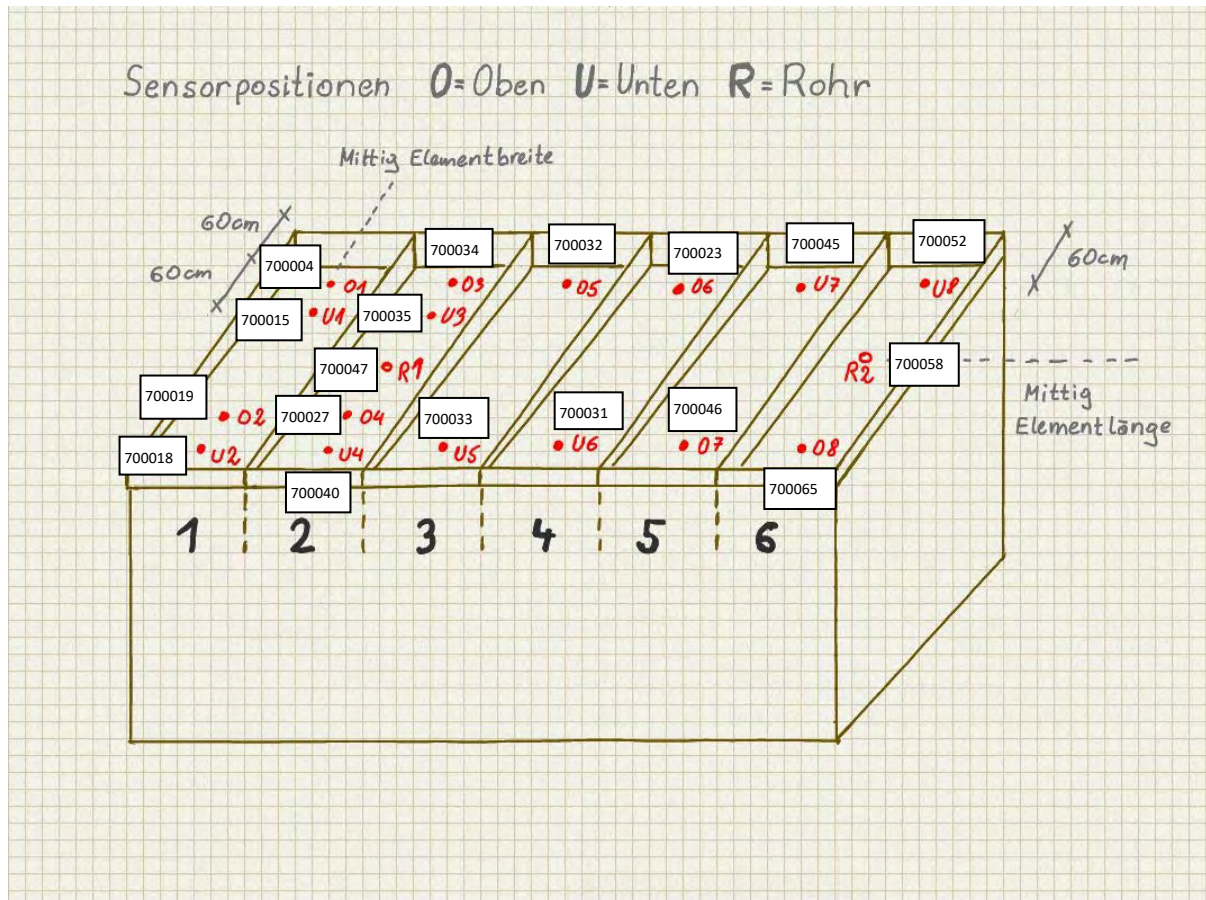


Skizze 21



Eingebaute Micro Sensoren mit Stand 04.02.2018

Beurteilung der Funktionsfähigkeit am 04.02.2018:

Modul Nr. 1

700004 ok
 700015 ok
 700019 ok
 700018 ok

Alle Sensoren ok; Messdaten nachvollziehbar; Modul Nr.1 ist mit Wasser geflutet.

Modul Nr. 2

700027 ok
 700034 ok
 700035 ok
 700040 Messung war defekt; Sensor neu gestartet; >> beobachten!
 700047 Sensor im Rohr eingebaut; derzeit keine Isolierung; >> beobachten!

Modul Nr. 3

700032 ok
 700033 ok

Modul Nr. 4

700023 defekt; Neu gestartet ; >> beobachten!

700031 ok

Modul Nr. 5

700045 Neu eingebaut >> beobachten!

700046 Neu eingebaut >> beobachten!

Modul Nr. 6

700052 Neu eingebaut >> beobachten!

700058 F6-R2 Neu eingebaut; Dämmung im Rohr hört oberhalb des Sensors auf; >> beobachten!

700065 Neu eingebaut; >> beobachten!

15 PRÜFEN DER DATENÜBERTRAGUNGSQUALITÄT IN ABHÄNGIGKEIT UNTERSCHIEDLICHER DACHAUFBAUTEN

15.1 Allgemeines

Die Micro Sensoren verwenden die Messdatenübertragung über GSM-Technologie (Global System for Mobile Communications), die den weltweit meist verbreiteten Mobilfunkstandard darstellen. Die in den Micro Sensoren verwendete GSM-Technologie basiert auf dem volldigitalen Mobilfunknetz, wie sie bspw. von Smartphones her bekannt sind. Dazu ist neben einem Vertrag mit einem Netzbetreiber seitens der Hardwarekomponenten eine SIM-Karte sowie eine Sendeeinrichtung inkl. Antenne erforderlich. Die Empfangs-/Sendeleistung über GSM-Technologie wurde in den Dachaufbauten, wie im vorliegenden Endbericht unter Punkt 13 Recherche und Auswahl geeigneter Versuchsaufbauten, Punkt 17 Prüfen, analysieren und bewerten der über den Projektverlauf gewonnenen Daten aus den IFB-Testreihen und den mit den Micro-Monitoring-Systemkomponenten bestückten Kubusdachmodulen sowie Punkt 18 Einbau der Micro-Monitoring-Systemkomponenten in gebaute und genutzte Dächer und Punkt 19 Prüfen, analysieren und bewerten der über den Projektverlauf gewonnenen Daten aus den mit Micro-Monitoring-Systemen bestückten Dächern, überprüft.

Eine zusätzliche Übertragungsart der Micro Sensoren stellt die Funktechnik Bluetooth dar. Auch diese wurde an den im Forschungskubus eingebauten Microsensorprototypen getestet und die Übertragungsqualität beurteilt. Dazu war erforderlich, dass vor Ort auf der Kubusdachfläche im Bereich der einzelnen Dachmodule Nr. 1 bis Nr. 6 die Kommunikation zwischen Micro Sensor und Mobiltelefon bzw. Computer hergestellt wurde.

15.2 Beurteilung der Datenübertragungsqualität bei den im Forschungskubus verbauten Micro Sensoren

Grundsätzlich gilt zu beachten, dass Metallkonstruktionen, insbesondere wenn flächige Metallplatten an Dächern, Wänden oder Böden verwendet werden, die Signalübertragung stören, im ungünstigsten Fall sogar gänzlich reduzieren. Dazu wurde in den IFB-Testreihen unter Punkt 17 Prüfen, analysieren und bewerten der über den Projektverlauf gewonnenen Daten aus den IFB-Testreihen und den mit den Micro-Monitoring-Systemkomponenten bestückten Kubusdachmodulen, ein simpler Versuch vorgenommen. Am 28.09.2017 wurde der Microsensor mit der Nr. 700030, welcher im Zuge sämtlicher IFB-Testreihen zur Anwendung kam, in ein Metallgefäß mit Metalldeckel gestellt. Ab diesem Zeitpunkt war keine Signalverbindung zwischen den GSM-Sendemasten und der Sende/Empfangseinrichtung am Micro Sensor möglich. Die gemessenen Daten der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur wurden vom Micro Sensor im internen Datenspeicher jedoch gespeichert. Der Beobachtungszeitraum, ob eine Signalverbindung zum Micro Sensor aufgebaut werden würde, dauerte bis 03.10.2017. Am 03.10.2017 wurde der Metalldeckel einige cm weit geöffnet. Auch in dieser Position konnte kein Signal aufgebaut werden, welches eine Datenübertragung zugelassen hätte. Am 05.10.2017 wurde der Deckel gänzlich entfernt und der Micro Sensor stand in der wannenförmigen Metallkonstruktion. Auch in diesem Zustand wurde bis zum Ausbau des Sensors am 10.10.2017 keine Datenübertragung hergestellt.

Schlussfolgerung:

Der Signalempfang am Micro Sensorprototyp mit der Nr. 700030 wird durch die metallische Hülle gänzlich unterbunden. Auch geringfügige Unterbrechungen der metallischen Hülle führten zu keinem Signalaufbau. Auch nach dem Abheben des Metalldeckels konnte kein Signal aufgebaut werden. Es ist davon auszugehen, dass die relativ eng um den Micro Sensor angeordnete Metallhülle soweit zur Abschirmung beiträgt, dass auch über den entstandenen Freiraum durch Abheben des Deckels keine ausreichende Signalstärke aufgebaut werden konnte.

15.3 Datenübertragung und Qualität des Sendesignals in den Dachmodulen Nr. 1 bis Nr. 6 am Forschungskubus.

Dachelement Modul 1

Die Übertragungsqualität der Sensoren 700004, 700015, 700018 und 700019 und die Signalstärke sind gut, eine Synchronisation zwischen den Sensoren und dem Webportal war zu jeder Zeit möglich. Der defekte Sensor, welcher vor dem Sensor 700018 eingebaut war, ist nicht auf ein Problem im Bereich Signalstärke und Empfang zurückzuführen, sondern war ein elektronischer Defekt am Messelement.

4 Sensoren, 4 Einbringöffnungen + Simulation einer Leckage
(Dachaufbau von unten nach oben)

- Dampfsperre E- KV Alu
- Wärmedämmung EPS W 20 Dicke 20 cm
- 1. Lage Dachabdichtung E-KV 4mm sk
- 2. Lage Dachabdichtung E-KV 5mm

Dachelement Modul 2

Die Übertragungsqualität der Sensoren 700034, 700035 und 700040 und die Signalstärke sind gut, eine Synchronisation zwischen den Sensoren und dem Webportal war zu jeder Zeit möglich. Vor Sensor 700034 war ein anderer Sensor installiert, der Defekt war nicht auf ein Problem bei der Signalstärke und Empfang zurückzuführen, sondern war ein elektronisches Problem am Messelement aufgetreten. Vor Sensor 700035 war ebenfalls ein defekter Sensor eingebaut, der Defekt war ebenfalls nicht auf ein Problem bei der Signalstärke und Empfang zurückzuführen, sondern war ein elektronisches Problem am Messelement ausschlaggebend. Bei Sensor 700040 waren keine Messungen im Webportal empfangen worden, der Sensor wurde Anfang Februar 2018 nochmals neu aktiviert, die Funktionstauglichkeit ist im nächsten halben Jahr zu überprüfen. Es ist davon auszugehen, dass jedoch keine Einschränkungen in der Signalübertragung bestehen.

5 Sensoren, 4 Einbringöffnungen, 1 Rohr + Simulation einer Leckage
(Dachaufbau von unten nach oben)

- Dampfsperre E- KV Alu
- Wärmedämmung EPS W 20 Dicke 20 cm
- 1. Lage Dachabdichtung E-KV 4mm sk
- 2. Lage Dachabdichtung E-KV 5mm
- Dachauflast Kies

Dachelement Modul 3

Bei diesem Dachmodul wurde als Dampfsperre eine Elastomerbitumenbahn mit bandförmiger Aluminiumbandeinlage und oberhalb der Wärmedämmung eine Dachabdichtungsbahn mit wurzelfester Ausrüstung, welche eine Kupferbandeinlage darstellt, verlegt. Der Sensor befindet sich demzufolge zwischen 2 Metallfolien. Die Sensoren 700032 und 700033 senden seit 06.10.2017 ein ausreichend gutes Signal, sämtliche Messergebnisse konnten im Webportal empfangen werden.

2 Sensoren, 2 Einbringöffnungen
(Dachaufbau von unten nach oben)

- Dampfsperre E- KV Alu
- Wärmedämmung EPS W 20 Dicke 20 cm
- 1. Lage Dachabdichtung E-KV sk
- 2. Lage Dachabdichtung wurzelfest E-CU
- Dachauflast Gründachaufbau

Dachelement Modul 4

Der Sensor 700023 lieferte keine aussagekräftigen Messergebnisse, dieser Sensor wurde Anfang Februar 2018 nochmals neu aktiviert, eine Beurteilung hinsichtlich Funktionstauglichkeit wird erst im nächsten halben Jahr möglich sein. Der Micro Sensor Nr. 700031 liefert seit 06.10.2017 ausreichende Messergebnisse und sind keine Einschränkungen hinsichtlich der Signalübertragung festzustellen. Somit ist davon auszugehen, dass der Dachschichtenaufbau in Dachmodul Nr. 4 dafür geeignet ist, die Signalübertragung problemlos zu garantieren.

2 Sensoren, 2 Einbringöffnungen
(Dachaufbau von unten nach oben)

- Dampfsperre E- KV 4mm
- Wärmedämmung EPS W 20 Dicke 20 cm
- 1. Lage Dachabdichtung E-KV 4mm sk
- 2. Lage Dachabdichtung E-KV 5mm
- Dachauflast Kies

Dachelement Modul 5

Der Micro Sensor mit der 700017 liefert seit 04.11.2017 regelmäßig Messdaten. Weitere Sensoren sind im Dachmodul Nr. 5 zum Zeitpunkt der Schlussfeststellung für den Forschungsendbericht nicht vorhanden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass auch weitere Sensoren mit ausreichender Signalstärke versenden können.

2 Sensoren, 2 Einbringöffnungen
(Dachaufbau von unten nach oben)

- Dampfsperre E- KV 4mm
- Wärmedämmung EPS W 20 Dicke 20 cm
- 1. Lage Dachabdichtung E-KV 4mm sk
- 2. Lage Dachabdichtung E-KV 5mm

Dachelement Modul 6

Zum Zeitpunkt der Schlussfeststellung für den Endbericht sind im Dachmodul Nr. 6 keine Micro Sensoren installiert worden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Dachschichtenaufbau keine Einschränkungen in der Signalübertragung erwarten lässt.

3 Sensoren, 2 Einbringöffnungen, 1 Rohr
(Dachaufbau von unten nach oben)

- Dampfbremse PAE Folie 0,2mm
- Wärmedämmung EPS W 20 Dicke 20 cm
- einlagige Dachabdichtung FPO 1,8mm
- Dachauflast Kies

In Summe:

- 18 Sensoren
- 16 Einbringöffnungen
- 2 Kontrollrohre (z.B. Bauder)

15.4 Signalübertragung der Micro-Monitoringsensoren aus den gebauten und genutzten Dächern (siehe Punkt 18 Einbau der Micro-Monitoring-Systemkomponenten in gebaute und genutzte Dächer)

Sensor Nr. 700009 Firma Hofer

Die Datenübertragung des Sensors ist seit 06.09.2017 bis zur Schlussfeststellung der Daten für die Darstellung in gegenständlichen Endbericht aktiv. Die Daten sind im Webportal angekommen und gespeichert.

Konstruktionsaufbau:

- Stahlbeton
- E-AL GV4
- EPS W20; 20-34cm
- Resitrix MB 3,1mm
- Vlies
- Kies 6cm

Sensor Nr. 700002 Kaiser Franz Josef Spital

Die Datenübertragung des Sensors ist seit 05.09.2017 bis zur Schlussfeststellung der Daten für die Darstellung in gegenständlichen Endbericht aktiv. Die Daten sind im Webportal angekommen und gespeichert.

Konstruktionsaufbau:

- Stahlbeton 30cm aktiviert
- E-AL GV4
- E-AL GV4
- EPS W 25 Gefälle 00-00cm
- Polymerbitumen 9mm
- 10cm Splitt
- 8cm Beton-platten

Sensor Nr. 700021 Kaiser Franz Josef Spital

Die Datenübertragung des Sensors ist seit 18.10.2017 bis zur Schlussfeststellung der Daten für die Darstellung in gegenständlichen Endbericht aktiv. Die Daten sind im Webportal angekommen und gespeichert.

Konstruktionsaufbau:

- Stahlbeton 30cm aktiviert
- E-AL GV4
- E-AL GV4
- EPS W 25 Gefälle 00-00cm

- Polymerbitumen 9mm
- 20cm Splitt
- 10cm Dachbegrünung

Sensor Nr. 700031 Kaiser Franz Josef Spital

Die Datenübertragung des Sensors ist seit 18.10.2017 bis zur Schlussfeststellung der Daten für die Darstellung in gegenständlichen Endbericht aktiv. Die Daten sind im Webportal angekommen und gespeichert.

Konstruktionsaufbau:

- Stahlbeton 30cm aktiviert
- E-AL GV4
- E-AL GV4
- EPS W 25 Gefälle 00-30cm
- Polymerbitumen 9mm
- 10cm Splitt
- 8cm Beton-platten

Sensor Nr. 700005 Firma Entner

Die Datenübertragung des Sensors ist seit 17.10.2017 bis zur Schlussfeststellung der Daten für die Darstellung in gegenständlichen Endbericht aktiv. Die Daten sind im Webportal angekommen und gespeichert.

Konstruktionsaufbau:

- Ca. 14 cm Brettstapeldecke
- Dampfsperre 5mm mit Alu
- EPS im Gefälle im Mittel ca. 25cm
- 2 Lagen Bitumen 4mm KSA + 5mm wurzelfest

Sensor Nr. 700006 Living City, Firma Pasteiner

Die Datenübertragung des Sensors ist seit 04.09.2017 bis zur Schlussfeststellung der Daten für die Darstellung in gegenständlichen Endbericht aktiv. Die Daten sind im Webportal angekommen und gespeichert.

Konstruktionsaufbau:

- Stahlbeton 20cm
- E-AL GV4
- EPS W 25, 00 – 00cm
- EPDM 1,5mm
- Vlies
- Substrat

Sensor Nr. 700007 Living City, Firma Pasteiner

Die Datenübertragung des Sensors ist seit 04.09.2017 bis zur Schlussfeststellung der Daten für die Darstellung in gegenständlichen Endbericht aktiv. Die Daten sind im Webportal angekommen und gespeichert.

Konstruktionsaufbau:

- Stahlbeton 20cm
- E-AL GV4
- EPS W 25, 00 – 00cm
- EPDM 1,5mm
- Vlies
- Substrat

Sensor Nr. 700011 Firma Hammerschmiedt

Die Datenübertragung des Sensors ist seit 16.10.2017 bis zur Schlussfeststellung der Daten für die Darstellung in gegenständlichen Endbericht aktiv. Die Daten sind im Webportal angekommen und gespeichert.

Konstruktionsaufbau:

- Dampfsperre,
- Gefälledämmung,
- Ksa 4mm,
- EKV 5 S,
- Vlies 200gr.
- 8cm Kies 16/32

Schlussfolgerung:

Bei sämtlichen Dachschichtenaufbauten, welche auf den Dachmodulen des Forschungskubuses Kubus sowie den gebauten und genutzten Gebäuden angewendet wurden, konnten keine Signaleinschränkungen bei herkömmlichen Dachabdichtungsmaterialien und Dampfsperrbahnen festgestellt werden.

Auch Dachmodul Nr. 3 wies ein positives Ergebnis hinsichtlich Signalübertragung auf, obwohl als Dachabdichtungsbahn eine Polymerbitumenbahn mit Kupferbandeinlage und eine Polymerbitumenbahn mit Aluminiumbandeinlage als Dampfsperre verwendet wurden. Trotz dieser ober- und unterseitigen Metallfolie, wo dazwischen die Sensoren mit der Nr. 700032 und 700033 positioniert waren, konnten keine Signalstörungen festgestellt werden. Scheinbar wird über die Einbring-/Durchgriffsöffnung die Signalübertragung möglich.

Nachvollziehbar ist der Versuch aus der IFB-Testreihe, wo der Micro Sensor 700030 in ein Metallgefäß mit Metalldeckel eingebaut wurde. In diesem Fall war keine Datenübertragung möglich.

Daraus ist abzuleiten, dass der Einsatz von Micro Sensoren im herkömmlichen Dachschichtenaufbau mit üblichen Dachabdichtungsmaterialien und Wärmedämmstoffen hinsichtlich der Datenübertragungsqualität problemlos funktionieren wird.

Auch stellen Dachbekiesungen, Dachbegrünungen, Steinplattenbeläge und dgl. keine Einschränkung in der Signalübertragung dar.

16 PRÜFUNG DER KOMPONENTEN DURCH STAUWASSER (SIMULATION EINES WASSEREINTRITTES IM KUBUS DACHMODUL)

Am 12. Jänner 2018 wurde im Dachelementmodul Nr. 1 über die Einbringöffnung **U2** 1 Liter flüssiges Wasser in den Dachaufbau geschüttet. Dazu wurde der Deckel der Einbring-/Durchgriffsöffnung aufgeschraubt und der Dämmstoffzylinder mit eingebauten Sensor herausgehoben. Nach der Bewässerung wurde der Dämmstoffzylinder mit eingebauten Sensor wieder in dem Wärmedämmschichtaufbau versenkt und der Deckel auf der Einbring-/Durchgriffsöffnungen verschraubt.

16.1 Sensornummern und Sensorpositionen

Im Dachmodul Nr. 1 wurden am Dachhochpunkt die Sensoren 700004 auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung und Sensor 700015 auf der Oberfläche Dampfsperre eingebaut.

Am Dachtiefpunkt befinden sich Sensor 700019 auf der Oberfläche 1. Lage Wärmedämmung und Sensor 700018 auf der Oberfläche Dampfsperre.

Über die Einbringöffnung von Sensor 700015 wurde am 12. Jänner 2018 1 Liter Wasser in den Dachaufbau geschüttet. Das Wasser wird sich der Schwerkraft folgend Richtung Tiefpunkt zu den Sensoren 700019 und 700018 bewegen.

Abb. W1



In Abbildung 1 ist das Dachmodul Nr. 1 dargestellt, wo soeben von der Einbringöffnung U1 der Dämmstoffzylinder mit integriertem Micro-Sensor herausgezogen wird.

Abb. W2

Einbringöffnung U1 erklärt sich U = Sensorposition unten, Nr.1. Die Oberfläche der Dampfsperre ist vor dem einschütten des Wassers augenscheinlich trocken.

Abb. W3

Direkt in die Einbring-/Durchgriffsöffnung wird 1 Liter Wasser auf die Dampfsperroberfläche geleert. Dieses Wasser wird langsam, dem Gefälle folgend in Richtung Dachtraufe Sensorposition U2 sickern.

Abb. W4

Nach Beendigung der Bewässerung in Einbring-/Durchgriffsöffnung U1 war noch kurzfristig Stauwasser auf der Dampfsperroberfläche festzustellen. Einige Minuten später verteilte sich das Wasser im Dachschichtenaufbau. Im Anschluss daran wurde der Dämmstoffzylinder mit dem Micro-Sensor wieder eingebaut und der Deckel der Einbring-/Durchgriffsöffnung verschlossen.

16.2 Gesendete Messdaten der Micro Sensoren von Dachmodul Nr. 1

In den nachfolgenden Skizzen (Diagramme) 22-33 werden von den Sensoren mit der Nr. 700004, 700015, 700019 und 700018 die tendenziellen Entwicklungen der relativen Luftfeuchtigkeit, der Temperaturen und die Überlagerung der relativen Luftfeuchtigkeit- und Temperaturkurven im Zeitraum vom 08.01. – 28.01.18 dargestellt.

Skizze 22

700004 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 08.01. – 28.01.18



Ab 12. Jänner 2018 ist ein Ansteigen der relativen Luftfeuchtigkeit im Durchschnitt bis ca. 84% erkennbar. Sensor 700004 ist am Hochpunkt des Dachmoduls Nr.1 und auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung positioniert. Die relative Luftfeuchtigkeit sinkt bis zum 28. Jänner 2018 auf $\approx 74\%$.

Skizze 23**700004** Entwicklung der Temperatur 08.01. – 28.01.18

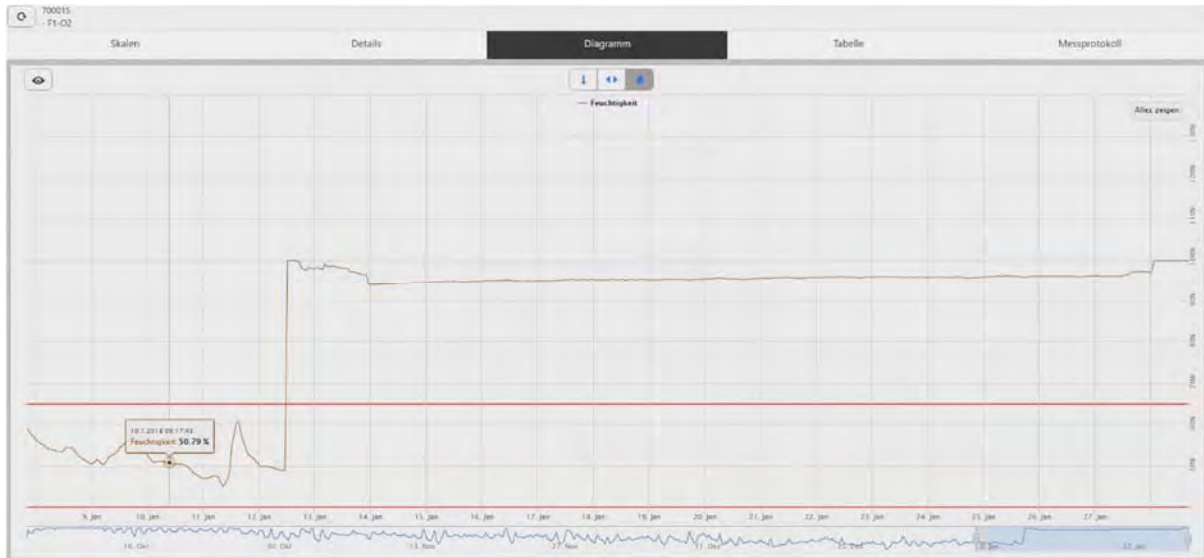
Die Temperaturentwicklung im Dachschichtenaufbau ist von der Außentemperatur sowie Innentemperatur des Kubuses abhängig. Die Temperatur im Inneren des Forschungskubus beträgt zwischen 22 und 23°C. Die gemessenen Temperaturen liegen zwischen 2°C und 15°C.

