



PRÜFBERICHT

Prüfbericht Nr.: **ECO-P20012-20002**

Datum: 23.11.2020

Auftraggeber: BALOG CELLULÓZ-GYÁRTÓ KFT.
Csaba Balog
Szivhegyi u 30
8900 Zalaegerszeg
Hungary

Auftragsdatum: 03.02.2020

Prüfgegenstand: Zellulose-Einblasdämmung
Dichtebereich 35 – 60 kg/m³

Produktname: „**Cellutech cellulose insulation**“

Herstellwerk: BALOG CELLULÓZ-GYÁRTÓ KFT.
8900 Zalaegerszeg

Probenentnahme: durch Hersteller

Probeneingang: siehe Bericht

Prüfumfang: Brandverhalten
Wasserdampfdurchlässigkeit
Beständigkeit gegen Schimmelpilze
Wasseraufnahme, kurzzeitig
Korrosionspotential
Setzungsverhalten unter zyklischer Luftfeuchtebeanspruchung
Setzungsverhalten unter Vibration
Setzungsverhalten unter Erschütterung
Strömungswiderstand
Wärmeleitfähigkeit, Messwerte



Inhaltsübersicht

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Auftrag | 2 |
| 2 | Probenmaterial | 2 |
| 3 | Anwendungsbereich | 2 |
| 4 | Prüfgrundlagen | 2 |
| 5 | Prüfprogramm..... | 3 |
| 6 | Produktbeschreibung | 3 |
| 7 | Prüfergebnisse | 3 |
| 7.1 | <i>Brandverhalten</i> | 3 |
| 7.2 | <i>Wasserdampfdurchlässigkeit</i> | 4 |
| 7.3 | <i>Beständigkeit gegen Schimmelpilze</i> | 6 |
| 7.4 | <i>Wasseraufnahme kurzzeitig</i> | 6 |
| 7.5 | <i>Korrosionspotential</i> | 7 |
| 7.6 | <i>Setzungsverhalten</i> | 7 |
| 7.7 | <i>Strömungswiderstand</i> | 12 |
| 7.8 | <i>Wärmeleitfähigkeit – Messwerte trocken</i> | 13 |
| 8 | Wiedergabe, Veröffentlichung | 13 |
| 9 | Anhang | 14 |

1 Auftrag

Am 03.02.2020 wurde die Fa. ECOLABOR damit beauftragt, die relevanten Prüfungen für einen Zellulose-Einblasdämmstoff mit der Bezeichnung „**Cellutech cellulose insulation**“ durchzuführen, die für die Erstellung einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) erforderlich sind.

2 Probenmaterial

Das Probenmaterial wurde vom Hersteller aus der Produktion entnommen und der Prüfstelle übermittelt.

Tabelle 1 **Übersicht Materiallieferung**

| Typ | Probeneingang | Material Ident Nr. |
|------------------------------------|---------------|--------------------|
| Einblasdämmung aus Papierzellulose | 13.02.2020 | 20002-M01 |

Das verdichtete Dämmmaterial wurde in 6 Säcken mit insgesamt ca. 120 kg geliefert.

3 Anwendungsbereich

Das Dämmprodukt wird als nicht belastbarer Wärme- und/oder Schalldämmstoff in Decken, Wänden und Dächern verwendet.

4 Prüfgrundlagen

Alle durchgeführten Prüfungen erfolgten gemäß den zur Zeit der Prüfung gültigen EN-Normen für Wärmedämmstoffe bzw. gemäß EAD 040138-01-1201 „In-situ formed loose fill thermal and/or acoustic insulation products made of vegetable fibres“, Version Mai 2018, im Prüfbericht kurz mit „EAD“ bezeichnet, veröffentlicht am 16.11.2018 im Amtsblatt der Kommission in der Mitteilung 2018/C 417/07.

5 Prüfprogramm

Gemäß Prüfauftrag waren folgende, in Tabelle 2 zusammengestellten Güteeigenschaften bzw. Kenngrößen zu prüfen und zu ermitteln.

Tabelle 2 Übersicht Prüfprogramm

| Güteeigenschaft (Kenngröße) | Norm |
|--|--|
| Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung | EN ISO 11925-2 |
| Wasserdampfdurchlässigkeit | EN 12086 |
| Beständigkeit gegen Schimmelpilze | EAD, Annex B |
| Wasseraufnahme, kurzzeitig | EN 1609 |
| Korrosionspotential | EN 15101-1, Annex E |
| Setzungsverhalten u. zyklischer Luftfeuchtebeanspruchung | EN 15101-1, Annex B.1 |
| Setzungsverhalten unter Vibration | EN 15101-1, Annex B.2 |
| Setzungsverhalten unter Erschütterung | EN 15101-1, Annex B.3, EAD 2.2.8.1, a) |
| Strömungswiderstand | EN 29053 |
| Wärmeleitfähigkeit | EN 12667 |

6 Produktbeschreibung

Der Prüfbericht bezieht sich auf eine Zellulose-Einblasdämmung, die mit speziellen Einblasmaschinen in Bauteile eingeblasen, oder horizontal frei aufgeblasen wird.

Die Verarbeitung von Hand aus ist nicht Gegenstand dieses Prüfberichtes.

| | |
|---------------------|---|
| Produktbezeichnung: | „ Cellutech cellulose insulation “ |
| Dickenbereich: | ≥ 40 mm |
| Dichtebereich: | 35 – 60 kg/m ³ |
| Zusätze: | Anorganische Zusatzstoffe |

7 Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse für das Brandverhalten sowie die Messwerte für die Wärmeleitfähigkeit wurden aus dem Prüfbericht ECO-P20003-20002 vom 14.04.2020 unverändert übernommen.

7.1 Brandverhalten

Das Brandverhalten wurde durch die Entzündbarkeit bei direkter Flammeneinwirkung nach EN ISO 11925-2 ermittelt. Die Proben wurden einer Flächenbeflammung von 15 s ausgesetzt. Die Beobachtung bzw. Beurteilung der Flammenhöhe erfolgte im stark verdunkelten Prüfraum.

