

Empa
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
T +41 44 823 55 11
F +41 44 821 62 44
www.empa.ch



Materials Science & Technology

FITAN AG

Gempenstrasse 52

CH-4143 Dornach

Prüfbericht Nr. 450'300

Prüfauftrag:	Erstprüfung der Wärmeleitfähigkeit gemäss SIA V 279
Auftraggeber:	FITAN AG
Prüfobjekt:	Climat (Holzspäne raffiniert)
Kundenreferenz:	Dr. Otto Smrekar
Ihr Auftrag vom:	22. August 2008
Eingang des Prüfobjektes:	19. Januar 2009 / 19.05.2009
Ausführung der Prüfung:	20. Januar 2009 bis 4. Juni 2009
Anzahl Seiten:	15
Beilagen:	-

Inhalt

1. Auftrag
 2. Prüfmaterial
 3. Werkseigene Qualitätsüberwachung
 4. Probenahme / Probekörper
 5. Prüfverfahren
 6. Ergebnisse
 7. Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_D
- Anhang 1: Kurzbeschreibung Wärmeleitfähigkeitsmessung
Anhang 2: Messprotokolle Wärmeleitfähigkeitsmessungen

Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
Dübendorf, 16. Juni 2009

Prüfleiter / Prüfleiterin:

Bruno Binder

Wärme- Feuchtelabor
Laborleiter:

Dr. Karim Ghazi Wakili



STS 086

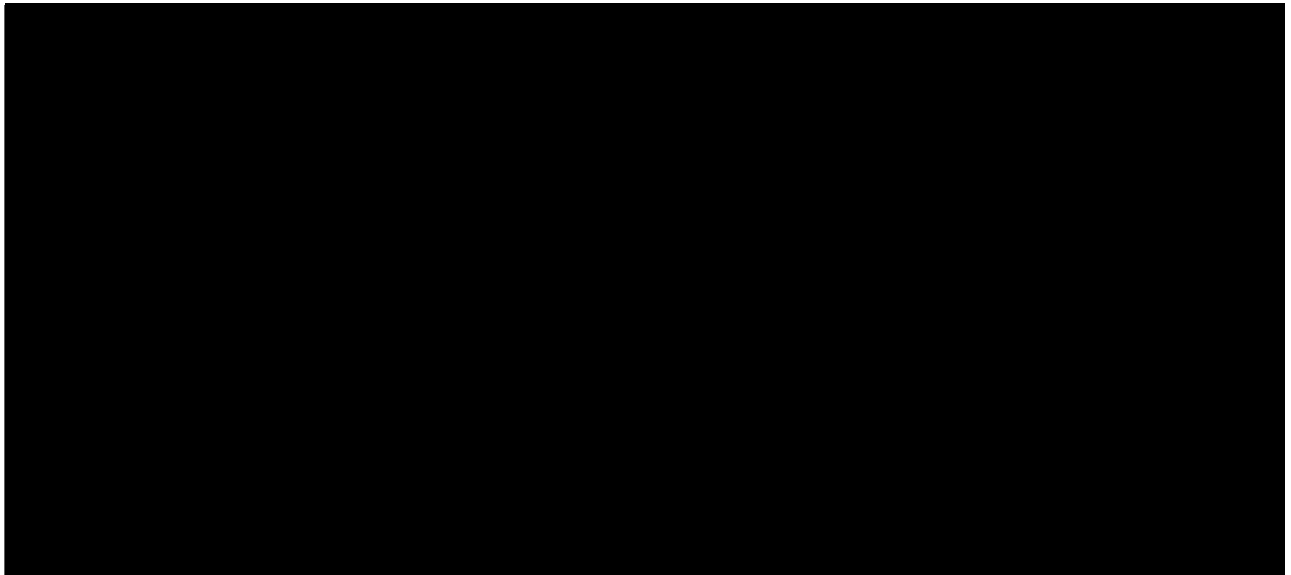
Anmerkung: Die Untersuchungsergebnisse haben nur Gültigkeit für das geprüfte Objekt. Das Verwenden des Berichtes zu Werbezwecken, der blosser Hinweis darauf sowie auszugsweises Veröffentlichung bedürfen der Genehmigung der Empa (vgl. Merkblatt). Bericht und Unterlagen werden 10 Jahre archiviert.

1 Auftrag

Die Firma FITAN AG, Gempenstrasse 52, CH-4143 Dornach, erteilte der EMPA Abt. Bautechnologien am 22. August 2008 den Auftrag, die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes „Climat“ als Erstprüfung in Übereinstimmung mit Norm SIA V 279 durchzuführen.

Folgende Arbeiten wurden vereinbart:

- Einsichtnahme in die werkseigene Qualitätsüberwachung
- Probenahme durch die EMPA im Werk in Dornach
- Durchführung von Messungen der Wärmeleitfähigkeit gemäss SIA V 279
- Bestimmung des Nennwertes zur Deklaration der Wärmeleitfähigkeit auf der Basis der Resultate der Fremdüberwachung durch die EMPA



3 Werkseigene Qualitätsüberwachung

Das Rohmaterial aus kurzen und dünnen Nadelholzspänen, wie sie in modernen Hobelwerken anfallen, muss folgenden Kriterien genügen: Dichte zwischen 70 und 125 kg/m³ bei ca. 15 % Restfeuchte. Sind diese Anforderungen nicht erfüllt, wird das Material weiter aufbereitet oder aber die Lieferung abgelehnt.

Das Fertigmaterial wird in regelmässigen Intervallen während der Produktion kontrolliert und muss am Ende folgenden Kriterien entsprechen: Die gesiebten, getrockneten und imprägnierten Hobelspäne (Climat) müssen eine Dichte zwischen 55 und 85 kg/m³ und eine Restfeuchte von ca. 10 % aufweisen. Durch einfachen Test mit einer Gasflamme wird die Wirksamkeit des Brandschutzmittels geprüft.