Skizze 24

700004 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 08.01. – 28.01.18



Tendenziell ist zu erkennen, dass in Abhängigkeit der Außentemperaturen ab 12. Jänner 2018 die relative Luftfeuchtigkeit im Dachschichtenaufbau beim Sensor 700004 tendenziell anstieg, einige Tage später jedoch wieder rückläufig war.

Skizze 25**700015** Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 08.01. – 28.01.18

Der Sensor ist am Hochpunkt auf der Dampfsperroberfläche positioniert. Am 12. Jänner 2018 stieg die relative Luftfeuchtigkeit schlagartig auf 100% an um in den kommenden Tagen sich bei einem Wert zwischen 95 und 97% einzupendeln. Am 28. Jänner 2018 steigt die relative Luftfeuchtigkeit wieder auf 100%.

Skizze 26**700015** Entwicklung der Temperatur 08.01. – 28.01.18

Der Temperaturverlauf entwickelt sich in Abhängigkeit der Forschungskubusinnentemperatur (22 bis 23°C) und den Außentemperaturen. Die gemessenen Temperaturen liegen zwischen 12°C und 18°C.

Skizze 27

700015 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 08.01. – 28.01.18



Der Anstieg auf 100% relative Luftfeuchtigkeit erfolgte schlagartig, nach einem 2-tägigen Rückgang der relativen Luftfeuchtigkeit erfolgt eine relativ lineare gleichmäßige Messung der relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 96% und 98%, Tendenz steigend.

Skizze 28

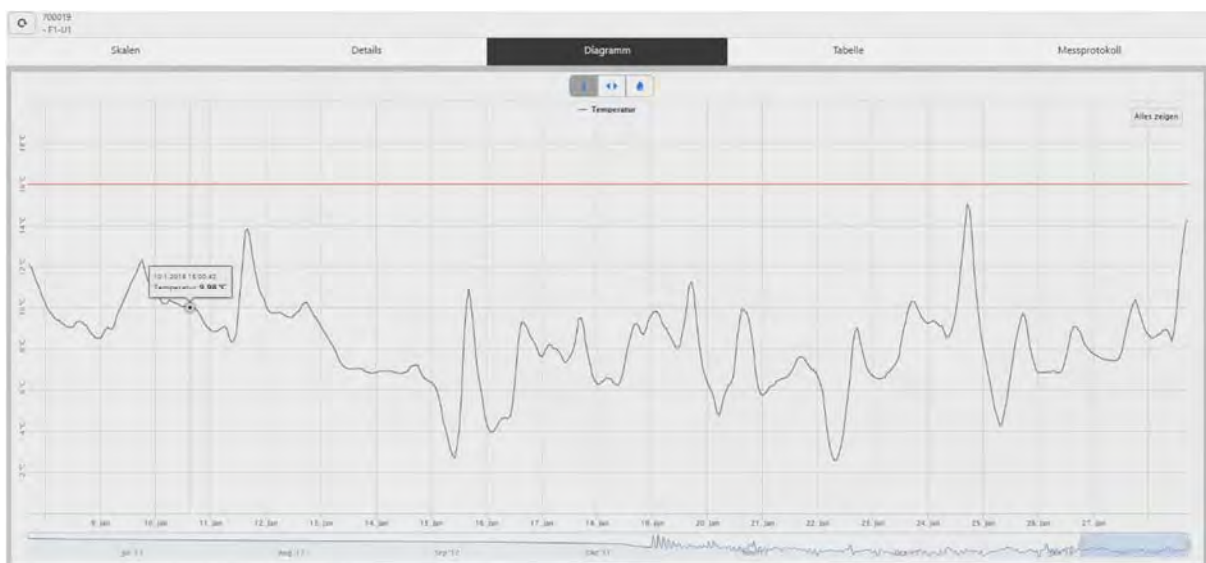
700019 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 08.01. – 28.01.18



Über die Einbringöffnung des Sensors 700015 wurde 1 Liter Wasser in den Dachaufbau geleert. Zu erkennen ist, dass nach dem 12. Jänner 2018 die relative Luftfeuchtigkeit rasch auf 100% ansteigt und mit Ausnahme einiger Absenkungen auf sich einen Wert von 100% einpendelt. Der Sensor 700019 ist auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung positioniert. Der Sensor befindet sich am Dachmodultiefpunkt.

Skizze 29

700019 Entwicklung der Temperatur 08.01. – 28.01.18



Der Temperaturverlauf entwickelt sich in Abhängigkeit der Forschungskubusinnentemperatur (22 bis 23°C) und den Außentemperaturen. Die gemessenen Temperaturen liegen zwischen 4°C und 14°C.

Skizze 30

700019 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 08.01. – 28.01.18



Tendenziell ist zu erkennen, dass die relative Luftfeuchtigkeit mit 12. Jänner 2018 rasch bis auf 100% ansteigt und bis auf geringe Ausnahmen auf 100% relativer Luftfeuchtigkeit bleibt. Mit 28. Jänner 2018 ist tendenziell keine Austrocknung oder Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit festzustellen.

Skizze 31

700018 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 08.01. – 28.01.18



Am 12. Jänner 2018 stieg die relative Luftfeuchtigkeit in kürzester Zeit auf 100%. Dies ist so zu erklären, dass das Wasser, welches über die Inspektionsöffnung von Sensor 700015 eingebracht wurde, auf der Dampfsperrebene zum Tiefpunkt der Dachfläche, wo der Sensor 700018 direkt auf der Dampfsperre steht, sickert. Nach 12. Jänner ist eine Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit festzustellen, welche sich auf einen Wert von $\approx 95\%$ bis 96% einpendelt. Die Sensorposition befindet sich am Tiefpunkt der Dachfläche und auf der Oberfläche der Dampfsperre.

Skizze 32

700018 Entwicklung der Temperatur 08.01. – 28.01.18



Der Temperaturverlauf entwickelt sich in Abhängigkeit der Forschungskubusinnentemperatur (22 bis 23°C) und den Außentemperaturen. Die gemessenen Temperaturen liegen zwischen 12°C und 18°C.

Skizze 33

700018 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 08.01. – 28.01.18



Der Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit erfolgte schlagartig am 12. Jänner 2018 auf 100%. Danach war eine Abnahme bis auf $\approx 93\%$ festzustellen mit linearer geringfügig tendenzieller Steigung auf $\approx 95\%$ bis 96% .

Schlussfolgerung:

Der Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit bei allen Sensoren am 12. Jänner 2018 kurz nach dem Bewässern des Dachmoduls Nr. 1 beim Sensor 700015 war voraussehbar. Die Sensoren am Tiefpunkt der Dachfläche 700019 und 700018 verhalten sich erwartungsgemäß, nach einem steilen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit auf 100% erfolgt eine Reduktion bei Sensor 700018 auf einen relativ konstanten Wert zwischen 95% bis 97% relative Luftfeuchtigkeit. Sensor 700019 misst zum Zeitpunkt der Messauswertung 100% relative Luftfeuchtigkeit.

Der Sensor 700004 am Hochpunkt der Dachfläche zeigt ebenfalls einen zu erwartenden Messwert, nach einer tendenziellen Erhöhung der Luftfeuchtigkeit folgt eine dem Temperaturverlauf entsprechende Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit in Abhängigkeit der Zeit. Sensor 700015 zeigt konstant erhöhte Werte im Bereich von 100% , es ist davon auszugehen, dass im Umfeld des Feuchtesensors noch Wasser auf der Dampfsperre stehen muss. Im Verlauf der weiteren Forschungsarbeit werden die Feuchtigkeitsentwicklungen dieses Sensors genau zu beobachten sein.

Die gemessenen Temperaturen bei den Sensoren 700015 und 700018 (Position auf der Oberfläche der Dampfsperre) liegen zwischen 12°C und 18°C .

Die gemessenen Temperaturen bei den Sensoren 700004 und 700019 liegen zwischen 2°C und 15°C . Diese Temperaturunterschiede sind insofern erklärbar, als dass diese beiden Sensoren auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung positioniert sind und somit weniger Wärmeenergie von der Kubusinnenraumheizung zu diesen Sensoren vordringt. Demzufolge ist auch der relative Luftfeuchtwert dieser Sensoren nicht direkt mit den Werten jener Sensoren, welche auf der Dampfsperroberfläche liegen, vergleichbar.

17 PRÜFEN, ANALYSIEREN UND BEWERTEN DER ÜBER DEN PROJEKTVERLAUF GEWONNENEN DATEN AUS DEN IFB-TESTREIHEN UND DEN MIT MICRO-MONITORING-SYSTEMKOMPONENTEN BESTÜCKTEN KUBUS DACHMODULEN

Um die Eigenschaften und das Verhalten des Temperatur- und relative Luftfeuchtigkeitssensors kennenzulernen, wurde der Sensor mit der Nummer 700030 für einfache Testreihen in der Innen- und Außenanwendung herangezogen. Ziel war es, das Ansprechverhalten des Temperatur- und Feuchtesensors zu fordern, indem der Sensor einmal einige Tage in der Rauminnenanwendung zum Einsatz kam, dann im Außenbereich, wo bspw. durch Sonneneinstrahlung sehr hohe Schwankungen in der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit erzielt wurden. Weiters konnte im Verlauf der sogenannten IFB-Testreihen in Prüfgefäßen eine sehr hohe Luftfeuchtigkeit (100% relative Luftfeuchtigkeit) über einen langen Zeitraum, ohne dass feuchteabsorbierende Materialien im Umfeld waren und somit der Micro Sensor entlastet hätten, erzeugt werden. Insbesondere das Gehäuse war dadurch über einen längeren Zeitraum mit flüssigem Wasser benetzt. Diese extremen klimatischen Verhältnisse lassen auch Rückschlüsse auf den Einsatzbereich und die Widerstandsfähigkeit des Sensorgehäuses, aber auch der elektronischen Komponenten, zu.

Die Micro Sensoren in den Dachmodulen des Forschungskubuses setzten sich aus Prototypen zusammen, wo es auch einige Sensorausfälle im Messverlauf gegeben hat.

Ursprünglich wurden folgende Prototypen vorgesehen (siehe auch Abb. K85)

- Dachmodul Nr. 1, Prototyp 700004, 700012, 700015 und 700019.
- Dachmodul Nr. 2, Prototyp 700022, 700024, 700025 und 700026
- Dachmodul Nr. 3, Prototyp 700027 und 700028
- Dachmodul Nr. 4, Prototyp 700029 und 700031
- Dachmodul Nr. 5, Prototyp 700032 und 700033

Im Zuge der Kubusmontage wurden die einzelnen Sensoren teilweise innerhalb der Dachmodul ausgetauscht bzw. im Laufe des Messeinsatzes im Forschungskubus defekt.

Die aktuellen Sensornummern und Positionen in den unterschiedlichen Dachmodulen sind in der Skizze 21 dargestellt.


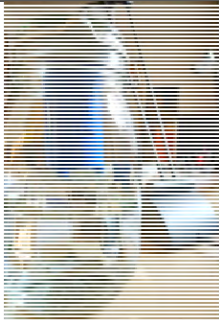

Die ursprüngliche Erstinstallation der Micro Sensoren-Prototypen erfolgte am 06.10.2017, bei einem Defekt der Sensoren wurden Ersatzsensoren zu einem späteren Zeitpunkt eingebaut.



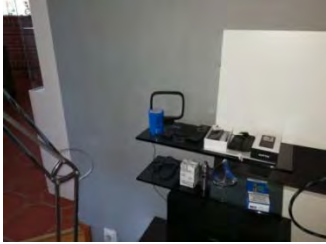


Ende der messtechnischen Beurteilung war der 28.01.2018.






Anfang Februar 2018 wurden weitere Sensoren in die Dachmodule Nr. 5 und 6 installiert, welche in diesem Endbericht nicht berücksichtigt werden können und in ca. einem halben Jahr in die Gesamtauswertung der einzelnen Dachmodule des Forschungskubuses einfließen werden.



17.1 IFB- Testreihen

Beschreibung und Dokumentation der Versuche**Tabelle 1**


Sensor Nr. 700030	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung						18:00	03.09.17
Objektadresse		AUSTRIA- Schwechat Koordinaten: Latitude 48°14'95''N Longitude 16°50'74''E		180	2320		
Sensor Einbauposition		IFB Büro Erdgeschoß					
Sensor Ausbau						17:00	08.09.17
Sensor Einbau		- Luftversiegeltes Wassergefäß - Wasserstand 0,5 l - Entfernung des Sensors zur Wasseroberfläche ca. 40 mm				18:00	08.09.00
Sensor Ausbau		Sensor steht am Schreibtisch im Büro UG				08:00	11.09.17
Sensor Einbau		- offenes Wassergefäß - Wasserstand 0,5 l - Entfernung des Sensors zur Wasseroberfläche ca. 40 mm				07:00	13.09.00

Sensor Ausbau						07:30	15.09.17
Sensor Einbau		<ul style="list-style-type: none"> - Wassergefäß mit Verpackungskarton d. ≈ 2mm abgedeckt - Wasserstand 0,5 l - Entfernung des Sensors zur Wasseroberfläche ca. 40 mm 				07:30	15.09.00
Sensor Ausbau						20:00	22.09.17
Sensor Einbau		<ul style="list-style-type: none"> - Wassergefäß mit Verpackungskarton d. ≈ 2mm abgedeckt - Wasserstand 0,4 l - Entfernung des Sensors zur Wasseroberfläche ca. 50 mm 	Position des Sensors im freien auf der Terrasse			20:00	22.09.17
Sensor Ausbau						07:00	27.09.17
Sensor Einbau		IFB Büro Erdgeschoß				07:00	27.09.17
Sensor Ausbau						07:00	28.09.17
Sensor Einbau		Metallgefäß mit Metalldeckel	Keine Datenübertragung! Messung und Speicherung im internen Speicher des Sensors hat jedoch stattgefunden!			07:00	28.09.17
Sensor Ausbau						14:00	03.10.17
Sensor Einbau		Metallgefäß mit teilweise geschlossenem Deckel	Keine Datenübertragung!			14:00	03.10.17
Sensor Ausbau						08:00	05.10.17

Sensor Einbau		Metallgefäß mit offenem Deckel	Datenübertragung			08:00	05.10.17
Sensor Ausbau						11:00	10.10.17
Sensor Einbau		Glasgefäß abgeschlossen; ohne Wasser!	Raumlagerung Am 11.10. Sensor um 9.00 ausgelesen jedoch nur Daten bis 03.10. erhalten. Weitere Messdaten bis 11.10. wurden nicht gesendet!!			11:00	10.10.17
Sensor Ausbau						09:00	16.10.17
Sensor Einbau		Glasgefäß abgeschlossen; ohne Wasser!	Lagerung auf 150 cm hohem Tisch im Freien. Uneingeschränkte Bewitterung möglich!			09:00	16.10.17
			Außenklima				17.10.17
Sensor Ausbau						08:00	25.10.17
Sensor Einbau		Glasgefäß abgeschlossen; mit 1/8 Liter Wasser!	Lagerung auf 150 cm hohem Tisch im Freien. Uneingeschränkte Bewitterung möglich!			08:00	25.10.17

			Außenklima				28.10.17
			Außenklima				01.11.17
Sensor Ausbau						08:00	20.11.17
Sensor Einbau		Glasgefäß abgeschlossen; mit 1/8 Liter Wasser!	Lagerung im Innenraum			08:00	20.11.17
Sensor Ausbau						21:00	01.12.17
Sensor Einbau		Glasgefäß geöffnet; mit 1/8 Liter Wasser!	Lagerung im Innenraum			22:00	01.12.17
Sensor Ausbau						19:00	03.12.17
Sensor Einbau		Glasgefäß geschlossen; mit mind. 1/8 Liter Wasser! Dämmstoffkörper Duorock Höhe ca. 75mm, Durchmesser ca. 65mm	Lagerung im Innenraum			19:00	03.12.17

		Wasserstand im Glas bis zur Markierung 03.12.					
			Zwei Tropfen Geschirrspülmittel ins Wasser			16.30	14.12.17
		Kein Wasserstau mehr im Glas, der Dämmstoff hat das Wasservollständig aufgesogen	Lagerung im Innenraum			08.00	15.12.17
			Lagerung im Freien, frei bewittert			11.00	17.12.17
			Lagerung im Innenraum, meiste Zeit am Heizkörper stehend			21.00	19.12.17
		Wasserglas geöffnet, Sensor ausgebaut. WD war schwer und vollkommen mit Wasser angesogen. Leicht fischiger Wassergeruch.				12.00	24.12.17
		Sensor in ein neues Wasserglas mit ca. 1/8 Liter Wasser eingebaut. Wärmedämmung EPS W 25-30. Höhe ≈ 80mm, ø ≈ 80mm	Lagerung im Innenraum			16.00	24.12.17
			Zwei Tropfen Geschirrspülmittel ins Wasser gegeben			16.00	26.12.17
		Wasserglas geöffnet, Sensor ausgebaut. WD war nur an der unteren Schnittfläche gering Wasser aufgesogen.				10.30	07.01.18

		Sensor in Wasserglas mit WD eingebaut wo nur an der unteren Schnittfläche gering Wasser aufgesogen wurde.				07:30	08.01.18
		ENDE DER VERSUCHSREIHE IM ZUGE DER GRUNDLAGEN-FORSCHUNG				20:00	28.01.18

Darstellung in Diagrammform und Auswertung der Feuchte- Und Temperaturmesswerte
(Messdatenprotokoll siehe Anhang des Endberichtes)

Skizze 34

700030 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 04.09.17 – 28.01.18



Vom 03. - 09.09.2017 wurde der Sensor im Büro des IFB gelagert, dementsprechend auch die relative Luftfeuchtigkeit, die zwischen ≈ 35 und 55% liegt.

Am 08.09.2017 wurde der Sensor in ein luftversiegeltes Wassergefäß mit einem Wasserstand von ca. 0,5 l eingebaut. Schlagartig erhöhte sich die Luftfeuchtigkeit auf 100% und verblieb bei diesem Wert bis 11.09.2017, wo der Sensor wieder ausgebaut wurde. Deutlich ist im Diagramm der schlagartige Abfall der relativen Luftfeuchtigkeit auf $\approx 55\%$ zu erkennen.

In den weiteren Tagen wurde der Sensor im Wassergefäß mit offenem Deckel gelagert bzw. die Öffnung des Wassergefäßes mit einem Karton abgedeckt. Die relative Luftfeuchtigkeit stieg an und pendelte sich bei ≈ 90 bis 95% ein.

Nach der Innenanwendung erfolgte am 22.09.2017 eine Außenanwendung des Wasserglases mit einer Kartonabdeckung. Die relative Luftfeuchtigkeit schwankte je nach Außentemperatur zwischen ≈ 90 und 100% .

Am 27.09.2017 wurde der Sensor wieder im Innenraum des Büros gelagert, wo auch die relative Luftfeuchtigkeit auf den üblichen Wert von $\approx 55\%$ zurückging.

Die Lagerung des Sensors im Metallgefäß ab 28.09.2017 hatte Einfluss auf die Datenübertragung, die relative Luftfeuchtigkeit schwankte zwischen $\approx 35\%$ und 55% ; Ende war am 10.10.2017, danach erfolgte kurzfristig die Lagerung erfolgte im Büro.

Im Anschluss wurde der Sensor in ein Glasgefäß, jedoch ohne Wasserzugabe gestellt und verschlossen. Die relative Luftfeuchtigkeit stieg bis auf $\approx 60\%$ an.

Ab 16.10.2017 wurde der Sensor im abgeschlossenen Glasgefäß im Freien gelagert. Die relative Luftfeuchtigkeit änderte sich im Tagesverlauf sehr rasch. Bei kalten Temperaturen stieg die relative Luftfeuchtigkeit auf knapp 100%, bei Sonneneinstrahlung auf das Glasgefäß reduzierte sich die relative Luftfeuchtigkeit auf ~ 20%. Zu diesem Zeitpunkt herrschte auch im Außenklima relativ hohe Luftfeuchtigkeit zwischen \approx 85 bis 90%.

Am 25.10.2017 wurde in das Wasserglas 1/8 l Wasser eingefüllt und das Glasgefäß im Freien bei freier Bewitterung gelagert. In Abhängigkeit der Außentemperatur schwankte die relative Luftfeuchtigkeit von ~ 50% bis 100%, tendenziell häufiger war jedoch der Messwert mit 100% relativer Luftfeuchtigkeit festzustellen.

Am 20.11.2017 wurde das Glasgefäß mit 1/8 l Wasser in den Innenraum gebracht. Ab diesem Zeitpunkt wurden die 100% relative Luftfeuchtigkeit nicht mehr unterschritten.

Am 03.12.2017 wurde der Sensor für kurze Zeit ausgebaut, deutlich ist der Abfall der relativen Luftfeuchtigkeit auf \approx 48% festzustellen.

Anschließend wurde in das Glasgefäß ein Mineralwollewürfel eingebaut und 1/8 l Wasser hinzugegeben. Das Glasgefäß wurde luftdicht verschlossen. Es kam zu einem schlagartigen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit auf 100%.

Am 14. und 15.12.2017 wurde das Wasserglas geöffnet, im Diagramm ist deutlich die Reduktionen der relativen Luftfeuchtigkeit erkennbar. In das Wasserglas wurden 2 Tropfen Tenside (Geschirrspülmittel) eingebracht. Bereits am 15.12.2017 hatte der Dämmstoffwürfel das gesamte Wasser aufgesogen. Die relative Luftfeuchtigkeit blieb jedoch, obwohl kein flüssiges Wasser mehr im Glas zu sehen war, auf konstant 100%.

Am 24.12.2017 wurde das Glasgefäß geöffnet und die relative Luftfeuchtigkeit sank augenblicklich auf \approx 35%.

Ab dem 24.12.2017 wurde in das Wasserglas ein EPS-Wärmedämmformteil eingebracht und 1/8 l Wasser eingefüllt. Die relative Luftfeuchtigkeit stieg innerhalb kürzester Zeit auf 100%. Die Beigabe von Tensiden erzeugte nicht denselben Effekt wie bei der Mineralwolle, das flüssige Wasser blieb im Wasserglas.

Mit 28.01.2018 wurde die Versuchsreihe beendet, bis dahin blieb die relative Luftfeuchtigkeit konstant auf 100%.

Skizze 35

700030 Entwicklung der Temperatur 04.09.17 – 28.01.18

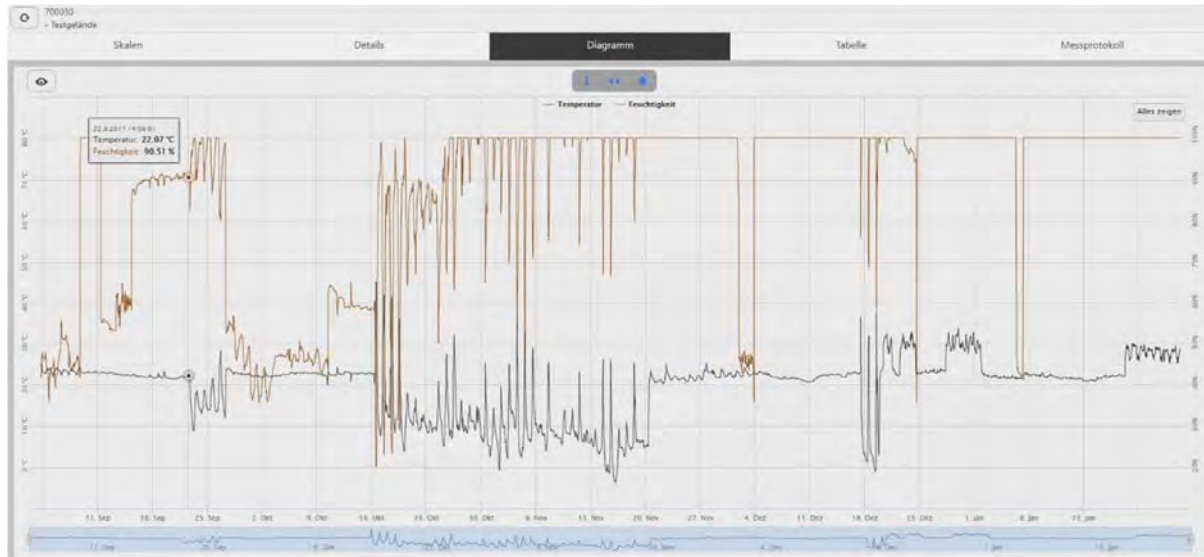


Die gemessenen Temperaturen waren im wesentlichen abhängig von der Position des Sensors. Im Innenraum bewegte sich die Temperatur von ≈ 18 bis 27°C , bei der Lagerung im Freien wurden Temperaturen über 45°C aber auch unter 0°C gemessen.