Das Probenmaterial wurde nach EN 13238 bei 23 °C und 50 % relativer Luftfeuchte bis zur Massenkonstanz konditioniert. Bis zum Befüllen des Probenhalters wurde das Probenmaterial in einem luftdichten Behälter aufbewahrt.

Die Prüfergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Das Aussehen der Proben nach der Prüfung ist in Abbildung 1 dokumentiert.

Prüfungsrelevante Angaben:

| | |
|------------------------------|---|
| Beflammungsdauer: | 15 s |
| Prüfmaterial Ident.Nr.: | 20002-M01 |
| Probenhalter: | Gitter, Maschenweite 10 mm, ohne Harfe, Gesamthöhe 250 mm |
| Rohdichte _{23/50} : | 35 kg/m ³ |
| Abluftgeschwindigkeit: | 0,8 m/s |
| Prüfumgebung: | 22 °C / 38 % RH |

Besondere Beobachtungen

- Bei allen Proben hat während der Beflammungszeit eine Entzündung stattgefunden. Der genaue Zeitpunkt der Entzündung konnte jedoch nicht eindeutig angegeben werden.
- Das Prüfmaterial wurde bis zu einer Tiefe von max. 5 mm zerstört.
- Der Beflammungsbereich ist bei allen Proben deutlich abgegrenzt.

Tabelle 3 Prüfung des Brandverhaltens nach EN ISO 11925-2, Matrix der Einzelprüfungen

| Art der Beflammung | Flächenbeflammung | | | | | | Kantenbeflammung | | | | | |
|--|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Probe Nr. | | | | | | | | | | | | |
| Entzündung [s] | - | - | - | - | - | - | | | | | | |
| Selbstverlöschen der Flamme [s] | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | | | | | | |
| Messmarke überschritten (150 mm) [s] | - | - | - | - | - | - | | | | | | |
| Maximale Flammenausbreitung [mm] | 140 | 120 | 130 | 130 | 110 | 140 | | | | | | |
| Ende des Nachglimmens [s] | 17 | 19 | 17 | 18 | 16 | 19 | | | | | | |
| Rauchentwicklung [j, n] | n | n | n | n | n | n | | | | | | |
| Brennendes Abfallen / Abtropfen [j, n] | n | n | n | n | n | n | | | | | | |
| Dicke der Probe [mm] | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | | | | | | |
| Rohdichte, [kg/m ³] | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | | | | | | |
| Aussehen nach der Prüfung | im Flammenangriffsbereich angekohlt | | | | | | | | | | | |

Prüfergebnis:

- Bei der Flächenbeflammung mit einer Beflammungsdauer von 15 s wurde die Messmarke von 150 mm bei sämtlichen Proben von der Flammenspitze nicht überschritten.
- Eine Entzündung wurde beobachtet.
- Ein brennendes Abtropfen oder Abfallen wurde nicht festgestellt.
- Ein Nachglimmen fand statt.

Interpretation der Prüfergebnisse

Aufgrund der Prüfergebnisse erreicht das Bauprodukt „**Cellutech cellulose insulation**“ nach der Klassifizierungsnorm EN 13501-1 die Euroklasse E, wobei in der Endanwendung offene Kanten nicht erlaubt sind.

7.2 Wasserdampfdurchlässigkeit

Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit erfolgte gemäß EN 12086. Als Prüfbedingung wurde die Klimabedingung C gewählt. Die Prüfung erfolgte im Normalklima bei $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 3) \%$ rel. Luftfeuchte. Als gesättigte Salzlösung für die hohe Luftfeuchtigkeit wurde Kaliumnitrat (KNO_3) verwendet. Über dieser Salzlösung stellt sich bei $(23 \pm 1) ^\circ\text{C}$ eine relative Luftfeuchte von 94 % ein.

Prinzip

In ein oben offenes Prüfgefäß, welches ein Trockenmittel oder eine gesättigte Salzlösung enthält, wird ein Probekörper eingebaut und seitlich abgedichtet. Diese Prüfanordnung wird dann in ein Prüfklima mit kontrollierter Temperatur und Luftfeuchte eingebracht. Aufgrund der Wasserdampfdruckdifferenz zwischen Prüfgefäß und Prüfklima strömt Wasserdampf durch den Probekörper. In gewissen Zeitabständen werden die Prüfanordnungen gewogen und dadurch die Wasserdampf-Diffusionsstromdichte beim Erreichen des stationären Zustandes bestimmt.

Probekörper

Das Probematerial wurde seitlich dampfdicht abgeschlossen und dampfdicht mit dem Prüfgefäß verbunden.

Berechnung

Der Diffusionsleitkoeffizient δ wurde, basierend auf den täglichen Luftdruck-Messwerten, als Mittelwert über den gesamten Prüfzeitraum hinweg berechnet.

Symbole und Einheiten:

| Symbol | Physikalische Größe | Einheit |
|------------------------|--|-----------------------|
| $m_{23,50}$ | Masse des Probekörpers bei 23 °C und 50 % RH | g |
| $\rho_{23,50}$ | Rohdichte nach EN 1602 | kg/m ³ |
| A | Mittelwert aus oberer und unterer freier Prüffläche | cm ² |
| G | Wasserdampfdiffusionsstrom durch den Probekörper | mg/h |
| W | Wasserdampfdiffusions-Durchlasskoeffizient bezogen auf den Dampfteildruck | mg/m ² hPa |
| μ | Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl | - |
| δ_{Luft} | Wasserdampfdiffusionsleitkoeffizient der Luft bezogen auf den Dampfteildruck | mg/m h Pa |

Klimabedingung C (wet-cup Methode)

Prüfparameter:

Abmessungen Prüfgefäß: Durchmesser 152 mm
 Rohdichte $\rho_{23,50}$: siehe Tabelle 4
 Dampfteildruckdifferenz: 1210 Pa (nach Norm)
 Mittl. Luftdruck: 976 hPa
 Diff. Leitkoeffizient Luft δ_{Luft} : 0,727 mg/m h Pa
 Prüffläche: 181,5 cm²
 Probenanzahl: 5
 Prüfbedingung: Klimabedingung C (wet-cup Methode)

**Tabelle 4 Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit
 Klimabedingung C (wet-cup Methode) - Einzelwerte und Mittelwert**

| Nr. | Durchmesser d mm | Höhe h mm | Masse $m_{23,50}$ g | Rohdichte $\rho_{c(23,50)}$ kg/m ³ | Prüffläche Mittelwert oben/unten A cm ² | Diffusions- strom G mg/h | Diffusions- strom- dichte g mg/m ² h | Diffusions- durchlass- koeffizient W_c mg/m ² hPa | Diffusions- leit- koeffizient δ mg/m h Pa | Diffusions- widerstands- zahl μ - |
|--------------------|------------------------|-----------------|---------------------------|---|--|-----------------------------------|---|--|--|---|
| 1 | 152,0 | 80,0 | 87,1 | 60,0 | 181,5 | 135,71 | 7,48E+03 | 6,18 | 0,494 | 1,47 |
| 2 | 152,0 | 80,0 | 87,1 | 60,0 | 181,5 | 135,81 | 7,48E+03 | 6,19 | 0,495 | 1,47 |
| 3 | 152,0 | 80,0 | 87,1 | 60,0 | 181,5 | 135,75 | 7,48E+03 | 6,18 | 0,495 | 1,47 |
| 4 | 152,0 | 80,0 | 87,1 | 60,0 | 181,5 | 134,53 | 7,41E+03 | 6,13 | 0,490 | 1,48 |
| 5 | 152,0 | 80,0 | 87,1 | 60,0 | 181,5 | 133,85 | 7,38E+03 | 6,10 | 0,488 | 1,49 |
| Mittelwerte | | | | 60,0 | 181,5 | 135,13 | 7,45E+03 | 6,15 | 0,492 | 1,48 |

Prüfergebnis:

Für eine mittlere Rohdichte von 60 kg/m³ wurde gemäß EN 12086 unter Klimabedingung C (wet-cup-Methode) eine mittlere Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl von

$\mu = 1,5$ ermittelt.

Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ [-] gibt an, wievielfach größer der Diffusionswiderstand des Stoffes ist als der einer gleich dicken ruhenden Luftschicht bei gleicher Temperatur.

7.3 Beständigkeit gegen Schimmelpilze

Die Prüfung wurde nach EAD Annex B durchgeführt. Dabei wird das Prüfmaterial in feuchtigkeitsgesättigter Luft 28 Tage lang bei 23 °C gelagert und anschließend die Wachstumsintensität bewertet.

Prüfungsrelevante Angaben:

| | |
|-------------------------|--|
| Prüfmaterial Ident.Nr.: | 20002-M01 |
| Prüfkörper: | 50x50x25 mm (Prüfbehälter aus NIRO-Gitter) |
| Probenanzahl | 1 |
| Einwaage: | ca. 3 g |
| Prüfumgebung: | (23 ± 2) °C, nahe 100 % RH |

Die Beurteilung der Wachstumsintensität erfolgte nach EN ISO 846.

Prüfergebnis:

Nach einer Prüfzeit von 28 Tagen war kein Schimmelwachstum unter dem Mikroskop bei 50 facher Vergrößerung erkennbar.

Bewertung des Pilzwachstums nach EN ISO 846:

Wachstumsintensität 0

7.4 Wasseraufnahme kurzzeitig

Die Prüfung wurde gemäß EN 1609 nach dem Verfahren A durchgeführt. Dabei wird die Wasseraufnahme innerhalb von 24 Stunden festgestellt.

Die Prüfergebnisse sind in Tabelle 5 und Tabelle 6 zusammengefasst.

Prüfparameter:

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| Prüfmaterial Ident.Nr.: | 20002-M01 |
| Prüfgefäß: | Lochblech, Edelstahl |
| Abmessungen Prüfkörper: | 200 x 200 mm |
| Dicke: | 100 mm |
| Rohdichte ^{23/50} : | 35 und 60 kg/m ³ |
| Probenanzahl: | 4 |
| Raumklima: | (23 ± 2) °C, (50 ± 5) % RH |
| Temperatur Wasserbad: | 21 °C |

Tabelle 5 Kurzzeitige Wasseraufnahme nach EN 1609, 35 kg/m³

| Probe | Material Ident Nr. | Abmessungen | | Dicke mm | Dichte kg/m ³ | A _p m ² | m ₀ g | m ₂₄ g | W _{pA} kg/m ² |
|--------------------|--------------------|-------------|-------|----------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|
| | | mm | mm | | | | | | |
| 1 | 20002-M01 | 200,0 | 200,0 | 100 | 35 | 0,0400 | 140,0 | 751,8 | 15,30 |
| 2 | 20002-M01 | 200,0 | 200,0 | 100 | 35 | 0,0400 | 140,0 | 782,0 | 16,05 |
| 3 | 20002-M01 | 200,0 | 200,0 | 100 | 35 | 0,0400 | 140,0 | 759,2 | 15,48 |
| 4 | 20002-M01 | 200,0 | 200,0 | 100 | 35 | 0,0400 | 140,0 | 775,1 | 15,88 |
| Mittelwerte | | | | | 35,0 | | | | 15,68 |

Prüfergebnis:

Die kurzzeitige Wasseraufnahme nach 24 Stunden wurde bei einer mittl. Rohdichte von 35 kg/m³ geprüft und wird durch den Mittelwert angegeben.

