

Lengheim Consulting und Entwicklung  
GmbH  
Bahnstraße 16  
2213 Bockfließ



Magistrat der Stadt Wien  
MAGISTRATSABTEILUNG 39  
Prüf-, Überwachungs- und  
Zertifizierungsstelle der Stadt Wien  
Standort: Rinnböckstraße 15  
1110 WIEN  
Tel.: (+43 1) 4000-8039  
Fax: (+43 1) 4000-99-8039  
E-Mail: post@ma39.wien.gv.at  
Homepage: www.ma39.wien.at



MA 39 – VFA 2018-0788.05

Wien, 20. September 2018

## L a b o r b e r i c h t

betreffend

### wärmereflektierende Beschichtung mit Infrarot-Pigmenten bei zyklischer Bestrahlung\*

- Auftraggeber:** Lengheim Consulting und Entwicklung GmbH
- Auftragsdatum:** 21. Juni 2018
- Prüfgüter:** Zwei Betonplatten mit jeweils aufgebrachtem Wärmedämmverbund-System (WDVS-System), einmal mit zusätzlicher Infrarot-Beschichtung an der Außenputz-Oberfläche und einmal unbeschichtet (Referenz-Probe).
- Prüfprogramme:** Messung von Oberflächen und Differenztemperaturen während einer Bestrahlung von außen.  
Die äußere Bestrahlung wurde während der gesamten Versuchsdauer zyklisch durchgeführt (durch zeitweises Ein- und Ausschalten von Infrarotlampen mittels eines Timers).
- Kurzfassung:** Durch Bestrahlen der beiden Proben mittels zweier 250 W Infrarotlampen unter ähnlichen Bedingungen bis zu Oberflächentemperaturen von ca. 69,4 °C, wurde eine niedrigere, gemittelte Oberflächentemperaturdifferenz zugunsten der Probe mit aufgebrachtener infrarotreflektierender Beschichtung von ca. -3,6 K (Messposition 2) festgestellt.

**\*...Deutsche Fassung zu Laborbericht MA 39 – VFA 2018-0788.03-.04**

Der Bericht umfasst 6 Seiten  
und eine Beilage (7 Seiten).



## 1 Allgemeines

Der Hersteller der infrarotreflektierenden Beschichtung (Beschichtung mit Infrarotpigmenten, sogenannte "Folienbeschichtung") beauftragte die MA 39 mit Messungen an einer Beschichtung mit thermischen Eigenschaften.

### 1.1 Auftrag

Entsprechend dem zusätzlichen Auftrag vom 21. Juni 2018 im Anschluss an eine kurze Diskussion mit dem Hersteller wurden 2 vereinfachte, qualitative Messungen der thermischen Eigenschaften der unten beschriebenen Prüfgüter (beschichtet und unbeschichtet) durchgeführt. Lt. Angaben des Auftraggebers war ein einfach ableitbarer Effekt zu erwarten.

Es wird vermerkt, dass die vorgenommenen Messungen dem wissenschaftlichen Interesse dienen und nicht durch entsprechende Normen abgedeckt sind und daher lediglich als erste Richtungsbestimmung durchgeführt wurden. Zur weiteren Simulation wurden einfache, instationäre Prozesse die Bestrahlungslampen betreffend (zeitweises Ein- und Ausschalten) inkludiert, um auch zyklisches Verhalten zu beobachten.

### 1.2 Normen, weitere Unterlagen

/1/ Fotografien der Prüfgüter und des Messaufbaus siehe die Beilage.

/2/ EN 1121 Türen; Verhalten zwischen zwei Klimaten - Prüfverfahren, siehe Beilage A (letztgültige Version).

/3/ EN 16012 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Reflektierende Wärmedämm-Produkte – Bestimmung der Nennwerte der wärmetechnischen Eigenschaften, siehe Anhang D (Letztversion).