Im Diagramm ist deutlich zu erkennen, dass die Kennlinie zwischen den beiden roten Begrenzungslinien die Lagerung des Sensors im Innenraum darstellt, in jenen Bereichen wo es sehr starke Ausschläge zu hohen und tiefen Temperaturen gibt, war eine Außenlagerung des Sensors vorgenommen worden.

Skizze 36

700030 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 04.09.17 – 28.01.18

**Schlussfeststellung:**

Der Micro Sensor mit der Nummer 700030 erfüllte die Erwartungen hinsichtlich den gemessenen relativen Luftfeuchtigkeiten in Abhängigkeit der Temperaturen.

Im Diagramm mit den überlagerten Messkurven ist sehr deutlich festzustellen, dass in Abhängigkeit der Feuchtigkeitsmenge im Glasgefäß bei hoher Temperatur geringe relative Luftfeuchtigkeit und bei niedriger Temperatur höhere relative Luftfeuchtigkeit vorherrscht.

17.2 Micro Monitoring – Dachmodule - Forschungskubus

Darstellung in Diagrammform und Auswertung der Feuchte- und Temperaturmesswerte (Messdatenprotokoll siehe Anhang des Endberichtes)

Dachmodul 1

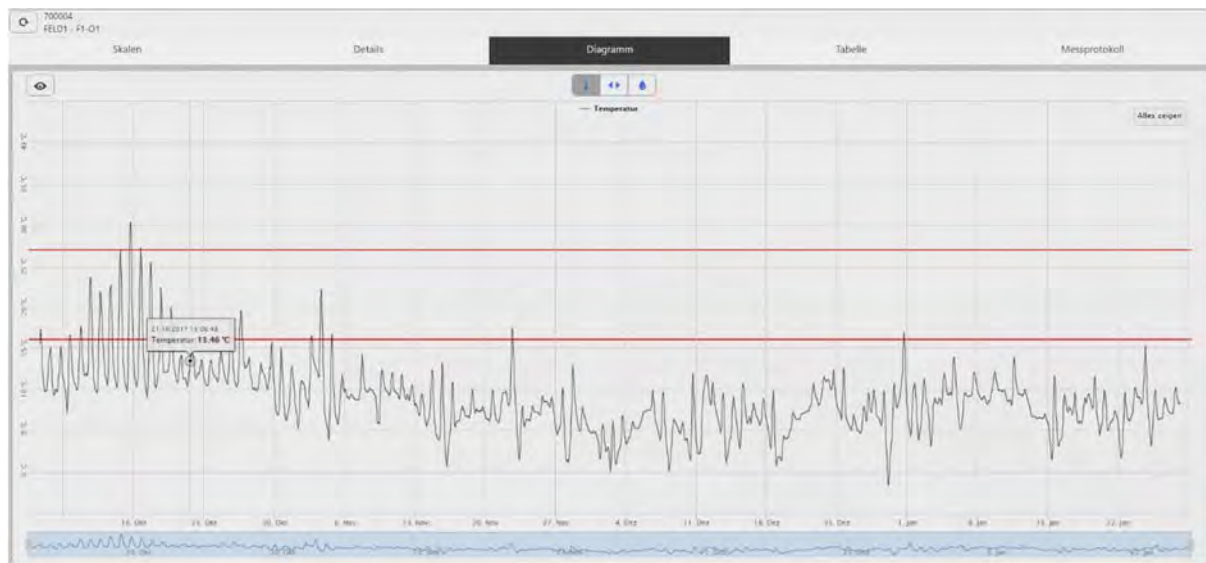
Skizze 37

700004 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 06.10.17 – 28.01.18



Nach dem Einbau steigt die relative Luftfeuchtigkeit tendenziell Richtung 100% und bleibt von ca. 20.10. bis 10.11.2017 auf hohem Niveau mit Schwankungen zwischen 90 % und 100%. Danach ist eine tendenzielle Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit bis \approx 75% festzustellen.

Ab 12.01.2018, wo die Bewässerung des Dachmoduls Nr. 1 erfolgte kam es zu einem Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit bis knapp unter 90%, danach wieder ein tendenzielles Absinken auf \approx 75%.

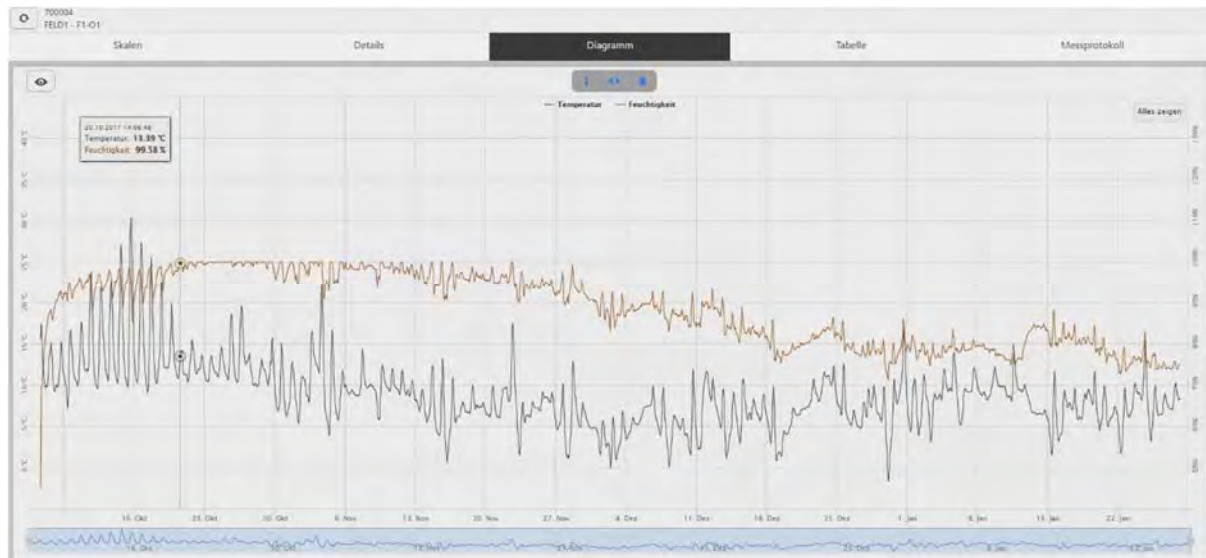
Skizze 38**700004** Entwicklung der Temperatur 06.10.17 – 28.01.18

Bis Mitte Oktober waren aufgrund der Sonneneinstrahlung noch relativ hohe Dachflächentemperaturen bis 30°C möglich. Danach kommt es zu einem kontinuierlichen Absinken der Temperaturen, wobei sie sich ab Mitte November 2018 bis Ende Jänner 2018 auf ≈ 5 bis 10°C einpendeln.

Der Sensor steht auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung, dadurch werden geringere Temperaturen gemessen als bspw. bei Sensoren, welche auf der Oberfläche der Dampfsperre liegen.

Skizze 39

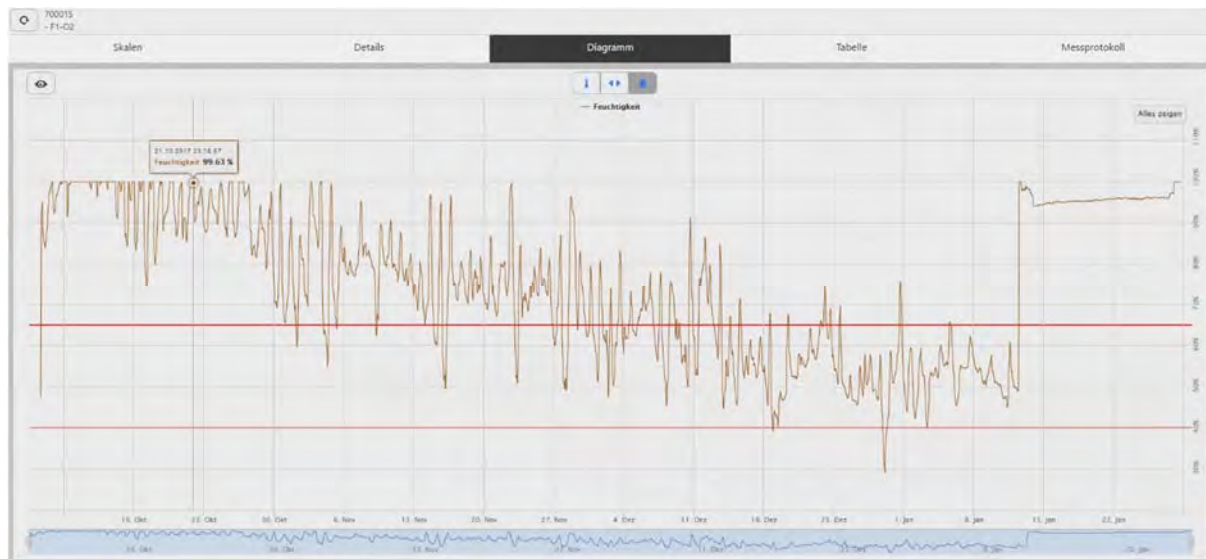
700004 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 06.10.17 – 28.01.18



Ab Mitte November 2017 beginnt die relative Luftfeuchtigkeit von $\approx 100\%$ langsam abzunehmen und pendelt sich mit Ende Jänner 2018 bei $\approx 75\%$ ein. Die dazu passenden Temperaturen bewegen sich zwischen 5°C und 10°C .

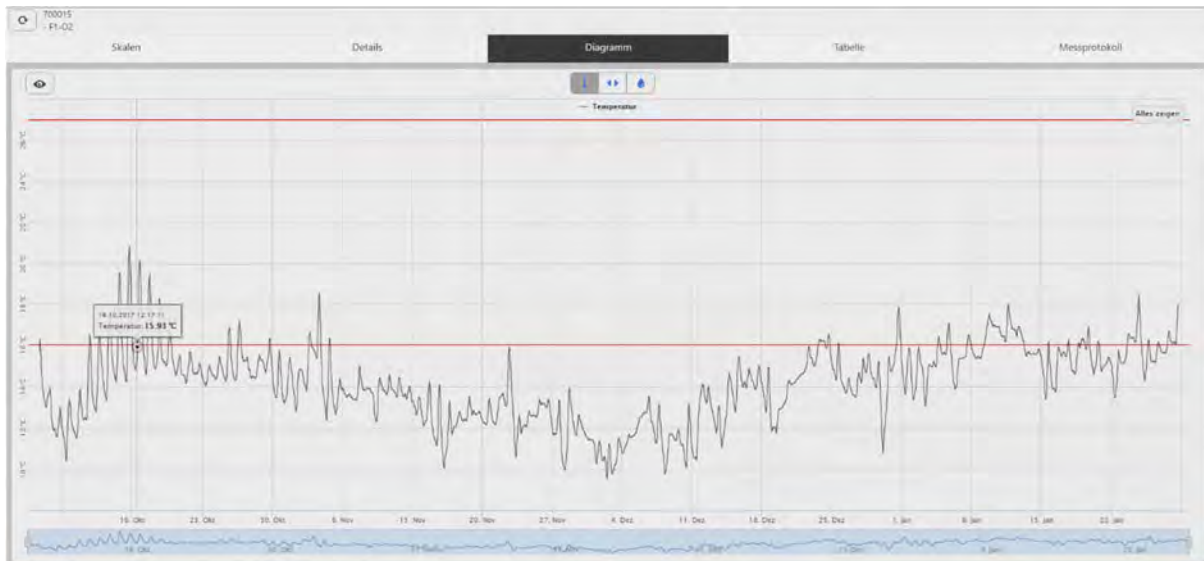
Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Skizze 40**700015** Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 06.10.17 – 28.01.18

Die relative Luftfeuchtigkeit steigt vom Einbautag am 06.10.2017 relativ rasch auf 100% an und behält bis Mitte Oktober 2017 relativ hohes Niveau. Die häufigen Reduktionen der relativen Luftfeuchtigkeit bis auf $\approx 75\%$ sind auf die Schwankungen der Temperatur im Dachmodul zurückzuführen. Die relative Luftfeuchtigkeit sinkt tendenziell und kontinuierlich bis zu einem Wert von $\approx 50\%$ bis 60% .

Am 12.01.2018 kommt es durch die Bewässerung des Moduls zu einem schlagartigen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit auf 100%. An den darauffolgenden Tagen reduziert sich die relative Luftfeuchtigkeit auf $\approx 95\%$ um mit Ende Jänner 2018 wieder auf 100% relative Luftfeuchtigkeit anzusteigen.

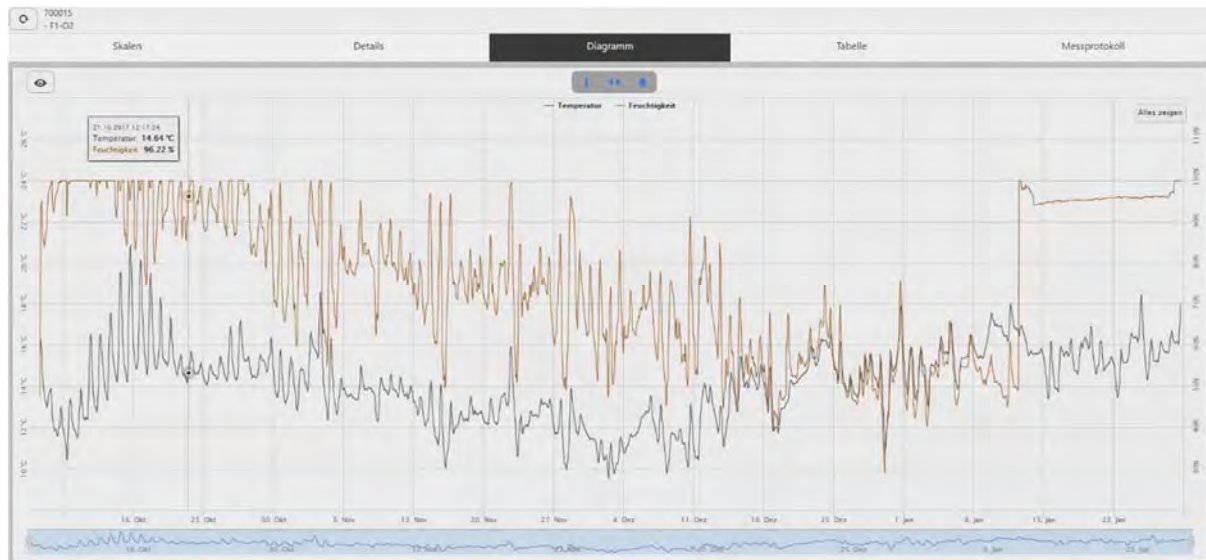
Skizze 41**700015** Entwicklung der Temperatur 06.10.17 – 28.01.18

Im Dachschichtenaufbau waren bis Mitte Oktober noch Temperatur mit Spitzenwerten bis 21°C festzustellen, danach kam es zu einer Reduktion der Durchschnittstemperaturen, welche dann zwischen 10°C und 14°C lagen.

Ab Mitte Dezember wurde die Raumtemperatur im Kubusinneren auf $\approx 18^\circ\text{C}$ erhöht wodurch sich die Temperatur auf der Oberfläche der Dampfsperre bei $\approx 16^\circ\text{C}$ einpendelte.

Skizze 42

700015 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 06.10.17 – 28.01.18



Die Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit ist anfangs relativ hoch und lag bei $\approx 100\%$. Tendenziell verliert das Dachmodul an relativer Luftfeuchtigkeit und werden bis Ende Jänner 2018 durchschnittliche Wert zwischen 50 und 60% gemessen.

Mit dem Bewässern des Dachmoduls ist ein logischer Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit auf 100% zu erwarten gewesen.

Die Temperaturkurve stellt den zu erwartenden Verlauf dar und nimmt bis Ende Jänner 2018 aufgrund der höheren Kubusinnenraumtemperatur auf $\approx 16^\circ\text{C}$ zu.

Schlussfolgerung:

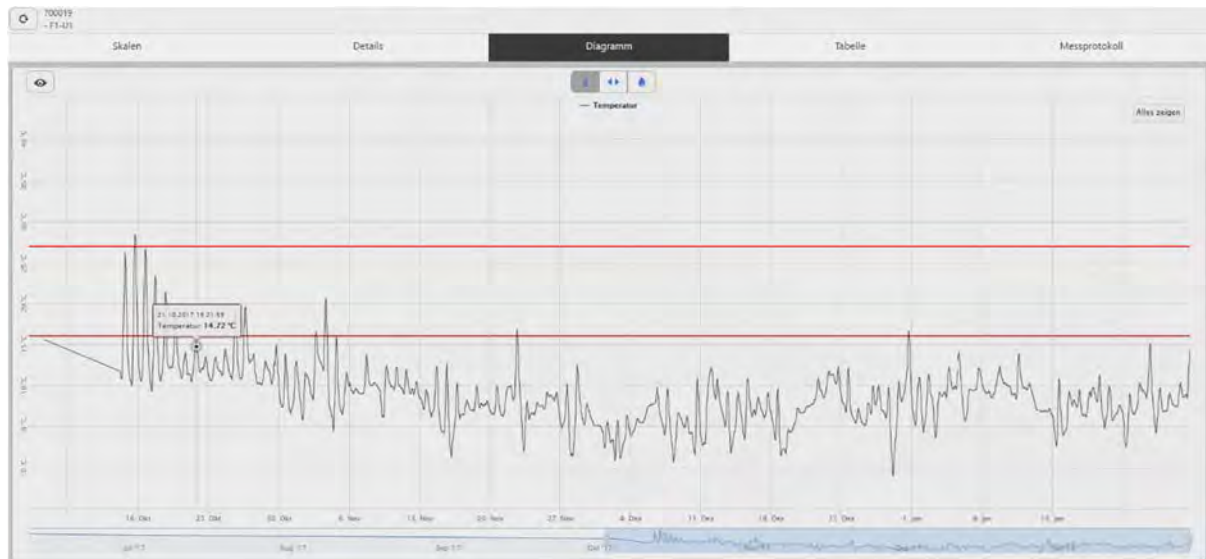
Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Skizze 43**700019** Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 06.10.17 – 28.01.18

Die Position des Sensors befindet sich auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung. Der Luftfeuchtigkeitsverlauf ist sehr ähnlich der Skizze **XX** des Sensors 700004.

Bei der Installation des Sensors kam es bis Ende Oktober 2017 zu einem relativ hohen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit, welcher sich dann bis Ende Jänner 2018 auf ein Niveau von \approx 75% bis 80% einpendelte.

Am 12.01.2018 kam es aufgrund der Bewässerung im Dachmodul Nr. 1 zu einem rasanten Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit auf 100%. Dieses hohe Niveau wird bis 28.01.2018 gehalten.

Skizze 44**700019** Entwicklung der Temperatur 06.10.17 – 28.01.18

Die Entwicklung der Temperatur entspricht sehr deutlich der Skizze **xx** von Sensor 700004.

Zum Ende der Messaufzeichnung stellt sich eine Temperatur zwischen 7 und 15°C ein.

Die Temperaturmessung befindet sich auf der Oberfläche der 1. Wärmedämmlage.

Skizze 45

700019 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 06.10.17 – 28.01.18



Bis auf die relativ hohe Luftfeuchtigkeit bis Ende Oktober 2017 entspricht der Verlauf der relativen Luftfeuchtigkeit den Temperaturmessungen.

Die tendenzielle Gesamtentwicklung entspricht auch den Messergebnissen von Sensor 700004, bis auf das bei Sensor 700019 ab 12.01.2018 es zu einer deutlichen Steigerung der relativen Luftfeuchtigkeit kommt (Bewässerung des 1. Dachmoduls).

Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Skizze 46

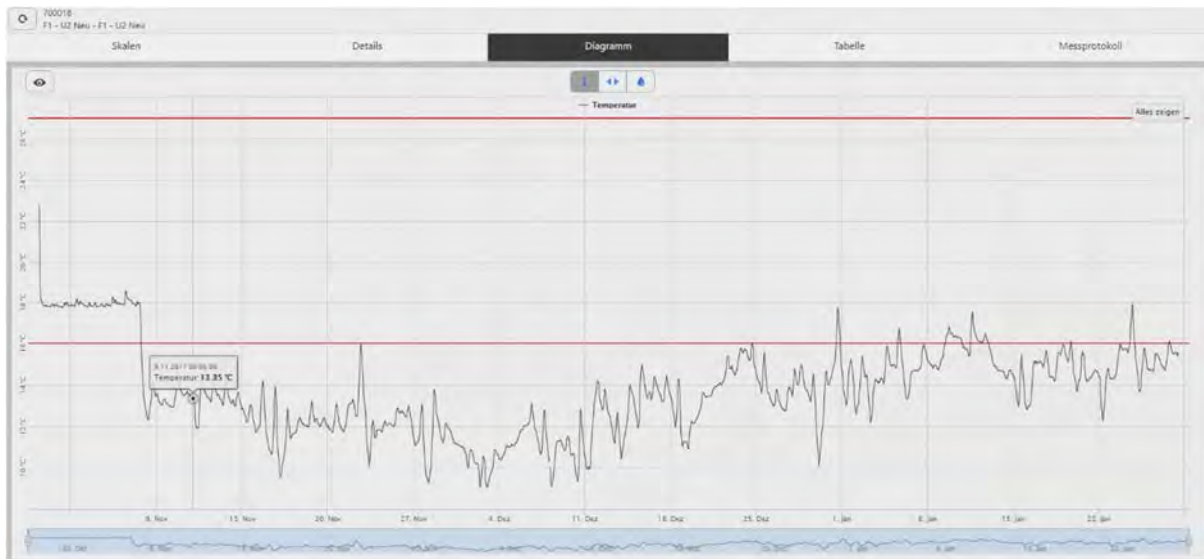
Defekter Sensor von 06.10.17 – 27.10.17

700018 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 27.10.17 – 28.01.18

Jener Sensor, welcher Daten vom 06.10. bis 27.10.2017 aufgezeichnete hatte letztendlich einen Defekt, diese Daten sind nicht mehr verwertbar.

Ab 27.10.2017 ist ein kurzfristiges Erreichen der 100% festzustellen, tendenziell reduziert sich die Luftfeuchtigkeit aber auf Werte zwischen 40 und 60%.

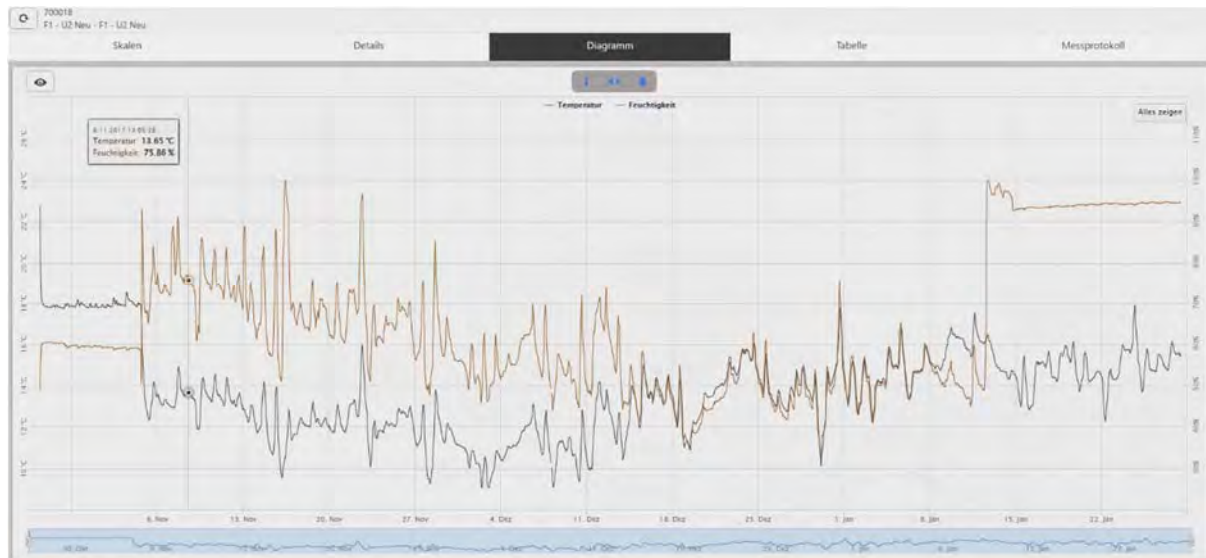
Am 12.01.2018 kommt es aufgrund der Bewässerung in Dachmodul Nr. 1 zu einem schlagartigen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit auf 100%, welche sich in den nachfolgenden Tagen auf $\approx 95\%$ reduzierte.

Skizze 47**700018** Entwicklung der Temperatur 27.10.17 – 28.01.18

Der Sensor ist auf der Oberfläche der Dampfsperre aufgestellt. Zu erkennen ist, dass die mittlere Temperatur zwischen November und Mitte Dezember 2017 bei $\approx 10^{\circ}\text{C}$ bis 14°C liegt, ab Mitte Dezember 2017 ist ein tendenzieller Anstieg der Temperatur auf $\approx 14^{\circ}\text{C}$ bis 16°C festzustellen.

Skizze 48

700018 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 27.10.17 – 28.01.18



Die relative Luftfeuchtigkeit entwickelt sich in Abhängigkeit der Temperatur erwartungsgemäß und lässt die Schlussfolgerung zu, dass es sich um einen funktionstüchtigen Dachschichtenaufbau handelt.

Mit der Bewässerung am 12.01.2018 und dem sprunghaften Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit auf 100% ist diese Veränderung deutlich wahrzunehmen und kann im baupraktischen Einsatz der Sensoren eine Fehlstelle im Dachschichtenaufbau identifizieren.

Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

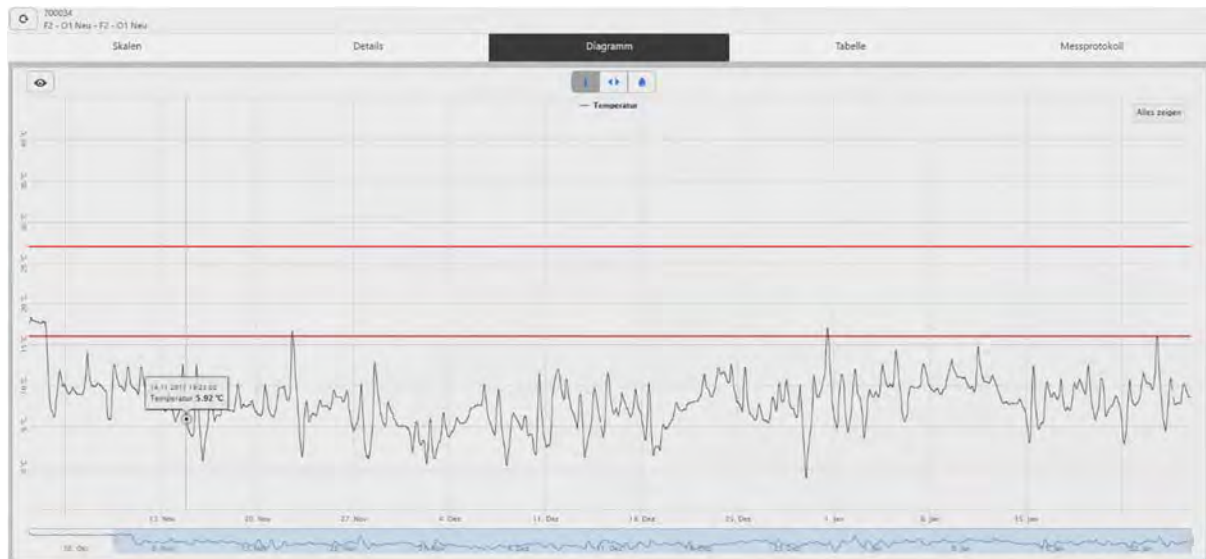
Dachmodul 2**Skizze 49**

Defekter Sensor von 06.10.17 – 04.11.17

700034 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 04.11.17 – 28.01.18

Von 06.10. bis 04.11.2017 liegen keine Messergebnisse vor, diese waren durch einen Defekt am Sensor nicht auslesbar.

Nach dem Einbau des Sensors 700034 steigt die relative Luftfeuchtigkeit kurzfristig auf 100%, um jedoch in den darauffolgenden Tagen bis zum Ende der Aufzeichnung am 28.01.2018 sich auf einen Wert von $\approx 65\%$ einzupendeln.

Skizze 50**700034** Entwicklung der Temperatur 04.11.17 – 28.01.18

Der Sensor ist auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung positioniert.

Wie bereits in Dachmodul Nr. 1 festzustellen war, liegt der Temperaturverlauf zwischen 5°C und 10°C.

Skizze 51

700034 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 04.11.17 – 28.01.18



Kurz nach dem Einbau des Sensors stieg die relative Luftfeuchtigkeit auf 100% an, wobei in den darauffolgenden Tagen ein Angleich der relativen Luftfeuchtigkeit an die Temperaturen im Dachschichtenaufbau erfolgte.

Mit Beurteilung am 28.01.2018 ist die abzulesende Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit plausibel und entspricht einem funktionstauglichen Dachelement.

Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Skizze 52

Defekter Sensor von 06.10.17 – 04.11.17

700035 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 04.11.17 – 28.01.18

Den Zeitraum von 06.10. bis 04.11.2017 decken keine Messergebnisse aufgrund eines defekten Sensors ab.

Der eingebaute Sensor 700035 erreicht nach dem Einbau $\approx 90\%$ relative Luftfeuchtigkeit um sich bis zum 28.01.2018 auf $\approx 30\%$ bis 40% relative Luftfeuchtigkeit einzupendeln.

Skizze 53**700035** Entwicklung der Temperatur 04.11.17 – 28.01.18

Der Sensor steht auf der Oberfläche der Dampfsperrebene. Deutlich ist der Temperaturanstieg mit Mitte Dezember 2017 festzustellen, zu diesem Zeitpunkt wurde das Thermostat der Heizung im Kubusinneren auf 22 bis 23°C erhöht.

Die Temperatur auf der Dampfsperrebene beträgt ≈ 18 bis 20°C.

Skizze 54

700035 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 04.11.17 – 28.01.18



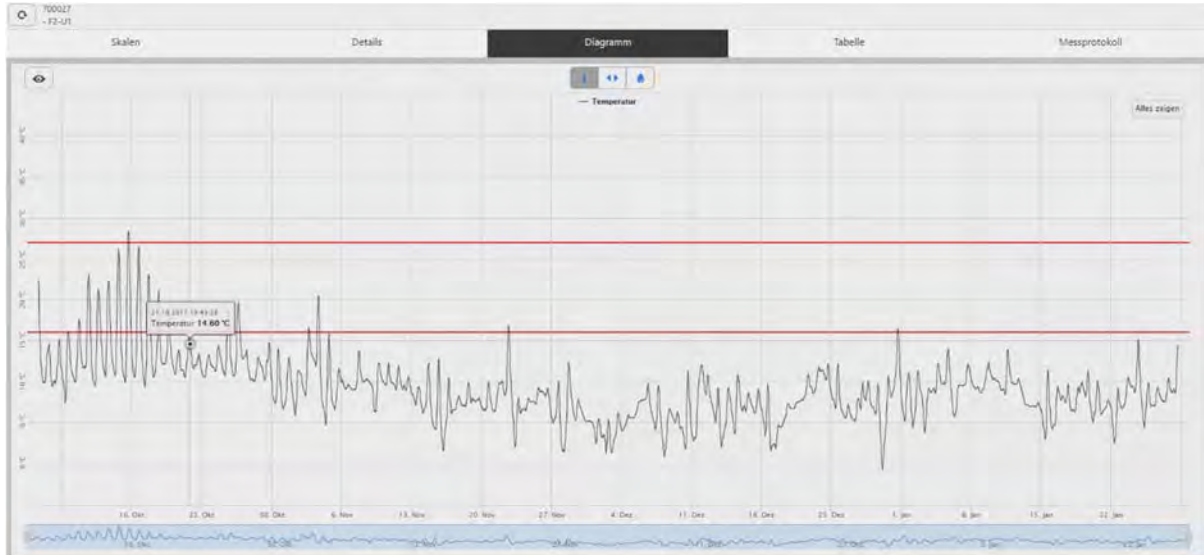
Nach anfänglich erhöhter relativer Luftfeuchtigkeit kommt es zu einem Absinken auf einen Wert von $\approx 30\%$ bis 40% , welcher sich in Abhängigkeit der Temperatur geringfügig erhöht oder verringert.

Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Skizze 55**700027** Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 06.10.17 – 28.01.18

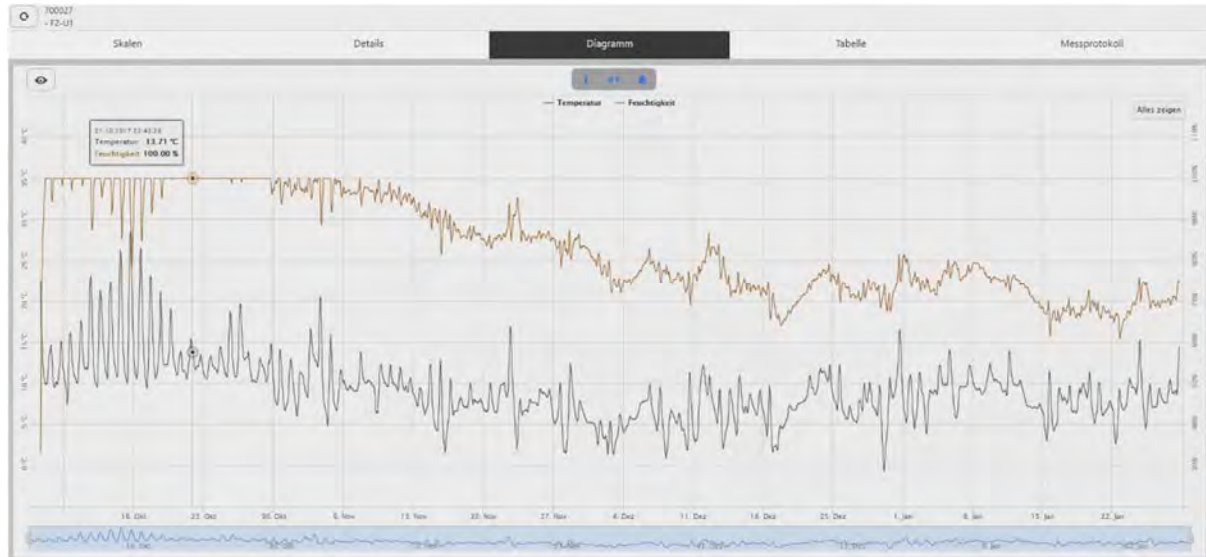
Mit dem Einbau des Sensors am 06.10.2017 stieg die relative Luftfeuchtigkeit bis Ende Oktober 2017 relativ konstant auf 100% an. Danach kommt es zu einer stetigen Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit, welche sich am 28.01.2018 mit $\approx 70\%$ einpendelt.

Skizze 56**700027** Entwicklung der Temperatur 06.10.17 – 28.01.18

Der Sensor befindet sich auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung. Die Temperatur erreicht im Jänner 2018 Werte zwischen 5°C und $\approx 10^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht auch jenen Temperaturwerten, welche bei anderen Sensoren, welche auf der Oberfläche der 1.Lage Wärmedämmung positioniert waren, gemessen wurden.

Skizze 57

700027 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 06.10.17 – 28.01.18



Beim Einbau des Feuchte-Temperaturensors konnten relativ starke Schwankungen in der relativen Luftfeuchtigkeit und der Temperatur festgestellt werden. Diese Schwankungen nahmen in der Dynamik ab und die relative Luftfeuchtigkeit entwickelte eine übliche Synchronität zur Temperaturentwicklung.

Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

700040 Defekter Sensor; Für den Forschungsendbericht sind keine relevanten Werte verfügbar!

700047 Sensor im Rohr Nr.1; Einbau des Sensors Anfang Februar 2018. Für den Forschungsendbericht sind keine relevanten Werte verfügbar!

Dachmodul 3**Skizze 58****700032** Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 06.10.17 – 28.01.18

Nach dem Einbau des Sensors verblieb die relative Luftfeuchtigkeit bis Anfang November 2017 deutlich auf 100%. Erst danach kommt es zu einer stetigen Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit, welche sich gegen Ende der Messreihen zwischen 70 % und 80% einpendelt.

Skizze 59**700032** Entwicklung der Temperatur 06.10.17 – 28.01.18

Der Sensor ist auf der Oberfläche der 1. Lage Wärmedämmung positioniert.

Nach anfänglich stärkeren Temperaturschwankungen pendelt sich die Temperatur auf Werte zwischen 5°C und 10°C ein.

Skizze 60

700032 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 06.10.17 – 28.01.18



Nach anfänglich starken Schwankungen in Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit kommt es zu einem üblichen Angleichen der Temperatur- und relative Luftfeuchtigkeitskurven.

Zum Abschluss der Messreihe sind Werte festzustellen, welche einem funktionstüchtigen Dachschichtenaufbau entsprechen.

Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Skizze 61**700033** Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 06.10.17 – 28.01.18

Nach anfänglich relativ hoher Luftfeuchtigkeit bis zu 100% Mitte Oktober 2017, kommt es danach zu einer stetigen Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit, deren Werte bis zum Ende der Aufzeichnung zwischen 40% und 50% erreichen.

Skizze 62**700033** Entwicklung der Temperatur 06.10.17 – 28.01.18

Der Sensor befindet sich auf der Oberfläche der Dampfsperre.

Nach anfänglich relativ hohen Temperaturen reduzierten sich die Temperaturen bei diesem Sensor auf 12°C bis ≈ 14°C. Nach der Temperaturerhöhung im Kubusinnenraum stieg die Temperatur auf Werte zwischen 16°C bis 18°C.

Skizze 63

700033 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 06.10.17 – 28.01.18



Nach den anfänglich hohen relativen Luftfeuchtigkeitswerten und Temperaturschwankungen entwickeln die beiden Messkurven der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit eine Synchronität, welche auf einen funktionstüchtigen Dachaufbau schließen lassen.

Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Dachmodul 4

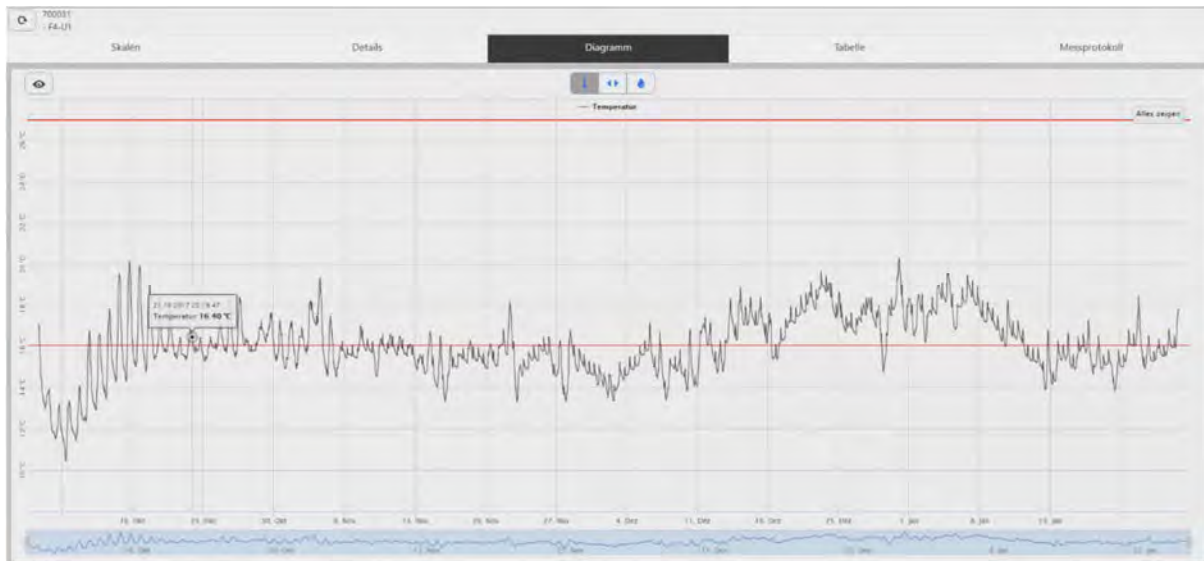
700023 Defekter Sensor. Für den Forschungsendbericht sind keine relevanten Werte verfügbar!

Skizze 64

700031 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 06.10.17 – 28.01.18



Die in den ersten Tagen des Sensors Einbaus herrschende relativ hohe Luftfeuchtigkeit von 100% reduziert sich kontinuierlich bis Anfang Dezember 2017 auf einen Wert von $\approx 40\%$, um im Durchschnitt diesen Wert bis zum Ende der Messreihe beizubehalten.

Skizze 65**700031** Entwicklung der Temperatur 06.10.17 – 28.01.18

Der Sensor befindet sich auf der Oberfläche der Dampfsperre.

Bis Anfang Dezember 2017 war eine mittlere Temperatur von 14°C bis 16°C festzustellen, nach Erhöhung der Kubusinnenraumtemperatur pendelte sich die Temperatur bei $\approx 18^{\circ}\text{C}$ ein.

Skizze 66

700031 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 06.10.17 – 28.01.18



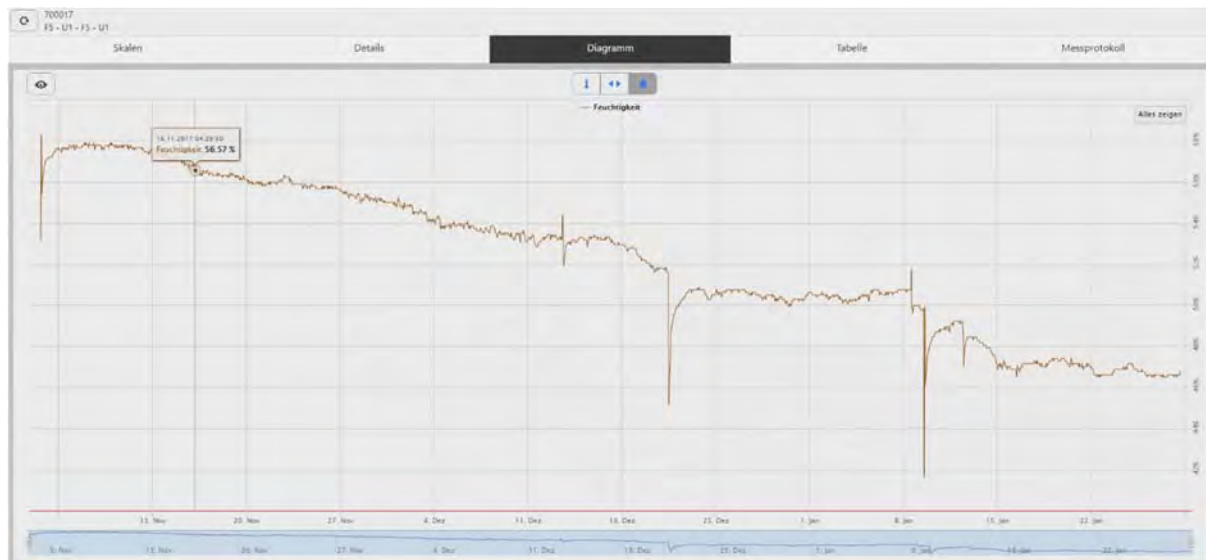
Nach relativ unruhigen Temperaturwerten und relativ hohen Luftfeuchtigkeitswerten konnte ab Ende Oktober 2017 zwischen der Temperatur und relative Luftfeuchtigkeitsmesskurve eine Synchronität hergestellt werden, welche auf einen funktionstauglichen Dachaufbau schließen lässt.

Schlussfolgerung:

Nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

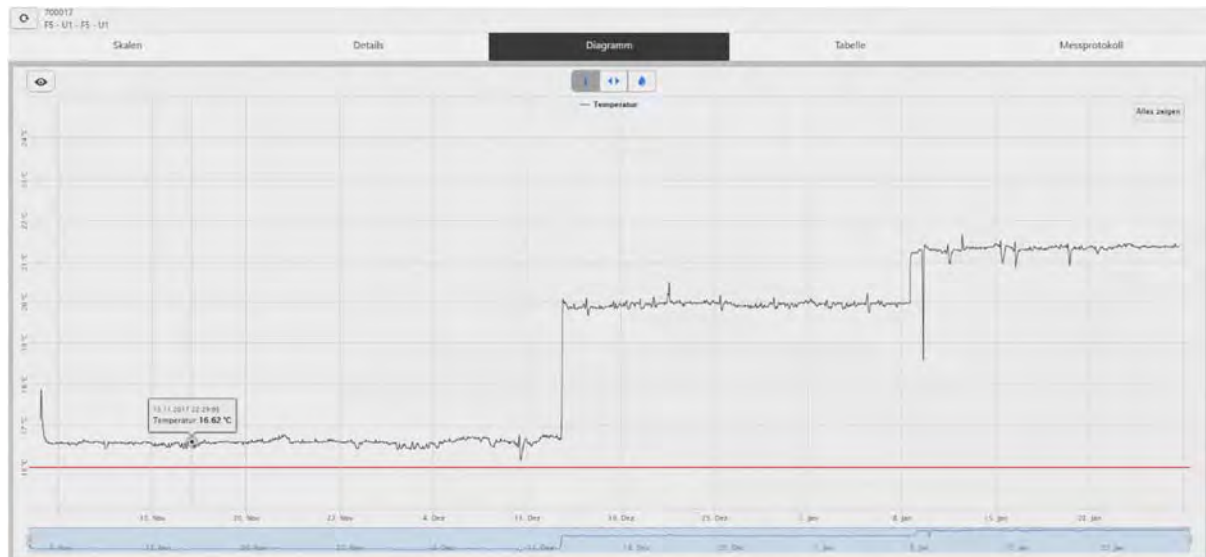
Dachmodul 5**Skizze 67**

Defekter Sensor von 06.10.17 – 04.11.17

700017 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 04.11.17 – 28.01.18

Der ursprüngliche Sensorprototyp, welcher Messwerte vom 06.10. bis 04.11.2017 gespeichert hat, war ausgefallen. Beim gegenständlichen Sensor 700017 ist zu erkennen, dass in der Einbauphase Anfang November 2017 Luftfeuchtigkeitswerte von $\approx 56\%$ vorherrschten, welche sich bis Ende der Messreihe auf $\approx 47\%$ einstellen.

Das relativ gleichmäßige Diagramm, welches am 21.12.2017 und 10.01.2018 deutliche Veränderungen in der Diagrammlinie zeigt, wird auf das Öffnen des Einbring-/Durchgriffsöffnungsdeckel zurückzuführen sein.

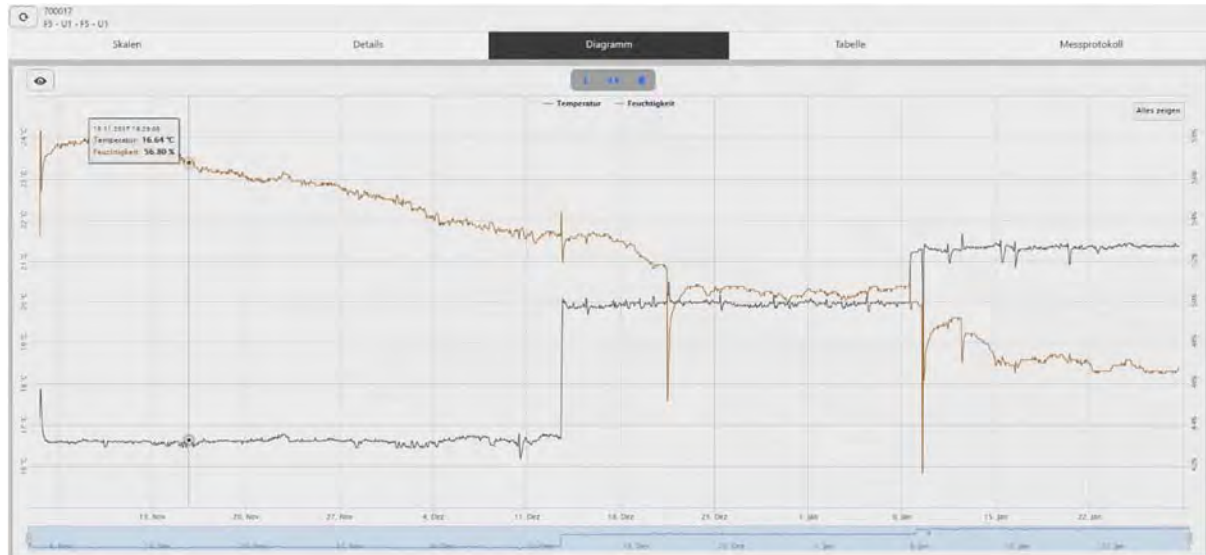
Skizze 68**700017** Entwicklung der Temperatur 04.11.17 – 28.01.18

Der Sensor befindet sich auf der Dampfsperroberfläche.

Der relativ deutliche Anstieg am 14.12.2017 von 17°C auf 22°C und der danach folgenden Temperaturmessung bis 09.01.2018 und den weiteren Anstieg auf $\approx 21^{\circ}\text{C}$ ist ungewöhnlich und würde den Messungen der restlichen Sensoren nicht entsprechen.

Skizze 69

700017 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 04.11.17 – 28.01.18



Der Verlauf der Messkurve, welche die relative Luftfeuchtigkeit darstellt, wäre noch einigermaßen plausibel zu erklären, bewegen sich die Werte der übrigen Sensoren in etwa auf ähnlichem Niveau. Die Amplituden der Messkurve sind jedoch relativ ungewöhnlich. Bei der Betrachtung der Temperaturmesskurven, insbesondere deren stufenförmiger Anstieg wäre davon auszugehen, dass der Micro Sensor einen Defekt in der Kalibrierung aufweist. Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit des Dachschichtenaufbaus sind mit diesen Messwertergebnissen nur eingeschränkt möglich.

Schlussfolgerung:

NICHT nachvollziehbare Temperaturmessung und Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Der Sensor **700017** wurde ausgebaut da er keine realistischen Messergebnisse zeigte.

Als Ersatz kommt Sensor **700045** Anfang Februar 2018 zum Einsatz. Für den Forschungsendbericht sind vom Sensor **700045** keine relevanten Werte verfügbar!

Einbau des Sensors **700046** Anfang Februar 2018.

Für den Forschungsendbericht sind keine relevanten Werte verfügbar!

Dachmodul 6

Einbau des Sensors **700052** Anfang Februar 2018.

Für den Forschungsendbericht sind keine relevanten Werte verfügbar!

700065 Sensor im Rohr Nr.2; Einbau des Sensors Anfang Februar 2018.

Für den Forschungsendbericht sind keine relevanten Werte verfügbar!

Einbau des Sensors **700058** Anfang Februar 2018.

Für den Forschungsendbericht sind keine relevanten Werte verfügbar!

Kubusinnenklima

Skizze 70

900067 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 04.11.17 – 28.01.18



Die relative Luftfeuchtigkeit sinkt im Verlauf der Fertigstellungsarbeiten an der Kubushülle im Innenraum kontinuierlich von ~ 65% auf ~ 45%.

