

PRÜFBERICHT

Antragsteller:	WINCO Technologies SAS 5, rue Sophie Germain – Technopole Saint Briec Armor France – 22440 Ploufragan
Inhalt des Antrags:	Vergleichsmessungen einer Dachkonstruktion mit eingebauter Dachmembran Skytech Pro XL zur Bestimmung des Einflusses auf die thermischen Eigenschaften der Dachkonstruktion, wenn die Luftschicht zwischen der Dachmembran und der Dachabdeckung belüftet ist oder nicht. Die Wärmedurchgangsmessungen erfolgen in einem Heizkastengerät nach ISO 8990 und EN ISO 12567-1. Die Berechnungen der Luftschichten erfolgen nach DIN EN 16012 und DIN EN ISO 6946
Produkt:	Aluminium kaschierte Dachmembran Skytech Pro XL
Bericht Nr.:	I3-2021/21
Ausstellungsdatum:	16.11.2021
Seiten:	9

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	3
2	Material	3
3	Methoden	5
4	Ergebnisse	6
5	Bewertung	8
6	Haftung	9

1 Aufgabenstellung

Das FIW München wurde von WINCO technologies SAS beauftragt den Einfluss der Belüftung auf eine Luftschicht zu messen, welche sich bei einer Dachkonstruktion zwischen der Dachabdeckung und der Dachmembran Skytech Pro XL befindet. Um diesen Einfluss zu bestimmen, wurde der Wärmedurchgang der Dachkonstruktion einmal im unbelüfteten und einmal im belüfteten Zustand gemessen. Die Messungen fanden in einem Heizkastegerät nach ISO 8990 und wurden nach den Vorgaben der EN ISO 12567-1 durchgeführt. Die Ermittlung des Einflusses auf die Luftschicht erfolgte in Anlehnung an die DIN EN 16012 und DIN EN ISO 6946.

2 Material

Die Dachkonstruktion besitzt einen 1,5 m x 1,5 m großen Holzrahmen aus OSB-Platten, welcher genau in den Messausschnitt des Prüfstandes hineinpasst und mit einer Tiefe von 23 cm die gleiche Tiefe wie der Prüfstandrahmen besitzt. In diesen Rahmen wurden 3 Holzsparren als Dachträger verschraubt und Mineralwolle zwischen die Sparren geklemmt. Die thermischen Eigenschaften der Mineralwolle wurden zuvor am FIW München bestimmt. Auf der Innenseite der Konstruktion wurde eine Dampfbremse mit bekanntem sd-Wert luftdicht befestigt. Zur Außenseite hin wurde die Dachmembran Skytech Pro XL direkt über die Sparren gespannt, verschraubt und luftdicht an den Rändern mit Aluminiumband abgeklebt. Zwischen der Mineralwollendämmung und der Dachmembran ist so ein ruhender Luftspalt von 20 mm vorhanden. Diese Luftschicht wird als ruhend angenommen und zwischen den Vergleichsmessungen nicht verändert. Zum Anbringen der Dachabdeckung wurde auf die Dachmembran eine Lattung mit einer Konterlattung aufgebracht und die Dachkonstruktion mit einem Aluminium-Blechdach abgedeckt und an den Rändern luftdicht abgedichtet. Zwischen der Dachmembran und der Abdeckung entsteht so ein Luftschicht mit einem Spaltmaß von 50 mm, welche Untersuchungsgegenstand dieses Berichtes ist und während der Vergleichsmessungen einmal unbelüftet und einmal belüftet ausgeführt wird. Der Aufbau der Konstruktion ist in Abbildung 1 zu sehen.



Abbildung 1: Aufbau der Dachkonstruktion aufgeschlüsselt in Material und Schichtdicken

Um die zu untersuchende Luftschicht bei der Vergleichsmessung definiert und kontrolliert belüften zu können, wurden nach Vorgaben der DIN EN 13125 und der DIN EN ISO 6946 insgesamt 8 Öffnungsschlitz mit den Maßen 4 mm x 7 mm in das Dachblech eingebracht. So ergibt sich nach DIN EN ISO 13125 einen Belüftungsgrad der Klasse 4 und führt nach DIN EN ISO 6946 mit einer insgesamten Öffnungsfläche von 2250 mm², was einer Öffnungsfläche von 1500 mm² je Meter Dachlänge entspricht, per Definition zu einer stark belüfteten Luftschicht. Abbildung 2 zeigt die Verteilung und Größe der Lüftungsschlitz. Für die Messung wurden innerhalb der Dachkonstruktion und auf den Außenseiten der Konstruktion Temperatursensoren angebracht.

