

Prüfbericht / Test Report

“Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit – gedämmtes Verbundmantelrohrsystem Ø 60,3/125 mm Conti-Rohr (W4)“ “Test of thermal conductivity - preinsulated bonded pipe systems Ø 60,3/125 mm conti pipe (W4)“

Kurztitel / Short Title: Wärmeleitfähigkeit / Thermal conductivity – BASF H2130/6



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-13119-02-00

Prüfberichts-Nr. / Test Report No.: V206/20

Auftrags-Nr. / Order No.: 402300076

Herausgegeben von der Abteilung Rohrsysteme / Issued by Department Pipe Systems

Labor für Rohrsystemprüfung / Laboratory for Pipe System Testing

Anerkannte Prüfstelle von EHP, DVGW, DIN CERTCO und DIBt

Die Anerkennungen gelten für die in den Anlagen zu den
Anerkennungsurkunden DVGW LW-BU0023, DIN CERTCO
PL121 und DIBt SAC 08 aufgeführten Prüfverfahren

Recognised test laboratory of EHP, DVGW, DIN CERTCO and DIBt

The recognitions are valid for the test methods stated in the
attachments of certificates of approval DVGW LW-BU0023, DIN
CERTCO PL121 and DIBt SAC 08

Prüfbericht / Test Report

Wärmeleitfähigkeit / *Thermal conductivity* – BASF H2130/6

Prüfberichts-Nr.: V206/20



Prüfgegenstand:
Test Specimen: gedämmtes Verbundmantelrohrsystem
preinsulated bonded pipe system
Ø 60,3/125 mm

Auftraggeber:
Customer: Isoplus Fernwärmetechnik Gesellschaft mbH
Furthoferstr.1a
3192 Hohenberg
ÖSTERREICH / AUSTRIA

Auftragsnummer des Auftraggebers:
Order no. of the Customer: Prüfauftrag / order, B-189689

Prüflabor:
Test Laboratory: IMA Materialforschung und Anwendungstechnik
Labor für Rohrsystemprüfungen / *Laboratory for Pipe System Testing*
Wilhelmine-Reichard-Ring 4
01109 Dresden
DEUTSCHLAND / GERMANY

Probeneingang:
Test Specimen received on: 2020-06-08

Zeitraum der Prüfung:
Test Period: 06/2020 – 07/2020

Bearbeiter:
Person in Charge: Dipl.-Ing. Matthias Thölert

Verteiler:
Distribution List: 1 x Isoplus
1 x IMA Dresden

Genehmigt / *Authorized*
Dresden, 2020-08-03
IMA Materialforschung und
Anwendungstechnik GmbH



Dipl.-Ing. Heiko Below
Abteilungsleiter Rohrsysteme / *Head of Department Pipe Systems*

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den Prüfgegenstand.
Gerundete Mess- oder Rechenergebnisse basieren auf der Regel nach ISO 80000-1 Anhang B Regel B.
Die auszugsweise Veröffentlichung des Prüfberichts und der Hinweis auf Prüfungen zu Werbezwecken bedürfen in jedem Einzelfall der schriftlichen Einwilligung der IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH.
Die in diesem Prüfbericht enthaltenen Ergebnisse dürfen nur mit Bezugnahme auf die IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH veröffentlicht oder anderweitig weitergegeben werden.

The test results refer exclusively to the specimen under test.
Rounded measurement or calculation values are based on the rule according to ISO 80000-1 Appendix B, Rule B.
The publication of parts of this test report and any reference to tests for advertising purposes is subject to written permission by IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH in any case.
Opinions and interpretations are not part of the accreditation. The results contained in this report may only be published or passed on to third parties with reference to the IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung / <i>Task Definition</i>	4
2	Anforderungen / <i>Requirements</i>	4
3	Prüfkörper / <i>Specimens</i>	5
4	Prüfungsdurchführung und Ergebnisse / <i>Testing procedure and results</i>	5
4.1	Zellgröße (nicht gealtert) / <i>Cell size (unaged)</i>	5
4.2	Druckfestigkeit (nicht gealtert) / <i>Compressive strength (unaged)</i>	6
4.3	Schaumstoffdichte (nicht gealtert) / <i>Foam density (unaged)</i>	7
4.4	Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung (nicht gealtert) / <i>Composition of the gas in the cells of the insulation (unaged)</i>	7
4.5	Wärmeleitfähigkeit (nicht gealtert) / <i>Thermal conductivity (unaged)</i>	8