Skizze 71

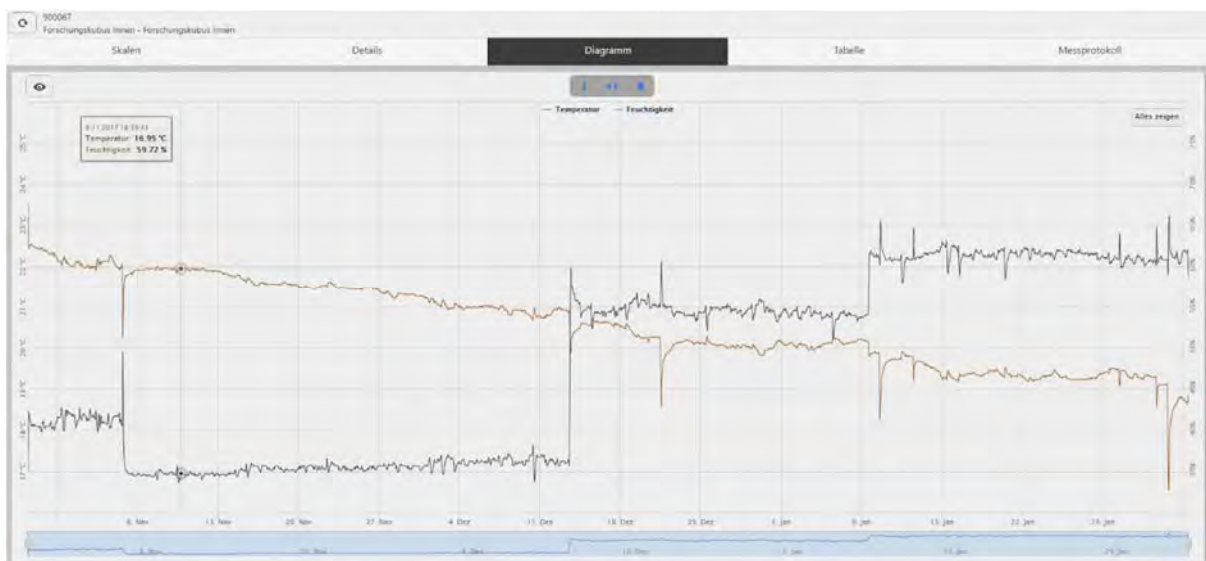
900067 Entwicklung der Temperatur 04.11.17 – 28.01.18



Die Innentemperatur erhöhte sich nach dem Abschluss der Fertigstellungsarbeiten an der Kubushülle nur geringfügig da der Heizkörper mit einem Sensor ausgestattet ist, welcher die Temperatur anfangs konstant auf ca. 17°C gehalten hatte. Ab 12-13 Dezember 2017 wurde die Innentemperatur auf 21°C erhöht, ca. 3 Wochen später nochmals auf 22°C nachjustiert.

Skizze 72

900067 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 04.11.17 – 28.01.18



Die Entwicklung der relativen Luftfeuchte korreliert mit der Raumtemperatur. Für die Beurteilung der Sensormessdaten in den Dachmodulen Nr. 1-6 stellt die Kenntnis über das Innenklima des Kubuses einen wichtigen Beitrag dar.

18 EINBAU DER MICRO-MONITORING-SYSTEMKOMPONENTEN IN GEBAUTE UND GENUTZTE DÄCHER

Insgesamt wurden 8 Sensoren an unterschiedliche Unternehmer weitergegeben, damit diese Sensoren in Flachdachkonstruktionen eingebaut werden. Die Firmen erhielten eine Montageanleitung sowie ein Objekterfassungsblatt (siehe Tabellen 2-9), in welchem die wesentlichsten Rahmenbedingungen des Objektes zu vermerken waren (z.B. Dachaufbau). Nach der Applikation des Sensors im Dachschichtenaufbau erhielten die Unternehmen Zugang zur Webplattform, damit auch sie die Messwertentwicklungen nachverfolgen können.

Montageanleitung



Analyse der Meßergebnisse

asmme
Assoziation für Messung, Monitoring & Diagnostik
Institute für Gebäudetechnik und Energieeffizienz
www.asmme.at

Position	10/10/2016	11/10/2016	12/10/2016	13/10/2016	14/10/2016	15/10/2016	16/10/2016	17/10/2016	18/10/2016	19/10/2016	20/10/2016	21/10/2016	22/10/2016	23/10/2016	24/10/2016	25/10/2016	26/10/2016	27/10/2016	28/10/2016	29/10/2016	30/10/2016	31/10/2016	
1	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
2	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
3	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
4	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
6	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
7	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
8	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
9	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
10	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
11	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
12	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
13	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
14	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
15	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
16	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
17	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
18	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
19	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
20	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
21	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
22	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
23	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
24	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
25	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
26	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
27	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
28	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
29	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
30	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
31	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5

www.asmme.at

Anwendungsbereich

- o vorzugsweise im Wärmehaarfuss
- o nicht geeignet für den Umkehrhaarfuss
- o Dächer mit Dachaufsatz/Anstrichschichten/Abdeckungen
- o Dächer mit lose verlegten Dachschichten
- o Dachschichten mit Klebverleim z.B. Kompaktdach
- o schwach- bis geneigte Flächen z.B. Flachdach-Gelände-Flussde
- o schwerig zugängliche Bauteile z.B. Befahrbare Dächer, Fundamentplatte
- o Kontrolle der Trocknungsleistung nach Feuchtheitsmessungen
- o Nassräume
- o erdberührende Bauteile
- o Wasserbehälter

www.asmme.at

Positionierung

- o am Tiefpunkt einer geneigten Konstruktionsoberfläche z.B. Dampfsperre
- o auf der Ebene der Dampfsperre / innerhalb des Zwischenschichtes / unterhalb der Dachabdichtung
- o im besetzten Dachschutz mit Fliesenoberfläche
- o im besetzten Dachschutz mit Wasserfläche
- o abgehängtes Dachtragwerk
- o nahe von Anbauelementen z.B. Portal-Türschwelle, Rasen
- o unterhalb von innenliegenden Rinnen
- o nahe Wärmehaarfuss
- o im Bereich von Holzbauteilen
- o durchlaufendes Dachschichten mit entweder innen- oder außenliegender unterschiedlicher Nutzung/Schutzschichtung
- o über/unter Rasendeckung an Außenabdichtung
- o unterhalb von Fischchen im Nassraum
- o unterhalb von Fußbodenaufbauten bei erdberührenden Bauteilen

www.asmme.at

Montagepraxis

www.asmme.at

Montagepraxis



Einbaugöffnung innerhalb der Wärmehaarfuss einbringen!!

www.asmme.at

18.1 Sensornummer 700009 Fa. Hofer

Firma Hofer aus 4191 Vorderweissenbach hat am 06.09.2017 den Sensor mit der Nr. 700009 auf einem Flachdach einer neu zu errichtenden Wohnhausanlage eingebaut. Zum Zeitpunkt des Sensoreinbaus war das Objekt noch nicht beheizt. Gemäß Angaben der Firma Hofer wird eine Beheizung des Gebäudes ab Abfang Dezember 2017 erfolgen. Der Sensor wurde in einen Warmdachschieftaufbau direkt auf der Dampfsperre eingebaut. Die Dicke der Wärmedämmung im Bereich des Sensors betrug ≈ 34 cm. Weitere Angaben siehe Objektdatenblatt Tabelle 2.

Tabelle 2

Sensor Nr. 700009	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung		Im Büro IFB				07:00	06.09.17
Sensor Einbau						16:00	06.09.17
Objektadresse		AUSTRIA- Gallneukirchen Heinz-Lischke-Straße 1 Koordinaten: Latitude 48°35'36"300 Longitude 14°41'60"400		350 m	4210		
Sensor Adresse		Flachdach, erstes Kontrollrohr im Westen					
Sensor Einbauposition (Beschattet durch aufragende Wände, Bäume etc.)		- geometrisch nahe Hochpunkt – d.h. hohe Dicke der Gefälle-WD	Frei	Gebäude- höhe: 10 m			
Zustand Dachaufbau (Einbaufeuchte)			Trockener Schichtaufbau				
Baufeuchte (Neubau oder Bestand)			Neubau				
Konstruktionsaufbau		- Stahlbeton - E-AL GV4 - EPSW20; 20-34cm - Resitrix MB 3,1mm - Vlies - Kies 6cm					
Spezifikation d. Decke		Beton, Holz, Metall	Keine Fugen (Ortbeton) oder Elementfugen				
Dicke der WD bei Sensor (ggf. Dachaufbau)			30 cm				
Sensorposition im Schichtaufbau			auf der Dampfsperre				

Einbringöffnung - Querschnitt der WD (Offen/ geschlossen)		Inspektionsrohr von Bauder	geschlossen				
Entfernung d. Sensors von Dachdurchdringungen, Attiken, Dachrandabschluss, Dachlüfter etc.		Attika ca. 200cm					
Gefälle der Dampfsperre			0%				
Abschottungen		3 Dachsegmente zu je =120m2	ja				
Oberflächenfarbe der Dachabdichtung			schwarz				
Oberflächenrauheit der Dachabdichtung			rau				
Schichten auf der Abdichtung		wurde aufgebracht	Kies				14.09.17
Gefälle in der Abdichtungsebene			2%				
Exposition des Gebäudedaches		- teilweise umbaut					
Innenraumklimadaten gemessen/angenommen		Annahme – Standard Wohnraum Beginn der Nutzung Mitte 2018	Luftdruck: Keine Daten				00.00.00
Außenklimadaten		keine Aufzeichnungen					
Bauphysik Berechnung			- Keine				
Notizen		Beheizung des Gebäudes				ca. ab	27.11.17

18.2 Sensornummer 700002 KFJ

Auf der Terrasse am Kaiser Franz Spital, 1100 Wien wurde in die neu errichtete Terrassenaufbaukonstruktion im unmittelbaren Anschlussbereich zu einer belüfteten Glasfassade der Sensor eingebaut. Die Dicke der Gefällewärmedämmung beim Sensor betrug 17,8 cm. Material PU-Wärmedämmung. Der gesamte Dachaufbau wird von Betonplatten abgedeckt. Das Objekt befindet sich in Betrieb, eine Klimatisierung der Räume ist vorhanden. Weitere Angaben siehe Objektdatenblatt Tabelle 3.

Tabelle 3

Sensor Nr. 700002	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung		Büro IFB				18:00	03.09.17
Sensor Einbau						18:00	05.09.17
Objektadresse		AUSTRIA- Wien, Kundratstraße 3 Koordinaten: Latitude 48° 17' 41'' 67 (N) Longitude 16° 35' 07'' 73 (E)		225 m	1100		
Sensor Adresse		Stiege 6, Terrasse 6, links von der Eingangstür zur Station 31					
Sensor Einbauposition (Beschattet durch aufragende Wände, Bäume etc.)		- Abgedeckt durch belüftete Glasfassade, - geometrischer Tiefpunkt – d.h. geringe Dicke der Gefälle-WD	Frei Ost-Süd- West	Gebäude- höhe: 10 m			
Zustand Dachaufbau (Einbaufeuchte)			Trockener Schichtaufbau				
Baufeuchte (Neubau oder Bestand)			Bestand				
Konstruktionsaufbau		- Stahlbeton 30cm aktiviert - E-AL GV4 - E-AL GV4 - EPS W 25 Gefälle 00- 00cm - Polymerbitumen 9mm - 10cm Splitt - 8cm Beton-platten					
Spezifikation d. Decke		Beton, Holz, Metall	Keine Fugen (Ortbeton) oder Elementfugen				
Dicke der WD bei Sensor (ggf. Dachaufbau)		PU-Wärmedämmung	17,8 cm				
Sensorposition im Schichtaufbau			auf der Dampfsperre				

Einbringöffnung - Querschnitt der WD (Offen/ geschlossen)		Grumbach	offen				
Entfernung d. Sensors von Dachdurchdringungen, Attiken, Dachrandabschluss, Dachlüfter etc.			50cm				
Gefälle der Dampfsperre			0 %				
Abschottungen		2 Dachsegmente vor der Türe 3 Dachsegmente zu je ca. 200m2					
Oberflächenfarbe der Dachabdichtung			grün/grau				
Oberflächenrauheit der Dachabdichtung			rau beschiefert				
Schichten auf der Abdichtung			- 10cm Splitt - 8cm Betonplatten				01.05.17
Gefälle in der Abdichtungsebene			2 %				
Exposition des Gebäudedaches		- umbaut					
Innenraumklimadaten gemessen/angenommen		Klimatisiert, Stahlbetondeckenaktivierung Beginn der Nutzung	Luftdruck:				01.05.16
Außenklimadaten		keine Aufzeichnungen					
Bauphysik Berechnung			- Keine				

18.3 Sensornummer 700021 KFJ

Am Flachdach des Haupthauses vom Kaiser Franz Josef Spital, 1100 Wien wurde im neu errichteten Flachdachaufbau ein Sensor am Tiefpunkt der Gefällewärmedämmung eingebaut. Dicke der EPS-Wärmedämmung \approx 20 cm. Die Räume unterhalb der Flachdachkonstruktion werden klimatisiert. Weitere Angaben siehe Objektdatenblatt Tabelle 4.

Tabelle 4

Sensor Nr. 700021	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung		Büro IFB				18:00	03.09.17
Sensor Einbau						18:00	18.10.17
Objektadresse		AUSTRIA- Wien, Kundratstraße 3 Koordinaten: Latitude 48° 17' 41'' 67 (N) Longitude 16° 35' 07'' 73 (E)		225 m	1100		
Sensor Adresse		Flachdach Haupthaus					
Sensor Einbauposition (Beschattet durch auftragende Wände, Bäume etc.)		Keine Beschattung	Frei Ost-Süd- West	Gebäude- höhe: 20 m			
Zustand Dachaufbau (Einbaufeuchte)			Trockener Schichtaufbau				
Baufeuchte (Neubau oder Bestand)			Bestand				
Konstruktionsaufbau		- Stahlbeton 30cm aktiviert - E-AL GV4 - E-AL GV4 - EPS W 25 Gefälle 00- 00cm - Polymerbitumen 9mm - 20cm Splitt - 10cm Dachbegrünung					
Spezifikation d. Decke		Beton, Holz, Metall	Keine Fugen (Ortbeton) oder Elementfugen				
Dicke der WD bei Sensor (ggf. Dachaufbau)		EPS W 25	20 cm				
Sensorposition im Schichtaufbau			auf der Dampfsperre				
Einbringöffnung - Querschnitt der WD (Offen/ geschlossen)		Grumbach	offen				
Entfernung d. Sensors von Dachdurchdringungen, Attiken, Dachrandabschluss, Dachlüfter etc.			150cm				
Gefälle der Dampfsperre			0 %				

Abschottungen		Abschottungen zu je ca. 200m ²					
Oberflächenfarbe der Dachabdichtung			grün/grau				
Oberflächenrauheit der Dachabdichtung			rau beschiefert				
Schichten auf der Abdichtung			- 20cm Splitt - 10cm extensive Begrünung				01.10.17
Gefälle in der Abdichtungsebene			2 %				
Exposition des Gebäudedaches		- umbaut					
Innenraumklimadaten gemessen/angenommen		Klimatisiert, Stahlbetondecken- aktivierung Beginn der Nutzung	Luftdruck:				
Außenklimadaten		keine Aufzeichnungen					
Bauphysik Berechnung			- Keine				

18.4 Sensornummer 700039 KFJ

Am Flachdach des Haupthauses Ebene 6 am Kaiser Franz Josef Spital, 1100 Wien wurde ein Sensor in den Flachdachschichtenaufbau eingebaut. Die Wärmedämmung aus EPS-W25 ist im Gefälle verlegt, der Sensor ist am Tiefpunkt bei ≈ 18 cm Wärmedämmdicke eingebaut worden. Die Räume unterhalb des Flachdaches werden genutzt und klimatisiert, das Flachdach ist mit Betonplatten abgedeckt. Weitere Angaben siehe Objektdatenblatt Tabelle 5.

Tabelle 5

Sensor Nr. 700039	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung		Büro IFB				18:00	03.09.17
Sensor Einbau						18:00	18.10.17
Objektadresse		AUSTRIA- Wien, Kundratstraße 3 Koordinaten: Latitude 48° 17' 41'' 67 (N) Longitude 16° 35' 07'' 73 (E)		225 m	1100		
Sensor Adresse		Haupthaus Ebene 06					
Sensor Einbauposition (Beschattet durch auftragende Wände, Bäume etc.)		- Abgedeckt durch belüftete Glasfassade, - geometrischer Tiefpunkt – d.h. geringe Dicke der Gefälle-WD	Frei Ost-Süd- West	Gebäude- höhe: 20 m			
Zustand Dachaufbau (Einbaufeuchte)			Trockener Schichtaufbau				
Baufeuchte (Neubau oder Bestand)			Bestand				
Konstruktionsaufbau		- Stahlbeton 30cm aktiviert - E-AL GV4 - E-AL GV4 - EPS W 25 Gefälle 00- 30cm - Polymerbitumen 9mm - 10cm Splitt - 8cm Beton-platten					
Spezifikation d. Decke		Beton, Holz, Metall	Keine Fugen (Ortbeton) oder Elementfugen				
Dicke der WD bei Sensor (ggf. Dachaufbau)		EPS W 25	18 cm				
Sensorposition im Schichtaufbau			auf der Dampfsperre				
Einbringöffnung - Querschnitt der WD (Offen/ geschlossen)		Grumbach	offen				
Entfernung d. Sensors von Dachdurchdringungen, Attiken, Dachrandabschluss, Dachlüfter etc.			50cm				

Gefälle der Dampfsperre			0 %				
Abschottungen		2 Dachsegmente ca. 200m ²					
Oberflächenfarbe der Dachabdichtung			grün/grau				
Oberflächenrauheit der Dachabdichtung			rau beschiefert				
Schichten auf der Abdichtung			- 10cm Splitt - 8cm Betonplatten				01.05.17
Gefälle in der Abdichtungsebene			2 %				
Exposition des Gebäudedaches		- umbaut					
Innenraumklimadaten gemessen/angenommen		Klimatisiert, Stahlbetondeckenaktivierung Beginn der Nutzung	Luftdruck:				01.05.16
Außenklimadaten		keine Aufzeichnungen					
Bauphysik Berechnung			- Keine				

18.5 Sensornummer 700005 Entner

Die Firma Entner aus Vorarlberg hat in ein Bürodach eines Hackschnitzelwerkes in einen Warmdachaufbau einen Sensor appliziert. Gemäß Auskunft von Herrn Entner wurde der Sensor in einen feuchten Wärmedämmschichtenaufbau aus gebrauchten EPS-Wärmedämmplatten, welche im Freien gelagert wurden eingebaut. Weitere Angaben siehe Objektdatenblatt Tabelle 6.

Tabelle 6



Sensor Nr. 700005	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung						07:00	07.09.17
Sensor Einbau						00:00	17.10.17
Objektadresse		AUSTRIA- Vorarlberg Büro eines Hackschnitzelwerks Koordinaten: Latitude Longitude		0.000	0000		
Sensor Adresse		XXXXX					
Sensor Einbauposition (Beschattet durch aufragende Wände, Bäume etc.)		Verschattet		Gebäude- höhe:			
Zustand Dachaufbau (Einbaufeuchte)		Gebrauchte EPS-Wärmedämmung wurde im Freien gelagert und feucht eingebaut	Feuchter Schichtaufbau				
Baufeuchte (Neubau oder Bestand)		Ist auch zu berücksichtigen	Neubau				
Konstruktionsaufbau		Ca. 14 cm Brettstapeldecke Dampfsperre 5mm mit Alu EPS im Gefälle im Mittel ca. 25cm 2 Lagen Bitumen 4mm KSA + 5mm wurelfest					
Spezifikation d. Decke		Holz,	Keine Fugen (Ortbeton) oder Elementfugen				
Dicke der WD bei Sensor (ggf. Dachaufbau)			Ca. 30 cm				
Sensorposition im Schichtaufbau			Dampfsperre				
Einbringöffnung - Querschnitt der WD (Offen/ geschlossen)		Sensor wurde in die WD eingeschäumt. Um zum Sensor zu kommen muss die WD aufgeschnitten werden!	offen				
Entfernung d. Sensors von Dachdurchdringungen, Attiken, Dachrandabschluss, Dachlüfter etc.							
Gefälle der Dampfsperre			0%				
Abschottungen							
Oberflächenfarbe der Dachabdichtung			XXXXX				

Oberflächenrauheit der Dachabdichtung			xxxxxx				
Schichten auf der Abdichtung			Am 05.12 2017 war noch kein Kies oder Gründach aufgebracht				00.00.00
Gefälle in der Abdichtungsebene			1,5 %				
Exposition des Gebäudedaches		- teilweise umbaut					
Innenraumklimadaten gemessen/angenommen		Annahme – Standard Wohnraum Beginn der Nutzung	Luftdruck:				00.00.00
Außenklimadaten		Automatische Aufzeichnung	Ja/nein				
Bauphysik Berechnung			- Keine - Simulation - Glaser				
Notizen		In der Dampfsperre wurde Sicherheitsabläufe in Form von Speier eingebaut					00.00.00

18.6 Sensornummer 700006 Living City

Ein Microsensor wurde am Flachdach Nord am Projekt Living City in 3100 St. Pölten eingebaut. Gemäß Auskunft der Firma Pasteiner hat es im Zuge der Errichtung Wassereintritte (in der Bauphase 2006) gegeben. Es ist damit zu rechnen, dass die Feuchtesensoren relativ hohe Luftfechtigkeiten anzeigen werden. Weitere Angaben siehe Objektdatenblatt Tabelle 7.

Tabelle 7



Sensor Nr. 700006	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung						20:00	04.09.17
Sensor Einbau						21:00	04.09.17
Objektadresse		AUSTRIA- St. Pölten, Goderidgegasse 2 Koordinaten: Latitude: 48°23'09''12 Longitude: 15°64'63''91		256 m	3107		
Sensor Adresse		Flachdach Nord					
Sensor Einbauposition (Beschattet durch auftragende Wände, Bäume etc.)		- geometrischer Tiefpunkt – d.h. geringe Dicke der Gefälle-WD	Frei	Gebäude- höhe: 10 m			
Zustand Dachaufbau (Einbaufeuchte)		Wassereintritte während der Bauphase	feuchter Schichtaufbau				
Baufeuchte (Neubau oder Bestand)			Neubau				
Konstruktionsaufbau		- Stahlbeton 20cm - E-AL GV4 - EPS W 25, 00 – 00cm - EPDM 1,5mm - Vlies - Substrat					
Spezifikation d. Decke		Beton, Holz, Metall	Keine Fugen (Ortbeton) oder Elementfugen				
Dicke der WD bei Sensor (ggf. Dachaufbau)			18 cm				
Sensorposition im Schichtaufbau			auf der Dampfsperre				
Einbringöffnung - Querschnitt der WD (Offen/ geschlossen)			geschlossen				

Entfernung d. Sensors von Dachdurchdringungen, Attiken, Dachrandabschluss, Dachlüfter etc.		Gully	50cm				
Gefälle der Dampfsperre			0%				
Abschottungen		keine					
Oberflächenfarbe der Dachabdichtung			schwarz				
Oberflächenrauheit der Dachabdichtung			Rau				
Schichten auf der Abdichtung			Substrat				01.03.17
Gefälle in der Abdichtungsebene			2%				
Exposition des Gebäudedaches		- freistehend - teilweise umbaut - umbaut					
Innenraumklimadaten gemessen/angenommen		Annahme – Standard Wohnraum Beginn der Nutzung	Luftdruck:				01.03.17
Außenklimadaten		keine Aufzeichnung					
Bauphysik Berechnung			- Keine				

18.7 Sensornummer 700007 Living City

Dieser Sensor wurde ebenfalls am Projekt Living City, 3100 St. Pölten, Objekt 1, Flachdach Süd/rechts, appliziert. Die Dicke der Wärmedämmung am Tiefpunkt beträgt ≈ 18 cm. Dies ist auch die Position des Sensors. Gemäß Auskunft von Firma Pasteriner hat es Wassereintritte während der Bauphase gegeben, demzufolge ist der Sensor in einen feuchten Dachschichtenaufbau eingebaut worden. Weitere Angaben siehe Objektdatenblatt Tabelle 8.

Tabelle 8

Sensor Nr. 700007	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung						20:00	04.09.17
Sensor Einbau						21:00	04.09.17
Objektadresse		AUSTRIA- St. Pölten, Goderidgegasse 2 Koordinaten: Latitude: 48°23'09''12 Longitude: 15°64'63''91		256 m	3107		
Sensor Adresse		Objekt 1, Flachdach Süd/rechts					
Sensor Einbauposition (Beschattet durch aufragende Wände, Bäume etc.)		- geometrischer Tiefpunkt – d.h. geringe Dicke der Gefälle-WD	Frei	Gebäudehöhe: 10 m			
Zustand Dachaufbau (Einbaufeuchte)		Wassereintritte während der Bauphase	feuchter Schichtaufbau				
Baufeuchte (Neubau oder Bestand)			Neubau				
Konstruktionsaufbau		- Stahlbeton 20cm - E-AL GV4 - EPS W 25, 00 – 00cm - EPDM 1,5mm - Vlies - Substrat					
Spezifikation d. Decke		Beton, Holz, Metall	Keine Fugen (Ortbeton) oder Elementfugen				
Dicke der WD bei Sensor (ggf. Dachaufbau)			18 cm				
Sensorposition im Schichtaufbau			auf der Dampfsperre				

Einbringöffnung - Querschnitt der WD (Offen/ geschlossen)			geschlossen				
Entfernung d. Sensors von Dachdurchdringungen, Attiken, Dachrandabschluss, Dachlüfter etc.		Gully	50cm				
Gefälle der Dampfsperre			0%				
Abschottungen		keine					
Oberflächenfarbe der Dachabdichtung			schwarz				
Oberflächenrauheit der Dachabdichtung			Rau				
Schichten auf der Abdichtung			Substrat				01.03.17
Gefälle in der Abdichtungsebene			2%				
Exposition des Gebäudedaches		- freistehend - teilweise umbaut - umbaut					
Innenraumklimadaten gemessen/angenommen		Annahme – Standard Wohnraum Beginn der Nutzung	Luftdruck:				01.03.17
Außenklimadaten		keine Aufzeichnung					
Bauphysik Berechnung			- Keine				

18.8 Sensornummer 700011 Hammerschmiedt

Firma Hammerschmiedt hat einen Sensor in einen Kindergarten in 7031 Krensdorf am 16.10.2017 eingebaut. Das Objekt war ein Neubau, im Zuge der Bauphase wurden keine relevanten Wassereintritte durch bspw. Niederschlagsereignisse beschrieben. Die Dicke der Wärmedämmung beim Sensor beträgt ≈ 24 cm. Weitere Angaben siehe Objektdatenblatt Tabelle 9.