/4/ Bericht 1445/2015/2 – HG der Holzforschung Austria über Bewitterung eines transparenten diffusionsoffenen Beschichtungssystems im Außenbereich über einem Jahr gemäß ÖNORM EN 927-3, vom 14. Februar 2017

## 2 Prüfgüter

Am 6. Juli 2018 wurden folgende Proben vom Auftraggeber und von einem Mitarbeiter der MA 39 hergestellt (siehe hierzu auch die Fotos in der Beilage):



<b>unbeschichtete Probe</b>	von innen nach außen (Gesamtdicke ca. 93 mm)
	<ul style="list-style-type: none"><li>- 34 mm Betonplatte (500 mm x 500 mm)</li><li>- 4 mm Kleber ("Profi Klebespachtel 3750")</li><li>- 50 mm WDVS-System mit XPS</li><li>- ca. 5 mm Außenputz (aufgebracht vom Auftraggeber)</li></ul>

<b>beschichtete Probe</b>	von innen nach außen (Gesamtdicke ca. 93 mm)
	<ul style="list-style-type: none"><li>- 34 mm Betonplatte (500 mm x 500 mm)</li><li>- 4 mm Kleber ("Profi Klebespachtel 3750")</li><li>- 50 mm WDVS-System mit XPS</li><li>- ca. 5 mm Außenputz (aufgebracht vom Auftraggeber) mit zusätzlichem Anstrich mit infrarotreflektierenden Pigmenten (aufgebracht vom Auftraggeber)</li></ul>

### 3 Versuchsdurchführung und Ergebnisse

#### 3.1 Versuchsaufbau

##### 3.1.1 Allgemeines

Beide Betonplatten mit zusätzlich aufgebrachtem, identischen WDVS-System an der Außenseite (beschichtet and unbeschichtet) wiesen in guter Übereinstimmung dieselben äußeren Abmessungen von ca. 500/500/93 mm (Breite/Höhe/Tiefe) auf. Die Dicke der Wärmedämmplatten (XPS, rosarot gefärbt) betrug jeweils 50 mm.

Zur Messung der absoluten Temperaturen und der Differenztemperaturen zwischen den Probenoberflächen wurden Thermoelemente aufgeklebt, siehe die Beilage auf der Seite 1 (informativ). Zum zusätzlichen Vergleich der Oberflächentemperaturen wurde ein berührungsloser Laser-Sensor verwendet.

Absoluttemperaturen und Temperaturdifferenzen wurden mit Thermoelementpaaren (in Serienschaltung) mit einem Zeitintervall von 10 min gemessen. Zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Prüfgütern wurden stets dieselben Thermoelemente (und dieselbe Klebebandtype) an denselben Positionen verwendet.

Die Prüfgüter wurden zusätzlich jeweils an ihrer Rückseite mit derselben Wärmedämmplatte (6 cm XPS, blaugefärbt) abgedeckt, um sie vor direkter Abkühlung durch die umgebende Laborluft zu schützen.



### 3.1.2 Bestrahlung von außen

Die wärmetechnischen Eigenschaften der infrarotreflektierenden Beschichtung wurde mit Hilfe zweier 250 W Bestrahlungslampen, untersucht.

Die verwendeten Infrarotlampen mit der Bezeichnung: "Philips Incandescent 230 – 250 V 250 W E27 infrared, double reflective system IR RE ES 173 x 125 mm" wiesen nach ihrer Beschreibung eine Spektralverteilung vorwiegend im nahen Infrarotbereich (hauptsächlich bis zu einer Wellenlänge von ca. 2500 nm) auf.

Um praxisnähere Bedingungen zu erhalten – und hierbei auch instationäre Temperaturänderungen zuzulassen – wurden die Infrarotlampen durch eine Zeitschaltuhr in regelmäßigen Zeitabständen ein- und ausgeschaltet (Einschaltzyklen: jeweils ca. 07:49 - 17:49 Uhr)

Der Abstand der Infrarotlampen von der bestrahlten Probenoberfläche wurde für beide Messungen auf 50 cm fixiert.