Aus jeder Charge der Produktion von Climat werden zwei Proben des Endproduktes entnommen und zusammen mit einem Datenblatt archiviert.

4 Probenahme / Probekörper

Die Firma FITAN stellte für die Messung der Wärmeleitfähigkeit eine Reihe von Prüfkörpern, bestehend aus einem Holzrahmen, einer Bodenfolie, der Climat-Füllung und einer Deckfolie, her. Der Prüfrahmen ist 100 mm hoch und hat eine Dicke von 18 mm, er umfasst eine Fläche von 500 mm x 500 mm. Als Transportschutz waren unten und oben je ein Holzdeckel angeschraubt, welche kurz vor der Messung entfernt wurden. Am 19.01.2009 wurden 10 dieser Proben (2 Proben pro Messung) an die EMPA geliefert. Die

Probenahme zur Fremdüberwachung erfolgte durch die EMPA anlässlich des Werksbesuchs am 19.05.2009 in Dornach. In Anwesenheit von Mitarbeitern der EMPA wurden dort 10 Rahmen mit abgemessener Menge von Climat vollgeschüttet und mit Folie und Transportdeckel verschlossen. Danach wurden die Proben an die EMPA mitgenommen.

5 Prüfverfahren

Die Messung der Wärmeleitfähigkeit λ wird bei 1 bis 3 verschiedenen Mitteltemperaturen und ca. 10 K Temperaturdifferenz gemäss EN 12667 mit dem 2-Plattengerät SOP 176.001/176.002 durchgeführt. Ein Kurzbeschreibung des Messverfahrens (SOP 176.103) befindet sich im Anhang. Als Resultat wird die Wärmeleitfähigkeit λ_{10} für die Mitteltemperatur $\lambda_m = 10^\circ\text{C}$ durch Mittelwertbildung oder lineare Regression der Messwerte bestimmt.

6 Ergebnisse

Die Protokolle der Wärmeleitfähigkeitsmessungen der Empa befinden sich im Anhang. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

EMPA Nr.	Messdatum	Rohdichte kg/m^3	Wärmeleitfähigkeit λ_{10} W/(m K)	Probenahme
450'300-4-1	21.01.2009	54.2	0.0393	FITAN
450'300-5-1	26.01.2009	77.8	0.0378	FITAN
450'300-5-2	09.02.2009	83.7	0.0388	FITAN
450'300-5-3	03.02.2009	78.7	0.0387	FITAN
449'753-5-4	11.02.2009	80.0	0.0395	FITAN
450'300-6	25.05.2009	83.9	0.0398	EMPA
450'300-7	26.05.2009	76.6	0.0390	EMPA
450'300-8	28.05.2009	81.8	0.0393	EMPA
450'300-9	29.05.2009	79.2	0.0398	EMPA
450'300-10	11.08.2008	86.6	0.0401	EMPA
Mittelwert		78.25	0.03921	

7 Nennwert der Wärmeleitfähigkeit λ_D

Der Deklarationswert λ_D für die Wärmeleitfähigkeit eines Wärmedämmstoffes ist aus dem berechneten Schätzwert $\lambda_{90/90}$ für 90% der Produktion bei einem Vertrauensniveau von 90% zu ermitteln. Die Mindestanzahl von Messungen ist 10.

Die Berechnung erfolgt gemäss SIA 279 (Anhang A: Bestimmung produktespezifischer Nennwerte des Wärmedurchlasswiderstandes und der Wärmeleitfähigkeit) Nenn- und Bemessungswerte). Aus dem Ausgangsdatensatz wird der arithmetische Mittelwert und die empirische Standardabweichung einer Stichprobe vom Umfang n wie folgt berechnet:

$$\lambda_m = \sum \lambda_{ri} / n \qquad s_\lambda = \sqrt{\frac{\sum (\lambda_{ri} - \lambda_m)^2}{n - 1}}$$

Zur Angabe eines oberen Grenzwertes für eine Eigenschaft der Produktion wird die einseitige Toleranzgrenze (Schätzwert $\lambda_{90/90}$) berechnet, die 90% der Produktion mit einem Vertrauensniveau von 90% enthält.

$$\lambda_{90/90} = \lambda_m + k \cdot s_\lambda$$

mit einem Faktor k der vom Umfang der Stichprobe abhängig ist (SIA 279, Tabelle 4).

Nennwert λ_D :

mittlere Wärmeleitfähigkeit λ_m W/(m·K)	Standardabweichung s_λ W/(m·K)	Anzahl Messungen	k-Faktor	Schätzwert $\lambda_{90/90}$ W/(m·K)	Nennwert λ_D W/(m·K)
0.03921	0.000671	10	2.07	0.0406	0.041

Aus den 10 Messungen der Dämmung Climat ergibt sich einen Schätzwert von 0.0406 W/(m·K). Die Aufrundung auf 3 Nachkommastellen in W/(m·K) ergibt den Nennwert von 0.041 W/(m·K).

