

Experimentelle Untersuchung der GAP-Fassade

mit PV-Vollbelegung

Benjamin Leitner, BEng.

Kurt Leonhartsberger, MSc.

Gefördert durch das BmVIT im Programm Haus der Zukunft +

Basismessaufbau:

Ing. Peter Kaltenecker, BSc.

DI (FH) Roland Sterrer, MSc.



1 Einleitung

In Bezug auf den Bericht „Experimentelle Untersuchung der Funktionalität eines solaraktiven Fassadenpaneels“ vom 6. Mai 2013 [1], wird ein weiteres Photovoltaikmodul in diesen Aufbau vermessen. In diesen Bericht werden die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung eines solarpassiven Fassadenpaneels der Firma GAP-Solution erneut aufgezeigt und erweitert.

Das Fassadenpaneel der Firma GAP-Solution ist eine intelligente Wabenkonstruktion, welche die flachen Sonnenstrahlen im Winter tief eindringen lässt und die steilen Sonnenstrahlen im Sommer abschattet. Somit wird die Solarstrahlung passiv genützt und dadurch werden gute Dämmwerte erreicht. Der klassische Aufbau dieses Fassadenpaneels ist mit einer Glasplatte abgedeckt. Um die Fassade jedoch aktiv nützen zu können wird dieses Glas mit rahmenlosen Glas/Glas-PV-Modulen ergänzt. Mit Einbringen dieser Zellen in das System geht eine Abschattung der Wabenstruktur einher. Diese Abschattung führt zwangsläufig zu einer Änderung des Wärmestroms durch das Paneel bzw. zu einer Änderung der Luftströmung im hinterlüfteten Fassadenelement.

In der experimentellen Untersuchung im Jahr 2013 wurden bereits 4 verschieden bestückte Photovoltaikpaneele untersucht. Jedoch wurden hier nur 12 - 18 Zellen integriert und mit unterschiedliche Anordnungen von diesen Zellen experimentiert.

In diesem Bericht bzw. dieser Untersuchung wird ein vollbelegtes Photovoltaikpaneel der GAP-Wabenkonstruktion vorgesetzt. Das Glas-Glas Modul hat 36 monokristalline Zellen, welche für einen Restlichteintrag gelocht sind. Durch dieses Photovoltaikmodul ist die gesamte Fläche der Wabenstruktur verdeckt und abgeschattet.

Ziel dieser experimentellen Untersuchung ist zu überprüfen wie weit die Funktion des passiven Fassadenelements beeinträchtigt wird. Des Weiteren werden die Auswirkungen auf Temperaturen und Konvektionsströmungen in der Hinterlüftung und die damit verbunden erhöhten Verschmutzungen auf der Innenseite des Glases untersucht.

2 Aufgabenstellung

Untersuchungsgegenstand ist ein handelsübliches Fassadenpaneel der Firma GAP-Solution. Dieses Fassadenpaneel besteht aus einer intelligent angeordneten Wabenstruktur, welche die Solarstrahlung passiv nutzt. Durch diese passive Nutzung der Solarstrahlung und des Luftpolsters werden gute Wärmedämmeigenschaften erzielt. Wie in Abbildung 1 erklärt bieten die Waben im Sommer eine Verschattung und im Winter einen wärmenden Luftpolster.

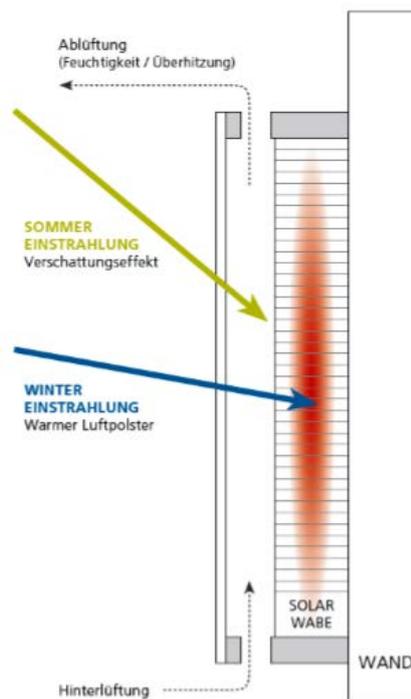


Abbildung 1: Funktion der GAP-Fassade [2]

Dieses solarpassive Fassadenelement soll in dieser Untersuchung um eine solaraktive Funktion erweitert werden. Für dies wird, anstatt der üblichen Glas Abdeckung eine Abdeckung mittels eines Glas/Glas Photovoltaikpaneels realisiert. Daraus resultiert jedoch, dass die Waben verschattet werden und dadurch die Konvektion in der Hinterlüftung beeinflusst wird. Zusätzlich wird durch die fehlende Solarstrahlung auf die Waben noch die passive Nutzung des Fassadenpaneels beeinflusst.

Die Aufgabe dieser Arbeit besteht darin, diese Auswirkungen experimentell festzustellen und zu dokumentieren. Des Weiteren soll analysiert werden, inwieweit diese Auswirkungen noch tolerierbar sind und ob das Fassadenpaneel mit einer vollbelegten Photovoltaik noch verwendbar ist. Da annähernd schwarze monokristalline PV-Zellen zum Einsatz kommen, besteht die Aussicht, dass durch die Wärmeabsorption annähernd gleiche Wärmedämmeigenschaften erreicht werden.

3 Versuchsanordnung

Die Versuchsanordnung ist hinsichtlich Vergleichbarkeit der Anordnung der Messung vom Jahr 2013 nachempfunden. Der Prüfstand selbst ist wieder im Labor der FH Technikum Wien im ENERGYbase (Giefinggasse 6, 1221 Wien) aufgebaut.

Für die Indoor-Messung wird eine Laborlichtquelle mit 6 Metall-Halogenid Lampen mit je 1.000 W elektrischer Anschlussleistung verwendet. Die Anordnung selbst ist in Abbildung 2 zu sehen. Wobei auf dieser Abbildung noch ein Querstromlüfter fehlt, welcher die äußeren Windbedingungen simuliert und den zu hohen Anteil an Infrarotstrahlung ausgleicht.



Abbildung 2: Versuchsaufbau

Das untersuchte Fassadenelement hat Außenmaße von 1 x 1 Meter und eine Lichteintrittsfläche von 0,931 m². Davorgesetzt ist ein Photovoltaikmodul mit selber Fläche und einer Restlichtdurchlässigkeit von ca. 26 %. Das Fassadenelement samt Photovoltaik ist in einer Holzkonstruktion gemäß der tatsächlichen Montage mit Abdeckleiste der Lüftungsöffnung verbaut. Somit ist keine Unterkonstruktion, wie eine Mauer oder Holzriegelwand notwendig.

4 Verwendung Messgeräte

Für die Vermessung des Versuchsaufbaus sind mehrere Messinstrumente nötig. In folgender Aufzählung sind die Messgeräte und Sensoren für die Messung der benötigten Größen aufgelistet.

- Für die Strahlungseinstellung des Sonnensimulators ist ein Pyranometer, das misst die Strahlungsintensität in [W/m²], samt Auslesegerät erforderlich.

- Für die Temperaturen an den Lufteintritts- bzw. Luftaustritts- Öffnungen der Hinterlüftung (Abbildung 1: Funktion der GAP-Fassade [2]) werden Pt100-Fühler eingesetzt. Damit über diese Temperaturabhängigen Widerstände die Temperatur berechnet werden kann, kommt ein Multiplexer mit einem anschließenden LabView Programm zum Einsatz.
- Die Strömungsgeschwindigkeiten und die Temperaturen in der Hinterlüftung werden mit einer sogenannten Hitzkugelsonde gemessen. Für diese wird ein geeignetes Handlesegerät benötigt.
- Die Messung des Wärmeflusses durch das Fassadenpaneel wird mithilfe zweier Wärmeflussplatten realisiert. Diese werden über die Multiplexer und ein geeignetes LabView Programm ausgewertet.

Die verwendeten Messgeräte mit Typ und Seriennummer sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Messgerät:	Firma & Typ:	Seriennummer:
Pyranometer	KIPP & ZONE CMP 3	103254
Handlesegerät	KIPP & ZONE METEON	07080527
Multiplexer	Agilent Technologies	34980A
PT-100 Tauchfühler	RS-Components 455-3968	33731-1 / 2 / 3 / 4
Hitzkugelsonde	TESTO Strömungsmessgerät	0310 4661
Handmessgerät	TESTO 480	2498173
Wärmeflussplatte groß	Ahlborn 120x120 mm	12110173
Wärmeflussplatte klein	Ahlborn 100x30 mm	12070059

Tabelle 1: Verwendete Messgeräte

Die Messgeräte wurden für die Vermessung des vollbelegten Photovoltaikmoduls neu kalibriert. Die Kalibrierungsprotokolle sind im Anhang beigefügt.