Beide Lampen wurden diagonal bei einem Abstand voneinander von 28 cm angeordnet. Daher ergab sich für die Positionen 1 und 3 jeweils ein nahezu senkrechter Einfallswinkel für die Bestrahlung (vgl. Foto 2 in der Beilage). Bei der mittleren Position 2 kam es jeweils zu einer Überlappung der beiden Strahlungskegel der beiden Lampen im Zentrum der beiden Proben.

### 3.2 Versuchsdauer

Der Versuchszeitraum erstreckte sich insgesamt vom 10. Juli 2018 bis zum 2. August 2018.

### 3.3 Messergebnisse

#### 3.3.1 Prüfgut ohne Infrarotbeschichtung (Referenzprobe)

Nach Erreichung eines quasi-stationären thermischen Zustandes wurden die folgenden, gemittelten absoluten Temperaturen in [°C] und die folgenden Differenztemperaturen in [K] aufgezeichnet:

	K2-OFL Oberflächentemperatur Position 2 Vorderseite [°C]	K2-RÜCKSEITE-OFL Oberflächentemperatur Position 2 Rückseite [°C]	K2-DIFF Differenztemperatur Position 2 [K]	K3-DIFF Differenztemperatur Position 3 [K]
MIN	64,0	22,9	37,6	26,1
MW	68,8	27,8	41,0	29,2
MAX	69,4	31,2	45,1	33,0

*Bemerkung: an der Messposition 1 kam es während der Messung zu einer Ablösung des Klebebandes*

*Zusatz-Messkanal: Wärmestrommessplättchen 92004 (qualitativer Verlauf der Wärmestromdichte, siehe Beilage Seite 5)*

*Die beiden mittleren Zeitintervalle von 07:49 – 17:49 Uhr wurden zur Mittelung herangezogen*



Zur grafischen Illustration der Temperaturverläufe als auch der Wärmestromdichte vgl. die Beilage auf den Seiten 4 bis 5.

### 3.3.2 Prüfgut mit Infrarotbeschichtung

Nach Erreichung eines quasi-stationären thermischen Zustandes wurden die folgenden, gemittelten absoluten Temperaturen in [°C] und die folgenden Differenztemperaturen in [K] aufgezeichnet:

	K1-DIFF Oberflächentemperatur Position 1 Vorderseite [°C]	K2-OFL Oberflächentemperatur Position 2 Vorderseite [°C]	K2-RÜCKSEITE-OFL Oberflächentemperatur Position 2 Rückseite [°C]	K2-DIFF Differenztemperatur Position 2 [K]	K3-DIFF Differenztemperatur Position 3 [K]
MIN	19,0	62,8	21,2	35,8	20,2
MW	21,7	65,2	26,3	38,9	22,7
MAX	25,8	65,9	29,5	43,0	26,3

Zusatz-Messkanal: Wärmestrommessplättchen 92004 (qualitativer Verlauf der Wärmestromdichte, siehe Beilage Seite 7)

Die beiden mittleren Zeitintervalle von 07:49 – 17:49 Uhr wurden zur Mittelung herangezogen

Zur grafischen Illustration der Temperaturverläufe als auch der Wärmestromdichte vgl. die Beilage auf den Seiten 6 bis 7.

### 3.3.3 Unterschiede in den Ergebnissen

Durch einen näherungsweisen Vergleich der infrarotbeschichteten mit der unbeschichteten Sandwichprobe ergab sich für die beschichtete Probe eine niedrigere, gemittelte Oberflächentemperatur an der Außenseite bei der Position 2 (K2, ca jeweils im Probenzentrum mit überlappenden Strahlungskegeln – heißeste Zone) von ca.  $65,2^{\circ}\text{C} - 68,8^{\circ}\text{C} = -3,6 \text{ K}$

Hierbei ist zu vermerken, dass dieses Ergebnis auch vom Neigungswinkel der aufgetragenen Bestrahlung abhängt.

Auf der gegenüberliegenden Seite der Sandwichproben ergab sich die folgende (geringere) gemittelte Temperaturdifferenz – wiederum bei der zentralen Position 2:  $26,3^{\circ}\text{C} - 27,8^{\circ}\text{C} = -1,5 \text{ K}$ , ebenfalls zugunsten der Probe mit Infrarotbeschichtung an der äußeren Oberfläche. Die Oberflächentemperaturdifferenz der beiden Proben zueinander an der nicht bestrahlten Seite war demnach (absolut) niedriger als an der bestrahlten Außenseite, – u.a. auch wegen des aufgetragenen WDVS-Systems.