$$W_p = 15,68 \text{ kg/m}^2$$

Tabelle 6 Kurzzeitige Wasseraufnahme nach EN 1609, 60 kg/m³

| Probe | Material Ident Nr. | Abmessungen | | Dicke mm | Dichte kg/m ³ | A _p m ² | m ₀ g | m ₂₄ g | W _{pA} kg/m ² |
|--------------------|--------------------|-------------|-------|----------|--------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------|
| | | mm | mm | | | | | | |
| 1 | 20002-M01 | 200,0 | 200,0 | 100 | 60 | 0,0400 | 240,0 | 1494,8 | 31,37 |
| 2 | 20002-M01 | 200,0 | 200,0 | 100 | 60 | 0,0400 | 240,0 | 1584,2 | 33,61 |
| 3 | 20002-M01 | 200,0 | 200,0 | 100 | 60 | 0,0400 | 240,0 | 1533,1 | 32,33 |
| 4 | 20002-M01 | 200,0 | 200,0 | 100 | 60 | 0,0400 | 240,0 | 1549,1 | 32,73 |
| Mittelwerte | | | | | 60,0 | | | | 32,51 |

Prüfergebnis:

Die kurzzeitige Wasseraufnahme nach 24 Stunden wurde bei einer mittl. Rohdichte von 60 kg/m³ geprüft und wird durch den Mittelwert angegeben.

$$W_p = 32,51 \text{ kg/m}^2$$

7.5 Korrosionspotential

Die Bestimmung des Korrosionsvermögens wurde nach EN 15101-1, Annex E durchgeführt.

Dabei werden Folien aus reinem Kupfer und reinem Zink mit einer Mischung aus Dämmstoff und destilliertem Wasser in Verbindung gebracht und bei einer Temperatur von (40 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von (92 ± 2) % 14 Tage lang gelagert.

Ein Potential für eine Metallkorrosion ist dann gegeben, wenn nach der Prüfung Perforationen festgestellt werden können.

Tabelle 7 Teilergebnisse der Korrosionsprüfung

| Nr. | Probenart | Anzahl der Perforationen |
|-----|------------|--------------------------|
| 01 | Cu – Folie | 0 |
| 02 | Cu – Folie | 0 |
| 03 | Zn – Folie | 0 |
| 04 | Zn – Folie | 0 |

Prüfergebnis:

Das geprüfte Bauprodukt mit der Bezeichnung „**Cellutech cellulose insulation**“ besitzt **kein** Korrosionspotential gegenüber Kupfer und Zink, da keine Perforationen der Metallfolien aus Kupfer und Zink aufgetreten sind und erfüllt daher die **Klasse CR**.

7.6 Setzungsverhalten

Abhängig von der Anwendung werden verschiedene Prüfmethode angewendet.

7.6.1 Setzungsverhalten unter zyklischer Luftfeuchtebeanspruchung

Die Bestimmung des Setzmaßes unter zyklischer Luftfeuchtebeanspruchung wurde nach EN 15101-1, Annex B.1 durchgeführt.

Symbole und Einheiten

| Symbol | Physikalische Größe | Formel | Einheit |
|--------------|--|---|-------------------|
| s_{cyc} | Setzmaß nach 4 Zyklen (nach 4 Monaten, gemäß Formel B.1) | $s_{cyc} = (s_0 - s_4) \cdot 100 / s_0$ | % |
| s_0 | Mittelwert der Dämmstoffhöhe vor dem Setzprozess | - | mm |
| s_4 | Mittelwert der Dämmstoffhöhe nach dem Setzzyklus Nr. 4 | - | mm |
| ρ_0 | Rohdichte vor allen Setzzyklen (Formel B.2) | $\rho_0 = m_0 / A \cdot s_0$ | kg/m ³ |
| ρ_s | Dichte nach allen Setzzyklen (Formel B.3) | $\rho_s = m_a / A \cdot s_4$ | kg/m ³ |
| ρ_{s^*} | Rohdichte nach allen Setzzyklen | $\rho_{s^*} = m_0 / A \cdot s_4$ | kg/m ³ |
| m_0 | Mittelwert der Masse vor dem Setzprozess | - | kg |
| m_a | Mittelwert der Masse nach dem Setzprozess | - | kg |
| A | Grundfläche des Probenbehälters (innen) | - | m ² |
| SH | Deklarierte Klasse des Setzmaßes für horizontale Anwendungen | - | - |

Prinzip

Der Probekörper wird durch Einbringen des Dämmprodukts in einen kastenförmigen Probenbehälter hergestellt. Der Probenbehälter mit dem eingebrachten Probenmaterial wird einer Temperatur- und Luftfeuchtwechselbeanspruchung ausgesetzt. Zu Beginn und während der Klimaprüfung wird die Dickenänderung überwacht.

Das Setzmaß s_{cyc} entspricht dem Setzmaß nach dem Zyklus 4.

Prüfparameter

| | |
|------------------------------|--|
| Prüfmaterial Ident.Nr.: | 20002-M01 |
| Prüfgefäß, Innenmaße: | 600 x 600 x 310 mm |
| Rohdichte _{23/50} : | 35,6 kg/m ³ (Füllzeitpunkt) |
| Konditionierung: | bei (23 ± 2) °C und (50 ± 5) % RH |
| Periode 1 (hohe Feuchte): | 14 Tage (23 ± 5) °C mit (90 ± 5) % RH |
| Periode 2 (trocken): | 14 Tage (50 ± 5) °C mit (15 ± 5) % RH |
| Anzahl der Zyklen: | 4 |
| Anzahl der Proben: | 1 |
| Prüfzeitraum: | 04.08.2018 – 24.11.2018 |
| Materialeinbringung: | X-Floc Zellofant Einblasmaschine |

Tabelle 8 Prüfergebnisse im Detail

| Nr. | Kennwert | Symbol | Einheit | Wert |
|-----|---|-----------------------------|-------------------|-------------|
| 01 | Masse vor dem Setzprozess | m_0 | kg | 3,96 |
| 02 | Masse nach dem Setzprozess | m_a | kg | 3,60 |
| 03 | Grundfläche des Probenbehälters (innen) | A | m ² | 0,36 |
| 04 | Rohdichte vor allen Setzzyklen | ρ_0 | kg/m ³ | 35,6 |
| 05 | Dichte nach allen Setzzyklen | ρ_s | kg/m ³ | 42,4 |
| 06 | Rohdichte nach allen Setzzyklen | ρ_{s^*} | kg/m ³ | 46,7 |
| 07 | Höhe vor der Setzungsprüfung | s_0 | mm | 309 |
| 08 | Höhe nach der Setzungsprüfung | s_4 | mm | 236 |
| 09 | Setzmaß | s_{cyc} | % | 23,8 |

Die grafische Darstellung des Setzungsverhaltens in Abhängigkeit von der Zeit, basierend auf einer Best-Fit-Gleichung, deren Ordnung ausreicht, um einen Korrelationskoeffizienten von $R \leq 1,00$ zu ergeben, ist im Anhang in Diagramm 1 gezeigt.