5 Strahlungsverteilung

Die Strahlungsverteilung wird laut vorgegeben Raster vom Bericht [1] eingestellt und vermessen, siehe (Abbildung 3). Für die Sonnenlichtnachbildung ist derselbe Sonnenlichtsimulator wie im Jahre 2013 im Einsatz. Von den acht Metall-Halogenid Lampen des Simulators, werden sechs eingesetzt um ein möglichst homogene Einstrahlung auf der Versuchsfläche zu erzeugen. Die Messungen der Strahlung erfolgen mit einem Pyranometer und einem dazugehörigen Handgerät, welche in Tabelle 1 angeführt sind.

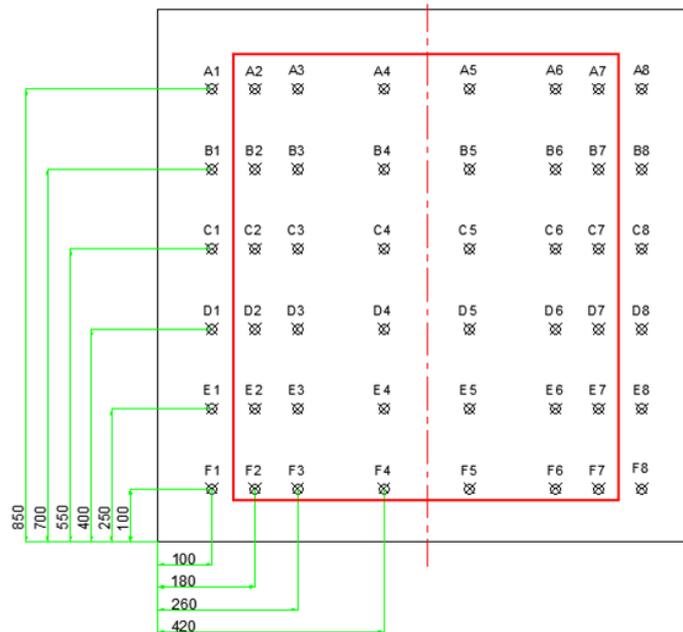


Abbildung 3: Raster für Strahlungsmessung [1]

Der rot gekennzeichnete Kernbereich, ist jener wo in weiterer Folge die Strömungsmessungen durchgeführt werden. In Tabelle 2 sind die Strahlungswerte in $[W/m^2]$ angeführt. Die exakten Angaben der Positionen der Messungen sind dem Raster in Abbildung 3 zu entnehmen.

Pos.	1	2	3	4	5	6	7	8
A	508	517	513	494	500	521	515	497
B	563	574	570	549	558	577	568	544
C	541	550	545	536	536	544	536	514
D	497	506	503	490	503	524	520	503
E	520	534	530	512	532	544	539	514
F	489	498	493	474	495	490	478	455

Tabelle 2: Strahlungsverteilung $[W/m^2]$

In Tabelle 3: Durchschnittlich Strahlung Tabelle 3 sind die durchschnittlichen Strahlungswerte, sowohl über die ganze Versuchsfläche, als auch über die Kernzone dargestellt. Des Weiteren sind in dieser Tabelle die Minimum- und Maximum- Werte der Strahlung und deren Prozentuelle Abweichung aufgezeigt.

	Einstrahlung G auf gesamte Fläche [W/m²]	Einstrahlung G in Kernzone [W/m²]
Mittelwert	521	524
Minimum	455	474
Maximum	577	577
Abweichung in %	21	18

Tabelle 3: Durchschnittlich Strahlung

Die Einstrahlung auf das 1x1 m große Fassadenpaneel ist im Durchschnitt 521 W/m². In der Kernzone, welche rot gekennzeichnet ist, ist die durchschnittlich Einstrahlung mit 524 W/m² etwas höher. Die Abweichung in diesem Bereich, zwischen maximaler und minimaler Strahlung beträgt 18 %. Die Verteilung über die gesamte Fläche ist grafisch in einem Diagramm in Abbildung 1 dargestellt.

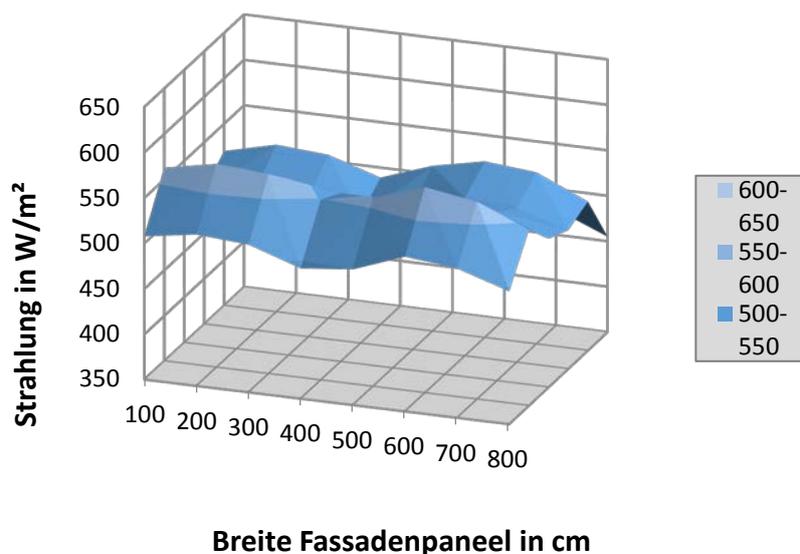


Abbildung 4: Strahlungsverteilung

6 Versuchsdurchführung

Um möglichst exakte Ergebnisse zu garantieren, werden die Messungen in einem stationären Zustand durchgeführt. Dieser stationäre Zustand wird ca. nach 3 Stunden „Aufwärmzeit“ erreicht. Des Weiteren wird die Messung dreimal durchgeführt um möglichen Fehlern während der Messung entgegenzuwirken. Die Messergebnisse sind im folgenden Kapitel aufgezeigt.

7 Messergebnis

In Abbildung 5 ist die Anordnung der PV-Zellen der Variante „Vollbelegung“ zu sehen. Bei dieser Variante wurden 6 idente Streifen mit speziell gelochten monokristallinen Zellen

nebeneinander gelegt. Somit entsteht eine vollflächige Abdeckung der Fassade durch das Modul. Der Lichteintrag beschränkt sich auf die Lochung der Zellen bzw. den Abstand zwischen den einzelnen Zellen.



Abbildung 5: Versuchsanordnung der Variante Vollbelegung

In Tabelle 4 sind das Datum bzw. die Startzeit der Messung, sowie die Dauer der einzelnen Messungen eingetragen. Die Messungen selbst, nehmen eine gewisse Zeit in Anspruch, weil sich die Hitzkugelsonde den Temperaturen am Messpunkt anpassen muss. Die Hitzkugelsonde misst die Strömung mit einem beheizten NTC-Element, welchem durch die Strömung Hitze entzogen wird. Über eine Regelschaltung wird die Temperatur des NTC-Elements allerdings konstant gehalten. Der auftretende Regelstrom um die Temperatur zu halten, ist proportional zur Strömungsgeschwindigkeit, welche dadurch berechnet werden kann [3].

Messungen	Aufzeichnungsbeginn	Aufzeichnungsdauer	
Messung 1	01.03.17/ 13:30	150	min
Messung 2	02.03.17/ 13:00	120	min
Messung 3	06.03.17/ 18:00	120	min

Tabelle 4: Messungen der Variante Vollbelegung

In Tabelle 5 sind die links die Lufteintrittstemperaturen inklusive deren Mittelwert zu sehen. Diese Temperaturen können auch als Umgebungstemperatur rund um die Testfassade angesehen werden. In der rechten Spalte befinden sich die Austrittstemperaturen der drei

Messungen inklusive Mittelwert. Über diese Temperaturen lässt sich eine durchschnittliche Lufterwärmung von 12,2 °C errechnen.

	Lufttemperatur Eintritt [°C]	Lufttemperatur Austritt [°C]
Messung 1	26	39
Messung 2	26,9	38,8
Messung 3	27,5	39
Mittelwert	26,7	38,9
Standardabweichung	0,7	0,1

Tabelle 5: Ergebnisse der Variante Vollbelegung

7.1.1 Geschwindigkeiten der Konvektionsströmung

Bezugspunkt ist die linke obere Ecke der Rückseite des Panels. Die Messergebnisse der Strömungsmessung in Tabelle 6 sind, wie bereits oben erwähnt, die Mittelwerte der drei Messungen.

Breite \ Höhe	25 cm	37,5 cm	50 cm	62,5 cm	75 cm
25 cm	0,1 m/s		0,09 m/s		0,03 m/s
50 cm	0,095 m/s	0,09 m/s	0,08 m/s	0,09 m/s	0,07 m/s
75 cm	0,06 m/s		0,08 m/s		0,06 m/s

Tabelle 6: Gemittelte Strömungsgeschwindigkeiten der Variante Vollbelegung

Die ermittelten Werte selbst, deuten darauf hin, dass trotz Vollbelegung noch eine Strömung in der Hinterlüftung zustande kommt. Um einen Vergleich zu bekommen, wird diese Messung der Referenzmessung aus dem Jahre 2013 gegenübergestellt.