Für beide Prüfgüter (Sandwichproben) ergaben sich naturgemäß an den diagonalen (Rand)Positionen 1 und 3 geringere Temperaturdifferenzen (zwischen außen und innen) als im Zentrum (Position 2).

Die Oberflächen-Temperaturdifferenzen (zwischen außen und innen) an den diagonal liegenden Positionen 1 und 3 (bezeichnet mit „K1“ und „K3“ mit primär senkrechtem Einfallswinkel der

Bestrahlung) waren ebenfalls niedriger zugunsten des Prüfgutes mit Infrarotbeschichtung, wie in der Beilage auf den Seiten 4 und 6 ersichtlich.

Die Differenzen zwischen den beiden Prüfgütern, insbesondere auch im Vergleich der instationären Ein- und Ausschaltvorgänge ergaben ebenso zugunsten der infrarotbeschichteten Probe niedrigere Wärmestromdichten, wie durch Vergleich der qualitativen, resultierenden Wärmestromdichten (zusammengesetzt aus den lateralen und vertikalen Komponenten) in der Beilage auf den Seiten 5 und 7 erkennbar.

Die Probe mit der infrarotreflektierenden Beschichtung am Außenputz zeigte demnach einen Glättungseffekt (unmittelbar beim Ein- und Ausschalten der Infrarotlampen) betreffend die Spitzen in der Wärmestromdichte.

#### 4 Resümee

Wie zu ersehen ist, ergibt sich unter den gegebenen Randbedingungen eine klare Tendenz in der Messung niedrigerer Oberflächentemperaturen und niedrigerer Wärmestromdichten (unmittelbar nach dem Ein- und Ausschalten der Infrarotlampen) zugunsten der Sandwichprobe mit außen aufgebrachtter infrarotreflektierender Beschichtung.

Bemerkung: Es wird vermerkt, dass die durchgeführten Messungen aus wissenschaftlichem Interesse durchgeführt wurden und nicht durch spezielle Normen abgedeckt sind. Die Untersuchungen erfolgten hinsichtlich einer ersten Richtungsbestimmung. Zur weiteren Simulation wurden einfache instationäre Prozesse (Ein- und Ausschalten) der Bestrahlungslampen inkludiert, um auch zyklisches Verhalten zu beobachten.

Sachbearbeiter:

Laboratoriumsleiter:

Der Leiter der Prüf-, Überwachungs-  
und Zertifizierungsstelle:

  
Dipl.-Ing. Werner Kuhnert

  
Dipl.-Ing. Dieter Werner MSc  
Oberstadtbaurat

  
Dipl.-Ing. Georg Pommer  
Senatsrat





## Äußerer Bestrahlungsversuch:



Foto Nr. 1  
Außenansicht (Messpositionen 1,  
2 und 3) am Prüfgut (hier mit  
Infrarotbeschichtung)

An der Vorderseite:  
Zwei Infrarot-Bestrahlungslampen  
für die Erwärmung der Außen-  
oberfläche des Außenputzes (hier  
mit Infrarotbeschichtung) welcher  
das WDVS-System abdeckt.

Bemerkung:  
Die mit aufgeklebten Thermo-  
elementen gemessenen Ober-  
flächentemperaturen wurden zu  
Vergleichszwecken zusätzlich mit  
Hilfe eines (berührungslos  
messenden) Laser-Temperatur-  
sensors gemessen.





Foto Nr. 2

Infrarot-Bestrahlungslampen zur Erwärmung der äußeren Oberfläche des Außenputzes, welcher das WDVS-System abschließt.