Tabelle 9

Sensor Nr. 700011	Abbildung	Angaben	Beschreibung	Höhe m ü.A	PLZ	Uhrzeit	Datum
Sensor Erstaktivierung						07:00	07.09.17
Sensor Einbau						13:10	16.10.17
Objektadresse		AUSTRIA-Koordinaten: Latitude Longitude	7031 Krensdorf Sportplatzgasse 5	0.000	7031		
Sensor Adresse		XXXXX					
Sensor Einbauposition (Beschattet durch aufragende Wände, Bäume etc.)		XXXXXX	Frei Sonnig	Gebäude- höhe: Ca. 4,5-5,00m			
Zustand Dachaufbau (Einbaufeuchte)			XXXXXX Schichtaufbau				
Baufeuchte (Neubau oder Bestand)			Neubau				
Konstruktionsaufbau		Dampfsperre, Gefälledämmung, Ksa 4mm, EKV55, Vlies 200gr. 8cm Kies 16/32					
Spezifikation d. Decke		Beton	Keine Fugen (Ortbeton) oder Elementfugen				
Dicke der WD bei Sensor (ggf. Dachaufbau)			24 cm				
Sensorposition im Schichtaufbau			Auf Dampfsperre				
Einbringöffnung -Querschnitt der WD (Offen/ geschlossen)			offen				
Entfernung d. Sensors von Dachdurchdringungen, Attiken, Dachrandabschluss, Dachlüfter etc.			1,45-1,65m				
Gefälle der Dampfsperre			0 %				
Abschottungen			ja				
Oberflächenfarbe der Dachabdichtung			Schiefer				
Oberflächenrauheit der Dachabdichtung			Schiefer				

Schichten auf der Abdichtung			Vlies 200gr. 8cm Kies 16/32				00.00.00
Gefälle in der Abdichtungsebene			0 %				
Exposition des Gebäudedaches		- freistehend					
Innenraumklimadaten gemessen/angenommen		Annahme – Standard Wohnraum Beginn der Nutzung	Luftdruck:				00.00.00
Außenklimadaten		Automatische Aufzeichnung	Ja/nein				
Bauphysik Berechnung			- Keine - Simulation - Glaser				

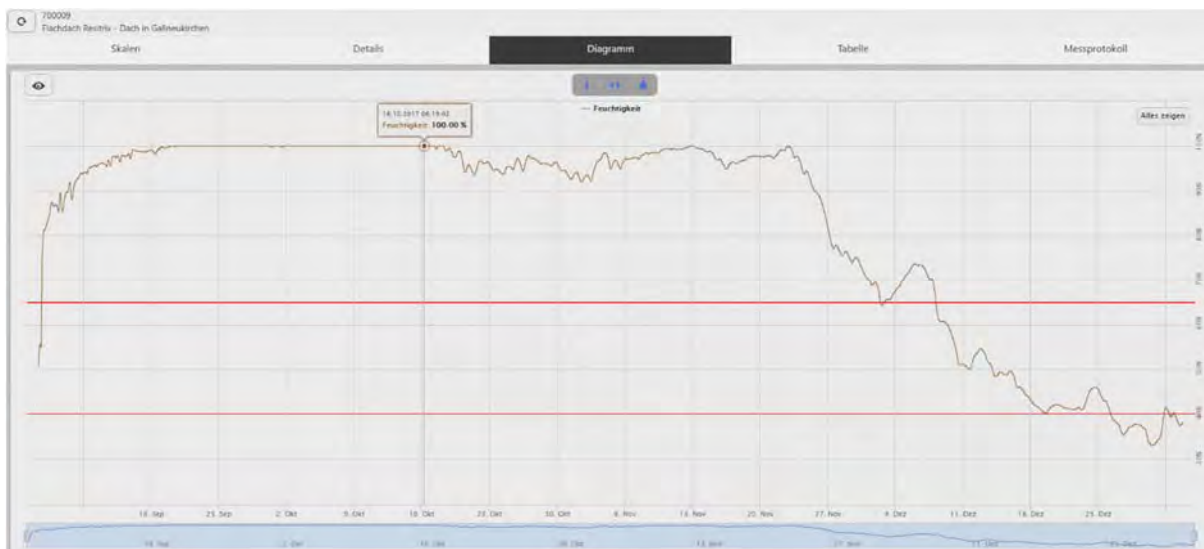
19 PRÜFEN, ANALYSIEREN UND BEWERTEN DER ÜBER DEN PROJEKTVERLAUF GEWONNENEN DATEN AUS DEN MIT MICRO-MONITORING-SYSTEMKOMPONENTEN BESTÜCKTEN DÄCHERN

Insgesamt wurden 8 Stück Micro-Sensoren in reale Dachprojekte integriert und liefern Temperatur- und relative Luftfeuchtmesswerte. Auch nach Abschluss des vorliegenden Forschungsprojektendberichtes werden die Sensoren weiterhin beobachtet und ausgewertet um die Entwicklung des Klimas im Dachschichtenaufbau beurteilen zu können. Nachfolgende Skizzen bilden die Messwertdiagramme ab.

Skizze 73

Sensornummer 700009 Fa. Hofer

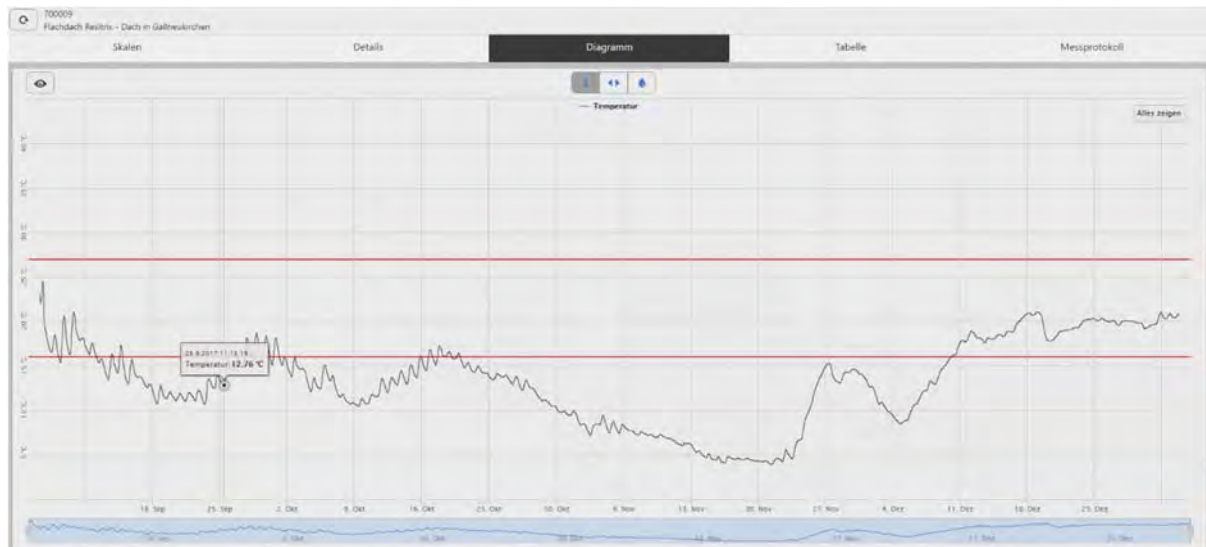
700009 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 06.09.17 – 02.01.18



Der Sensor wurde am 09.09.2017 eingebaut und die relative Luftfeuchtigkeit stieg innerhalb einiger Tage bis auf 100%. Erst ab 16.10.2017 begann eine leichte Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit, welche sich bis zum Ende der Messstrecke bei $\approx 35\%$ bis 40% eingependelt hat. Die deutliche Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit im Dachschichtenaufbau wird mit der ab 25.11.2017 beginnenden Beheizung des Gebäudes zu erklären sein.

Skizze 74

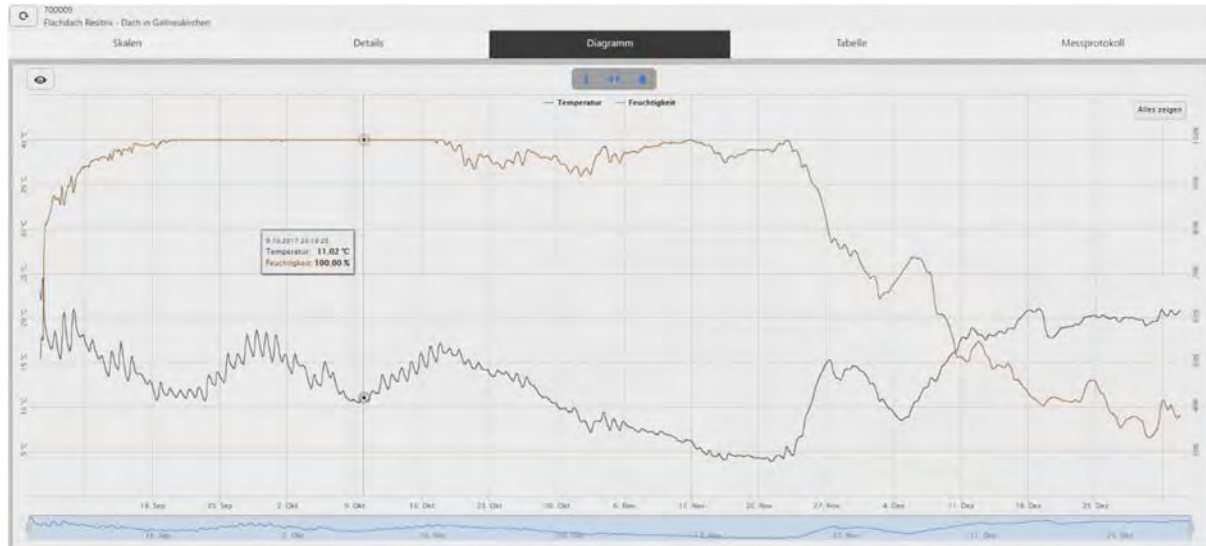
700009 Entwicklung der Temperatur 06.09.17 – 02.01.18



Nach anfänglichen Temperaturen zwischen 25°C und 10°C kam es dann ab 16.10.2017 zu einer Temperaturabnahme bis auf $\approx 5^{\circ}\text{C}$. Ab 25.10.2017 wurde das Projekt beheizt und deutlich ist ein Temperaturanstieg festzustellen, der am Ende des Messprotokolls bei $\approx 20^{\circ}\text{C}$ liegt.

Skizze 75

700009 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 06.09.17 – 02.01.18



Die relative Luftfeuchtigkeit ist erwartungsgemäß in den ersten Wochen relativ hoch, insbesondere deshalb weil sich relativ viel Baufeuchtigkeit im Projekt befindet und dieses noch nicht beheizt wurde. Ab dem Zeitpunkt wo das Objekt beheizt wurde, reduzierte sich die relative Luftfeuchtigkeit in Abhängigkeit der steigenden Temperatur deutlich und liegt in einem üblichen Bereich von $\approx 40\%$.

Schlussfolgerung:

Die Entwicklung der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit entspricht einem baustellenüblichen Prozess, die Messwerte zum Abschluss der Messreihe zeigen einen funktionstauglichen Flachdachschichtaufbau.

Skizze 76

Sensornummer 700002 KFJ

700002 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 05.09.17 – 03.01.18



Nach dem Einbau des Sensors kommt es zu einem kurzfristigen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit auf \approx 72%. Einige Tage danach kommt es zu einer tendenziellen Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit, welche sich zum Ende der Messreihe zwischen 30% und 40% einpendelt.

Skizze 77

700002 Entwicklung der Temperatur 05.09.17 – 03.01.18



Der Sensor ist direkt auf der Oberfläche der Dampfsperre positioniert. Die Temperatur beträgt zwischen 22 und 24°C.

Skizze 78

700002 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 05.09.17 – 03.01.18



Die relative Luftfeuchtigkeit war seit dem Einbau in den Dachschichtenaufbau nie über 72%. Ab Anfang November 2017 ist eine tendenzielle Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit auf einen Wert zwischen 30% und 40% zu beobachten. Dies ist insofern zu erklären, da dieser Sensor in ein genutztes und beheiztes Projekt eingebaut wurde und etwaige Feuchtigkeit im Dachschichtenaufbau bereits durch die Erwärmung des Dachschichtenaufbaus reduziert wurde.

Schlussfolgerung:

Die Entwicklung der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit entspricht einem baustellenüblichen Prozess, die Messwerte zum Abschluss der Messreihe zeigen einen funktionstauglichen Flachdachschichtaufbau.

Skizze 79

Sensornummer 700021 KFJ

700021 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 18.10.17 – 03.01.18



Nach dem Einbau des Sensors waren höhere Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 40% und 70% festzustellen. Ab Mitte November 2017 kommt es zu einer tendenziellen Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit, welche sich zum Ende der Messreihe bei $\approx 30\%$ bewegte.

Skizze 80

700021 Entwicklung der Temperatur 18.10.17 – 03.01.18



Unmittelbar nach dem Einbau des Sensors waren verstärkte Anstiege und Abfallen der Temperatur festzustellen. Ab 25.11.2017 wurden diese Amplituden geringer und ist eine tendenzielle Aufwärtsbewegung der Temperatur festzustellen, welche sich zum Ende der Messreihe bei $\approx 24^{\circ}\text{C}$ bis 25°C eingependelt hat.

Skizze 81

700021 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 18.10.17 – 03.01.18



Die relative Luftfeuchtigkeit ist auf einem besonders niedrigen Niveau mit 30%. Dies ist insofern zu erklären, als dass die Temperatur bei gegenständlichem Sensor zwischen 24°C und 25°C relativ hoch ist. Da die Sensoren in ein bereits fertiggestelltes und klimatisiertes Gebäude eingebaut wurden, sind hohe Feuchtigkeitswerte, welche bspw. im Zuge eines Neubaus eines Projektes vorliegen, nicht mehr vorhanden.

Schlussfolgerung:

Die Entwicklung der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit entspricht einem baustellenüblichen Prozess, die Messwerte zum Abschluss der Messreihe zeigen einen funktionstauglichen Flachdachsichtaufbau.

Skizze 82**Sensornummer 700039 KFJ**

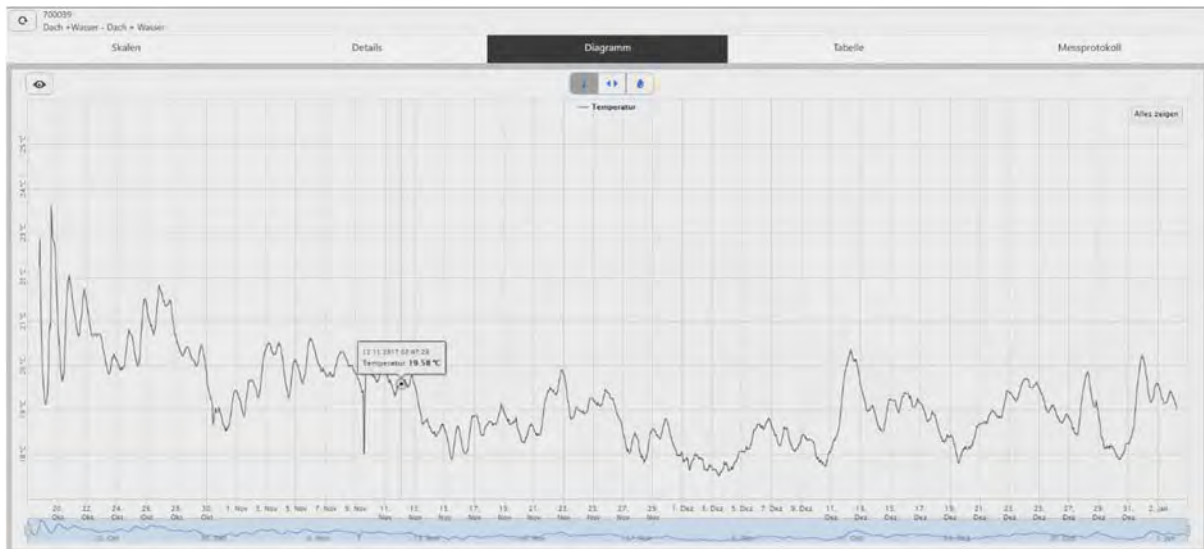
700039 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 18.10.17 – 03.01.18



Laut Angaben der Projektleitung wurde dieser Sensor in einem Dachbereich eingebaut, wo es zu einem Wassereintritt im Zuge der Errichtungsphase gekommen war. Anhand der Messergebnisse der relativen Luftfeuchtigkeit, insbesondere bis 11.11.2017 ist zu erkennen, dass Spitzenwerte bis knapp 90% relative Luftfeuchtigkeit vorgelegen waren. Ab Mitte November 2017 kommt es zu einer tendenziellen Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit, ist diese jedoch zwischen 50% und $\approx 70\%$ höher als wie bei vergleichsweise anderen Sensorpositionen am Projekt des Kaiser Franz Josef Spitals.

Skizze 83

700039 Entwicklung der Temperatur 18.10.17 – 03.01.18



Die Temperaturentwicklung zeigt, dass im Bereich dieses Sensors eine geringere Deckentemperatur vorherrscht, als bspw. bei vergleichbaren Sensoren am Kaiser Franz Josef Spital. Dies ist mit ein Umstand, warum die relative Luftfeuchtigkeit höhere Werte zeigt.

Skizze 84

700039 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 18.10.17 – 03.01.18



Der Sensor wurde in einem Dachbereich eingebaut, wo es im Zuge der Ausführungsphase zu Wassereintritten gekommen war. Die relative Luftfeuchtigkeit ist demnach etwas höher als bei vergleichweisen Sensoren am Kaiser Franz Josef Spital, ist jedoch auch die etwas niedrigere Bauteiltemperatur für die erhöhte relative Luftfeuchtigkeit verantwortlich.

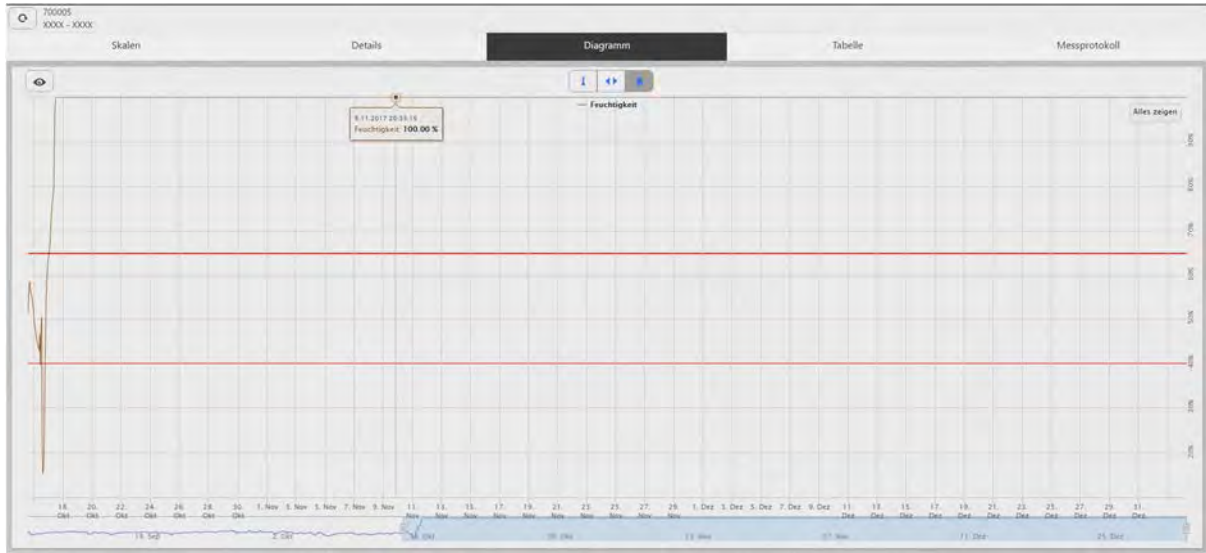
Schlussfolgerung:

Sowohl die Werte der Bauteiltemperatur, sowie die relative Luftfeuchtigkeit im Dachschichtenaufbau lassen auf ein funktionstaugliches Dachelement schließen.

Skizze 85

Sensornummer 700005 Entner

700005 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 16.10.17 – 03.01.18



Der eingebaute Sensor zeigt seit seiner Installation eine Luftfeuchtigkeit von 100%. Nach Rücksprache mit Firma Entner wurde betätigt, dass der Sensor in einem Flachdachaufbau mit feuchten Wärmedämmplatten eingebaut wurde.

Skizze 86

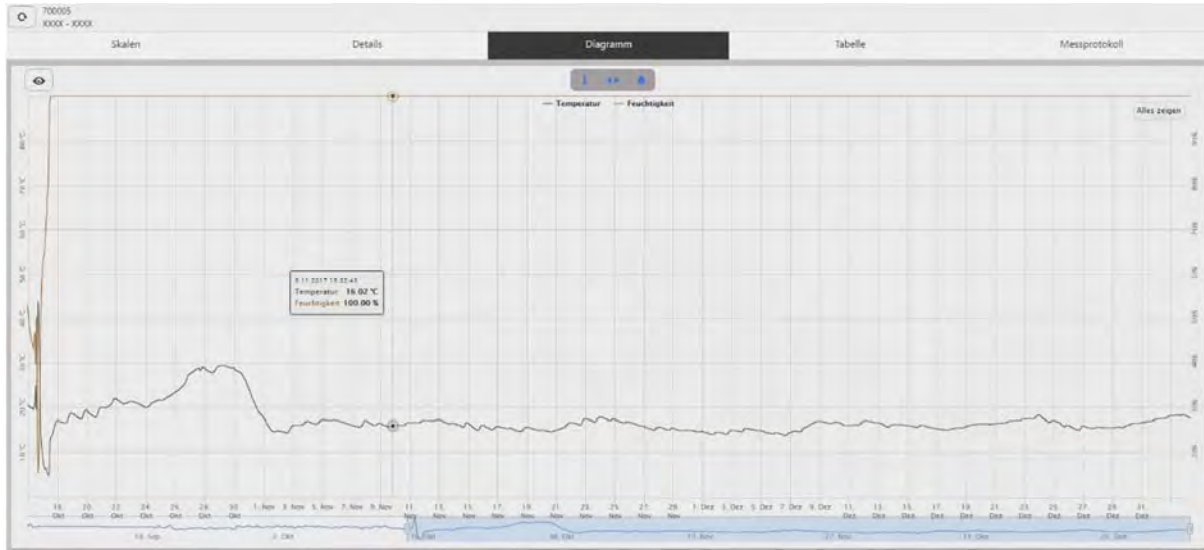
700005 Entwicklung der Temperatur 16.10.17 – 03.01.18



Nach geringfügigen Temperaturschwankungen im Zuge der Einbauphase haben sich ab Anfang November 2017 relativ konstante Temperaturen bei $\approx 18^{\circ}\text{C}$ eingestellt.

Skizze 87

700005 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 16.10.17 – 03.01.18



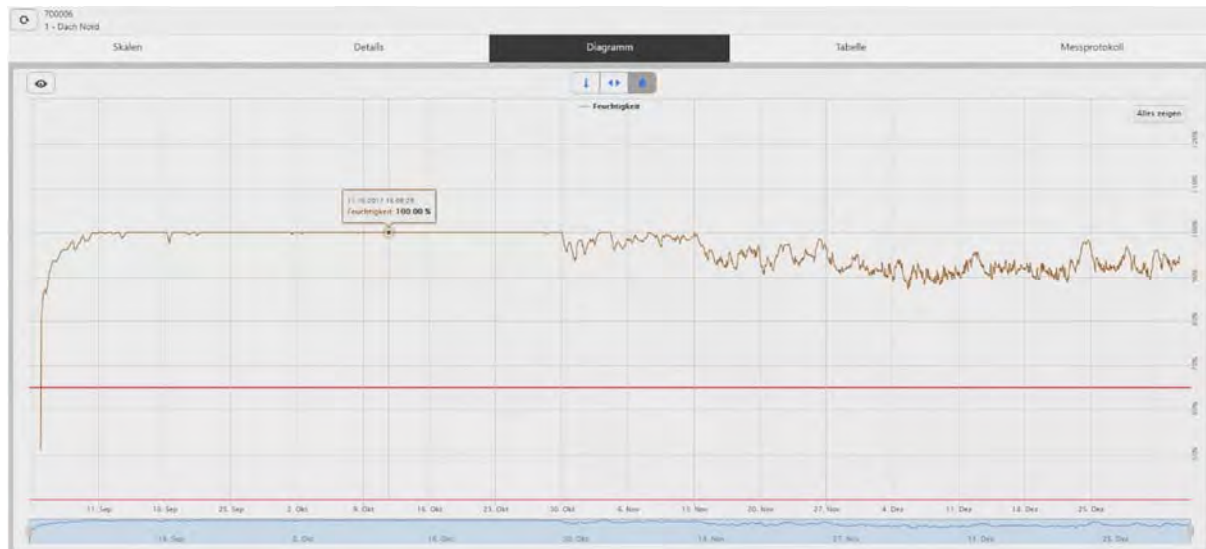
Die Temperatur, welche auf der Oberfläche der Dampfsperre gemessen wird zeigt, dass eine sehr gleichmäßige Erwärmung der Konstruktion vorliegt. Die relative Luftfeuchtigkeit mit 100% ist zu beobachten, wobei dieser Beobachtungszeitraum relativ lange dauern wird, bis möglicherweise die Wärmedämmungsfeuchtigkeit ausdiffundiert. Änderungen in der relativen Luftfeuchtigkeit sind auch nicht im Sommer zu erwarten, da durch die Sonneneinstrahlung sich der Dampfdruck in Richtung Dampfsperre (Position des Sensors) richtet.