Feuchtezuschlag:

Die Probe 450'300-6 bis 450'300-10 wurden nach der Probenahme der Reihen nach im Wärmeleitfähigkeitsmessgerät ausgemessen. Vor jeder Messung wurden die Proben inklusiv Rahmen gewogen. Die Probe 450'300 B nahm später 4.1 g zu bis es beim Lagern im Laborklima im stabilen Feuchtezustand war. Da die Rahmen immer im Umgebungsklima waren wird die Massenzunahme den Spänen zugeordnet. Die Masse der Spände vor der Messung war 1752.0 g. Mit der Annahme $u=10$ Masse-% nach der Trocknung, dann ist das Trockenmasse der Späne $m_0=1592.7$ g. Die Feuchtezunahme ist somit $d_u=0.26$ Masse-%. Nimmt man den Feuchteumrechnungskoeffizient $f_u = 1.5$ an (EN 12524 für etwas schwerere Holzfasertplatten), dann ist der Umrechnungsfaktor $F_m = \exp(d_u \times f_u) = \exp(0.0026 \times 1.5) = 1.004$

$$\lambda_{2,90/90} = F_m \times \lambda_{1,90/90} = 1.004 \times 0.0406 = 0.04076 \text{ W/(m·K)}$$

Folglich gibt es keine Änderung für den Nennwert mit 0.041 W/(m·K).

Anhang 1

Wärmeleitfähigkeitsmessung an der EMPA Abt. Bautechnologien

Messprinzip

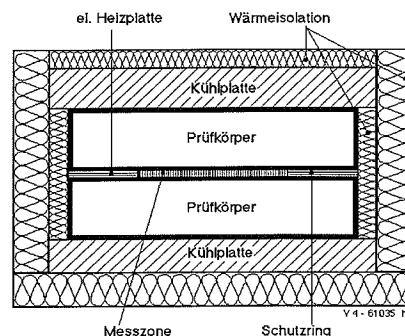
Der Wärmedurchlasswiderstand bzw. die Wärmeleitfähigkeit von Materialien mit hohem und mittlerem Wärmedurchlasswiderstand wird in Übereinstimmung mit SIA V 279 „Wärmedämmstoffe“ durch das Zweiplattenverfahren gemäss SN EN 12667 bzw. ISO 8302 bestimmt (SOP 176.103). Dabei wird der mittlere Wärmedurchlasswiderstand von zwei plattenförmigen Probekörpern ermittelt, welche symmetrisch zu beiden Seiten einer quadratischen Heizplatte angeordnet sind. An den gegenüberliegenden Probekörperoberflächen wird die Wärme durch Kühlplatten konstanter Temperatur abgeführt, womit sich eine stationäre Temperaturdifferenz einstellt. Zur Erhöhung der Messgenauigkeit ist die Heizplatte in eine zentrale Messzone und eine thermisch getrennte Randzone gleicher Temperatur unterteilt. In der Messzone wird die elektrische Heizleistung im stationären Zustand gemessen und daraus die Wärmestromdichte bezogen auf die (beidseitige) Fläche bestimmt. Der Wärmedurchlasswiderstand berechnet sich als Quotient von gemessener Temperaturdifferenz und Wärmestromdichte.

Messapparatur

An der EMPA werden zwei Messapparaturen eingesetzt, die sich im Wesentlichen durch die Abmessungen der Kühl-/ Heizplatte und der zentralen Messzone unterscheiden:

- SOP 176.001: Platte 500 x 500 mm², Messzone 250 x 250 mm²
- SOP 176.002: Platte 750 x 750 mm², Messzone 300 x 300 mm².

In der nebenstehenden Skizze ist der Aufbau der Prüfapparatur schematisch dargestellt. Umgeben von einer dicken Wärmedämmstoff-Hülle liegen die 2 Probekörper horizontal zwischen der Heiz- und den beiden Kühlplatten. Die Kühl- und die Heizplattentemperaturen können zwischen -20°C (Kühlplatte) und 60°C (Heizplatte) frei gewählt werden.



Der Messbetrieb erfolgt durch eine elektronische Steuerung und Datenerfassung. Zur Einhaltung konstanter Randbedingungen werden Abweichung gegenüber den Solltemperaturen, der Temperaturdifferenz Kern-/Randzone sowie innerhalb der Heiz- und Kühlplatten wie auch für den Regelbereich der Heizleistung detailliert überwacht.

Messverfahren und Bezeichnungen

- Mittlere Oberflächentemperatur der Zentrums-Heizfläche (Mittelwert aus 5 Messstellen): ϑ_W
- Mittlere Oberflächentemperatur an der Kühlfläche: ϑ_K
- Mittlere Temperaturdifferenz zwischen Heiz- und Kühlfläche: $\Delta\vartheta = \vartheta_W - \vartheta_K$
- Mitteltemperatur der Probe: $\vartheta_M = (\vartheta_W + \vartheta_K)/2$
- Mittlere Heizleistung: P_{Heizung}
- Mittlere Probendicke: d
- Fläche der Messzone (einseitig): A

Während je 20 Minuten werden Heizleistung und Oberflächentemperaturen gemessen und daraus ein Einzelmesswert des Wärmedurchlasswiderstands $R = 2A \Delta\vartheta / P_{\text{Heizung}}$ bzw. der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = d / R$ berechnet. Der gültige Messwert für eine Mitteltemperatur wird als Mittelwert von mindestens 5 Einzelmesswerten bestimmt. Die Standard-Mitteltemperatur ϑ_M für Wärmedämmstoffe ist 10.0 ± 0.3 °C mit $\Delta\vartheta$ ca. 10 K. Messungen bei mehreren Mitteltemperaturen werden normalerweise bei 10°C, 20°C und 30°C durchgeführt. In diesem Fall kann unter Annahme einer linearen Temperaturabhängigkeit eine Regressionsgerade bestimmt werden. Als Resultat wird dann die Wärmeleitfähigkeit bzw. der Wärmedurchlasswiderstand für $\vartheta_M = 10^\circ\text{C}$ auf der Regressionsgerade angegeben.

Bei schweren Materialien mit $\lambda > 0.12$ W/(m K) kann ein einzelner Probekörper mit einer Referenzprobe gemessen werden. Der Wärmedurchlasswiderstand ist dann $R = A \Delta\vartheta_{\text{Probe}} / (P_{\text{Heizung}} - A \Delta\vartheta_{\text{Referenz}} / R_{\text{Referenz}})$.