Die Oberflächentemperaturen (am Außenputz und an der Innenseite an der Betonoberfläche) wurden mit kalibrierten Thermoelementen gemessen

Markenbezeichnung / Aufdruck auf den Infrarot-Bestrahlungslampen:

“Philips Incandescent 230 – 250 V  
250 W E27 infrared, double reflective system IR RE ES 173 x 125 mm”



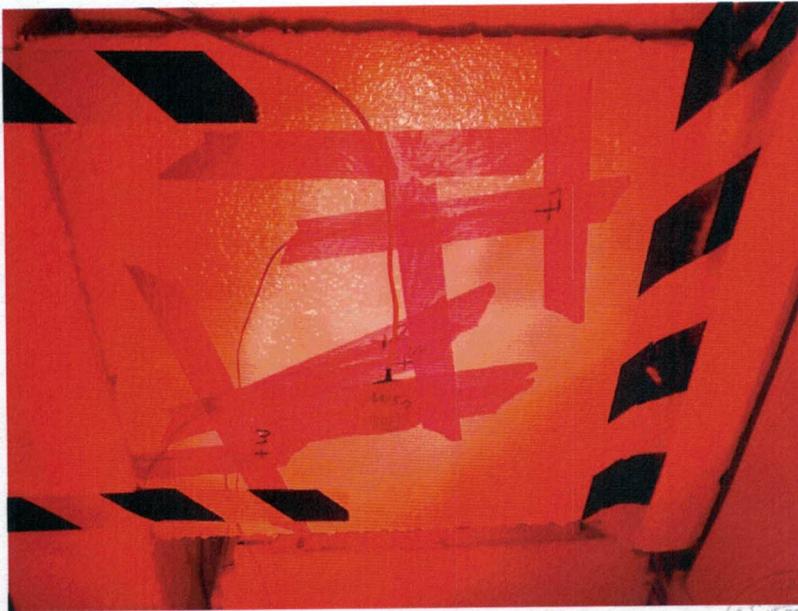


Foto Nr. 3

Außenansicht der geprüften Sandwichprobe (hier jene mit zusätzlich aufgebrachter infrarot-reflektierender Beschichtung am Außenputz)

Bestrahlung mit zwei Infrarotlampen.