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2–1:	Anforderungen und Prüfungen nach DIN EN 253	4
Tabelle 4–1:	Anforderung und Prüfergebnisse – Zellgröße (nicht gealtert)	6
Tabelle 4–2:	Anforderungen und Prüfergebnisse – Druckfestigkeit (nicht gealtert)	6
Tabelle 4–3:	Anforderungen und Prüfergebnisse – Schaumstoffdichte (nicht gealtert)	7
Tabelle 4–4:	Prüfergebnisse – Zusammensetzung des Zellgases (nicht gealtert)	8
Tabelle 4–5:	Anforderung und Prüfergebnisse – Wärmeleitfähigkeit (nicht gealtert)	9

Table of Tables

Table 2–1	<i>Requirements and tests according to DIN EN 253</i>	4
Table 4–1	<i>Requirement and test results – Cell size (unaged)</i>	6
Table 4–2	<i>Requirements and test results – Compressive strength (unaged)</i>	6
Table 4–3	<i>Requirements and test results – Foam density (unaged)</i>	7
Table 4–4	<i>Test results – Composition of the gas in the cells (unaged)</i>	8
Table 4–5	<i>Requirement and test results – Thermal conductivity (unaged)</i>	9

1 Aufgabenstellung / Task Definition

Isoplus Fernwärmetechnik Gesellschaft mbH beauftragte IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH mit der Durchführung von Prüfungen an einem gedämmten Verbundmantelrohrsystem Ø 60,3/125 mm, kontinuierliche Fertigung, nach DIN EN 253 mit den nachfolgenden Eigenschaften:

- Zellgröße,
- Druckfestigkeit,
- Schaumstoffdichte,
- Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung,
- Wärmeleitfähigkeit.

Isoplus Fernwärmetechnik Gesellschaft mbH commissioned IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH with conducting tests on a preinsulated bonded pipe system Ø 60,3/125 mm, continuous proceeding, in accordance with DIN EN 253 to the characteristics below:

- *cell size,*
- *compressive strength,*
- *foam density,*
- *composition of the gas in the cells of the insulation,*
- *thermal conductivity.*

2 Anforderungen / Requirements

DIN EN 253:2020-03

Fernwärmerohre - Einzelrohr-Verbundsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze - Werkmäßig gefertigte Verbundrohrsysteme, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, einer Wärmedämmung aus Polyurethan und einer Ummantelung aus Polyethylen; Deutsche Fassung EN 253:2019

DIN EN 253:2020-03

District heating pipes - Bonded single pipe systems for directly buried hot water networks - Factory made pipe assembly of steel service pipe, polyurethane thermal insulation and a casing of polyethylene; German version EN 253:2019

Tabelle 2–1: Anforderungen und Prüfungen nach DIN EN 253

Table 2–1 Requirements and tests according to DIN EN 253

Eigenschaften / Characteristics	Anforderungen nach Abschnitt Requirements acc. to clause	Prüfmethode Test methods
Zellengröße <i>Cell size</i>	4.4.2.2	5.3.2.1
Druckfestigkeit <i>Compressive strength</i>	4.4.3	5.3.3
Schaumstoffdichte <i>Foam density</i>	4.4.4	5.3.4
Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung <i>Composition of the gas in the cells of the insulation</i>	4.5.7	Chalmers method
Wärmeleitfähigkeit im nicht gealterten Zustand <i>Thermal conductivity in unaged condition</i>	4.5.7	5.4.3