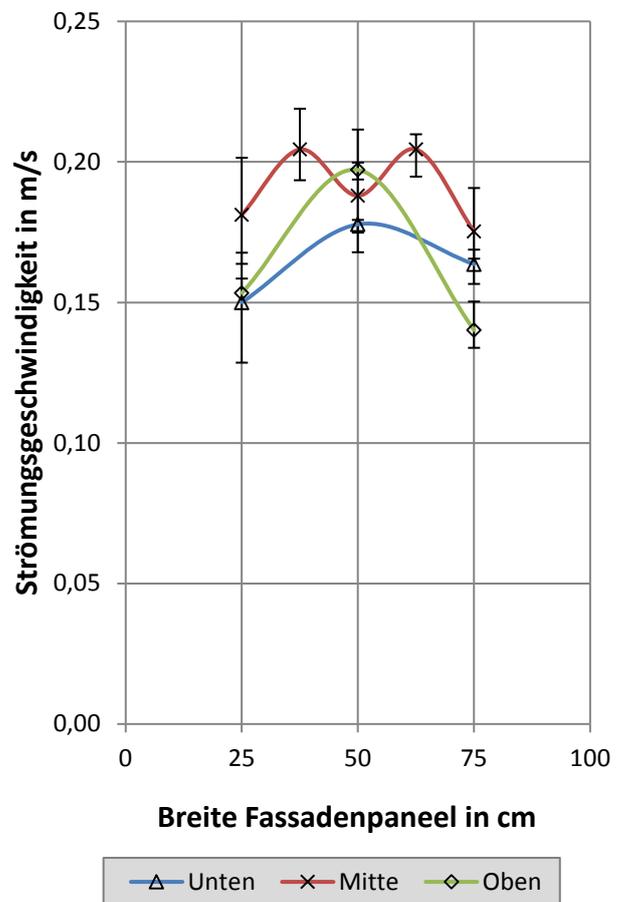
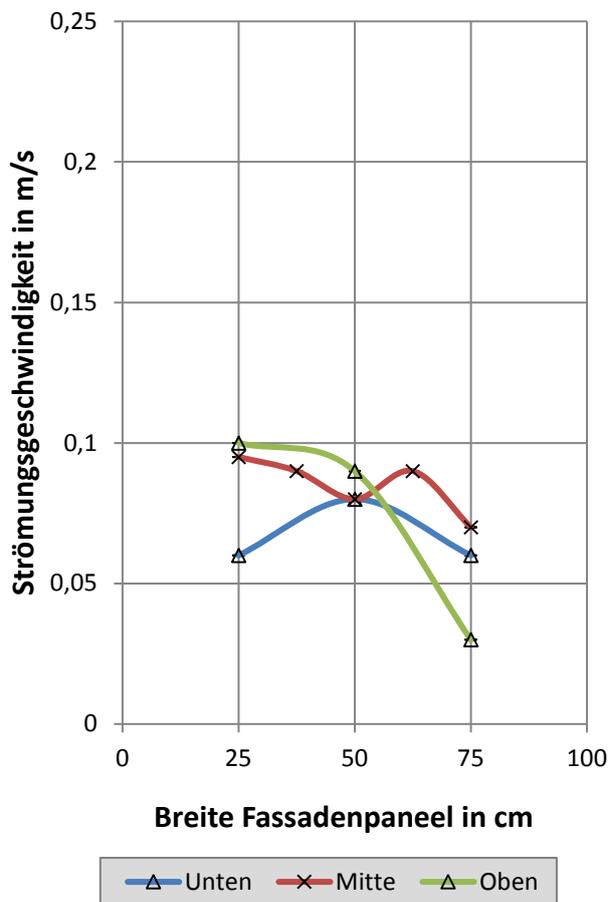


Abbildung 6: Gegenüberstellung gemittelte Strömungsgeschwindigkeiten der Variante Vollbelegung (links) zu Referenz Variante (rechts) [1]

In der Abbildung 6 links sind die Mittelwerte der Messvariante Vollbelegung im Diagramm dargestellt. Rechts daneben sind die Messwerte der Referenzmessung aus dem Bericht [1] in Diagrammform zum Vergleich dargelegt.

7.1.2 Lufttemperatur der Konvektionsströmung

Bezugspunkt ist die linke obere Ecke der Rückseite des Paneels. Die Temperaturen in Tabelle 7 sind, wie auch die Strömungsgeschwindigkeiten, die Mittelwerte der 3 Messungen.

Breite \ Höhe	25 cm	37,5 cm	50 cm	62,5 cm	75 cm
25 cm	47,5 °C		47,3 °C		45,8 °C
50 cm	44,5 °C	45,6 °C	44,3 °C	44,05 °C	42,85 °C
75 cm	39,95 °C		40,45 °C		40,45 °C

Tabelle 7: Gemittelte Lufttemperaturen der Variante Vollbelegung

Die ermittelten Werte zeigen den einen deutlichen Anstieg der Temperatur über die Höhe des Aufbaus. Dies deutet wiederum auf eine funktionierende Strömung hin.

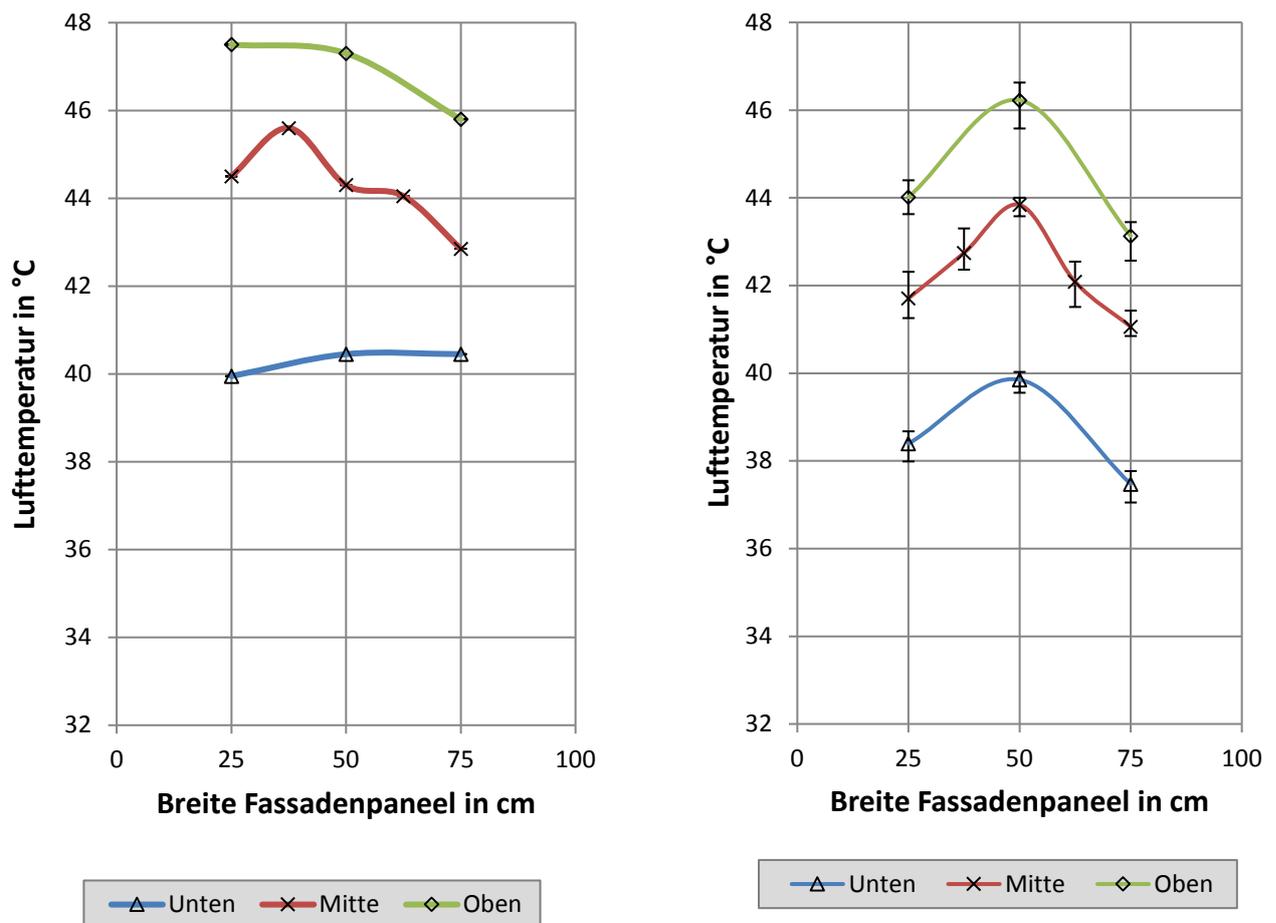


Abbildung 7: Gegenüberstellung gemittelte Lufttemperatur der Variante Vollbelegung (links) zu Referenz Variante (rechts) [1]

In Abbildung 7 sind links wieder die Mittelwerte der Messungen der Vollbelegten Variante grafisch im Diagramm dargestellt. Rechts sind die Temperaturen der Referenzmessung aus dem Bericht [1] im Diagramm dargestellt.

7.1.3 Wärmefluss

Die genaue Position der beiden Wärmeflussplatten (1 & 2) sind in nachfolgender Grafik ersichtlich. Über diese Wärmeflussplatten wird der Wärmefluss durch das Fassadenelement gemessen.

