwechsel durchgeführt wird. Es wird davon abgesehen, dass durch die Verwendung des T-STRIPE Systems der Luftwechsel unter den hygienisch notwendigen Luftwechsel sinkt.

In der Simulation wurde die Einwirkung von solarer Einstrahlung nicht berücksichtigt. Somit ist die Simulation auch nicht durch spezielle Ausrichtungen und damit verbundenen höheren oder niedrigeren Einstrahlungen beeinflusst.

Grundsätzlich ist der konvektive Wärmeübergang am Fenster von einer Vielzahl von Faktoren abhängig und keinesfalls homogen, insbesondere bei Beheizung durch TSTRIPE. Für diese Arbeit wird die Wärmeübergangszahl aus ÖNORM B 8110-2 verwendet.

Diese beiden Vereinfachungen der Simulation führen dazu, dass von einem „Worst-Case“ Szenario ausgegangen wird.

3. Wärmebrückenberechnung

Um die primäre Funktionsweise des Systems zu verdeutlichen, wird eine Wärmebrückenberechnung mit dem Rechenprogramm „ANTHERM“ durchgeführt. Interessant sind vor allem die Oberflächentemperaturen bzw. die Veränderung der Oberflächentemperaturen durch T-STRIPE. Die Ergebnisse der Wärmebrückenberechnung gelten für das raumhohe Fenster wie auch für das Dachflächenfenster, da ein stationärer Zeitpunkt mit einer bestimmten Außenlufttemperatur betrachtet wird.

3.1. Annahmen

Temperaturen:

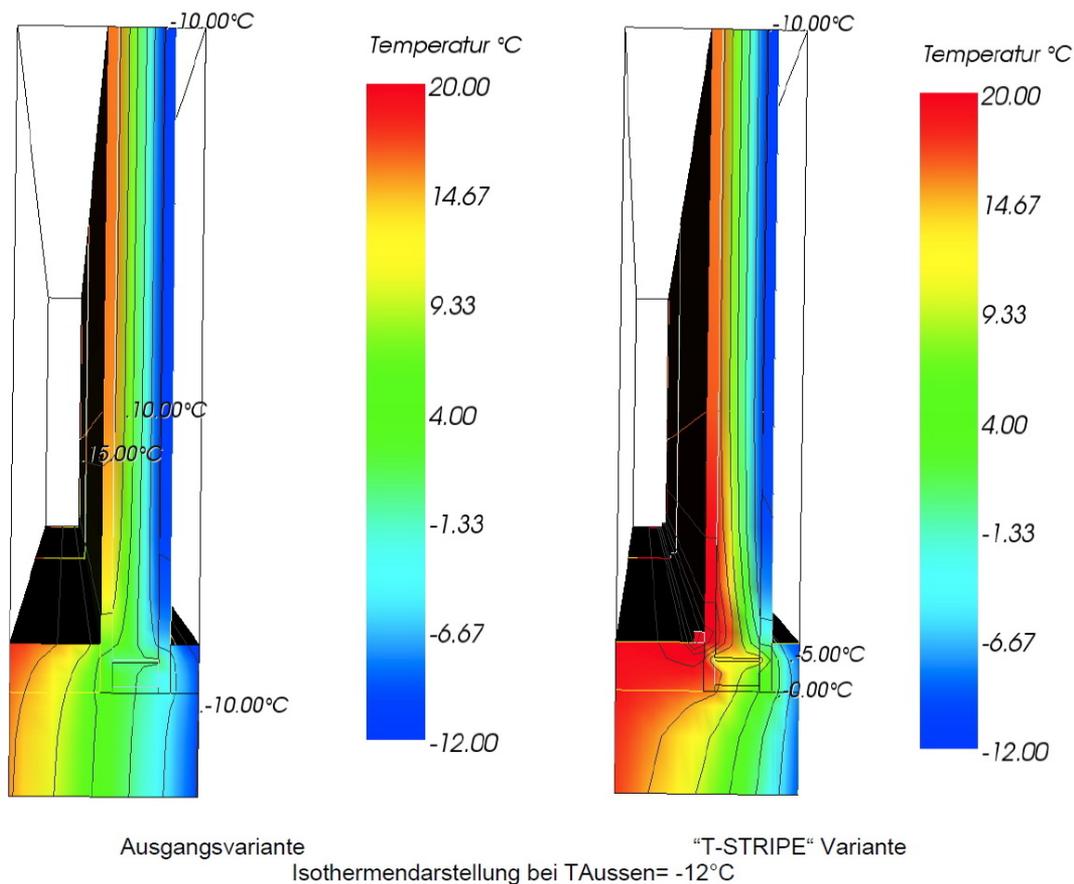
Die Wärmebrückenberechnungen wurden mit einer Innenraumtemperatur von 20°C und einer Außentemperatur von -12°C (typische Auslegungstemperatur für Bauteile ohne nennenswerte Speichermasse in Wien) und -1,6°C (langjähriges Mittel im Jänner für übliche Bauteile) durchgeführt. Für die Kondensatbildung ist vor allem die Auswertung mit der sehr niedrigen Außenlufttemperatur relevant.