Messunsicherheit

Die Reproduzierbarkeit der Messung liegt in der Regel günstiger als ± 0.5 %. Die kombinierte Standardunsicherheit beträgt bei homogenen, ebenen und planparallelen Probekörpern bis 75 mm bzw. 125 mm Dicke ca. 1.5 %.

Probekörper

Abmessungen: 500 x 500 mm² oder 750 x 750 mm², Dicke maximal 100 mm bzw. 180 mm.
Thermischer Widerstand (d/λ): Zwischen 0.3 und 10 m²K/W.

Die Probekörper müssen ausreichend eben und planparallel sein. Die Dicke und die Rohdichte von zwei Probekörpern desselben Materials sollten nicht mehr als 5 % von einander abweichen.

Die Dicke von Probekörpern wird allgemein gemäss Prüfverfahren SN EN 823 gemessen. Bei weichen Probekörpern werden die Abstände von Heiz- und Kühlplatten mit Stützen auf die Nenndicke eingestellt. Loses Material werden so in einen Holzrahmen eingefüllt, dass die vorher festgelegte Rohdichte erreicht wird. Eine Schichtung von dünnen Probekörpern ist zulässig, wenn planparallele Probekörper ohne Luftzwischenräume gestapelt werden können.

Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.1

Auftrag Nr.: 450 300
 Auftraggeber: Fitan
 Produktname : Hobelspäne
 Fabrikat-daten :

EMPA: Building Technologies 118

File - Nr: 450 300_4_1
 Prüfleiter: RBI
 Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
 Messung vom: 21. Jan. 09

Messprotokoll

Daten der bearbeiteten Probe:

Probe Nr.: 450 300_4_1

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	464.0 [mm]	463.0 [mm]		
Breite:	464.0 [mm]	463.4 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.4 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1173.2 [g]	1167.0 [g]	100.4 [mm]	54.2 [kg/m ³]

Bemerkung: Rohdichte ca 59 kg / m³

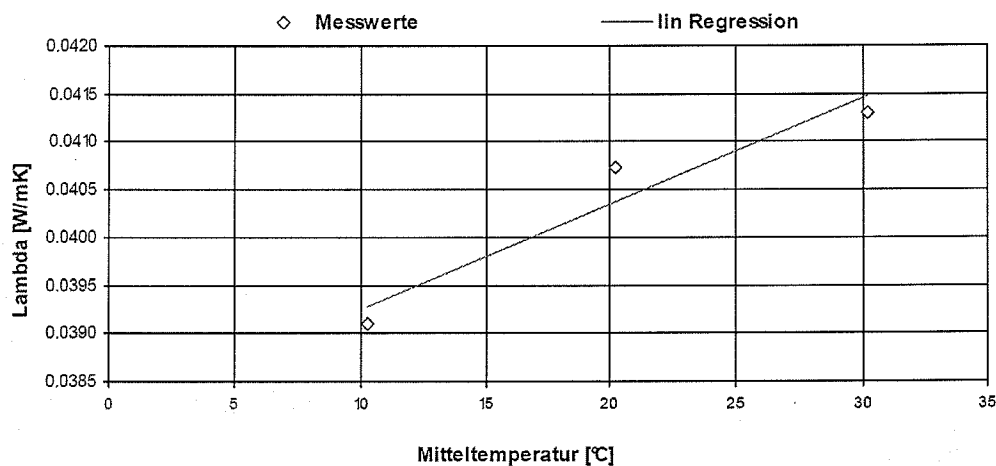
Messwerte

Phase	Ende der Messung	Mittel- temperatur [°C]	Temperatur- diff [°C]	Anzahl Messw.	Lambda Messwerte [W/mK]	Standard- abw. [W/mK]	Lambda berechnet [W/mK]
Phase 1: 5/15	20.01.09 23:00	10.28	10.51	9	0.0391	0.000492	0.0393
Phase 2: 15/25	21.01.09 07:00	20.22	10.64	9	0.0407	0.000487	0.0404
Phase 3: 25/35	21.01.09 15:00	30.20	10.69	9	0.0413	0.000631	0.0415

$$\text{Lambda} = 0.03815 + T_m * 0.000110 \quad (R^2 0.926)$$

$$\text{Lambda}_{10} = 0.0393 \text{ [W/mK]}$$

Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit



Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.2

Auftrag Nr.: 450 300
 Auftraggeber: Fitan
 Produktname : Hobelspäne
 Fabrikat-daten :

EMPA: Building Technologies 118

File - Nr: 450 300_5_1
 Prüfleiter: RBI
 Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
 Messung vom: 26. Jan. 09

Messprotokoll

Daten der bearbeiteten Probe:

Probe Nr.: 450 300_5_1

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	464.0 [mm]	464.0 [mm]		
Breite:	464.0 [mm]	464.0 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.4 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	100.4 [mm]
Masse:	1697.0 [g]	1667.7 [g]	mittl. Rohdichte	77.8 [kg/m3]