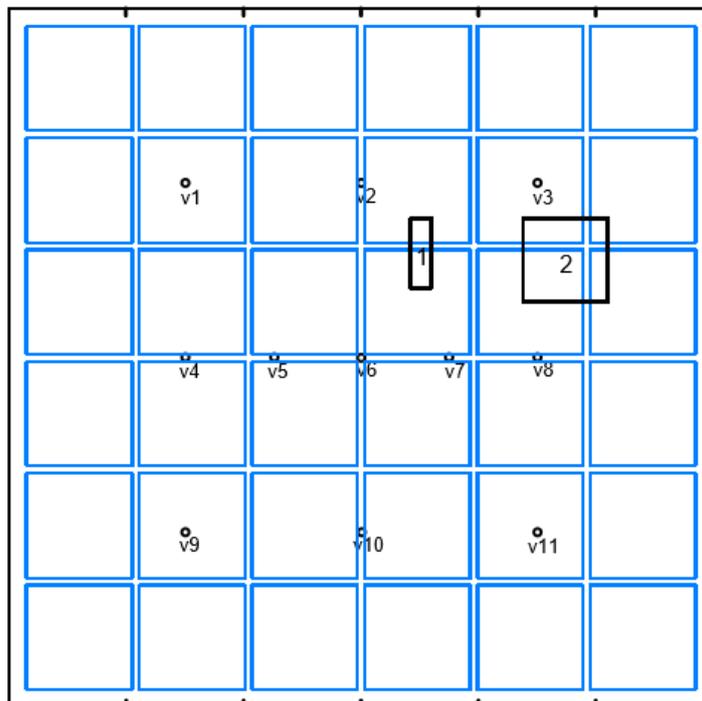


Abbildung 8: Position Wärmeflussplatten der Variante Vollbelegung

Messung	Wärmefluss 1 [W/m ²]	Wärmefluss 2 [Wm ²]
1	38,1	37,9
2	38,2	38
3	38	37,9
Mittelwert	38,1	37,9

Tabelle 8: Wärmefluss der Variante Vollbelegung

Die Messwerte der Wärmeflussplatten zeigen einen geringeren Wärmefluss, gegenüber der Referenzmessung. Dies bedeutet, dass durch die Verschattung der Wärmefluss durch das Fassadenpaneel deutlich reduziert wird. In diesem Fall ist dies über die gesamte Fläche der Fall und wird somit die Dämmeigenschaften der GAP-Fassade geringfügig beeinflussen. Die

höhere Temperatur zwischen Photovoltaik und Wabe wirkt der verringerten Wärmedämmung entgegen. Um über diese Veränderung Aussagen treffen zu können, müssten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

7.2 Interpretation

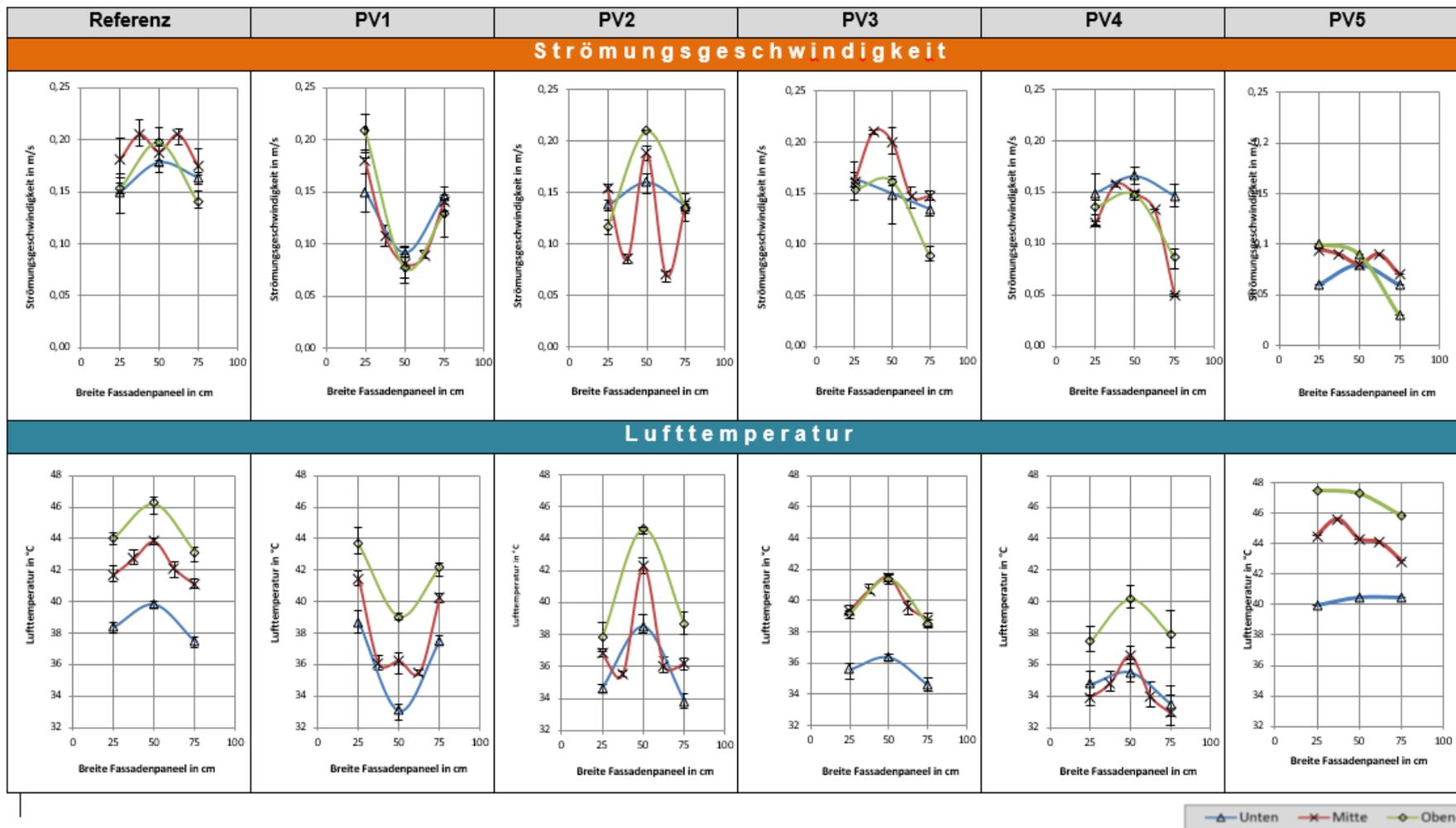
Im stationären Zustand beträgt die Temperatur der vom Fassadenpaneel angesaugten Luft ca. 26,6 °C. Bei einer mittleren Einstrahlung von 521 W/m² auf das Fassadenpaneel resultiert eine Luftaustrittstemperatur von 39,15 °C. Das bedeutet, dass bei diesen Bedingungen die angesaugte Luft im Paneel um 12,55 °C erwärmt wird. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit der natürlichen Konvektionsströmung im Fassadenpaneel beträgt 0,07 m/s und der daraus resultierende Volumenstrom beträgt 7,23 m³/h. Bei dieser mit Photovoltaikzellen vollbelegten Variante sinkt der angesaugte Volumenstrom um ca. 46,5 % im Vergleich zur Referenz Variante. Die gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten fallen, im Schnitt über die ganze Fläche, um ca. 50 % geringer aus als die Referenz Variante. Die ganzflächige Verschattung macht sich durchaus bemerkbar. Auf der rechten Seite macht sich die Position des Querstromventilators auch bei dieser Variante bemerkbar.

Wie in Abbildung 37 ersichtlich ist, fallen die gemessenen Lufttemperaturen im Fassadenpaneel deutlich höher aus als bei den anderen untersuchten Varianten. Sie hat ihr Maximum trotzdem in der obersten Ebene des Paneels. Über alle drei Ebenen ist die Temperatur etwas höher als bei dem Referenzmodul.

Der Wärmefluss, gemessen an der Rückseite des Paneels, fällt mit knapp unter 40 W/m² um ca. 60 % geringer aus als bei der Referenzvariante und erreicht deshalb eine geringere Durchwärmung der Wabenstruktur. Die höhere Temperatur zwischen Photovoltaik und Wabe gleicht die geringere Durchwärmung der Wabe teilweise aus.

Dem hingegen wirken die Maximierung der PV-Zellenanzahl und damit auch der mögliche erneuerbar erzeugte Strom.

In folgender Graphik werden alle verschiedenen Varianten der Messung vom Jahr 2013 und die Variante Vollbelegung, welche aktuell vermessen wird, gegenübergestellt. Dies dient dazu einen Überblick zu schaffen, in wieweit die Photovoltaikbedeckung die passive Solarnutzung des GAP-Fassadenelements beeinträchtigt. Die Variante Vollbelegung ist in dieser Graphik unter **PV5** ersichtlich. Eine genauere Beschreibung der verschiedenen Varianten ist dem Bericht [1] vom Jahr 2013 zu entnehmen.