Schlussfolgerung:

Die Entwicklung der Temperatur entspricht einem baustellenüblichen Prozess, die Messwerte der relativen Luftfeuchtigkeit sind eindeutig zu hoch und zeigen einen eingeschränkt funktionstauglichen Flachdachsichtaufbau.

Skizze 88**Sensornummer 700006 Living City**

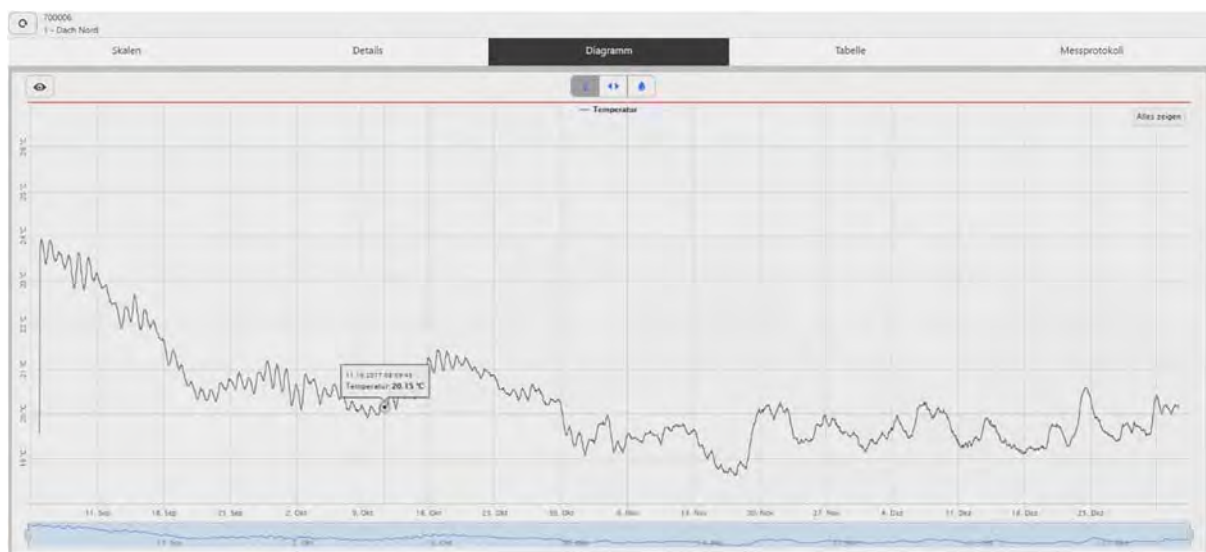
700006 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 04.09.17 – 02.01.18



Der Sensor wurde in einem Dachschichtenaufbau eingebaut, wo es im Zuge der Ausführung zu Wassereintritten gekommen war. Ab 30.10.2017 ist eine leichte Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit festzustellen, welche sich bis zum Ende der Messreihe zwischen 90 und 96% bewegt.

Skizze 89

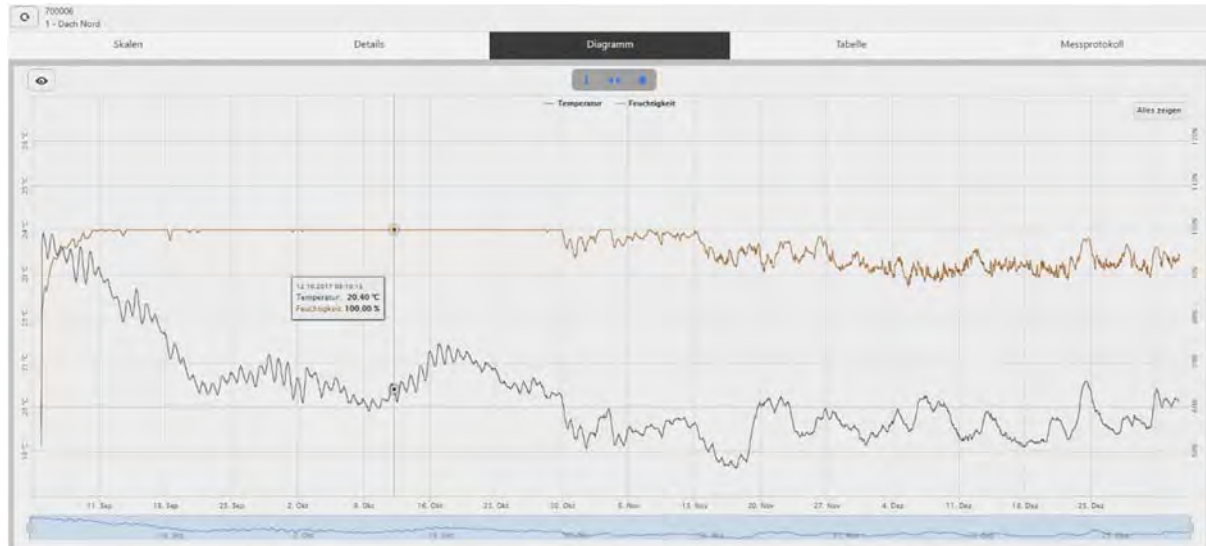
700006 Entwicklung der Temperatur 04.09.17 – 02.01.18



Nach einem anfänglichen Temperaturanstieg erfolgte ein Temperaturabfall der sich ab Mitte November 2017 auf einen Wert von 19°C bis 20,5°C einpendelt.

Skizze 90

700006 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 04.09.17 – 02.01.18



Die relative Luftfeuchtigkeit von 100% reduzierte sich ab Ende Oktober 2017 auf einen Wert zwischen 90% und 95%. Die Weiterentwicklung dieser Dachfläche ist zu beobachten.

Schlussfolgerung:

Ein Messergebnis in dieser Art würde den Projektbetreiber veranlassen, eine Inspektion dieser Dachposition vornehmen zu lassen. Auch nachträgliche Schäden an der Dachabdichtungsbahn wären nicht auszuschließen, und könnten als Indiz für die hohe relative Luftfeuchtigkeit gewertet werden.

Skizze 91**Sensornummer 700007 Living City**

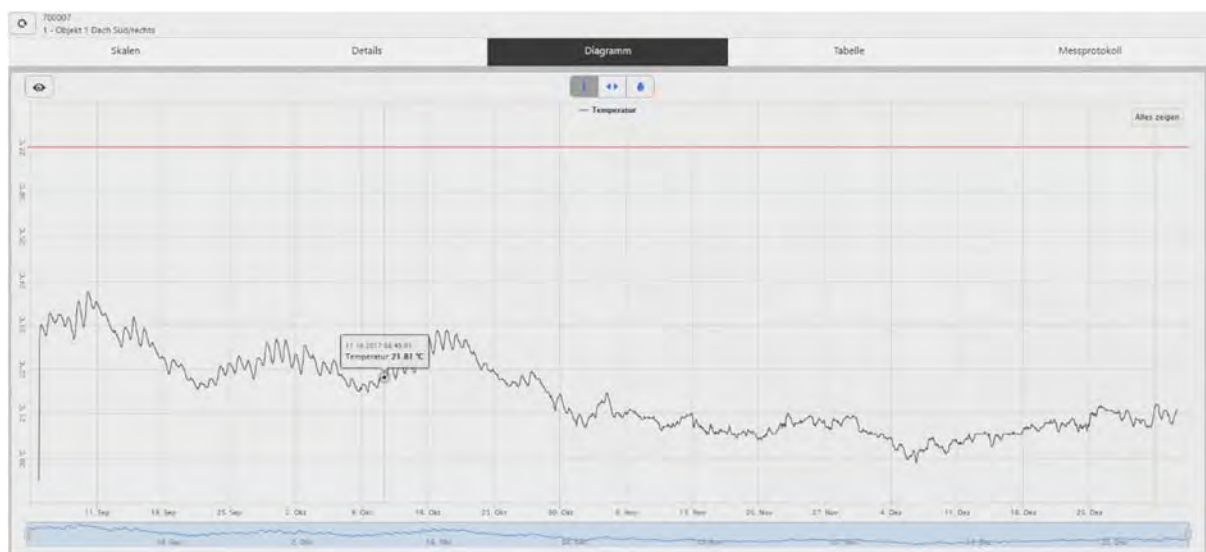
700007 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 04.09.17 – 03.01.18



Nach dem Einbau steigt die relative Luftfeuchtigkeit auf 100%. Erst ab 30.10.2017 beginnt eine Abnahme der relativen Luftfeuchtigkeit auf einen relativ stabilen Wert zwischen 65 und 85%.

Skizze 92

700007 Entwicklung der Temperatur 04.09.17 – 03.01.18



Die Temperatur am gegenständlichen Sensor liegt ab Ende Oktober 2017 bei relativ konstanten 20°C bis 21°C.

Skizze 93

700007 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 04.09.17 – 03.01.18



Die Messwerte der relativen Luftfeuchtigkeit zeigen sehr deutlich, dass Feuchtigkeit im Dachaufbau eingelagert war, welche ab Ende Oktober 2017 langsam abnimmt. Zu erkennen ist, dass nicht nur ausschließlich die Temperatur für erhöhte oder niedrige Werte der relativen Luftfeuchtigkeit verantwortlich ist, sondern dass es tatsächlich zu einem Austrocknen der lokalen Position kommt.

Schlussfolgerung:

Die Entwicklung der Temperatur entspricht einem baustellenüblichen Prozess, die Messwerte der relativen Luftfeuchtigkeit sind höher bilden aber dennoch einen funktionstauglichen Flachdachschichtaufbau ab.

Skizze 94**Sensornummer 700011 Hammerschmidt**

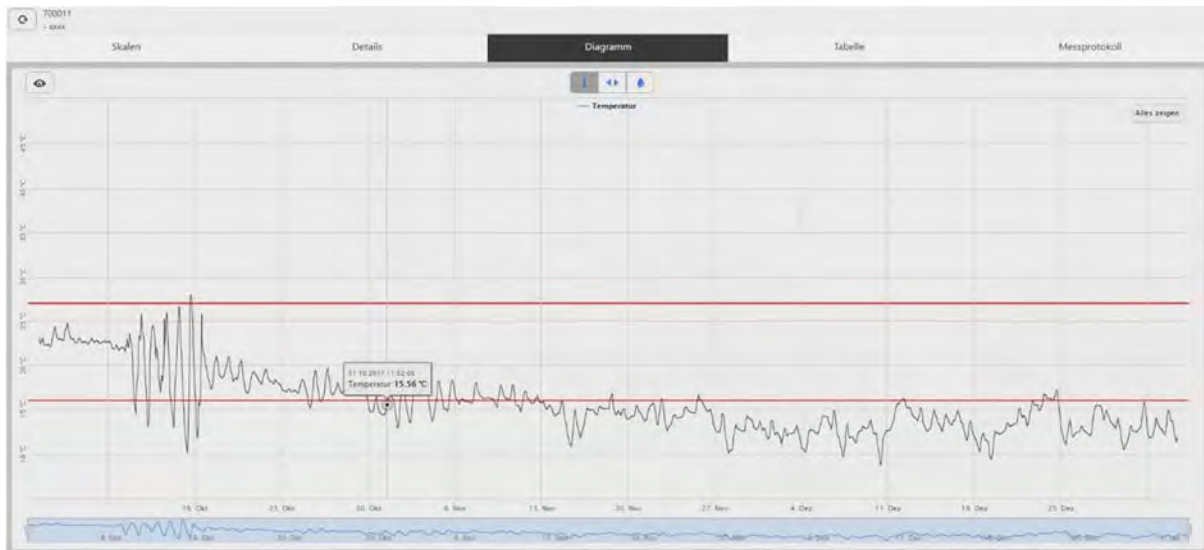
700011 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit 16.10.17 – 03.01.18



Nach dem Einbau des Micro-Sensors steigt die relative Luftfeuchtigkeit auf 100%, hält bis ca. 02.11.2017 einen relativ hohen Wert um danach auf einen Wert von unter 50% abzufallen. Unmittelbar danach erfolgt wieder ein steiler Anstieg mit einer über mehrere Tage dauernden Abnahme und danach wieder ein relativ rasanter Anstieg. Diese starken Messwertamplituden sind ungewöhnlich, erst ab Mitte Dezember 2017 werden die Werte zwischen 40% und 65% relativer Luftfeuchtigkeit stabiler.

Skizze 95

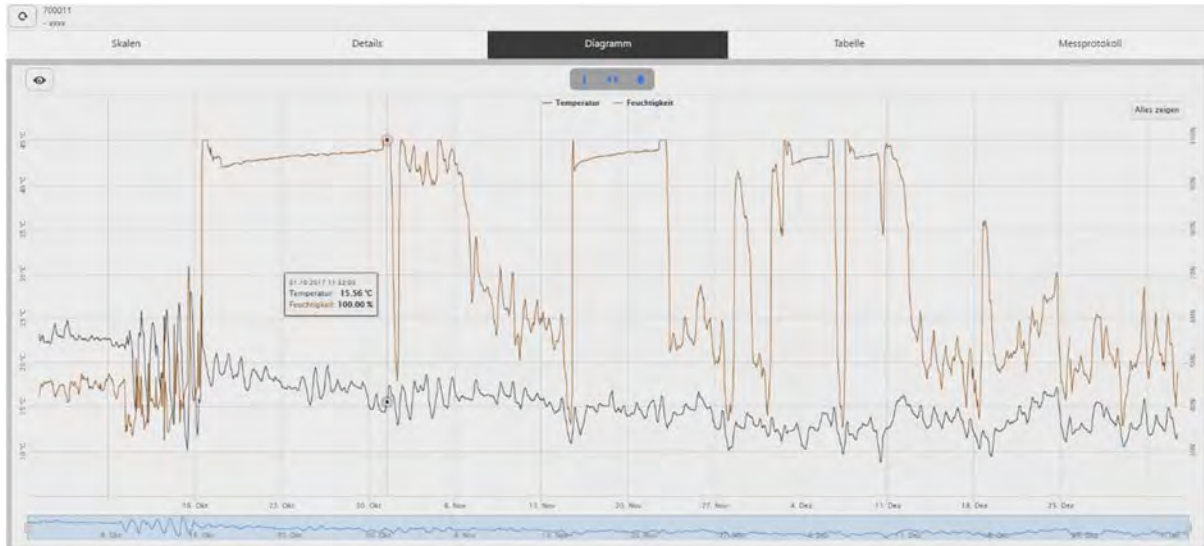
700011 Entwicklung der Temperatur 16.10.17 – 03.01.18



Nach anfänglichen Temperaturen bis 27°C sinkt die Temperatur auf Werte zwischen 10 bis 15°C. Gemäß Angaben der Firma Hammerschmidt wurde der Sensor auf der Dampfsperreebene positioniert. Dies bedeutet, dass auch im Rauminnern eher geringere Temperaturen vorherrschen.

Skizze 96

700011 Entwicklung der relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur in überlagerten Messkurven 16.10.17 – 03.01.18



Die Amplituden der Messkurve *relative Luftfeuchtigkeit* sind doch ungewöhnlich, werden diese erst ab Mitte Dezember 2017 auf einen Wert zwischen 40% bis \approx 60% beschränkt. Die Temperatur ist relativ gering für ein beheiztes Projekt. Aus heutiger Sicht wäre eine Kontrolle des Sensorpunktes angezeigt.

Schlussfolgerung:

Ursache für die tendenziell ungewöhnlichen Werte könnten Strömungsundichtheiten im Dachschichtenaufbau sein, wodurch Windeinwirkung feuchte Luft (dies würde die einige Tage andauernde hohe relative Luftfeuchtigkeit mit darauffolgender starker Abnahme), aber auch die relativ niedrige Temperatur der Deckenkonstruktion über einem beheizten Raum erklären. Für die geringe Temperatur gäbe es noch eine weitere Erklärung, bspw. dass eine Zwischendecke mit Konvektion zur Außenluft vorliegt.

20 ZUSAMMENFASSENDE VERGLEICH UND ANALYSE ÜBER DIE EINERSEITS BAUPRAKTISCH GEWONNENEN ERKENNTNISSE UND BAUPHYSIKALISCH BERECHNETEN DATEN

20.1 Bauphysikalische Grundlagen für das Micro-Monitoring System

In der Beurteilung der Messgrößen „relative Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Kondensatbildung“ muss der klimatische Standort des Flachdaches berücksichtigt werden. Die regional unterschiedlich ausgebildeten Klimata Österreichs bewirken naturgemäß entsprechende Wechselwirkungen auf das bauphysikalische Verhalten der jeweiligen Dachkonstruktionen und müssen in der Auswertung der Messergebnisse berücksichtigt werden.

Je nach Raumnutzung entwickelt sich ein individuelles Innenraumklima (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit) was ebenfalls in der Beurteilung der Messwerte einfließen muss.

Die Detektion von Flüssigwasser im Dachaufbau lässt zwei Schlussfolgerungen zu. Zum einem kann Wasser über eine Beschädigung der Dachabdichtung oder deren An- Abschlüsse in die Dachschichten eindringen oder zum anderen wurde Wasser bereits in der Errichtungsphase miteingebaut.

Die Beurteilung hinsichtlich des Vorhandenseins von Flüssigwasser kann standortunabhängig beurteilt werden.

Zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit von Warmdächern kann die relative Luftfeuchtigkeit im Bauteil vorzugsweise im oberen und unteren Bereich der Dämmstofflage gemessen werden. Es empfiehlt sich immer, anstelle von Einzelmessungen unbedingt ein kontinuierliches Feuchtemonitoring durchzuführen, um entsprechende Feuchteverläufe und Tendenzen abbilden zu können.

Aus bauphysikalischer Sicht sind Flachdächer im Jahresverlauf erheblichen Einflüssen und Wechselwirkungen ausgesetzt.

Aufgrund der horizontalen Anordnung von Flachdächern führt die einfallende Solarstrahlung zu einer Erwärmung ihrer Oberflächen, d. h. der Abdichtungsbahn sowie dem darunterliegenden, oberen Bereich der Wärmedämmung. Je dunkler die Farbgebung der Dachabdichtungsbahn, desto höher ist die Solarabsorption und somit die Wärmeentwicklung auf der Dachoberfläche.

Relative helle Dachbahnen werden geringer erwärmt als z. B. dunkelgraue schwarze Kunststoffbahnen oder beschieferte Bitumenbahnen. Beschattungen auf Flachdächern, welche z. B. durch gebäudetechnische Einrichtungen wie aufgeständerte Photovoltaikmodule oder aufgrund bautechnischer Gegebenheiten (Schattenwurf durch Attika, Verschattung durch angrenzende Baukörper, etc.) verursacht werden, weisen aufgrund der reduzierten Solareinstrahlung weitaus geringe Oberflächentemperaturen auf. Diese Kenntnisse sind in der Praxis vor allem für die Positionierung und in der Auswertung der Messergebnisse zu berücksichtigen.

Als weiteren wichtigen Effekt kann die nächtliche Abstrahlung (Strahlungsaustausch) erwähnt werden. Dabei kommt es vor allem während klarer, wolkenloser Nächte zu einem Strahlungsaustausch der Dachfläche und dem kalten Himmelskörper. Dabei wird infolge des Strahlungsaustausches der Dachoberfläche Energie „entzogen“, d. h. die Dachoberfläche kühlt dementsprechend ab.

Die Kenntnisse dieser thermischen Beanspruchungen haben Einfluss auf das feuchtetechnische Verhalten des Dachaufbaus und sind für die Interpretation der Feuchtemesswerte notwendig.

Wird die Dachoberfläche infolge Strahlungseintrag (Besonnung) erwärmt, steigen die Oberflächentemperaturen an und im Gegenzug wird in einem funktionierenden Dach die relative Luftfeuchtigkeit sinken, da die Luft, physikalisch bedingt, bei höheren Temperaturen mehr Wasserdampf aufnehmen kann. Bei kalten Außenlufttemperaturen sowie einer entsprechenden Abkühlung der Dachoberfläche infolge von Strahlungsaustausch wird die Dachoberfläche reduzierte Temperaturen aufweisen und die Luft kann daher weniger Wasserdampf aufnehmen, d. h. temperaturbedingt muss in diesem Falle auch die relative Luftfeuchtigkeit erhöht sein.

Betrachtet man bei Warmdächern die Feuchteverläufe im Dachaufbau, so sind nicht nur jahreszeitlich bedingte, sondern auch Tag/Nacht-bedingte Schwankungen festzustellen. So ist z. B. während der Wintermonate der Wasserdampfdiffusionsstrom aufgrund der Temperaturdifferenzen zwischen dem Innenraum und dem Außenbereich zumeist nach außen hin gerichtet. Dies bedeutet, dass die relative Luftfeuchtigkeit unter der Dämmstofflage in einem niedrigeren Bereich liegt, und oberhalb der Dämmstofflage (unter der Abdichtungsbahn) die relative Luftfeuchtigkeit ansteigt. Im Sommer kommt es jedoch zu einer Umkehr dieses Prozesses. Aufgrund der Strahlungsabsorption am Flachdach wird die Abdichtungsbahn erwärmt und der Wasserdampfdiffusionsstrom wird in Richtung Innenraum gerichtet (Rückdiffusion). Die in der Wärmedämmung bzw. umgebenden Luftraum enthaltene Feuchtigkeit wandert daher zur Dampfsperre, d. h. die relative Luftfeuchtigkeit wird in diesem Bereich ansteigen. Unterhalb der Dachabdichtungsbahn kommt es aufgrund der hohen Temperaturen zu einer Reduktion der relativen Luftfeuchtigkeit. Zu beachten ist ferner, dass bei thermisch aktivierten Decken (kühlen im Sommer und beheizen im Winter) die Feuchteverlagerung verstärkt werden kann.

Während der Wintermonate sollte aufgrund der Korrelation mit tieferen Temperaturen die relative Luftfeuchtigkeit ansteigen. Kurzzeitig ist hierbei auch eine Kondensatbildung möglich und aus bauphysikalischer Sicht eher unbedenklich. Während der Sommermonate sollte aufgrund der hohen Oberflächentemperaturen die relative Luftfeuchtigkeit unter der Dachabdichtung sinken. Aus bauphysikalischer Sicht wäre es als überprüfungswert einzustufen, wenn auch im Sommer unter der Dachabdichtung eine sehr hohe relative Luftfeuchtigkeit gemessen werden würde.

Neben dem vertikalen Feuchtetransport muss auch der horizontale Feuchtetransport berücksichtigt werden. Dieser Effekt tritt dann auf, wenn Teilbereiche des Daches verschattet werden und in diesen Teilbereichen aufgrund fehlender Solareinstrahlung geringere Bauteiltemperaturen vorherrschen. Hierbei kommt es aufgrund des Wasserdampfpartialdruckunterschiedes zu einem Diffusionsstrom vom hohen Potential zum niedrigeren. Dies ist in der Praxis im Zuge der Positionierung der zukünftigen Micro-Sensoren zu berücksichtigen.

20.2 Wissenschaftliche Betrachtungsweise

Faktoren die für die Feuchtebeurteilung sowie für Feuchtemonitoring u.U. ausschlaggebend sind:

Luft

- Feuchtigkeit
- Luftqualität
- Luftdichte
- Luftdruck (abhängig von der Meereshöhe)
- Luftbewegung (Strömung)

Temperatur

- Lufttemperatur
- Materialoberflächentemperatur
- Materialtemperatur

Wasser

- Qualität (z.B. Verschmutzung durch Bitumenauswaschungen)
- Salze oder mineralische Anteile
- Leitfähigkeit
- Wasserströmung
- Wasserdruck

Material

- Hygroskopizität
- Kapillarleitend
- Gewicht
- Dichte (my-Wert)
- Wärmeleitfähigkeit (Lambda-Wert)

Materialfeuchte

- Oberflächenfeuchtigkeit
- Feuchtigkeit im Materialinneren

20.3 Bewertung der Messergebnisse

Die Untersuchungen am Forschungskubus sowie an den real gebauten Dächern diente einerseits der Beurteilung und Analyse der Sensorstabilität, ihrer Dauerhaftigkeit sowie ihres Langzeitverhaltens unter realen klimatischen Einflüssen. Andererseits werden die am Kubus und den Dächern generierten Messergebnisse ausgewertet und analysiert, um in weiterer Folge Erkenntnisse zur Entscheidungsfindung betreffend Art, Lage und Positionierung der zu entwickelnden Micro-Sensoren zu ermöglichen. Die Analysen an den Dächern dienen auch zur Festlegung und Verifizierung von Grenzwerten, welche als Grundlage für die Auswertungssoftware angewandt werden sollen.

Grundsätzlich muss jeder einzelne Messsensor vor dem Messeinsatz kalibriert werden. Diese Leistung übernimmt der Sensorhersteller nach geeichten Referenzsensoren. Damit wird sichergestellt, dass sich das Messergebnis in einem kalkulierbaren Toleranzbereich bewegt.