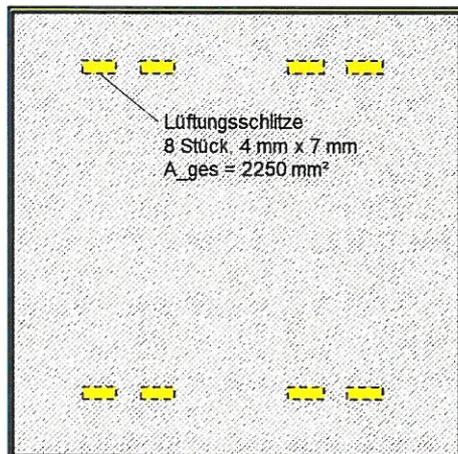


Abbildung 2: Größe und Verteilung der Lüftungsschlitze

3 Methoden

Die Messungen im geregelten Heizkasten (Guarded Hot-Box – kalibriert nach EN ISO 12567-1) werden im stationären Zustand durchgeführt. Hierfür wird die zu prüfende Dachkonstruktion zwischen zwei Räumen mit unterschiedlichen Temperaturen eingebaut. Die Lufttemperaturen in diesen Räumen werden konstant gehalten, so dass im Beharrungszustand ein gleichbleibender Wärmestrom durch den Probekörper fließt. Aus den gemessenen Temperaturen und der bekannten (konstanten) elektrischen Leistung der Heizung auf der Warmseite wird der Wärmedurchgangskoeffizient U direkt berechnet. Die Wärmeübertragung durch Leitung, Konvektion und Strahlung auf und von der Oberfläche des Prüflings ist in der Umgebungstemperatur und in den Wärmeübergangskoeffizienten berücksichtigt.

Zur Bestimmung des Einflusses der Belüftung der Luftschicht zwischen der Dachabdeckung und der Dachmembran auf den Wärmedurchgang der Dachkonstruktion wurde der Probekörper mit definierten Öffnungsschlitzen nach den Vorgaben der DIN EN ISO 6946 zur Erreichung eines starken Belüftungszustandes und zum anderen zur Erreichung des Belüftungsgrades der Klasse 4 nach EN 13125 versehen. Nach DIN EN ISO 6946 ist bei einer Luftschicht, welche durch Öffnungsschlitze mit den hier untersuchten Maßen belüftet wird, der Wärmedurchlasswiderstand durch einen nach Anhang C berechneten Wärmeübergangswiderstand zu ersetzen. Die Berechnung in diesem Bericht basieren auf diesem Ansatz.

Die so definierten Öffnungsschlitzte wurden bei der Vergleichsmessung des Wärmedurchgangs im ersten Durchgang verschlossen und im zweiten Durchgang geöffnet. Der Einfluss der Emissionsgrade der angrenzenden Oberflächen wird nach Anhang D der DIN EN ISO 6946 berücksichtigt. Die zur Berechnung notwendigen Daten wurden aus der Wärmedurchgangsmessung nach EN ISO 12567-1 und aus den Emissionsgradmessungen nach DIN EN 16012 der Oberflächen der Dachmembran und Dachabdeckung gewonnen.

4 Ergebnisse

Die Dachkonstruktion wurde mit der Innenseite zur Warmseite des Prüfstandes und mit der Außenseite zur Kaltseite des Prüfstandes eingebaut. Die Warmseite wurde auf eine Lufttemperatur von 20°C und einer anliegenden Luftgeschwindigkeit von 0,2 m/s eingestellt. Die Regelung der Kaltseite lag bei 0°C Lufttemperatur und einer anliegenden Luftgeschwindigkeit von 3 m/s. Die Messunsicherheit bei der Messung des Wärmedurchgangs nach EN ISO 12567-1 der gesamten Dachkonstruktion liegt bei 4 % und ergab folgende Messwerte:

Tabelle 1: Ergebnisse der Wärmedurchgangsmessung nach EN ISO 12567-1 je nach Belüftungszustand

Messung	Warmseitentemperatur	Kaltseitentemperatur	Belüftung	U-Wert gemessen
	°C	°C		W/(m ² *K)
1	20	10	Nein	0,286 ± 0,011
2	20	10	Ja	0,304 ± 0,012

Die Bestimmung der Strahlungsemissionsgrade nach DIN EN 16012 der angrenzenden Oberflächen der untersuchten Luftschicht ergab folgende Werte:

Tabelle 2: Ergebnisse der Emissionsgradmessung der angrenzenden Oberflächen an der untersuchten Luftschicht