Klassifizierung

Der geprüfte Einblasdämmstoff erfüllt die Anforderung für die **Klasse SH 25**, „Setzmaß ≤ 25 %“ gemäß EN 15101-1, Tabelle 1, da unter zyklischer Luftfeuchtebeanspruchung ein Setzmaß von 23,8 % ermittelt wurde.

7.6.2 Setzungsverhalten unter Vibration

Die Bestimmung des Setzmaßes unter Einfluss von Vibrationen wurde nach EN 15101-1, Annex B.2 durchgeführt.

Symbole und Einheiten

| Symbol | Physikalische Größe | Formel | Einheit |
|----------|---|--------------------------------------|-------------------|
| s_d | Setzmaß nach der Vibrationsprüfung (gemäß Formel B.4) | $s_d = s_2 \cdot 100/H$ | % |
| s_{d*} | Setzmaß nach der Vibrationsprüfung (gemäß Formel B.6) | $s_{d*} = (s_1 - s_2) \cdot 100/s_1$ | % |
| H | Höhe des Hohlraumes | - | mm |
| W | Breite des Hohlraumes | - | mm |
| D | Tiefe des Hohlraumes | - | mm |
| s_1 | Dämmstoffhöhe vor der Vibrationsprüfung | - | mm |
| s_2 | Dämmstoffhöhe nach der Vibrationsprüfung | - | mm |
| m | Masse des eingebrachten Dämmstoffes | - | kg |
| ρ | Rohdichte des eingebrachten Dämmstoffes | $\rho = m/(H \times W \times D)$ | kg/m ³ |
| SC | Deklarierte Klasse des Setzmaßes für Wandhohlräume | - | - |

Prinzip

Ein Probekörper wird durch Einblasen des Produkts in einen kastenförmigen Probenbehälter hergestellt, der einer Riegelfachwerkwand ähnelt. Dieser Kasten wird Schwingungen mit einem Schwingungsmotor ausgesetzt. Zu Beginn und nach der Prüfung wird die Höhe der Dämmung im Schalenzwischenraum gemessen und das Setzmaß ermittelt. Dann wird die Dichte berechnet. Die Prüfung wird so lange wiederholt, bis keine Setzung festzustellen ist. Die dabei berechnete Dichte ist der Mindestwert für die praktische Anwendung. Dieses Verfahren darf ein iterativer Prozess sein.

Prüfvorrichtung

Die Prüfung wurde im Werk eines Herstellers mit dessen Prüfvorrichtung durchgeführt. ECOLABOR überprüfte die Prüfvorrichtung vor der Prüfung. Die Prüfvorrichtung entspricht der Norm EN 15101-1 Annex B.2. Als Schwingungsmotor kommt ein Pendelrüttler der Serie A, Type A 400/1000 von Knauer Engineering zum Einsatz.

Beschleunigung

Laut Vereinbarung wurde die Unwucht des Schwingungsmotors so eingestellt, dass die Schwingbeschleunigung (Amplitudenwert) etwa 15 m/s² beträgt. Gemäß EN 15101-1 Annex B.2 ist eine Schwingbeschleunigung (Spitze zu Spitze) von etwa 15 m/s² zur Prüfung vorgesehen.

Messung der Setzhöhe

Die Messung der Setzhöhe erfolgte an zwei Stellen mit Druckplatten die einer äquivalenten Last von 50 Pa entsprechen. Die Dämmstoffhöhe ergibt sich aus dem Mittelwert.

Prüfparameter

| | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| Prüfmaterial Ident.Nr.: | 20002-M01 |
| Rohdichte $_{23/50}$: | 39,5 bis 50,2 kg/m ³ |
| Dicke: | 110 und 240 mm |
| Konditionierung: | bei (23 ± 2) °C |
| Frequenz: | 50 Hz |
| Beschleunigung (Spitzenwert): | siehe Tabelle 9 |
| Vibrationsdämpfung: | Durock Austria 038, 80 mm |
| Prüfzeit: | 30 min |
| Anzahl der Proben: | min. eine pro Tiefe |
| Prüfbehälter für maximale Tiefe: | 600 x 240 x 2300 mm |
| Prüfbehälter für minimale Tiefe: | 600 x 110 x 2300 mm |
| Einbringmethode: | X-Floc Zellofant Einblasmaschine |

Tabelle 9 Prüfergebnisse im Detail

| Nr. | Kennwert | Symbol | Einheit | Test Nr. 2 | Test Nr. 3 | Test Nr. 4 |
|-----|-----------------------------------|-----------|-------------------|------------|------------|------------|
| 01 | Tiefe des Probenbehälter | D | mm | 240 | 240 | 110 |
| 02 | Masse der Wärmedämmung | m | kg | 16,62 | 15,66 | 5,98 |
| 03 | Rohdichte | ρ | kg/m ³ | 50,2 | 47,3 | 39,5 |
| 04 | Schwingungsmotor, Einstellung | ° | Grad | 132 | 132 | 132 |
| 05 | Beschleunigung, Messwert | | m/s ² | 16,7 | 16,8 | 14,9 |
| 06 | Höhe vor der Prüfung | s_i | mm | 2.297 | 2.297 | 2.298 |
| 07 | Höhe nach der Prüfung | s_2 | mm | 2.294 | 2.294 | 2.293 |
| 08 | Höhe des Hohlraumes | H | mm | 2.297 | 2.297 | 2.300 |
| 09 | Breite des Hohlraumes | W | mm | 600 | 600 | 599 |
| 10 | Tiefe des Hohlraumes | D | mm | 240 | 240 | 110 |
| 11 | Setzmaß, vor der Rundung | s_d | % | 0,13 | 0,13 | 0,22 |
| 12 | Setzmaß, vor der Rundung | s_{d^*} | % | 0,13 | 0,13 | 0,22 |
| 13 | Setzmaß (gemäß Formel B.4) | s_d | % | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 14 | Setzmaß (gemäß Formel B.6) | s_{d^*} | % | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