Materialien:

Bezeichnung	Einsatz	Wärmeübertragung
		W/mK
Glas	Glasscheiben	1
Gasfüllung	Gasfüllung zwischen Glasscheiben	0,0178
Dichtmasse	Dichtmasse unter Abstandhalter	0,4
PVC Rahmen	Fensterrahmen PVC	0,1
Zeolith	Kernmaterial Abstandhalter	0,13
Aluminium	Hüllmaterial Abstandhalter	200

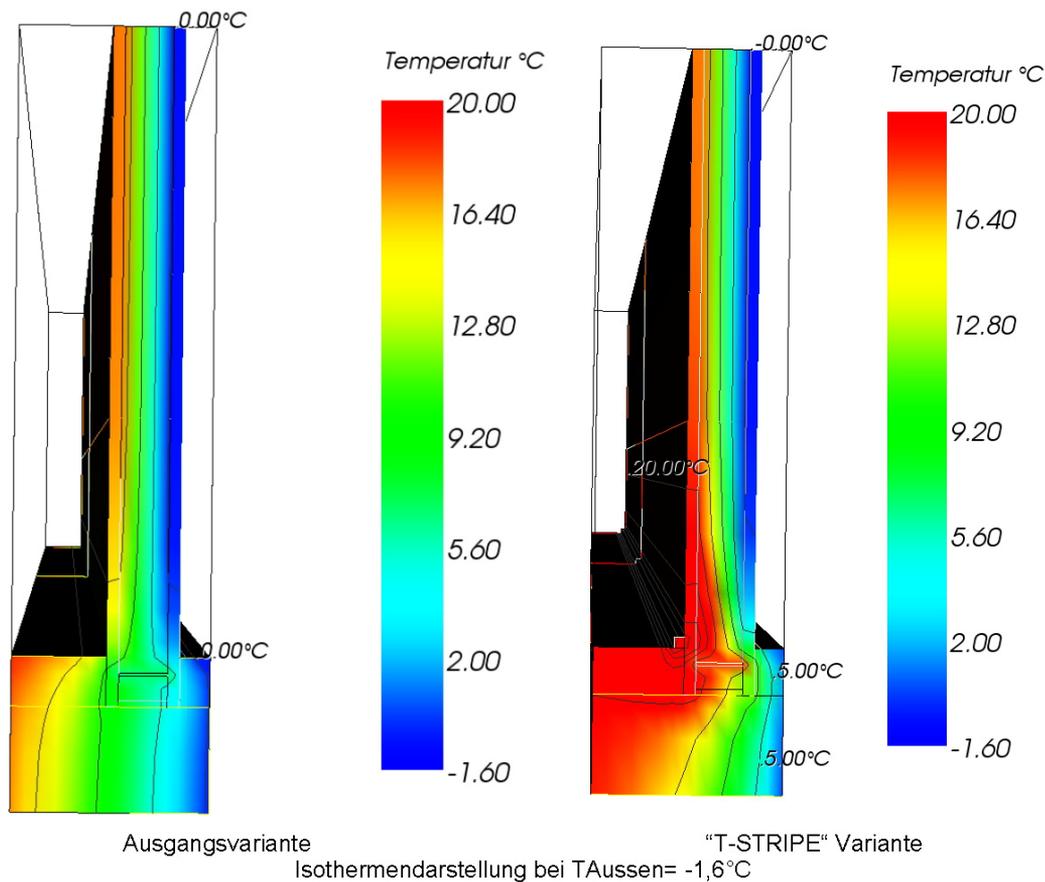
3.2. Berechnung mit einer Außentemperatur von -12°C