—△— Unten —×— Mitte —◇— Oben

8 Literaturverzeichnis

- [1] P. Kaltenecker und R. Sterrer, „Experimentelle Untersuchung der Funtionalität eines solaraktiven Fassadenpaneels,“ FH Technikum Wien, Wien, 2013.
- [2] G. s. GmbH, „GAP-Solutions,“ 27 Juli 2016. [Online]. Available: http://www.gap-solutions.at/fileadmin/user_upload/Downloadarea/Technische_Unterlagen_Public/gap_skin/Broschuere_gap_skin_160727.pdf. [Zugriff am 14 August 2017].
- [3] T. I. S. GmbH, Volumenstrom-Fibel - Messtechnik und Kalibrierung, 2010.

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Funktion der GAP-Fassade [2]	3
Abbildung 2: Versuchsaufbau	4
Abbildung 3: Raster für Strahlungsmessung [1].....	6
Abbildung 4: Strahlungsverteilung	7
Abbildung 5: Versuchsanordnung der Variante Vollbelegung	8
Abbildung 6: Gegenüberstellung gemittelte Strömungsgeschwindigkeiten der Variante Vollbelegung (links) zu Referenz Variante (rechts) [1].....	10
Abbildung 7: Gegenüberstellung gemittelte Lufttemperatur der Variante Vollbelegung (links) zu Referenz Variante (rechts) [1].....	11
Abbildung 8: Position Wärmeflussplatten der Variante Vollbelegung.....	12

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Messgeräte.....	5
Tabelle 2: Strahlungsverteilung [W/m^2]	6
Tabelle 3: Durchschnittlich Strahlung	7
Tabelle 4: Messungen der Variante Vollbelegung	8
Tabelle 5: Ergebnisse der Variante Vollbelegung.....	9
Tabelle 6: Gemittelte Strömungsgeschwindigkeiten der Variante Vollbelegung	9
Tabelle 7: Gemittelte Lufttemperaturen der Variante Vollbelegung.....	11
Tabelle 8: Wärmefluss der Variante Vollbelegung.....	12

Anhang



Vertrieb, Kalibrierung, Herstellung physikalischer Meßtechnik
B.Rudtsch, R.Schubert, K.Steinbrenner
Ahornring 21, Cottbus-Sielow 03055
Tel./Fax. (0355) 874998
www.phymeas.de

Cottbus, den 01.07.2012

PRÜFBERICHT

Gegenstand der Messung:

Kalibrierung einer Wärmestrommessplatte mit der Nummer

12070059

Die oben genannte Wärmestrommessplatte mit den Abmessungen

100 mm · 30 mm

liefert bei einer Wärmestromdichte von

30,4 W/m²

eine Thermospannung von 1 mV.

Die aktive Fläche hat die Abmessungen

80 mm · 20 mm

Die Kalibrierung wurde mit einer Einplattenapparatur bei einer mittleren Temperatur von 23 °C und einer Wärmestromdichte von ca. 100 W/m² vorgenommen. Hierbei ist der Sensor zwischen zwei Moosgummiplatten eingebettet worden.

Die relative Messunsicherheit beträgt 5 %.

B. Rudtsch
Bearbeiter

Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH • Eichenfeldstr. 1-3 • 83607 Holzkirchen • Deutschland
Tel.: +49-8024-3007-0 • Fax: +49-8024-3007-10 • e-mail: amr@ahlborn.com

DKD DKD-K-30601

Es gelten ausschliesslich unsere umsätlig abgedruckten Liefer- und Zahlungsbedingungen. (im Fax- und E-Mail-Verkehr beigelegt)

HypoVereinsbank AG, Rosenheim Konto Nr. 6 369 600 BLZ: 711 200 77 IBAN: DE37 7112 0077 0006 369 600 BIC: HYVEDEMM448	Postbank, München Konto Nr. 49676-801 BLZ: 700 100 80 IBAN: DE27 7001 0080 0049 6768 01 BIC: PBNKDEFF	Reg.-Gaz: München HR B 45644 StNr.: 13912130112 FA Miesbach USt-IdNr.: DE 812 612 364 Sitz der Gesellschaft: Holzkirchen; Geschäftsführer: Otto-Eduard Ahlborn, Bernhard Ahlborn, Dieter Ahlborn, Sebastian Ahlborn
---	--	---

Vertrieb, Kalibrierung, Herstellung physikalischer Meßtechnik
B.Rudtsch, R.Schubert, K.Steinbrenner
Ahornring 21, Cottbus-Sielow 03055
Tel./Fax. (0355) 874998
www.phymeas.de

Cottbus, den 29.11.2012

PRÜFBERICHT

Gegenstand der Messung:

Kalibrierung einer Wärmestrommessplatte mit der Nummer

12110173

Die oben genannte Wärmestrommessplatte mit den Abmessungen

120 mm · 120 mm

liefert bei einer Wärmestromdichte von

8,83 W/m²

eine Thermospannung von **1 mV.**

Die aktive Fläche hat die Abmessungen

90 mm · 90 mm

Die Kalibrierung wurde mit einer Einplattenapparatur bei einer mittleren Temperatur von 23 °C und einer Wärmestromdichte von ca. 100 W/m² vorgenommen. Hierbei ist der Sensor zwischen zwei Moosgummiplatten eingebettet worden.

Die relative Messunsicherheit beträgt **5 %.**

B. Rudtsch
Bearbeiter



Wir messen es.

Kalibrierstelle für die Messgrößen
Druck, Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit, Temperatur, elektrische Messgrößen und Frequenzen.
Calibration laboratory for
pressure, humidity, air velocity, temperature, electrical measurands and frequency.

akkreditiert durch / accredited by
AKKREDITIERUNG AUSTRIA



Seite 1 von 3
Page 1 of 3

Kalibrierzeichen:
Calibration mark:

147105
0600
01-2017

Kalibrierschein nach ISO/IEC 17025
Calibration Certificate according to ISO/IEC 17025

Gegenstand
Object **testo thermische Strömungssonde (Hitzkugel); digitale Sonde**

Hersteller
Manufacturer **Testo AG**

Typ
Type **Strömungsmessgerät**

Seriennummer
Serial number **0310 4661**

Auftraggeber Name / Anschrift
Customer name / address
**Fachhochschule Technikum Wien
Institut für Erneuerbare Energien
Giefinggasse 6
A-1210 Wien**

Kalibriernummer
Order number **147105**

Anzahl der Seiten des Kalibrierscheines
Number of pages of the certificate **3**

Datum der Kalibrierung
Date of calibration **30.01.2017**

Dieser Kalibrierschein dokumentiert die Rückführbarkeit auf nationale Normale zur Darstellung der physikalischen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI).

Akkreditierung Austria ist Unterzeichner der multilateralen Übereinkommen der European Co-operation for Accreditation (EA) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) zur gegenseitigen Anerkennung der Kalibrierscheine.

This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the physical units of measurements according to the International system of Units (SI).

Akkreditierung Austria is a signatory to the multilateral agreements of the European Co-operation for Accreditation (EA) and of the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) for the mutual recognition of calibration certificates.

Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge oder Änderungen sind unzulässig. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Stempel
Seal

Osterreichischer
Kalibrierdienst
akkreditiert durch
Akkreditierung Austria



Datum
Date

30.01.2017

Zeichnungsberechtigter
Authorised person

Ing. Gerald Schalk

Bearbeiter
Person responsible

Ing. Andreas Graf

Testo Industrial Services GmbH

Geblergasse 94
1170 Wien

Tel. 01 / 486 26 11 - 0
Fax 01 / 486 26 11 - 51



Wir messen es.



Seite 2 von 3
Page 2 of 3

Kalibrierzeichen:
Calibration mark:

147105
0600
01-2017

Kalibrierschein nach ISO/IEC 17025
Calibration Certificate according to ISO/IEC 17025

Beschreibung des Gegenstandes

Description UUT

Bei dem Kalibriergegenstand handelt es sich um ein Hitzkugelanemometer
Die Strömungssonde ist über einen 8-poligen Stecker mit dem Anzeigegerät verbunden.

Das Messgerät hat eine Auflösung von 0,01 m/s.
Der Messbereich ist von 0,00 m/s bis 10,00 m/s angegeben.

Die Druckabhängigkeit der Strömung wird automatisch korrigiert.

Angewandtes Verfahren

Calibration method

Die Kalibrierung erfolgt nach KA 05 - 28.
Die Kalibrierung erfolgt als Vergleichsmessung im Windkanal nach Göttinger Bauweise.
Eintauchtiefe des Prüflings während der Kalibrierung: 175 mm
Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus 5 Messpunkten.
Die Wartezeit zur Stabilisierung der Anzeige des Prüflings betrug 60 sec.
Die Ergebnisse sind bereits automatisch druckkompensiert.

Die Abweichung wird gemäß Internationalem Wörterbuch der Metrologie (VIM) berechnet.
Angegeben ist die erweiterte Messunsicherheit, die sich aus der Standardmessunsicherheit durch Multiplikation mit dem Erweiterungsfaktor $k=2$ ergibt. Sie wurde gemäß EA-4/02 ermittelt.
Der Wert der Messgröße liegt mit einer Wahrscheinlichkeit von annähernd 95 % im zugeordneten Werteintervall.