Prüfergebnis - Rundung

Das Prüfergebnis des Setzmaßes s_d wird nach EN 15101-1 in Prozent berechnet und auf 0,5 % gerundet.

Klassifizierung

Der geprüfte Einblasdämmstoff erfüllt die Anforderung für die **Klasse SC 0** „Keine messbare Setzung (≤ 1 %)“ gemäß EN 15101-1, Tabelle 2, da unter Einwirkung von Vibrationen keine messbare Setzung (< 1 %) eingetreten ist.

Prüfergebnis:

Das Setzmaß nach Vibrationseinwirkung (EN 15101-1, Annex B.2) wurde in einem Dichtebereich von 39,5 bis 50,2 kg/m³ geprüft. Bei einer Dicke von 24 cm und einer Mindestdichte von 47,3 kg/m³ sowie bei einer Dicke von 11 cm und einer Mindestdichte von 39,5 kg/m³ ergibt sich ein Setzmaß von

$s_d = 0,0$ % (SC 0)

7.6.3 Setzungsverhalten unter Erschütterung

Die Bestimmung des Setzmaßes nach Einwirkung von Erschütterung wurde nach EN 15101-1, Annex B.3 durchgeführt. Abweichend von dieser Prüfmethode wurde gemäß EAD die Prüfung ohne Konditionierung bei 40 °C und 90 % RH durchgeführt.

Symbole und Einheiten

| Symbol | Physikalische Größe | Formel | Einheit |
|--------|--|-------------------------------------|-------------------|
| s_v | Setzmaß nach Einfluss von Erschütterung (gemäß Formel B.6) | $s_v = (s_i - s_1) \cdot 100 / s_i$ | % |
| L | Länge des Probenbehälters | - | mm |
| W | Breite des Probenbehälters | - | mm |
| D | Höhe des Probenbehälters | - | mm |
| s_i | Dämmstoffhöhe vor der Prüfung | - | mm |
| s_1 | Dämmstoffhöhe nach dem Einfluss von Erschütterung | - | mm |
| m | Masse des eingefüllten Dämmstoffes | - | kg |
| ρ | Rohdichte des eingefüllten Dämmstoffes (gemäß Formel B.9) | $\rho = m / (L \cdot W \cdot D)$ | kg/m ³ |

Prinzip

Ein Probekörper wird durch Einbringen des Dämmstoffes in einen Kasten hergestellt. Der Kasten mit dem eingebrachten Probenmaterial wird durch Stöße angeregt. Die Dämmstoffhöhe wird zu Beginn und nach der Stoßanregung gemessen. Die Setzhöhe und -dichte werden berechnet.

Messung der Höhen

Die Messung der Höhen wurde im Zentrum des Prüfkastens mit einer 200 x 200 mm großen Druckplatte durchgeführt, die einer äquivalenten Belastung von 20 Pa entspricht.

Prüfparameter

| | |
|------------------------------|---------------------------------|
| Prüfmaterial Ident.Nr.: | 20002-M01 |
| Fallhöhe: | 50 mm |
| Hubzeit: | 1,2 s |
| Verweilzeit: | 0,8 s |
| Hubanzahl: | 20 |
| Rohdichte ^{23/50} : | 35,0 bis 35,3 kg/m ³ |
| Konditionierung: | bei (23 ± 2) °C |
| Probenanzahl: | 3 (mindestens) |
| Prüfbehälter, Innenmaße: | 550 x 550 x 330 mm |

Tabelle 10 Prüfergebnisse im Detail

| Nr. | Kennwert | Symbol | Einheit | Test Nr. 1 | Test Nr. 2 | Test Nr. 3 | Mittelwert |
|-----------|--|-------------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|
| 01 | Material Ident Nr. | - | - | 20002-M01 | 20002-M01 | 20002-M01 | - |
| 02 | Masse des eingebrachten Dämmmaterials | m | kg | 3,49 | 3,52 | 3,50 | - |
| 03 | Länge des Prüfkastens | L | mm | 550 | 550 | 550 | - |
| 04 | Breite des Prüfkastens | W | mm | 550 | 550 | 550 | - |
| 05 | Höhe des Prüfkastens | D | mm | 330 | 330 | 330 | - |
| 06 | Rohdichte | ρ | kg/m ³ | 35,0 | 35,3 | 35,1 | 35,1 |
| 07 | Höhe vor der Setzungsprüfung | s_i | mm | 329 | 329 | 329 | - |
| 08 | Höhe nach der Setzungsprüfung | s_1 | mm | 318 | 318 | 315 | - |
| 09 | Setzmaß nach Einwirkung v. Erschütterung | s_v | % | 3,3 | 3,5 | 4,3 | 3,7 |
| 10 | Prüfergebnis (nach Rundung auf 0,5 %) | s_v | % | | | | 4,0 |

7.7 Strömungswiderstand

Die Messung des Strömungswiderstandes erfolgte gemäß EN 29053 an Probekörpern mit kreisförmigem Querschnitt mit einer Prüffläche von 0,01815 m². Dabei kam das Verfahren A mit Luftgleichstrom zur Anwendung. Um den Druckverlust zu erhöhen wurden bei jeder Messung bis zu drei Proben aufeinandergeschichtet.