3 Prüfkörper / Specimens

- Gedämmtes Verbundmantelrohrsystem, kontinuierliche Fertigung, mit einer Aluminiumspreeschichtfolie, hergestellt durch Isoplus Fernwärmetechnik Gesellschaft mbH, Ø 60,3/125 mm, Conti-Rohr (W4)
- Mediumrohr: Stahl
- Ummantelung: PE-HD
- PUR-Schaumsystem: PUR, Cyclopentangetriebener PUR-Schaumstoff
- Anlieferung der Prüfkörper in der IMA Dresden: 2020-06-08
- Einlagerung der Prüfkörper vor Probenvorbereitung und Prüfung für 72 h bei 23 ± 2 °C und 50 ± 10 % rel. Luftfeuchte
- *Preinsulated bonded pipe system, continuous proceeding, with an aluminium diffusion barrier foil bonded pipe, type XXX, manufactured by Isoplus Fernwärmetechnik Gesellschaft mbH, Ø 60,3/125 mm, conti pipe (W4)*
- *Service pipe: steel*
- *Casing pipe: HDPE*
- *Foam system: PUR, Cyclopentane- blown rigid polyurethane foam*
- *Delivery of the sample material to IMA Dresden: 2020-06-08*
- *Storage of the sample material before preparation and test: 72 h at 23 ± 2 °C and 50 ± 10 % R.H.*

4 Prüfungsdurchführung und Ergebnisse / Testing procedure and results

4.1 Zellgröße (nicht gealtert) / Cell size (unaged)

Zur Bestimmung der Zellgröße in radialer Richtung wurden aus dem Verbundmantelrohrabschnitt an beiden Rohrenden drei PUR-Schaumstoffproben am Umfang verteilt entnommen. Nach IMA-Prüfvorschrift AA1/11 „Bestimmung der Zellgröße“ wurden die Probenflächen präpariert und die untersuchte Zellstruktur mit dem Rasterelektronenmikroskop dokumentiert. Die Zellgröße ergibt sich aus der Anzahl der Schnittpunkte im Bereich der Messlänge. Pro Prüfkörper wurden drei Parallelmessungen durchgeführt.

For determination of the cell size in the radial direction, the PUR foam samples were taken from both ends of the pipe, distributed over the circumference of pipe. According to IMA test specification AA1/11, the sample surfaces were primed and the cell structure, which was examined with the scanning electron microscope, documented. The cell size results from the number of intersections in the range of the gauge length. Three parallel measurements were carried out per test specimen.

Prüfeinrichtung / Test equipment:	Rasterelektronenmikroskop / Scanning electron microscope EVO MA10 (IMA 004895)
Prüfkörperabmessungen / Specimen dimensions	25 mm x 20 mm x 10 mm
Prüfkörperanzahl / Specimen number:	2 x 3 Stück (Entnahme am Umfang verteilt, an beiden Rohrenden) / 2 x 3 items (taken distributed over the circumference, both ends of pipe)
Prüfort / Test location:	FH / A1
Prüfer / Technician:	CZE / MIL

Tabelle 4–1: Anforderung und Prüfergebnisse – Zellgröße (nicht gealtert)

Table 4–1 Requirement and test results – Cell size (unaged)

Prüfparameter / Test parameter	Prüfergebnis / Actual test values				Anforderung EN 253 / Requirement EN 253
	Prüfkörper 1 Specimen 1	Prüfkörper 2 Specimen 2	Prüfkörper 3 Specimen 3	Mittelwert / Average value	
Zellgröße / Cell size [mm] Rohrseite / Pipe end 1	0,20	0,20	0,22	0,21	< 0,5
Zellgröße / Cell size [mm] Rohrseite / Pipe end 2	0,19	0,19	0,21	0,20	< 0,5

4.2 Druckfestigkeit (nicht gealtert) / Compressive strength (unaged)

Zur Ermittlung der Druckfestigkeit in radialer Richtung wurden an beiden Rohrenden drei Prüfkörper am Rohrumfang verteilt entnommen und nach DIN EN 253 und ISO 844 geprüft.

For the determination of the compressive strength of the foam in the radial direction, the test specimens were taken from both ends of the pipe, distributed over the circumference. The strength test was carried out according to DIN EN 253 and ISO 844.