Bemerkung: in Holzrahmen eingeblasen

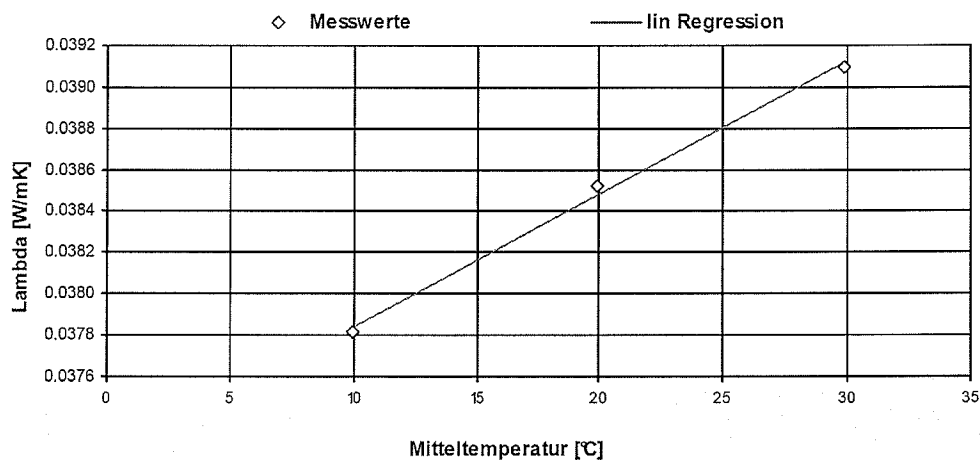
Messwerte

Phase	Ende der Messung	Mittel- temperatur [°C]	Temperatur- diff [°C]	Anzahl Messw.	Lambda Messwerte [W/mK]	Standard- abw. [W/mK]	Lambda berechnet [W/mK]
Phase 1: 5/15	23.01.09 18:00	9.97	9.98	9	0.0378	0.000206	0.0378
Phase 2: 15/25	24.01.09 13:00	19.91	10.06	9	0.0385	0.000311	0.0385
Phase 3: 25/35	25.01.09 08:00	29.88	10.11	9	0.0391	0.000296	0.0391

$$\text{Lambda} = 0.03720 + T_m * 0.000064 \quad (R^2 0.997)$$

$$\text{Lambda } 10 = 0.0378 \text{ [W/mK]}$$

Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit



Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.3

Auftrag Nr.: 450 300 EMPA: Building Technologies 118 File - Nr: 450 300_5_2
 Auftraggeber: Fitan Prüfleiter: RBI
 Produktname: Hobelspäne ca 80 - 85 kg / m3 Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
 Fabrikat-daten: Messung vom: 09. Feb. 09

Messprotokoll

Daten der bearbeiteten Probe: Probe Nr.: 450 300_5_2

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	462.0 [mm]	462.8 [mm]		
Breite:	462.0 [mm]	462.0 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.3 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1796.6 [g]	1791.5 [g]	100.3 [mm]	83.7 [kg/m3]

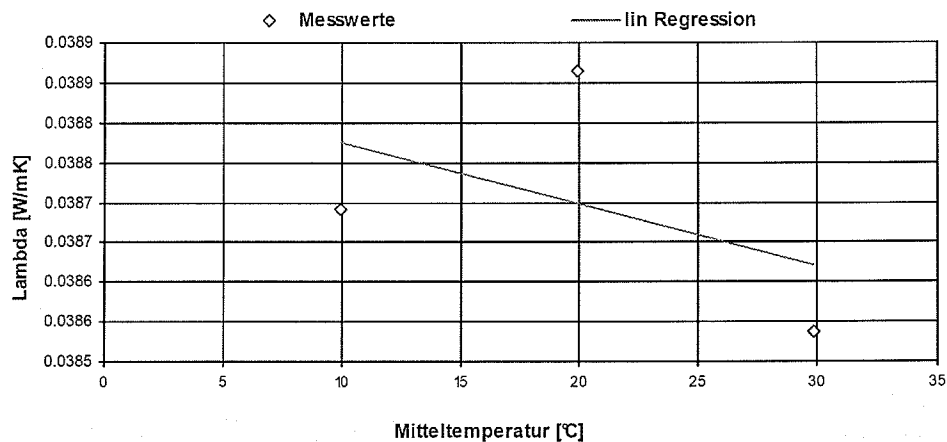
Bemerkung: Probe 1 = A unten, Probe 2 = B oben eingebaut

Messwerte

Phase	Ende der Messung	Mittel- temperatur [°C]	Temperatur- diff [°C]	Anzahl Messw.	Lambda Messwerte [W/mK]	Standard- abw. [W/mK]	Lambda berechnet [W/mK]
Phase 1: 5/15	07.02.09 17:00	9.97	9.96	18	0.0387	0.000368	0.0388
Phase 2: 15/25	08.02.09 14:00	19.91	10.05	18	0.0389	0.000376	0.0387
Phase 3: 25/35	09.02.09 10:02	29.89	10.11	15	0.0385	0.000380	0.0386

$\text{Lambda} = 0.03885 + T_m * -0.000008$ (R2 0.242) Lambda 10 = 0.0388 [W/mK]

Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit



Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.4

Auftrag Nr.: 450 300	EMPA: Building Technologies 118	File - Nr: 450 300_5_3
Auftraggeber: Fitan		Prüfleiter: RBI
Produktname : Hobelspäne im Rahmen,		Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
Fabrikat-daten :		Messung vom: 06. Feb. 09

Daten der bearbeiteten Probe:

Probe Nr.: 450 300_5_3

Messprotokoll

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	462.0 [mm]	462.0 [mm]		
Breite:	462.0 [mm]	462.5 [mm]		
Dicke:	100.0 [mm]	100.4 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1711.2 [g]	1657.5 [g]	100.2 [mm]	78.7 [kg/m3]