Das maschinell aufgelockerte bzw. aufbereitete Probenmaterial wurde von Hand aus in der entsprechenden Rohdichte in die Prüfgefäße gefüllt. Die Prüfgefäße haben einen Boden aus grobmaschigem Gitter. Nach oben hin wird das Probenmaterial ebenfalls durch ein Gitter begrenzt, um die gewünschte Rohdichte während der Prüfung zu gewährleisten. Die Probekörper wurden mit dem Messzylinder luftdicht verbunden.

Für jeden Probekörper bzw. Probekörperkombination wurde bei drei unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten der Differenzdruck und der Volumenstrom gemessen und daraus der spezifische Strömungswiderstand ermittelt. Anschließend wurde der spezifische Strömungswiderstand für eine lineare Strömungsgeschwindigkeit von $u = 0,0005$ m/s durch Extrapolation berechnet. Aus dem spezifischen Strömungswiderstand R_S und der Probekörperdicke wurde der längenbezogene Strömungswiderstand r berechnet.

Prüfungsrelevante Angaben:

| | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Luftdruck, mittl.: | 992,4 hPa |
| Lufttemperatur, mittl.: | 23,8 °C |
| Rel.Luftfeuchte, mittl.: | 48,1 %RH |
| Strömungsgeschw.min.: | 0,0015 m/s |
| Rohdichte 23/50, mittl.: | 35 kg/m ³ |
| Prüffläche: | Kreisquerschnitt, Durchmesser 152 mm |
| Prüfdicke: | 2 bis 3 Probekörper übereinander |
| Probenanzahl: | 9 |
| Anz.Messpunkte je Probe: | 6 |

Tabelle 11 Strömungswiderstand nach EN 29053

| Probe Nr. | Material Ident Nr. | Prüfdicke mm | Rohdichte kg/m ³ | Strömungswiderstand R kPa·s/m ³ | Spez.Strömungswiderstand R_S kPa·s/m | Längenbez. Strömungswiderstand r kPa·s/m ² |
|--------------------|--------------------|--------------|-----------------------------|--|--|---|
| 1 | 20002-M01 | 240 | 35 | 226,2 | 4,11 | 17,1 |
| 2 | 20002-M01 | 240 | 35 | 226,1 | 4,10 | 17,1 |
| 3 | 20002-M01 | 240 | 35 | 228,8 | 4,15 | 17,3 |
| 4 | 20002-M01 | 240 | 35 | 230,1 | 4,17 | 17,4 |
| 5 | 20002-M01 | 240 | 35 | 232,5 | 4,22 | 17,6 |
| 6 | 20002-M01 | 240 | 35 | 232,6 | 4,22 | 17,6 |
| 7 | 20002-M01 | 240 | 35 | 229,1 | 4,16 | 17,3 |
| 8 | 20002-M01 | 240 | 35 | 232,2 | 4,21 | 17,6 |
| 9 | 20002-M01 | 240 | 35 | 231,6 | 4,20 | 17,5 |
| Mittelwerte | | 240 | 35 | 229,9 | 4,17 | 17,4 |

Prüfergebnis:

Der mittlere Längenbezogene Strömungswiderstand r beträgt für den hier geprüften Dämmstoff mit dem Produktnamen „**Cellutech cellulose insulation**“, bei einer mittleren Rohdichte von 35 kg/m³ und einer linearen Strömungsgeschwindigkeit u von $0,5 \cdot 10^{-3}$ m/s:

$$r = 17,4 \text{ kPa} \cdot \text{s/m}^2.$$

7.8 Wärmeleitfähigkeit – Messwerte trocken

Die Messung der Wärmeleitfähigkeit erfolgte gemäß EN 12667. Verwendet wurde ein Einplattengerät nach ISO 8302 bzw. EN 1946-2 mit der Warmseite nach unten und mit aktiv beheizten Seitenwänden. Die maximale Probengröße beträgt 500 mm x 500 mm.

Probenvorbereitung

Das Probenmaterial wurde mit einer handelsüblichen Einblasmaschine (X-Floc EM 430) in die 20 mm dicken Prüfraumen aus XPS eingebracht.

Das Trocknen der Probekörper erfolgte gemäß EAD bei 65°C. Die Konditionierung der Probekörper für einen bestimmten Feuchtegleichgewichtszustand erfolgte im entsprechenden Klima bis zum Erreichen der Massekonstanz. Während der Messung der Wärmeleitfähigkeit waren die Probekörper mit einer 0,01 mm dicken PE-Folie umhüllt.

Feuchteumrechnung

Der Feuchtegehalt $u_{23,50}$ bei 23°C und 50 % relativer Luftfeuchte wurde nach Lagerung bis zur Massenkonstanz im Klimaraum bestimmt und beträgt 0,065 kg/kg. Laut EAD können für die Feuchteumrechnungsfaktoren Standardwerte ohne Berechnung herangezogen werden. Diese betragen für $F_{m1}=1,05$ und für $F_{m2}=1,06$. Mit den Werten von $u_{23,50}$ und F_{m1} wurde dann der Feuchteumrechnungskoeffizient f_{u1} mit 0,75 kg/kg ermittelt