Messgerät und Messbedingung

Used references

Windkanal: Göttinger Bauweise SN 83022535
Kontraktionsverhältnis 4:1
Freistrahldurchmesser 255 mm
Strömungsgeschwindigkeitsbereich 0,1 m/s bis 35 m/s

Referenz: Laser-Doppler-Anemometer: ILA-1D-LDV FP50 SN 903
Heise Barometer D-K-15079-01-00 Zertifikat: 2480 und 2481
Testo 400 mit Feuchtefühler 144407 PSID 600

Bedingungen im Kanal:
Temperatur: 21,4 °C ± 0,4 °C
Feuchte: 24,2 % ± 5,0 %
Luftdruck: 1000,2 hPa ± 2 hPa

Umgebungsbedingungen

Ambient conditions

Luftdruck 1000 hPa ± 5 hPa
Luftfeuchte 26,1 % ± 5 %
Temperatur 21,3 °C ± 1 °C

Testo Industrial Services GmbH

Geblergasse 94
1170 Wien

Tel. 01 / 486 26 11 - 0
Fax 01 / 486 26 11 - 51



Wir messen es.



Seite 3 von 3
Page 3 of 3

Kalibrierzeichen:
Calibration mark:

147105
0600
01-2017

Kalibrierschein nach ISO/IEC 17025
Calibration Certificate according to ISO/IEC 17025

Messergebnis
Results

Sollwert reference value	Prüfling unit under test	Abweichung deviation	Unsicherheit ± uncertainty
0,21 m/s	0,19 m/s	-0,02 m/s	0,030 m/s
0,40 m/s	0,37 m/s	-0,03 m/s	0,030 m/s
0,60 m/s	0,57 m/s	-0,03 m/s	0,030 m/s
0,79 m/s	0,75 m/s	-0,04 m/s	0,030 m/s

Die Messunsicherheit gilt für ein Vertrauensniveau von 95% und setzt sich aus den Messunsicherheiten des Kalibrierverfahrens und den Kurzzeitinstabilitäten des Prüflings während der Kalibrierung zusammen. Ein Anteil für die Langzeitinstabilität des Prüflings ist nicht enthalten.

Die Kalibrierung bezieht sich ausschließlich auf die bezeichneten Gegenstände zum Zeitpunkt der Prüfung. Für die Einhaltung einer angemessenen Frist zur Wiederholung der Kalibrierung ist der Benutzer verantwortlich.

The measurement uncertainty is valid for a confidence level of 95 % and comprises the measurement uncertainties of the calibration procedures and the short-term instabilities of the unit under test during the calibration. A portion of long-term instability of the unit under test is not included.

The calibration refers exclusively to the objects designated at the time of the calibration. The user is obliged to have the objects recalibrated at appropriate intervals.

CERTIFICATE NUMBER	014897110593
PYRANOMETER MODEL	CMP 21
SERIAL NUMBER	110593
SENSITIVITY	9.32 $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$ at normal incidence on horizontal pyranometer
IMPEDANCE	32 Ω
TEMPERATURE	22 \pm 2 $^{\circ}\text{C}$
REFERENCE PYRANOMETER	Kipp & Zonen CMP 21 sn 070114 active from 01 January 2016
CALIBRATION DATE	13 January 2017
CLASSIFICATION	ISO 9060, Secondary Standard

Calibration procedure

The indoor calibration procedure is based on a side-by-side comparison with a reference pyranometer under an artificial sun led by an AC voltage stabiliser. It embodies a 150 W Metal-Halide high-pressure gas discharge lamp. Behind the lamp is a reflector with a diameter of 16.2 cm. The reflector is above the pyranometers producing a vertical beam. The reference and test pyranometers are mounted horizontally on a table, which can rotate. The irradiance at the pyranometers is approximately 500 W/m^2 . During the calibration procedure the reference and test pyranometer are interchanged to correct for any non-homogeneity of the beam. This procedure is in accordance with ISO 9847, Type IIc.

Hierarchy of traceability

The reference pyranometer was compared with the sun and sky radiation as source under mainly clear sky conditions using the "continuous sun-and-shade method". The measurements were performed in Davos (latitude: 46.8143 $^{\circ}$, longitude: 9.8458 $^{\circ}$, altitude: 1588 m above sea level). The readings are referred to the World Radiometric Reference (WRR) as stated in the WMO Technical Regulations. The originally estimated uncertainty of the WRR relative to SI is $\pm 0.3\%$.

The inclination of the receiver surface versus the true horizontal plane was set to 0.0 degrees, the instrument signal wire to the north. During the comparisons, the instrument received global radiation intensities from 638 to 1195 with a mean of 824 W/m^2 . The angle between the solar beam and the normal of the receiver surface varied from 23.5 to 45.8 with a mean of 32.0 degrees. The ambient temperature ranged from +12.6 to +26.2 with a mean of +23.7 $^{\circ}\text{C}$. The sensitivity calculation and the single measurements deviation are based on 435 individual measurements. The obtained sensitivity value and its expanded uncertainty (95% level of confidence) are valid for similar conditions and are: $9.32 \pm 0.11 \mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$ that is corrected for its directional response by Kipp & Zonen to $9.37 \mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$.

Dates of measurements: June 24, 30 July 1, 2 2015

Global radiation data were calculated from the direct solar radiation as measured with the absolute cavity pyrheliometer PMG2 (member of the W50, WRR-Factor: 0.999623, based on the last International Pyrheliometer Comparison IPC-2010) and from the diffuse radiation as measured with a continuous disk shaded pyranometer Kipp & Zonen CM22 SN 020059 with sensitivity 8.88 (ventilated with heated air, instrument-wire to the north).

Justification of total instrument calibration uncertainty

The combined uncertainty of the result of the calibration is the positive "root sum square" of two uncertainties.

1. The expanded uncertainty due to random effects and instrumental errors during the calibration of the reference CMP 21 as given by the World Radiation Center in Davos is $\pm 0.11/8.37 = \pm 1.31\%$ (See traceability text).
 2. Also based on experience the expanded uncertainty of the transfer procedure (calibration by comparison) is estimated to be $\pm 0.5\%$.
- The estimated combined expanded uncertainty is the positive "root sum square" of these two uncertainties: $(1.31^2 + 0.5^2)^{0.5} = \pm 1.43\%$

Notice

The calibration certificate supplied with the instrument is at the date of first use. Even though the calibration certificate is dated relative to manufacture, or recalibration, the instrument does not undergo any sensitivity changes when kept in the original packing. From the moment the instrument is taken from its packaging and exposed to irradiance the sensitivity may deviate with time. See the "non-stability" value (% change in sensitivity per year) given in the radiometer specifications.

Delft, The Netherlands, 13 January 2017



J. Mes
(in charge of calibration facility)



V. Tromp
(in charge of test)

Kipp & Zonen B.V.
Delftechpark 36, 2628 XH Delft
P.O. Box 507, 2600 AM Delft

+31 15 2755 210
info@kippzonen.com

VAT no.: NL0055.74.857.B.01
Trade Register no.: 27239004

Testo Industrial Services GmbH, Gebierygasse 94, A-1170 Wien

Fachhochschule Technikum Wien
 Institut für Erneuerbare
 Energietechnologien
 z.Hd. Herrn B. Sc. Alexander Hirschl
 Giefinggasse 6
 A-1210 Wien

Rechnungsempfänger
 Technikum Wien GmbH
 z.H. Frau Sabrina Wirth
 Höchstädtplatz 6
 1200 Wien



LIEFERSCHEIN 8220015493

Bestellnummer : Auftr.ATB Becker; Kal v.Testo
 Lt. Angebot 2227 3713
 Lieferung : EXW Wien (Incoterms 2000)
 Versand : Mitnahme/Überbrin.
 Lieferdatum :
 Zahlung : 14 Tage netto
 Lieferanten Nr.:

Kunden-Nr. : 1643192
 Auftrag Nr. : 8196130
 Lagerort : K8818
 Ihre UID : ATU65565658
 Unsere UID : ATU68473537
 Datum : 23.01.2017
 Testopartner : Hr. Seidl
 Telefon : 01/486 26 11 DW 43
 Seite 1 von 2 Original

Teillieferung nach Kalibrierung retour

Pos	Artikel-Nr. Bezeichnung	Bemerkung	Menge
10	21K3.000 Seriennr. 110593 Inventarnr: 99+03+0388 Pyranometer CMP21		1 ST Volllieferung
20	21K400.000 Verrechnung (Labordienstleistung) Kalibrierzertifikat Nr.: 014897110593 (Kipp & Zonen)		1 ST Volllieferung

Für weitere Fragen stehen wir gerne zur Verfügung.
 Ihr zuständiger Kalibrierdiensttechniker: Hr. Seidl

Wir messen es.