In der Ausgangsvariante wird eine minimale Innenobertemperatur von ca. 7°C erreicht. Diese niedrigste Temperatur tritt im Bereich des Glasrandverbundes auf. Durch den Einsatz der T-STRIPE Heizung kann die Oberflächentemperatur im Bereich des Glasrandverbundes gelöst werden. Es tritt nun eine minimale Innenoberflächentemperatur von ca. 16°C auf, die im Bereich der Scheibenmitte zu erkennen ist. Das Heizelement erreicht in dieser Simulation eine maximale Temperatur von $38,9^{\circ}\text{C}$.



3.3. Berechnung mit einer Außentemperatur von $-1,6^{\circ}\text{C}$

In der Ausgangsvariante wird eine minimale Innenobertemperatur von ca. 12°C erreicht. Diese niedrigste Temperatur tritt im Bereich des Glasrandverbundes auf. Durch den Einsatz der T-STRIPE Heizung kann der Schwachpunkt im Bereich des Glasrandverbundes gelöst werden. Es tritt nun eine minimale Innenoberflächentemperatur von ca. $17,5^{\circ}\text{C}$ auf, die im Bereich der Scheibenmitte zu erkennen ist. Das Heizelement erreicht in dieser Simulation eine maximale Temperatur von $42,7^{\circ}\text{C}$.



3.4. Allgemeine Ergebnisse

Die Berechnungen zeigen deutlich, dass die Oberflächentemperatur im Bereich des Glasrandes deutlich angehoben wird. Durch den Einsatz des Systems kann der Temperaturfaktor f_{RSI} -Wert deutlich angehoben werden:

	Istwert	Grenzwert Kondensatbildung	Grenzwert Schimmelbildung
Ausgangsvariante	0,59	$\geq 0,69$	$\geq 0,71$
T-Stripe	0,88	$\geq 0,69$	$\geq 0,71$

Durch T-STRIPE werden die Grenzwerte für Kondensat- und Schimmelbildung nicht unterschritten, **es bildet sich daher weder Kondenswasser noch Schimmel!**

Durch die starke Erwärmung im Bereich Glasrandverbund ist durch die aufsteigende warme Luft eine leichte zusätzliche Erwärmung der gesamten Verglasung zu erwarten.

Die Wärmebrückenberechnung hat auch gezeigt, welcher Anteil der - durch TSTRIPE erzeugten Wärme - im Raum bleibt bzw. an die Außenluft abgegeben wird: 63,2% der eingesetzten Wärmeenergie werden im Raum und 37,6% an die Außenluft abgegeben.

T-STRIPE trägt daher zur Erwärmung des Raumes bei und die Fenster strahlen angenehm ab.

4. Vergleich verschiedener Möglichkeiten, Kondensat zu verringern

Zur Verringerung des Kondensatrisikos im Bereich des Fensterrandverbundes eignen sich die folgenden Maßnahmen:

- Absenkung der Raumluftfeuchte durch Erhöhung des Luftwechsel
 - überschüssige Feuchte wird abgegeben
 - Kondensat kann nicht ausgeschlossen werden
 - Energiebedarf abhängig von Art der Heizung
 - bis zu gewisser Temperatur mehr Behaglichkeit
 - bessere Raumluftqualität

- Erhöhung der Innenraumtemperatur
 - Beeinflussung des Taupunkts
 - Kondensat kann nicht ausgeschlossen werden
 - Energiebedarf abhängig von Art der Heizung
 - bis zu gewisser Temperatur mehr Behaglichkeit

- Einbau von T-STRIPE
 - Kondensat wird bei richtiger Regelung vermieden
 - Elektrischer Energiebedarf
 - mehr Behaglichkeit, weil die Oberflächentemperatur der Fenster durch Erwärmung des Randes steigt