Bemerkung: Probe 3 = A unten, Probe 4 = B oben eingebaut

Phase 1: 5/15

Status	Datum/Zeit	Tk [°C]	Tw [°C]	Tm [°C]	Temp diff. [K]	q [W/m2]	Lambda [W/mK]
MESSUNG	05.02.09 14:22	5.00	14.97	9.98	9.97	3.8830	0.0390
MESSUNG	05.02.09 14:40	5.00	14.97	9.99	9.97	3.8575	0.0388
MESSUNG	05.02.09 15:00	5.00	14.97	9.98	9.97	3.8682	0.0389
MESSUNG	05.02.09 15:20	5.00	14.98	9.98	9.97	3.7776	0.0380
MESSUNG	05.02.09 15:40	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8055	0.0383
MESSUNG	05.02.09 16:02	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8202	0.0384
MESSUNG	05.02.09 16:20	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8674	0.0389
MESSUNG	05.02.09 16:40	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8620	0.0389
MESSUNG	05.02.09 17:00	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8409	0.0386
MESSUNG	05.02.09 17:22	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8990	0.0392
MESSUNG	05.02.09 17:40	5.00	14.98	9.98	9.97	3.8408	0.0386
MESSUNG	05.02.09 18:00	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8250	0.0385
MESSUNG	05.02.09 18:20	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8467	0.0387
MESSUNG	05.02.09 18:40	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8080	0.0383
MESSUNG	05.02.09 19:02	4.99	14.98	9.98	9.96	3.8012	0.0382
MESSUNG	05.02.09 19:20	4.99	14.98	9.98	9.97	3.8770	0.0390
MESSUNG	05.02.09 19:40	4.99	14.95	9.97	9.96	3.8086	0.0383
MESSUNG	05.02.09 20:00	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8215	0.0384
MESSUNG	05.02.09 20:22	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8882	0.0391
MESSUNG	05.02.09 20:40	4.99	14.98	9.98	9.97	3.8673	0.0389
MESSUNG	05.02.09 21:00	5.00	14.98	9.98	9.96	3.8574	0.0388
Z: 1	Mittelwerte	5.00	14.96	9.98	9.96	3.8439	0.0387

Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.5

Auftrag Nr.: 450 300
 Auftraggeber: Fitan
 Produktname : Hobelspäne
 Fabrikat-daten :

EMPA: Building Technologies 118

File - Nr: 450 300_5_4
 Prüfleiter: RBI
 Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
 Messung vom: 11. Feb. 09

Daten der bearbeiteten Probe:

Probe Nr.: 450 300_5_4

Messprotokoll

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	463.0 [mm]	462.0 [mm]		
Breite:	462.0 [mm]	461.5 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.6 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1630.8 [g]	1803.3 [g]	100.5 [mm]	80.0 [kg/m3]

Bemerkung: Probe 5 = A unten, Probe 6 = B oben eingebaut

Phase 1: 5/15

Status	Datum/Zeit	Tk [°C]	Tw [°C]	Tm [°C]	Temp diff. [K]	q [W/m2]	Lambda [W/mK]
MESSUNG	10.02.09 14:22	5.00	14.96	9.98	9.96	3.9282	0.0396
MESSUNG	10.02.09 14:40	5.00	14.97	9.98	9.97	3.9279	0.0396
MESSUNG	10.02.09 15:00	5.00	14.97	9.98	9.97	3.9460	0.0398
MESSUNG	10.02.09 15:20	5.00	14.96	9.98	9.97	3.9033	0.0394
MESSUNG	10.02.09 15:40	5.00	14.97	9.98	9.97	3.9387	0.0397
MESSUNG	10.02.09 16:02	5.00	14.97	9.98	9.97	3.9220	0.0396
MESSUNG	10.02.09 16:20	5.00	14.97	9.98	9.97	3.8984	0.0393
MESSUNG	10.02.09 16:40	5.00	14.97	9.99	9.97	3.9441	0.0398
MESSUNG	10.02.09 17:00	5.00	14.97	9.98	9.97	3.9230	0.0395
MESSUNG	10.02.09 17:22	5.00	14.97	9.98	9.97	3.8828	0.0391
MESSUNG	10.02.09 17:40	5.00	14.97	9.98	9.97	3.9084	0.0394
MESSUNG	10.02.09 18:00	5.00	14.97	9.99	9.97	3.9634	0.0399
MESSUNG	10.02.09 18:20	5.00	14.97	9.98	9.97	3.8968	0.0393
MESSUNG	10.02.09 18:40	5.00	14.97	9.99	9.98	3.9444	0.0397
MESSUNG	10.02.09 19:02	5.00	14.97	9.99	9.97	3.8879	0.0392
MESSUNG	10.02.09 19:20	5.00	14.97	9.99	9.97	3.9139	0.0394
MESSUNG	10.02.09 19:40	5.00	14.97	9.99	9.97	3.9049	0.0394
MESSUNG	10.02.09 20:00	5.00	14.97	9.99	9.96	3.8961	0.0393
MESSUNG	10.02.09 20:22	5.01	14.97	9.99	9.96	3.8794	0.0391
MESSUNG	10.02.09 20:40	5.01	14.97	9.99	9.97	3.9501	0.0398
MESSUNG	10.02.09 21:00	5.01	14.97	9.99	9.97	3.9444	0.0398
MESSUNG	10.02.09 21:20	5.01	14.97	9.99	9.96	3.8881	0.0392
MESSUNG	10.02.09 21:40	5.01	14.97	9.99	9.96	3.9245	0.0396
MESSUNG	10.02.09 22:00	5.01	14.97	9.99	9.96	3.8561	0.0389
Z: 1	Mittelwerte	5.00	14.97	9.99	9.97	3.9155	0.0395

Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.6

Auftrag Nr.: 450300	EMPA: Building Technologies 118	File - Nr: 4500'300-6
Auftraggeber: Fitan		Prüfleiter: Bin
Produktname :		Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
Fabrikat-daten :		Messung vom: 25. Mai. 09

Messprotokoll

Daten der bearbeiteten Probe: Probe Nr.: 4500'300-6

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	456.0 [mm]	456.0 [mm]		
Breite:	456.0 [mm]	456.0 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.4 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1752.0 [g]	1752.0 [g]	100.4 [mm]	83.9 [kg/m3]