Prüfeinrichtung / Test equipment:

Werkstoffprüfmaschine Inspekt / material testing machine
Inspekt (IMA 008639)

Prüfkörperabmessungen /
Specimen dimensions:

Messschieber Mitutoyo / Slide gauge Mitutoyo (IMA 004268)
30 mm x 30 mm x 20 mm

Prüfkörperanzahl / Specimen number:

2 x 3 Stück (Entnahme am Umfang verteilt, an beiden Rohrenden) / 2 x 3 items (taken distributed over the circumference, both ends of pipe)

Prüfort / Test location:

IG / V1

Prüfer / Technician:

MLA

Tabelle 4–2: Anforderungen und Prüfergebnisse – Druckfestigkeit (nicht gealtert)

Table 4–2 Requirements and test results – Compressive strength (unaged)

Test parameter	Prüfergebnis / Actual test values				Anforderung EN 253 / Requirement EN 253
	Prüfkörper 1 Specimen 1	Prüfkörper 2 Specimen 2	Prüfkörper 3 Specimen 3	Mittelwert / Average value	
Druckfestigkeit / Compressive strength [MPa] Rohrseite / Pipe end 1	0,30	0,41	0,30	0,34	≥ 0,3
Druckfestigkeit / Compressive strength [MPa] Rohrseite / Pipe end 2	0,30	0,32	0,42	0,35	≥ 0,3

4.3 Schaumstoffdichte (nicht gealtert) / Foam density (unaged)

Zur Ermittlung der Schaumstoffdichte wurden die Prüfkörper an beiden Rohrenden am Umfang des Rohres verteilt entnommen und entsprechend DIN EN 253 und ISO 845 geprüft.

For the determination of the foam density, the test specimens were taken from both ends of the pipe, distributed over the circumference. The density measurement was carried out according to DIN EN 253 and ISO 845.

Prüfeinrichtung / Test equipment:	Elektronische Analysenwaage / Electronic analytical balance (IMA 004961)
Prüfkörperabmessungen / Specimen dimensions:	Messschieber Mitutoyo / Slide gauge Mitutoyo (IMA 004268) 30 mm x 30 mm x 20 mm
Prüfkörperanzahl / Specimen number:	2 x 3 Stück (Entnahme am Umfang verteilt, an beiden Rohrenden) / 2 x 3 items (taken distributed over the circumference, both ends of pipe)
Prüfort / Test location:	FH / V1
Prüfer / Technician:	JLE

Tabelle 4–3: Anforderungen und Prüfergebnisse – Schaumstoffdichte (nicht gealtert)

Table 4–3 Requirements and test results – Foam density (unaged)

Test parameter	Prüfergebnis / Actual test values			Anforderung EN 253 / Requirement EN 253
	Prüfkörper 1 Specimen 1	Prüfkörper 2 Specimen 2	Prüfkörper 3 Specimen 3	
Schaumstoffdichte / Foam density [kg/m ³] Rohrseite / Pipe end 2	78,1	81,1	76,6	≥ 55
Schaumstoffdichte / Foam density [kg/m ³] Rohrseite / Pipe end 2	75,1	79,3	81,4	≥ 55

4.4 Zusammensetzung des Zellgases der Wärmedämmung (nicht gealtert) / Composition of the gas in the cells of the insulation (unaged)

Die Ermittlung der Zellgaszusammensetzung wurde in Kooperation mit BASF Schwarzheide nach dem Chalmers-Verfahren durchgeführt. Dieses Prüfverfahren ist nicht Bestandteil des Akkreditierungsumfangs. Die Ergebnisse sind im Prüfbericht 905020883716 vom 21.07.2020 dokumentiert. Der Prüfbericht liegt in der IMA GmbH Dresden vor.

The stipulation of the cell gas content was implemented in a sub-order instruction through the BASF Schwarzheide, according to Chalmers-procedure. This test procedure is not included in the scope of accreditation. The result is documented in the test report 905020883716, dated 2020-07-21, which was available to IMA Dresden.