Testo Industrial Services GmbH, Geblergasse 94, A-1170 Wien

Fachhochschule Technikum Wien
Institut für Erneuerbare
Energietechnologien
z.Hd. Herrn B. Sc. Alexander Hirschl
Giefinggasse 6
A-1210 Wien

Rechnungsempfänger
Technikum Wien GmbH
z.H. Frau Sabrina Wirth
Höchstädtplatz 6
1200 Wien

LIEFERSCHEIN 8220015493

Bestellnummer : Auftr.ATB Becker; Kal v.Testo
Lt. Angebot 2227 3713
Lieferung : EXW Wien (Incoterms 2000)
Versand : Mitnahme/Überbrin.
Lieferdatum :
Zahlung : 14 Tage netto
Lieferanten Nr.:

Kunden-Nr. : 1643192
Auftrag Nr. : 8196130
Lagerort : K8818
Ihre UID : ATU65565658
Unsere UID : ATU68473537
Datum : 23.01.2017
Testopartner : Hr. Seidl
Telefon : 01/486 26 11 DW 43
Seite 2 von 2 Original

* Bitte auf allen Überweisungen Kunden- und Rechnungsnummer anführen!

* Sie erreichen uns für Fragen unter:

* kalibrierdienst@testotis.at

Seminarübersicht unter: www.testotis.at/seminare

Es gelten ausschließlich die AGB der Testo Industrial Services GmbH (www.testotis.at)

Bitte beachten Sie, dass wir auf Ersatzteile und Dienstleistungen keinen Skonto gewähren.

Wenn der Rechnungsbetrag unter EUR 100,- beträgt, erfolgt der Versand per Nachnahme. Die gelieferte Ware bleibt bis zur vollständigen Bezahlung unser Eigentum. Gerichtsstand ist in Wien. Sollten sich die Gestehungskosten bis zum Zeitpunkt der Lieferung ändern, behalten wir uns vor, die vereinbarten Preise entsprechend zu berichtigen.

FLUKE. CalNet®



Kalibrierschein / Calibration Certificate

Nr. / No. 33731-1

Analog & Digital Messtechnik Ges.m.b.H., garantiert - sofern nicht anders vermerkt - dass das unten angegebene Gerät auf die vom Hersteller veröffentlichten Spezifikationen geprüft wurde und diese an den geprüften Punkten erfüllt oder übertrifft. Es wurde gegen Normale kalibriert, deren Genauigkeit auf nationale oder internationale Normale rückführbar ist oder durch Ableitungen aus Kalibriertechniken erreicht wurde. Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverarbeitet werden. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

Analog & Digital Messtechnik Ges.m.b.H. certify - unless otherwise stated - that the below instrument meets or exceeds the manufacturer's published specifications at the points tested. All measurements are traceable to national or international standards or have been derived by approved ratio techniques. This certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Gegenstand Object	Temperatursensor Pt-100
Hersteller Manufacturer	RS Components
Typ Model	455-3968
Seriennummer Serialnumber	-----
Inventarnummer Assetnumber	-----
Auftraggeber Customer	Technikum Wien GmbH Institut für Erneuerbare Energie 1210 Wien
Anzahl der Seiten Number of Pages	3
Seite Page	1 von 3 1 of 3
Datum der Kalibrierung Date of calibration	17. 01. 2017
Empfohlene Nachkalibrierung Recommendet recalibration	01 / 2018

Analog & Digital Messtechnik
Gesellschaft m.b.H.
Südrandstr. 15
A-1232 Wien
Fax 01/6175320-10
Tel. 01/6175320-0

Stempel
Seal

Kugler W.
Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of Calibration Laboratory

Milojevic S.
Prüfer
Test engineer

CalNet Prüfprotokoll
CalNet Certificate

Modell: 455-3968
Model
Seriennummer: -----
Serial Number

Zert Nr: 33731-1
Cert No
Datum: 17. Januar 2017
Date

Prüfer: Milojevic S.
Test engineer

Ort der Kalibrierung: Analog & Digital Messtechnik GmbH
Location of calibration
1230 Wien

Temperatur: 23,0 +/- 1 °C
Temperature

Relative Luftfeuchtigkeit: 50 +/- 20 %
Relative humidity

Prüfanweisung: Thermofuehler mit STD :C :Temp Ver. :NS :xxxx :D/E
Procedure name

Version: 1.02U

Eingangstatus: **siehe Ausgangsstatus**
Incoming status see Outgoing status

Ausgangsstatus: **Kalibriergegenstand vermessen, keine Bewertung der Messwerte.**
Outgoing status Unit only measured, no weighing of the results.

Bemerkung:
Remark

Verwendete Standards / Used Standards

Beschreibung Description	Gerätetyp Standard	Seriennummer Serialnumber	Kalibrierschein Certificate no	Kalibrierdatum Calibration date
Precision Thermometer	Denker Messtechnik DDM	MD001990100476	AA 32052016	12 - Mai - 16
Pt-100 Widerstandsprobe	Fluke 5609	02230	UKAS 1776417	08 - Dezember - 16

CalNet Prüfprotokoll
CalNet Certificate

Modell: 455-3968
Model
Seriennummer: -----
Serial Number

Zert Nr: 33731-1
Cert No
Datum: 17. Januar 2017
Date

MESS- BEREICH	PRÜFSYSTEM	ERGÄNZUNG	PRÜFLING	ABWEICHUNG	FEHLER IN % DER SPEZ.
Range	Testsystem	Remark	UUT	Deviation	% of Tol.

Messergebnisse Temperatur

Measurement results Temperature

Die Fuehler Grenzabweichung wird nach
'Pt-100 Klasse B DIN EN60751' definiert.

The Probe Tolerance Limit is defined according to
Pt-100 Class B DIN EN60751.

-50 - 200 °C	Bereich		
-50 - 200 °C	Range		
0.1125°C		-0.1627°C	-244%
100.0339°C		99.8848°C	-0.149%
194.9931°C		194.7506°C	-0.124%

End of Test Data

FLUKE. CalNet®



Kalibrierschein / Calibration Certificate

Nr. / No. 33731-2

Analog & Digital Messtechnik Ges.m.b.H., garantiert - sofern nicht anders vermerkt - dass das unten angegebene Gerät auf die vom Hersteller veröffentlichten Spezifikationen geprüft wurde und diese an den geprüften Punkten erfüllt oder übertrifft. Es wurde gegen Normale kalibriert, deren Genauigkeit auf nationale oder internationale Normale rückführbar ist oder durch Ableitungen aus Kalibriertechniken erreicht wurde. Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverarbeitet werden. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

Analog & Digital Messtechnik Ges.m.b.H. certify - unless otherwise stated - that the below instrument meets or exceeds the manufacturer's published specifications at the points tested. All measurements are traceable to national or international standards or have been derived by approved ratio techniques. This certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Gegenstand Object	Temperatursensor Pt-100
Hersteller Manufacturer	RS Components
Typ Model	455-3968
Seriennummer Serialnumber	-----
Inventarnummer Assetnumber	-----
Auftraggeber Customer	Technikum Wien GmbH Institut für Erneuerbare Energie 1210 Wien
Anzahl der Seiten Number of Pages	3
Seite Page	1 von 3 1 of 3
Datum der Kalibrierung Date of calibration	17. 01. 2017
Empfohlene Nachkalibrierung Recommendet recalibration	01 / 2018

Analog & Digital Messtechnik
Gesellschaft m.b.H.
Südrandstr. 15
A-1232 Wien
Fax 01/6175320-10
Tel. 01/6175320-0

Stempel
Seal


Kugler W.
Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of Calibration Laboratory


Milojevic S.
Prüfer
Test engineer

CalNet Prüfprotokoll
CalNet Certificate

Modell: 455-3968
Model
Seriennummer: -----
Serial Number

Zert Nr: 33731-2
Cert No
Datum: 17. Januar 2017
Date

Prüfer: Milojevic S.
Test engineer

Ort der Kalibrierung: Analog & Digital Messtechnik GmbH
Location of calibration
1230 Wien

Temperatur: 23,0 +/- 1 °C
Temperature

Relative Luftfeuchtigkeit: 50 +/- 20 %
Relative humidity

Prüfanweisung: Thermofuehler mit STD :C :Temp Ver. :NS :xxxx :D/E
Procedure name

Version: 1.02U

Eingangszustand: **siehe Ausgangszustand**
Incoming status see Outgoing status

Ausgangszustand: **Kalibriergegenstand vermessen, keine Bewertung der Messwerte.**
Outgoing status Unit only measured, no weighing of the results.

Bemerkung:
Remark

Verwendete Standards / Used Standards

Beschreibung Description	Gerätetyp Standard	Seriennummer Serialnumber	Kalibrierschein Certificate no	Kalibrierdatum Calibration date
Precision Thermometer	Denker Messtechnik DDM	MD001990100476	AA 32052016	12 - Mai - 16
Pt-100 Widerstandsprobe	Fluke 5809	02230	UKAS 1776417	08 - Dezember - 16

CalNet Prüfprotokoll
CalNet Certificate

Modell: 455-3968
Model
Seriennummer: -----
Serial Number

Zert Nr: 33731-2
Cert No
Datum: 17. Januar 2017
Date

MESS- BEREICH	PRÜFSYSTEM	ERGÄNZUNG	PRÜFLING	ABWEICHUNG	FEHLER IN % DER SPEZ.
Range	Testsystem	Remark	UUT	Deviation	% of Tol.