Oberfläche	Emissionsgrad
Außenseite der Dachmembran Skytech Pro XL	0,05
Innenseite der Dachabdeckung	0,1

Zur Berechnung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit λ_{eq} nach DIN EN ISO 6946 der untersuchten Luftschicht wurden die Temperaturwerte aus der Wärmedurchgangsmessung zur Ermittlung der Mitteltemperatur der Luftschicht und die Werte aus den Emissionsgradmessungen verwendet. Im belüfteten Zustand lagen die Luftgeschwindigkeiten innerhalb der untersuchten Luftschicht unter 0,1 m/s. Die Berechnung ergab folgende Werte:

Tabelle 3: Berechnung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der untersuchten Luftschicht je nach Belüftung

Parameter		Messung 1	Messung 2
Belüftung		Nein	Ja
Mitteltemperatur der Luftschicht	°C	2,75	2,04
Emissionsfaktor 1 (Außenseite der Dachmembran)		0,05	0,05
Emissionsfaktor 2 (Innenseite des Dachblechs)		0,1	0,1
Wärmedurchlasswiderstand	m ² *K/W	0,707	0,376
Äquivalente Wärmeleitfähigkeit λ_{eq}	W/m*K	0,068	0,128

Die so ermittelten Daten wurden zur Kontrolle in eine Wärmedurchgangsberechnung nach DIN EN ISO 6946 eingesetzt und mit den Messwerten verglichen. Die Gegenüberstellung zeigt vergleichbare Werte (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Vergleich der Messwerte der Wärmedurchgangsmessung der Dachkonstruktion mit den Werten aus der Rückrechnung nach DIN EN ISO 6946

Messung	Belüftung	U-Wert gemessen	U-Wert berechnet nach DIN EN ISO 6946
		W/(m ² *K)	W/(m ² *K)
1	Nein	0,286	0,271
2	Ja	0,304	0,295

5 Bewertung

Anhand der Messergebnisse aus Tabelle 3 wird der Einfluss der Belüftung auf die Wärmeleitfähigkeit der Luftschicht zwischen der Dachmembran und der Dachabdeckung deutlich. Die Temperaturwerte der Wärmedurchgangsmessung zeigen, dass sich durch die Belüftung die Mitteltemperatur der Luftschicht um 0,7 K reduziert. Dadurch und durch den Einfluss der Konvektion, welche bei einer starken Belüftungssituation einen großen Einfluss bei der Berechnung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit einer Luftschicht hat, erhöht sich die äquivalente Wärmeleitfähigkeit der Luftschicht im unbelüfteten Zustand von 0,068 W/m*K auf 0,128 W/m*K im belüfteten Zustand.

Die ermittelten Messwerte beziehen sich auf die hier untersuchte Dachkonstruktion mit den angewandten Randbedingungen, dem untersuchten Konstruktionsaufbau und den nach DIN EN ISO 6946 definierten Öffnungsschlitzten. Hierbei ist anzumerken, dass nach Norm bei der Definition „starke Belüftung“ kein Maß der Luftgeschwindigkeit innerhalb der Luftschicht festgelegt ist. Im hier untersuchten Fall lagen die Luftgeschwindigkeiten innerhalb der belüfteten Luftschicht unter 0,1 m/s, wodurch ungewollte induzierte Strömung ausgeschlossen, aber ein Luftaustausch mit der Kaltseite bestätigt werden kann.

Zusätzlich ist bei dieser Art der Berechnung der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit der Luftschicht zu beachten, dass sie auf den Messdaten einer gesamten Wärmedurchgangsmessung einer komplexen Dachkonstruktion und auf fehleranfälligen Emissionsgradmessungen im niedrigen Emissionsbereich beruht. Deshalb muss hier im Vergleich zur Wärmedurchgangsbestimmung nach EN ISO 12567-1 von einer deutlich höheren Messunsicherheit ausgegangen werden.

6 Haftung

Die Untersuchungsergebnisse gelten ausschließlich für die angegebenen Materialien sowie deren Eigenschaften und Abmessungen. Für die durchgeführten Untersuchungen ist der gegenwärtige Stand der Forschung maßgebend. Eine Haftung kann daher nur im Rahmen dieses Kenntnisstandes übernommen werden. Die Gewährleistung für gutachterliche Aufträge an das FIW München e.V. beschränkt sich auf die gesetzliche Haftung von 5 Jahren entsprechend den Verjährungsbestimmungen nach § 634a BGB für Bauwerke.

Gräfelfing, den 16.11.2021

Sachgebietsleiter/Abteilungsleiter Prüfer/Bearbeiter



Christoph Sprengard



Wolfgang Schmidt