Prüfbericht / Test Report

Wärmeleitfähigkeit / Thermal conductivity – BASF H2130/6

Prüfberichts-Nr.: V206/20



Tabelle 4–4: Prüfergebnisse – Zusammensetzung des Zellgases (nicht gealtert)

Table 4–4 Test results – Composition of the gas in the cells (unaged)

Prüfergebnis von Prüfberichts-Nr.: Result from test report number: 905020883716	Zellgasdruck Cell gas pressure [kPa]	O ₂ [Vol%]	N ₂ [Vol%]	CO ₂ [Vol%]	n-Pentan n-Pentane [Vol%]	Cyclopentan Cyclopentane [Vol%]
Messung 1 Measurement 1	97	0,7	2,7	63,1	0,4	33,1
Messung 1 Measurement 1	94	0,8	3,6	62,1	0,4	33,1
Messung 1 Measurement 1	93	0,0	0,1	65,9	0,4	33,7
Mittelwert Average value	95	0,5	2,1	63,7	0,4	33,3

4.5 Wärmeleitfähigkeit (nicht gealtert) / Thermal conductivity (unaged)

Die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit erfolgte an einem flexiblen gedämmten Verbundmantelrohrsystem nach EN 253 und ISO 8497

The determination of thermal conductivity at the flexible preinsulated bonded pipe system was carried out based on EN 253 and ISO 8497.

Prüfeinrichtung / Test equipment:

Messplatz zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von vorisolierten Rohren IMA Dresden / PMK B98-B2
Messschieber Mitutoyo / Slide gauge Mitutoyo (IMA 004268)
Rollbandmaß / Measuring tape (IMA 004425)

Temperaturmessung / Temperature measurement:

2 x 6 Thermoelemente / thermocouples

Rohrenden / End apparatus:

Korrektur nach van Rinsum / correction according to van Rinsum ($x = 0,8$ m)

Konditionierung / Conditioning:

2020-06-08 – 2020-06-15

Mediumrohr / Service pipe:

$D_{PEX1} = 53,95$ mm, $D_{PEX2} = 60,45$ mm, $e_{PEX} = 3,25$ mm

PE-Mantelrohr / PE-Casing pipe:

$D_{C3} = 120,15$ mm, $D_{C4} = 127,20$ mm; $e_{PE} = 3,55$ mm

Länge Prüfrohr / Length of test pipe:

2000 mm

Anzahl der Messungen / Number of measurements:

5

Prüfort / Test location:.

FH / V1

Prüfer / Technician:

JLE

Prüfbericht / Test Report

Wärmeleitfähigkeit / *Thermal conductivity* – BASF H2130/6

Prüfberichts-Nr.: V206/20



Tabelle 4–5: Anforderung und Prüfergebnisse – Wärmeleitfähigkeit (nicht gealtert)

Table 4–5 Requirement and test results – Thermal conductivity (unaged)

Wärmestrom / <i>Heat flow rate</i>	Temperatur / <i>temperature</i>		Temperatur- differenz an der Probenoberfläche / <i>Temperature difference on sample surface</i>	Mittlere Temperatur der Dämmung / <i>Mean temperature of insulation</i>	Wärmeleitfähig- keit des Dämm- stoffs / <i>Thermal conductivity of insulation material</i>
Φ [W]	inneren Oberfläche des Medium- rohrs / <i>service pipe inner surface</i>	äußeren Oberfläche der Um- mantelung / <i>casing outer surface</i>	$T_1 - T_4$ [K]	T_m [°C]	λ_{PUR} [W/(m·K)]
20,41	70,74	26,08	44,66	48,53	0,0244
25,39	81,35	26,45	54,90	54,04	0,0247
28,25	88,07	27,60	60,48	57,99	0,0249
Prüfergebnis / Actual test value λ_{50}					0,0245
Anforderung EN 253 / Requirement EN 253					0,0290

Geprüft / *Reviewed*

Dipl.-Ing. Heiko Below
Labor für Rohrsystemprüfung /
Laboratory for Pipe Systems

Erstellt / *Created*

Dipl.-Ing. Matthias Thölert
Bearbeiter / *Person in Charge*