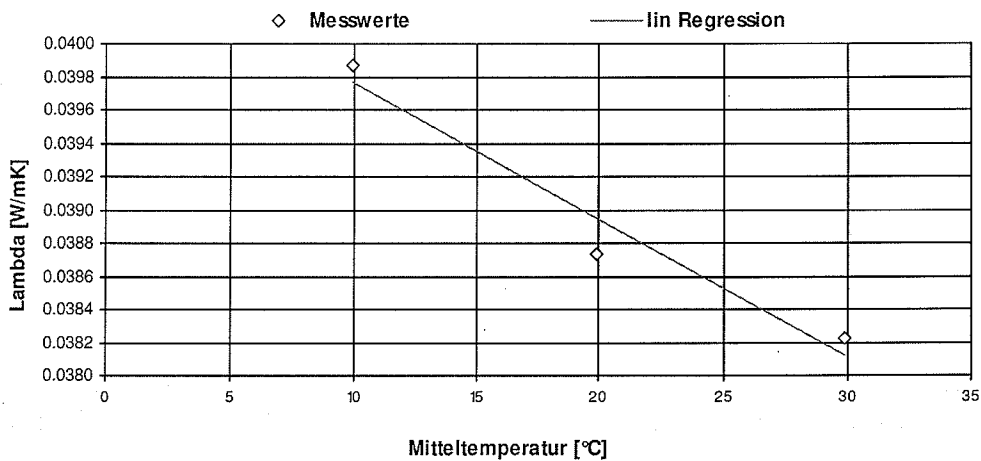
Bemerkung: Masse: Füllung,angaben Fitan

Messwerte

Phase	Ende der Messung	Mittel- temperatur [°C]	Temperatur- diff [°C]	Anzahl Messw.	Lambda Messwerte [W/mK]	Standard- abw. [W/mK]	Lambda berechnet [W/mK]
Phase 1: 5/15	21.05.09 11:00	9.96	9.99	18	0.0399	0.000507	0.0398
Phase 2: 15/25	22.05.09 18:00	19.91	10.09	18	0.0387	0.000396	0.0389
Phase 3: 25/35	24.05.09 01:00	29.87	10.18	18	0.0382	0.000413	0.0381

Lambda = 0.04059 + Tm * -0.000083 (R2 0.954) Lambda 10 = 0.0398 [W/mK]

Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit



Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.7

Auftrag Nr.: 450300
 Auftraggeber: Fitan
 Produktname :
 Fabrikat-daten :

EMPA: Building Technologies 118

File - Nr: 450300-7
 Prüfleiter: Bin
 Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
 Messung vom: 26. Mai. 09

Daten der bearbeiteten Probe:

Probe Nr.: 450300-7

Messprotokoll

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	462.0 [mm]	462.0 [mm]		
Breite:	463.0 [mm]	463.0 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.4 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1646.0 [g]	1646.0 [g]	100.4 [mm]	76.6 [kg/m3]

Bemerkung:

Phase 1: 5/15

Status	Datum/Zeit	Tk [°C]	Tw [°C]	Tm [°C]	Temp diff. [K]	q [W/m2]	Lambda [W/mK]
MESSUNG	26.05.09 09:20	4.98	14.98	9.98	10.00	3.8727	0.0389
MESSUNG	26.05.09 09:40	4.98	14.98	9.98	9.99	3.9067	0.0393
MESSUNG	26.05.09 10:02	4.98	14.98	9.98	9.99	3.8638	0.0388
MESSUNG	26.05.09 10:20	4.98	14.97	9.98	9.99	3.8701	0.0389
MESSUNG	26.05.09 10:40	4.99	14.98	9.98	9.99	3.8663	0.0389
MESSUNG	26.05.09 11:00	4.99	14.98	9.98	9.99	3.8968	0.0392
MESSUNG	26.05.09 11:22	4.99	14.98	9.98	9.99	3.8884	0.0391
MESSUNG	26.05.09 11:40	4.98	14.98	9.98	9.99	3.8773	0.0390
MESSUNG	26.05.09 12:00	4.99	14.98	9.98	9.99	3.8940	0.0391
MESSUNG	26.05.09 12:20	4.98	14.98	9.98	9.99	3.8654	0.0388
MESSUNG	26.05.09 12:40	4.98	14.97	9.98	9.99	3.8552	0.0387
MESSUNG	26.05.09 13:02	4.98	14.98	9.98	10.00	3.8798	0.0390
MESSUNG	26.05.09 13:20	4.98	14.97	9.98	9.99	3.8601	0.0388
MESSUNG	26.05.09 13:40	4.98	14.97	9.98	9.99	3.8572	0.0388
MESSUNG	26.05.09 14:00	4.98	14.98	9.98	9.99	3.8942	0.0391
MESSUNG	26.05.09 14:22	4.99	14.98	9.98	10.00	3.9139	0.0393
MESSUNG	26.05.09 14:40	4.99	14.98	9.98	9.99	3.8716	0.0389
MESSUNG	26.05.09 15:00	4.98	14.98	9.98	9.99	3.8570	0.0387
Z: 1	Mittelwerte	4.98	14.98	9.98	9.99	3.8773	0.0390

Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.8

Auftrag Nr.: 450300	EMPA: Building Technologies 118	File - Nr: 450300-8
Auftraggeber: Fitan		Prüfleiter: Bin
Produktname :		Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
Fabrikat-daten :		Messung vom: 28. Mai. 09

Messprotokoll

Daten der bearbeiteten Probe: Probe Nr.: 450300-8

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	462.0 [mm]	462.0 [mm]		
Breite:	463.0 [mm]	463.0 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.4 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1757.0 [g]	1757.0 [g]	100.4 [mm]	81.8 [kg/m ³]

Bemerkung:

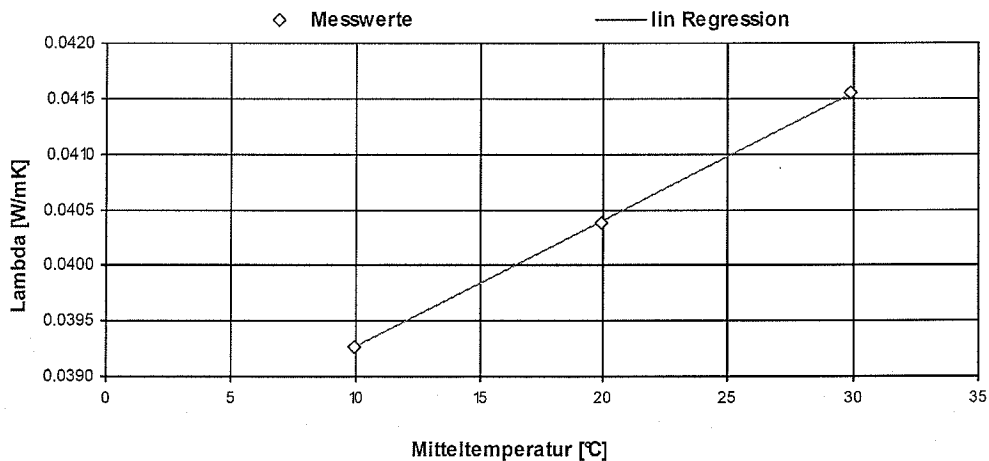
Messwerte

Phase	Ende der Messung	Mittel- temperatur [°C]	Temperatur- diff [°C]	Anzahl Messw.	Lambda Messwerte [W/mK]	Standard- abw. [W/mK]	Lambda berechnet [W/mK]
Phase 1: 5/15	27.05.09 17:00	9.98	10.01	9	0.0393	0.000319	0.0393
Phase 2: 15/25	28.05.09 06:00	19.91	10.11	9	0.0404	0.000234	0.0404
Phase 3: 25/35	28.05.09 14:00	29.88	10.18	9	0.0415	0.000383	0.0415

$$\text{Lambda} = 0.03812 + T_m * 0.000114 \quad (R^2 \ 1.001)$$

$$\text{Lambda } 10 = 0.0393 \text{ [W/mK]}$$

Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit



Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.9

Auftrag Nr.: 450300	EMPA: Building Technologies 118	File - Nr: 4500300-9
Auftraggeber: Fitan		Prüfleiter: Bin
Produktname :		Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
Fabrikat-daten :		Messung vom: 29. Mai. 09

Daten der bearbeiteten Probe:

Probe Nr.: 4500300-9

Messprotokoll

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	462.0 [mm]	462.0 [mm]		
Breite:	463.0 [mm]	463.0 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.4 [mm]	mittl. Probekörper- dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1646.0 [g]	1757.0 [g]	100.4 [mm]	79.2 [kg/m3]

Bemerkung:

Phase 1: 5/15

Status	Datum/Zeit	Tk [°C]	Tw [°C]	Tm [°C]	Temp diff. [K]	q [W/m2]	Lambda [W/mK]
MESSUNG	29.05.09 13:20	5.02	14.99	10.00	9.97	3.9469	0.0397
MESSUNG	29.05.09 13:40	5.02	14.99	10.00	9.97	3.9453	0.0397
MESSUNG	29.05.09 14:00	5.02	14.99	10.00	9.97	3.9339	0.0396
MESSUNG	29.05.09 14:22	5.02	14.99	10.01	9.97	3.9863	0.0401
MESSUNG	29.05.09 14:40	5.02	14.99	10.01	9.97	3.9339	0.0396
MESSUNG	29.05.09 15:00	5.02	15.00	10.01	9.98	4.0127	0.0404
MESSUNG	29.05.09 15:20	5.01	14.99	10.00	9.98	3.9428	0.0397
MESSUNG	29.05.09 15:40	5.01	14.99	10.00	9.98	3.8723	0.0389
MESSUNG	29.05.09 16:00	5.01	15.00	10.00	9.99	3.9951	0.0402
Z: 1	Mittelwerte	5.02	14.99	10.00	9.98	3.9521	0.0398

Messprotokoll Wärmeleitfähigkeitsmessung

Anhang 2.10

Auftrag Nr.: 450300	EMPA: Building Technologies 118	File - Nr: 450300-10
Auftraggeber: Fitan		Prüfleiter: Bin
Produktname :		Prüfmittel: Log 6.1.07 La2k
Fabrikat-daten :		Messung vom: 02. Jun. 09

Messprotokoll

Daten der bearbeiteten Probe: Probe Nr.: 450300-10

	Probekörper A	Probekörper B		
Länge:	462.0 [mm]	462.0 [mm]		
Breite:	463.0 [mm]	463.0 [mm]		
Dicke:	100.4 [mm]	100.4 [mm]	mittl. Probekörper-dicke	mittl. Rohdichte
Masse:	1802.0 [g]	2002.0 [g]	100.4 [mm]	88.6 [kg/m3]

Bemerkung:

Messwerte

Phase	Ende der Messung	Mitteltemperatur [°C]	Temperaturdiff [°C]	Anzahl Messw.	Lambda Messwerte [W/mK]	Standardabw. [W/mK]	Lambda berechnet [W/mK]
Phase 1: 5/15	31.05.09 00:00	10.01	9.97	18	0.0402	0.000264	0.0401
Phase 2: 15/25	31.05.09 19:00	19.94	10.08	18	0.0409	0.001404	0.0411
Phase 3: 25/35	01.06.09 14:00	29.90	10.13	18	0.0421	0.000352	0.0420

Lambda = 0.03920 + Tm * 0.000093 (R2 0.981) Lambda 10 = 0.0401 [W/mK]

Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit