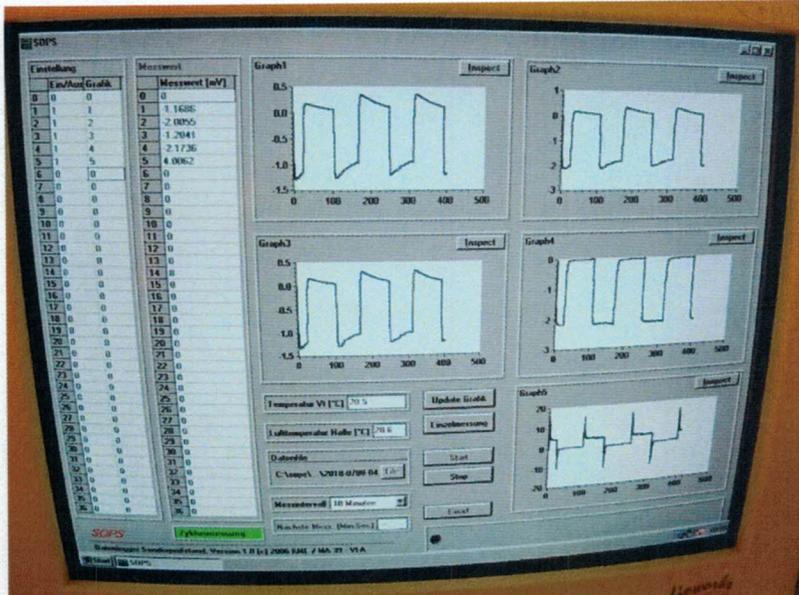
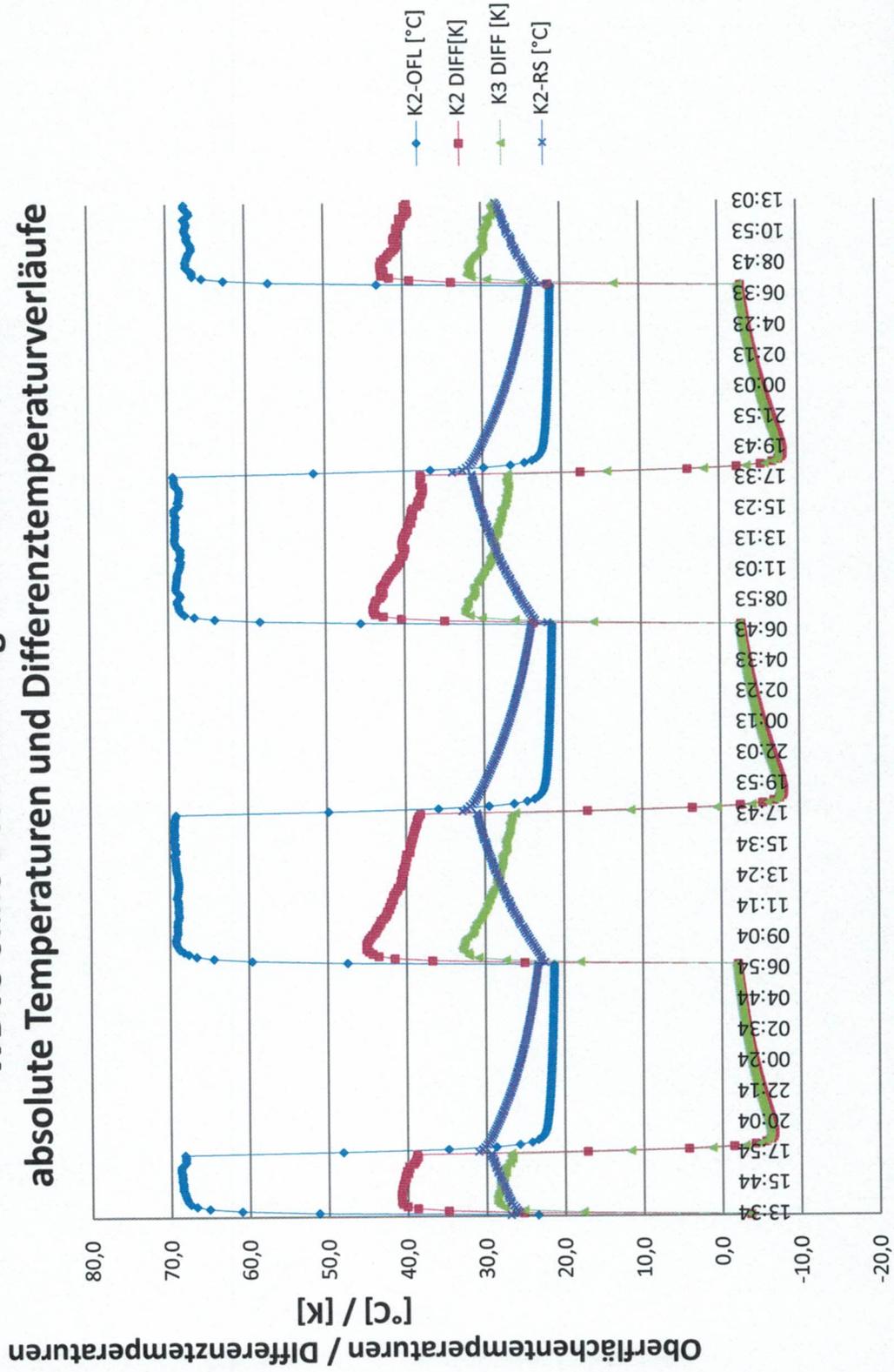


Foto Nr. 4

Monitor-Abbildung der Messung der elektrischen Thermo-spannungen der aufgebrachten Thermo-elemente und des Wärmestrommessplättchens während des Versuchs.

## WDVS ohne Beschichtung VFA 2018-0788.03 absolute Temperaturen und Differenztemperaturverläufe

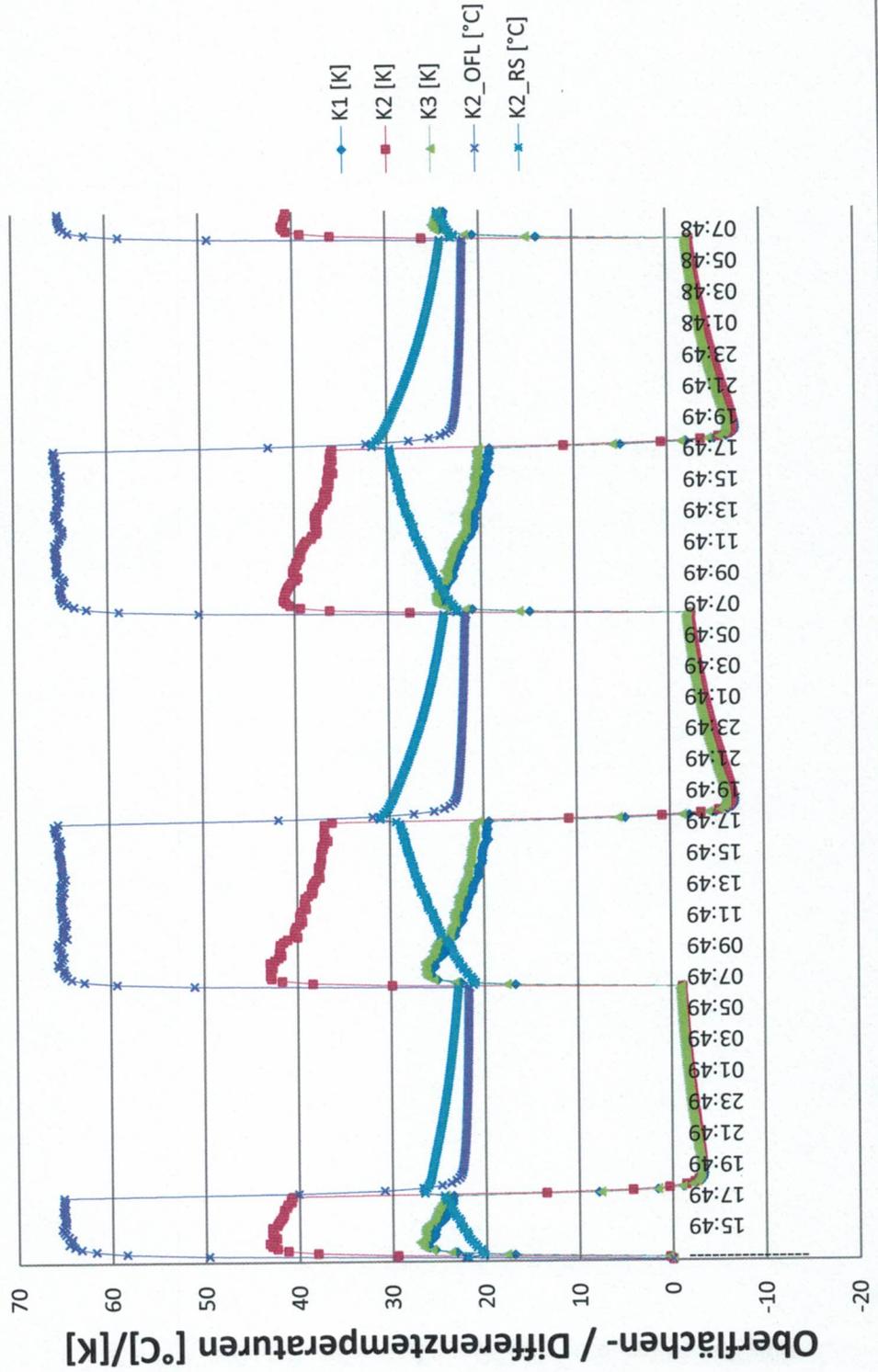






### WDVS beschichtet VFA 2918-0788.04

absolute Temperaturen und Differenztemperaturen





### WDVS mit Beschichtung VFA 2018-0788.04 Wärmestromdichte [ $W/m^2$ ] (qualitativ)