Tabelle 12 Zusammenstellung der Wärmeleitfähigkeits-Messwerte

| Nr | Prüf Nr. | Proben Ident.Nr. | Einbaudicke | Rohdichte | Trockn./Kond. | Bezugsfeuchte | Feuchtegehalt n. Messung | Mittel-Temp. | Mittl. Temp. Diff. | Messwert Wärmeleitfähigkeit | Wärmeleitfähigkeit |
|---|----------|------------------|-------------|--|---------------------------|---------------|--------------------------|--------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | - | - | d mm | $\rho_{a(23,50)}$ kg/m ³ | - - | u_m % | u_g % | t_m °C | Δt_m K | $\lambda_{10,g}$ W/mK | $\lambda_{10,dry}$ W/mK |
| 01 | 20002002 | 20002-P0101 | 89,1 | 45,2 | 65°C | 0,0 | 0,526 | 10,0 | 10,0 | 0,03614 | 0,0360 |
| 02 | 20002007 | 20002-P0102 | 85,2 | 35,3 | 65°C | 0,0 | 0,602 | 10,0 | 10,0 | 0,03593 | 0,0358 |
| 03 | 20002010 | 20002-P0103 | 84,0 | 49,2 | 65°C | 0,0 | 0,548 | 10,0 | 10,0 | 0,03625 | 0,0361 |
| 04 | 20002014 | 20002-P0104 | 83,0 | 58,8 | 65°C | 0,0 | 0,495 | 10,0 | 10,0 | 0,03679 | 0,0367 |
| | | | | | | | | | Mittelwert | | 0,0362 |
| | | | | | | | | | Standardabweichung | | 0,0004 |
| Randbedingungen für die Rückrechnung auf den trockenen Zustand, von $\lambda_{10,g}$ auf $\lambda_{10,dry}$, laut EAD 2.2.3: | | | | | | | | | | | |
| massebezogener Feuchtegehalt | | | | | $u_{23,50} = 0,065$ kg/kg | | | | | | |
| Feuchteumrechnungskoeffizient | | | | | $f_{u,1} = 0,75$ kg/kg | | | | | | |

8 Wiedergabe, Veröffentlichung

Der vorliegende Prüfbericht mit der Bezeichnung ECO-P20012-20002 umfasst 15 Seiten mit 12 Tabellen, 2 Abbildungen und 1 Diagramm.

Dieser Prüfbericht darf nur ungekürzt wiedergegeben werden.

Anmerkung:

Die angegebenen Ergebnisse gelten für die Probekörper zum Zeitpunkt der Prüfung.

Stainz, 23.11.2020

F. Neubauer

Zeichnungsberechtigter Leiter der Prüfstelle
Dipl.Ing.Franz Neubauer



9 Anhang

Abbildung 1 Einflammtest nach EN ISO 11925-2
Proben nach der Flächenbeflammung – siehe Tabelle 3

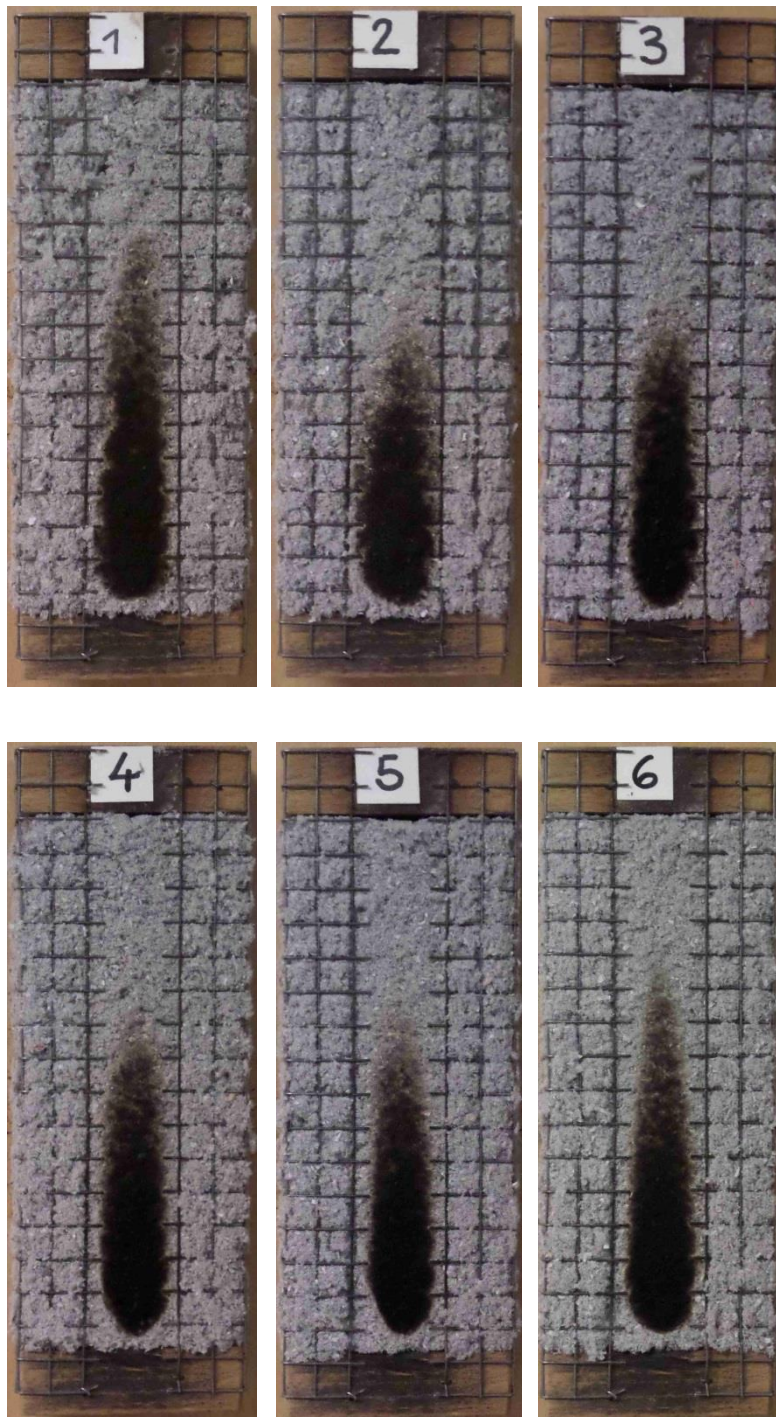


Abbildung 2 Korrosionspotential, Proben nach der Prüfung**Diagramm 1 Setzungsverhalten unter zyklischer Feuchtebeanspruchung**
Setzmaß S in Prozent, dargestellt als Kurve in Abhängigkeit von der Zeit