Messergebnisse Temperatur

Measurement results Temperature

Die Fuehler Grenzabweichung wird nach
'Pt-100 Klasse B DIN EN60751' definiert.

The Probe Tolerance Limit is defined according to
Pt-100 Class B DIN EN60751.

-50 - 200 °C	Bereich		
-50 - 200 °C	Range		
0.1125°C		-0.2454°C	-318%
100.0339°C		99.8819°C	-0.152%
194.9931°C		194.8472°C	-0.0748%

End of Test Data

FLUKE. CalNet®



Kalibrierschein / Calibration Certificate

Nr. / No. 33731-3

Analog & Digital Messtechnik Ges.m.b.H., garantiert - sofern nicht anders vermerkt - dass das unten angegebene Gerät auf die vom Hersteller veröffentlichten Spezifikationen geprüft wurde und diese an den geprüften Punkten erfüllt oder übertrifft. Es wurde gegen Normale kalibriert, deren Genauigkeit auf nationale oder internationale Normale rückführbar ist oder durch Ableitungen aus Kalibriertechniken erreicht wurde. Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverarbeitet werden. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

Analog & Digital Messtechnik Ges.m.b.H. certify - unless otherwise stated - that the below instrument meets or exceeds the manufacturer's published specifications at the points tested. All measurements are traceable to national or international standards or have been derived by approved ratio techniques. This certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Gegenstand Object	Temperatursensor Pt-100
Hersteller Manufacturer	RS Components
Typ Model	455-3968
Seriennummer Serialnumber	-----
Inventarnummer Assetnumber	-----
Auftraggeber Customer	Technikum Wien GmbH Institut für Erneuerbare Energie 1210 Wien
Anzahl der Seiten Number of Pages	3
Seite Page	1 von 3 1 of 3
Datum der Kalibrierung Date of calibration	17. 01. 2017
Empfohlene Nachkalibrierung Recommendet recalibration	01 / 2018

Analog & Digital Messtechnik
Gesellschaft m.b.H.
Südrandstr. 15
A-1232 Wien
Fax 01/6175320-10
Tel. 01/6175320-0

Stempel
Seal

i.v. Kugler
Kugler W.
Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of Calibration Laboratory

Milojevic
Milojevic S.
Prüfer
Test engineer

CalNet Prüfprotokoll
CalNet Certificate

Modell: 455-3968
Model
Seriennummer: -----
Serial Number

Zert Nr: 33731-3
Cert No
Datum: 17. Januar 2017
Date

Prüfer: Milojevic S.
Test engineer

Ort der Kalibrierung: Analog & Digital Messtechnik GmbH
Location of calibration
1230 Wien

Temperatur: 23,0 +/- 1 °C
Temperature

Relative Luftfeuchtigkeit: 50 +/- 20 %
Relative humidity

Prüfanweisung: Thermofuehler mit STD :C :Temp Ver. :NS :xxxx :D/E
Procedure name

Version: 1.02U

Eingangsstatus: **siehe Ausgangsstatus**
Incoming status
see Outgoing status

Ausgangsstatus: **Kalibriergegenstand vermessen, keine Bewertung der Messwerte.**
Outgoing status
Unit only measured, no weighing of the results.

Bemerkung:
Remark

Verwendete Standards / Used Standards

Beschreibung Description	Gerätetyp Standard	Seriennummer Serialnumber	Kalibrierschein Certificate no	Kalibrierdatum Calibration date
Precision Thermometer	Denker Messtechnik DDM	MD001990100476	AA 32052016	12 - Mai - 16
Pt-100 Widerstandsprobe	Fluke 5609	02230	UKAS 1776417	08 - Dezember - 16

CalNet Prüfprotokoll
CalNet Certificate

Modell: 455-3968
Model
Seriennummer: -----
Serial Number

Zert Nr: 33731-3
Cert No
Datum: 17. Januar 2017
Date

MESS- BEREICH Range	PRÜFSYSTEM Testsystem	ERGÄNZUNG Remark	PRÜFLING UUT	ABWEICHUNG Deviation	FEHLER IN % DER SPEC. % of Tol.
---------------------------	--------------------------	---------------------	-----------------	-------------------------	---------------------------------------

Messergebnisse Temperatur
Measurement results Temperature
Die Fuehler Grenzabweichnung wird nach
'Pt-100 Klasse B DIN EN60751' definiert.
The Probe Tolerance Limit is defined according to
Pt-100 Class B DIN EN60751.

-50 - 200 °C	Bereich Range	-0.1965°C	-274%
0.1125°C		99.6567°C	-0.377%
100.0339°C		194.3332°C	-0.338%
194.9931°C			

End of Test Data

FLUKE CalNet®



Kalibrierschein / Calibration Certificate

Nr. / No. 33731-4

Analog & Digital Messtechnik Ges.m.b.H., garantiert - sofern nicht anders vermerkt - dass das unten angegebene Gerät auf die vom Hersteller veröffentlichten Spezifikationen geprüft wurde und diese an den geprüften Punkten erfüllt oder übertrifft. Es wurde gegen Normale kalibriert, deren Genauigkeit auf nationale oder internationale Normale rückführbar ist oder durch Ableitungen aus Kalibriertechniken erreicht wurde. Dieser Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverarbeitet werden. Kalibrierscheine ohne Unterschrift und Stempel haben keine Gültigkeit.

Analog & Digital Messtechnik Ges.m.b.H. certify - unless otherwise stated - that the below instrument meets or exceeds the manufacturer's published specifications at the points tested. All measurements are traceable to national or international standards or have been derived by approved ratio techniques. This certificate may not be reproduced other than in full. Calibration certificates without signature and seal are not valid.

Gegenstand <i>Object</i>	Temperatursensor Pt-100
Hersteller <i>Manufacturer</i>	RS Components
Typ <i>Model</i>	455-3968
Seriennummer <i>Serialnumber</i>	-----
Inventarnummer <i>Assetnumber</i>	-----
Auftraggeber <i>Customer</i>	Technikum Wien GmbH Institut für Erneuerbare Energie 1210 Wien
Anzahl der Seiten <i>Number of Pages</i>	3
Seite <i>Page</i>	1 von 3 1 of 3
Datum der Kalibrierung <i>Date of calibration</i>	17. 01. 2017
Empfohlene Nachkalibrierung <i>Recommendet recalibration</i>	01 / 2018

Analog & Digital Messtechnik
Gesellschaft m.b.H.
Südrandstr. 15
A-1232 Wien
Fax 01/6175320-10
Tel. 01/6175320-0

Stempel
Seal

i.v. Kugler
Kugler W.
Leiter des Kalibrierlaboratoriums
Head of Calibration Laboratory

Milojevic S.
Milojevic S.
Prüfer
Test engineer

CalNet Prüfprotokoll
CalNet Certificate

Modell: 455-3968
Model
Seriennummer: -----
Serial Number

Zert Nr: 33731-4
Cert No
Datum: 17. Januar 2017
Date

Prüfer: Milojevic S.
Test engineer

Ort der Kalibrierung: Analog & Digital Messtechnik GmbH
Location of calibration
1230 Wien

Temperatur: 23,0 +/- 1 °C
Temperature

Relative Luftfeuchtigkeit: 50 +/- 20 %
Relative humidity

Prüfanweisung: Thermofuehler mit STD :C :Temp Ver. :NS :xxxx :D/E
Procedure name

Version: 1.02U

Eingangsstatus: **siehe Ausgangsstatus**
Incoming status **see Outgoing status**

Ausgangsstatus: **Kalibriergegenstand vermessen, keine Bewertung der Messwerte.**
Outgoing status **Unit only measured, no weighing of the results.**

Bemerkung:
Remark

Verwendete Standards / Used Standards

Beschreibung <i>Description</i>	Gerätetyp <i>Standard</i>	Seriennummer <i>Serialnumber</i>	Kalibrierschein <i>Certificate no</i>	Kalibrierdatum <i>Calibration date</i>
Precision Thermometer	Denker Messtechnik DDM	MD001990100476	AA 32052016	12 - Mai - 16
Pt-100 Widerstandsprobe	Fluke 5609	02230	UKAS 1776417	08 - Dezember - 16

CalNet Prüfprotokoll
CalNet Certificate

Modell: 455-3968
Model
Seriennummer: -----
Serial Number

Zert Nr: 33731-4
Cert No
Datum: 17. Januar 2017
Date

MESS- BEREICH	PRÜFSYSTEM	ERGÄNZUNG	PRÜFLING	ABWEICHUNG	FEHLER IN % DER SPEZ.
<i>Range</i>	<i>Testsystem</i>	<i>Remark</i>	<i>UUT</i>	<i>Deviation</i>	<i>% of Tol.</i>

Messergebnisse Temperatur

Measurement results Temperature

Die Fuehler Grenzabweichnung wird nach
'Pt-100 Klasse B DIN EN60751' definiert.
The Probe Tolerance Limit is defined according to
Pt-100 Class B DIN EN60751.

-50 - 200 °C	Bereich		
-50 - 200 °C	Range		
0.1125°C		-0.2473°C	-319%
100.0339°C		99.9168°C	-0.117%
194.9931°C		194.9229°C	-0.0360%

End of Test Data