Da die Ursache von Messabweichungen nicht (nur) auf die Fehlfunktion eines Sensors zu beschränken ist, sondern auch andere Faktoren Einfluss darauf nehmen, ist die Messwerte-Auswertsoftware welche im WebPortal installiert ist darauf zu justieren.

Messen bedeutet, eine physikalische Größe mit einer normierten Einheit zu vergleichen. Physikalische Messungen sind nur in sehr seltenen Fällen frei von Abweichungen, die Messabweichungen vom „wahren“ Wert. Die Differenz zwischen dem gemessenen Wert und dem wahren Wert muss bekannt sein.

Da man den Wert von wahren Wert vielfach nicht kennt, ist es nicht möglich, den Fehler einer Messung exakt zu bestimmen. Man ist deshalb darauf angewiesen, den Fehler abzuschätzen. Das Thema des Messfehlers regelt die Norm DIN 1319.

Die bei einer Messung auftretenden Fehler werden in zwei Fehlerklassen eingeteilt.

Zufällige Messabweichung

Als zufällige Messabweichung wird ein Messfehler bezeichnet, der durch ein Versehen oder einen äußeren Einfluss der Messwert deutlich übersteigt.

Zufällige Messabweichung resultiert aus:

- Falsche Bedienung von Messgeräten
- defekte Messgeräte
- schlechte Versuchsbedingungen

Zufällig heißt dabei: der konkrete Messwert kann sowohl nach oben (+) als auch nach unter (-) vom tatsächlichen Wert abweichen. Zufällige Messabweichung ist prinzipiell vermeidbar. Zufällige Messabweichung ist daran zu erkennen, dass in der Messtabelle oder in der graphischen Darstellung einer der Messwerte eine sehr große Abweichung von den übrigen Messwerten aufweist. Zufällige Messabweichungen lassen sich mit mathematischer Berechnung nicht beseitigen.

Systematische Messabweichung

Der systematische Fehler ist bei jeder Messung erhalten. Es muss versucht werden, solche Effekte zu erkennen und zu minimieren. Durch wiederholende Messungen wird diese Art von Abweichung nicht verringert. Detaillierte Kenntnisse der Messbedingungen und der Messgeräte erlauben manchmal ein Ersetzen der Abweichung durch eine Korrektur. Systematische Fehler beeinflussen die Richtung, sie können sich sowohl addieren als auch gegenseitig aufheben.

Sie treten bei unveränderten Messbedingungen stets mit dem gleichen Wert auf. Sie sind objektiv bedingt durch die Unvollkommenheit der Messgeräte und Messmethoden, d.h. sie sind unvermeidbar.

Sie sind durch das System bestimmt, d.h. bei wiederholten Messungen mit ein und derselben Messanordnung lassen sie sich weder erkennen noch ausschalten.

Bestimmte Messmethoden beeinflussen sogar das physikalische Geschehen bzw. sind die Messmethoden an bestimmte Denkmodelle angepasst und führen somit zu unvermeidbaren systematischen Fehlern.

Durch genauer Messsensoren, wie in gegenständlicher Entwicklung eingesetzt und Messverfahren sind Fehler jedoch zu ermitteln und können damit korrigiert werden.

Folgeschadenrelevante Risikostufen:

Risikobewertung 1:

Steigt die relative Luftfeuchte in einem Bauteil über längere Zeit auf bis zu 100 % bzw. verweilt auf diesem Niveau, ist davon auszugehen, dass es eine außerplanmäßige Durchfeuchtung des Bauteils gegeben haben sollte.

Risikobewertung 2:

Bei relativen Luftfeuchtigkeiten von > 80 % und gleichzeitigen Temperaturen von > 5 °C ist grundsätzlich das Risiko einer Schimmelpilzbildung gegeben.

Risikobewertung 3:

Bei relativen Luftfeuchtigkeiten von > 90 % und gleichzeitigen Temperaturen von > 5 °C ist grundsätzlich das Risiko einer holzerstörenden Pilzbildung gegeben.

20.4 Bauphysikalische Berechnungsmethode

WUFI® Pro 6.1

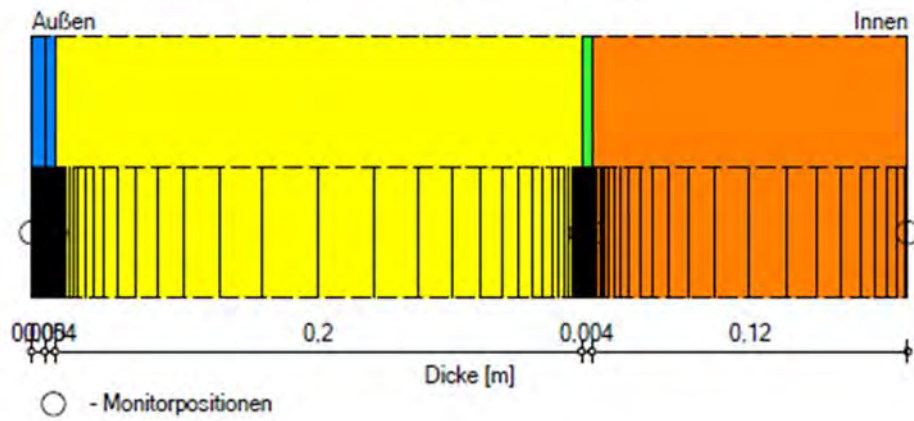
Projektdaten

Projektname	IFB -Forschung Warmdach-
Projektnummer	
Auftraggeber	IFB - Institut Flachdachbau u. Bauwerksabdichtung
Ansprechpartner	Wolfgang Hubner
PLZ/Ort	2320 Mannswörth
Straße	Franz Meissl-Gasse 17
Tel.	
Fax	
E-mail	office@ifb.co.at
Bearbeiter	
Kommentar	
Datum	18.02.2018





WUFI® Pro 6.1

Bauteilaufbau

Variante: #1 Standard, Baustoff (normal trocken)



Materialien:

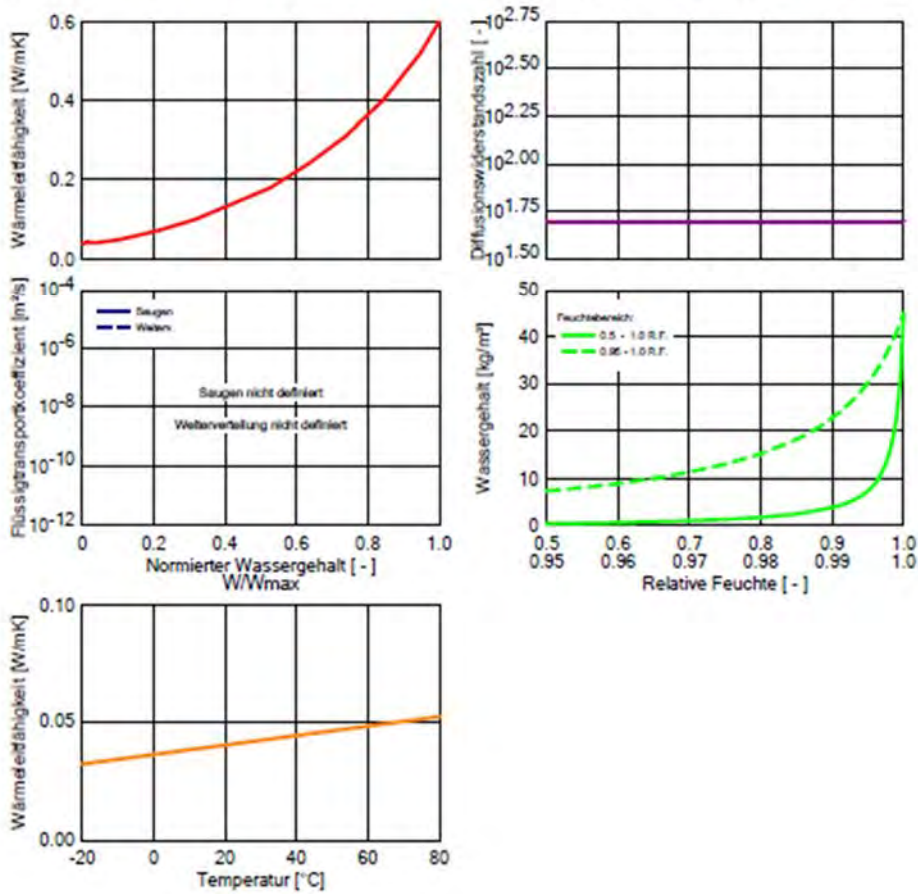
	- *E-KV 5 beschiefert	0,005 m
	- *E-KV 4 sk	0,004 m
	- *EPS W20	0,2 m
	- *AL-E-KV 4	0,004 m
	- KLH Massivholz	0,12 m

Gesamtdicke: 0,333 m
 Wärmedurchlasswiderstand: 6,09 m²K/W
 U-Wert: 0,159 W/m²K

WUFI® Pro 6.1

Material: *EPS W20

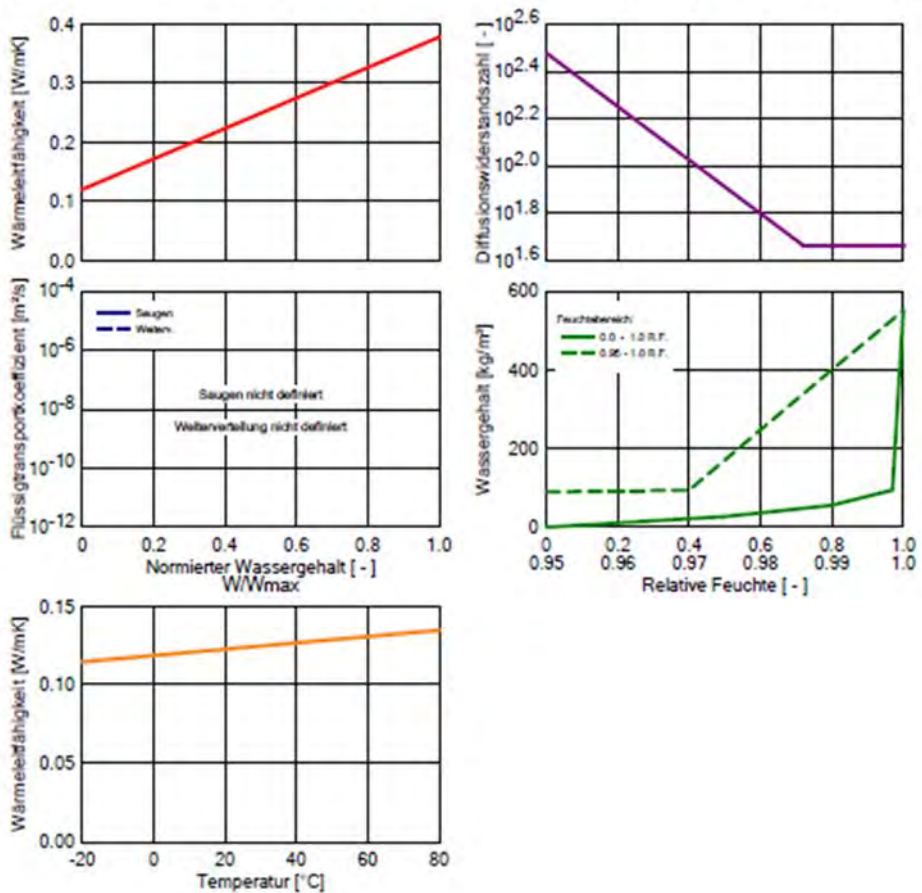
Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m³]	20.0
Porosität	[m³/m³]	0.95
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	1500.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	0.038
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	50.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK²]	0.0002



WUFI® Pro 6.1

Material: KLH Massivholz

Kennwert	Einheit	Wert
Rohdichte	[kg/m³]	423.0
Porosität	[m³/m³]	0.7
Wärmekapazität trocken	[J/kgK]	1500.0
Wärmeleitfähigkeit trocken, 10°C	[W/mK]	0.12
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	[-]	300.0
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Feuchte	[%/M.-%]	1.3
Wärmeleitfähigkeitszuschlag, Temp.	[W/mK²]	0.0002



WUFI® Pro 6.1

Randbedingungen

Außen (linke Seite)

Klimaort: Wien; Wien, Hohe Warte
 Temperaturverschiebung: 0 °C
 Orientierung / Neigung: Süd / 0 °
 Nächtliche Strahlungskühlung: Explizite Strahlungsbilanz

Innen (rechte Seite)

Innenklima: ASHRAE 160P
 Klimaanlage m. Entfeuchtung: 0 °C; 22,5 °C; 22,5 °C; 47 %
 Feu.Prod. 8,06E-5 kg/s; Luftwechsel 0,1 1/h; Vol. 17 m³
 Mischungsverhältnis Wo -1,0000 kg/kg

Oberflächenübergangskoeffizienten

Außen (linke Seite)

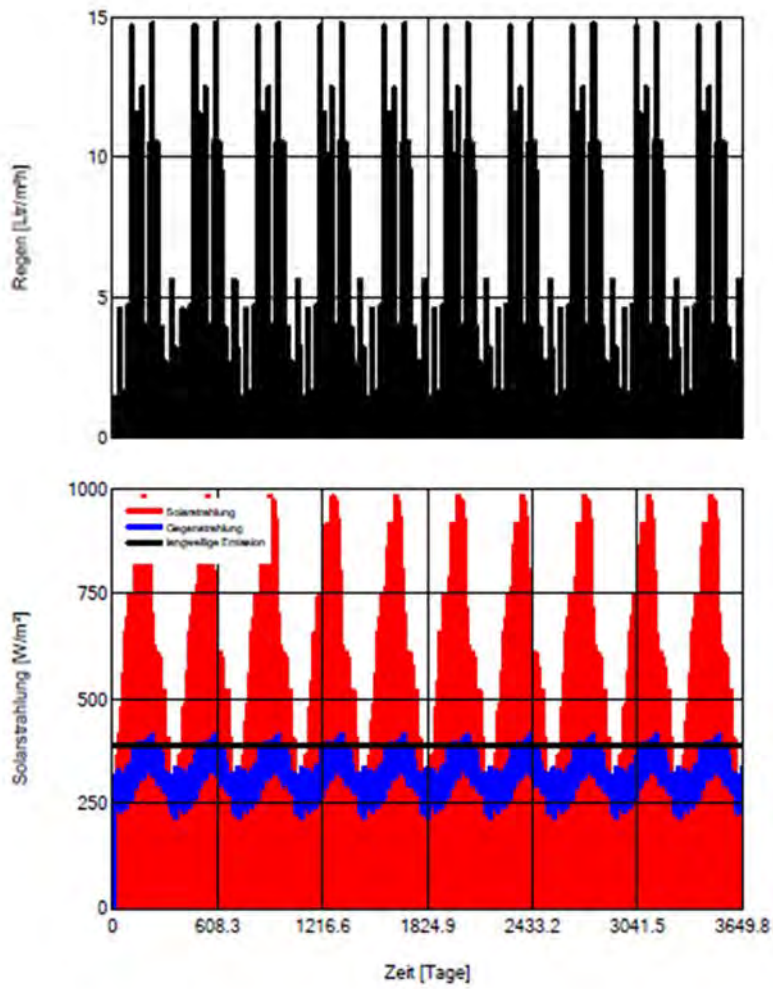
Bezeichnung	Beschreibung	Einheit	Wert
Wärmeübergangswiderstand - beinhaltet langwelligen Strahlungsanteil	Dach	[m²K/W]	0.0526 ja
Sd-Wert	Keine Beschichtung	[m]	---
Kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl	Bedachung, asphalthaltige	[-]	0.88
Langwellige Strahlungsemissionszahl	Bedachung, asphalthaltige	[-]	0.9
Anhaftender Anteil des Regens	Gemäß Bauteilneigung	[-]	1.0
Explizite Strahlungsbilanz			ja
Terrestrischer kurzwelliger Reflexionsgrad		[-]	0.2
Terrestrischer langwelliger Emissionsgrad		[-]	0.9
Terrestrischer langwelliger Reflexionsgrad		[-]	0.1
Bewölkungsgrad		[-]	0.66

Innen (rechte Seite)

Bezeichnung	Beschreibung	Einheit	Wert
Wärmeübergangswiderstand	Dach	[m²K/W]	0.125
Sd-Wert	Keine Beschichtung	[m]	---

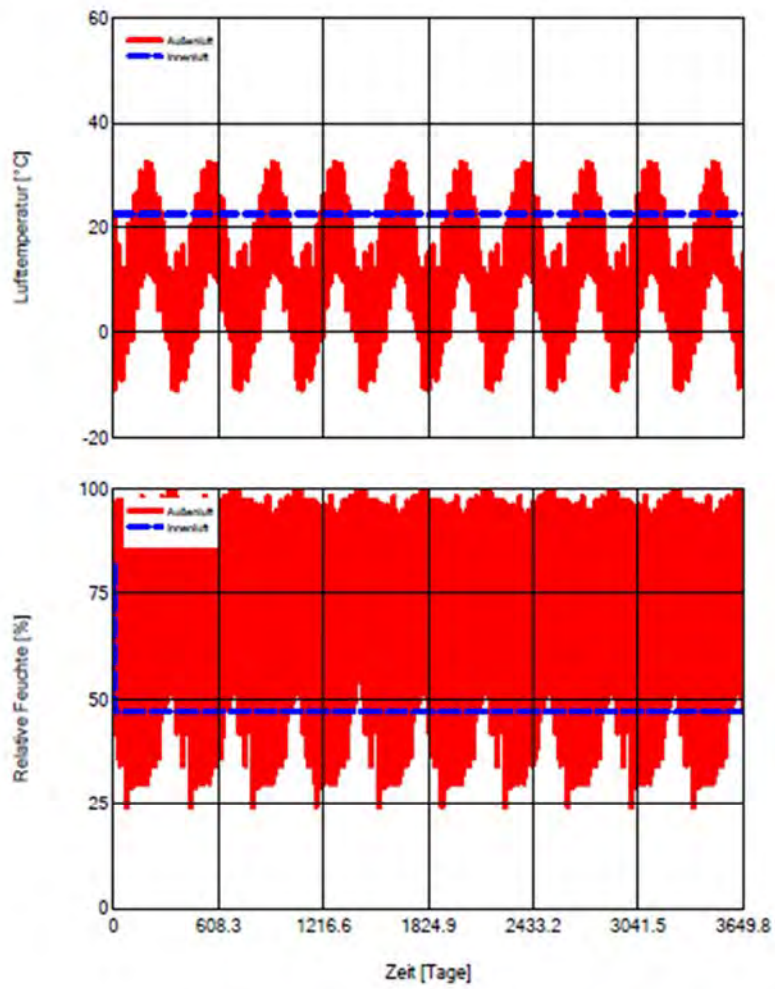
WUFI® Pro 6.1

Regen, Strahlung (Außenklima)



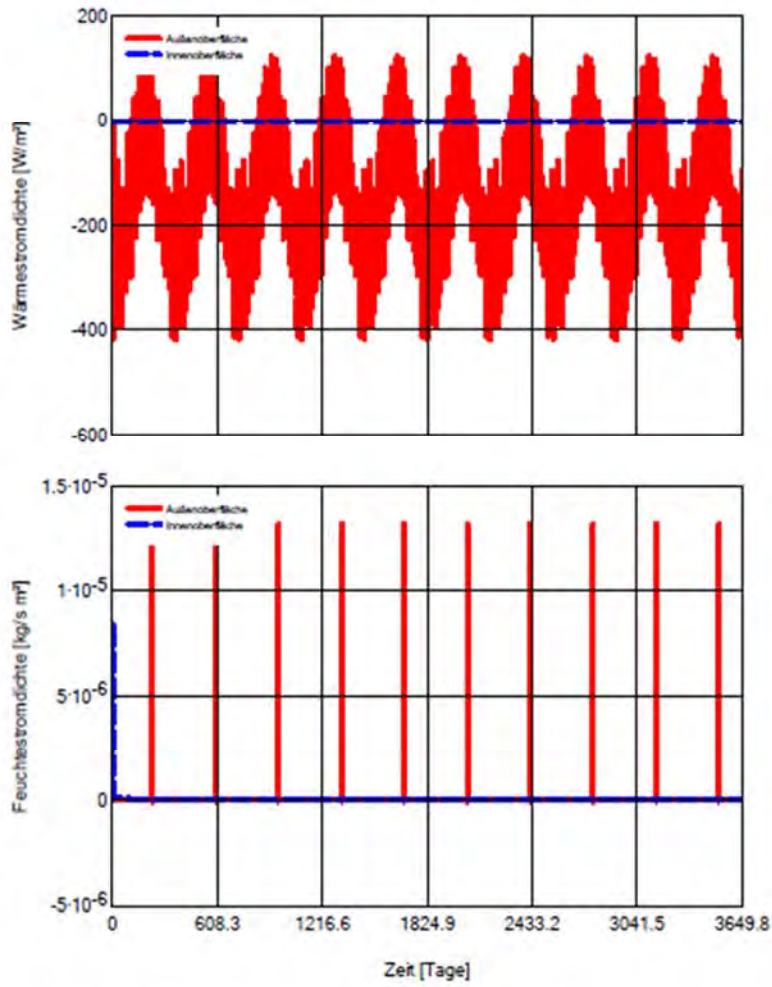
WUFI® Pro 6.1

Lufttemp., rel. Feuchte d.Luft (außen, innen)



WUFI® Pro 6.1

Wärme-, Feuchteströme



WUFI® Pro 6.1

Ergebnisse der letzten Rechnung

Rechenverlauf

Datum/Zeit der Rechnung	19.02.2018 18:13:14
Rechenzeit	0 min,9 sek
Beginn / Ende der Rechnung	01.01.2018 / 01.01.2019
Anzahl der Konvergenzfehler	0

Numerische Qualitätsprüfung

Integral der Ströme, linke Seite (kl,dl)	[kg/m ²]	0,0 -0,03
Integral der Ströme, rechte Seite (kr,dr)	[kg/m ²]	0,0 2,07
Bilanz 1	[kg/m ²]	-2,1
Bilanz 2	[kg/m ²]	-2,1

Wassergehalt [kg/m³]

	Start	Ende	Min.	Max.
Gesamtwassergehalt	7,7	5,56	5,56	7,7

Wassergehalt [kg/m³]

Schicht/Material	Start	Ende	Min.	Max.
*E-KV 5 beschiefert	0,00	0,00	0,00	0,03
*E-KV 4 sk	0,00	0,00	0,00	0,00
*EPS W20	2,52	2,37	2,37	2,52
*AL-E-KV 4	0,00	0,00	0,00	0,00
KLH Massivholz	60,00	42,42	42,42	60,00

Zeitintegral der Ströme

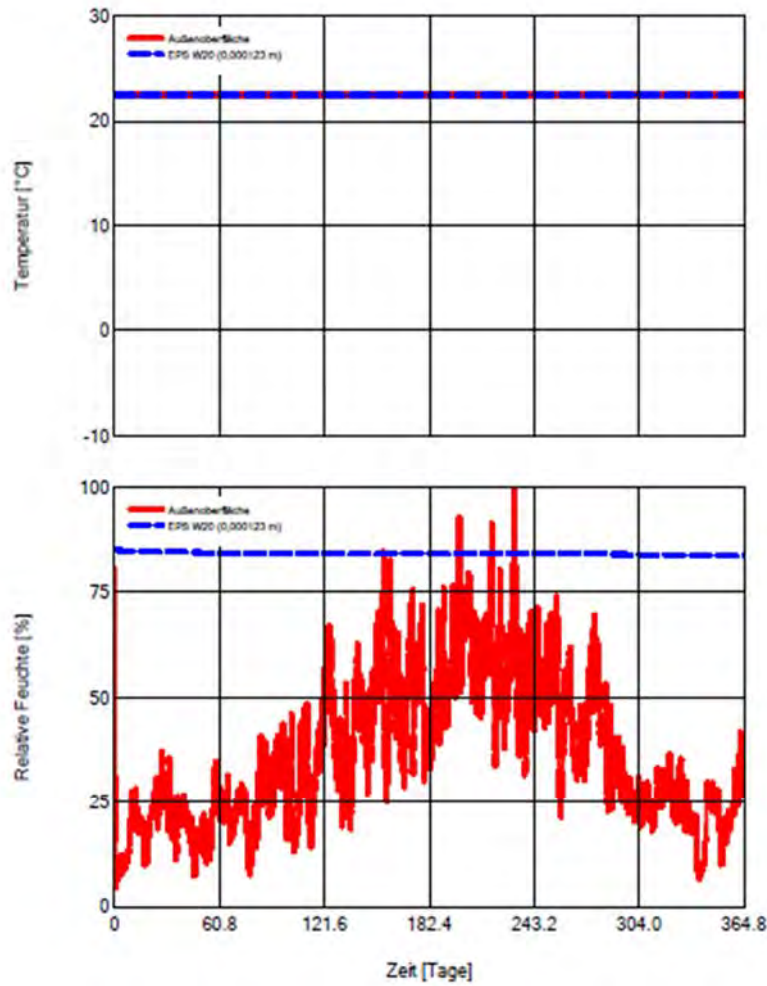
Wärmestrom, linke Seite	[MJ/m ²]	-4793,12
Wärmestrom, rechte Seite	[MJ/m ²]	0,0
Feuchteströme, linke Seite	[kg/m ²]	0,02
Feuchteströme, rechte Seite	[kg/m ²]	2,11

Hygrothermische Quellen

Wärmequellen	[MJ/m ²]	0,0
Feuchtequellen	[kg/m ²]	0,0
Nicht aufgenommene Feuchtequellen	[kg/m ²]	0,0

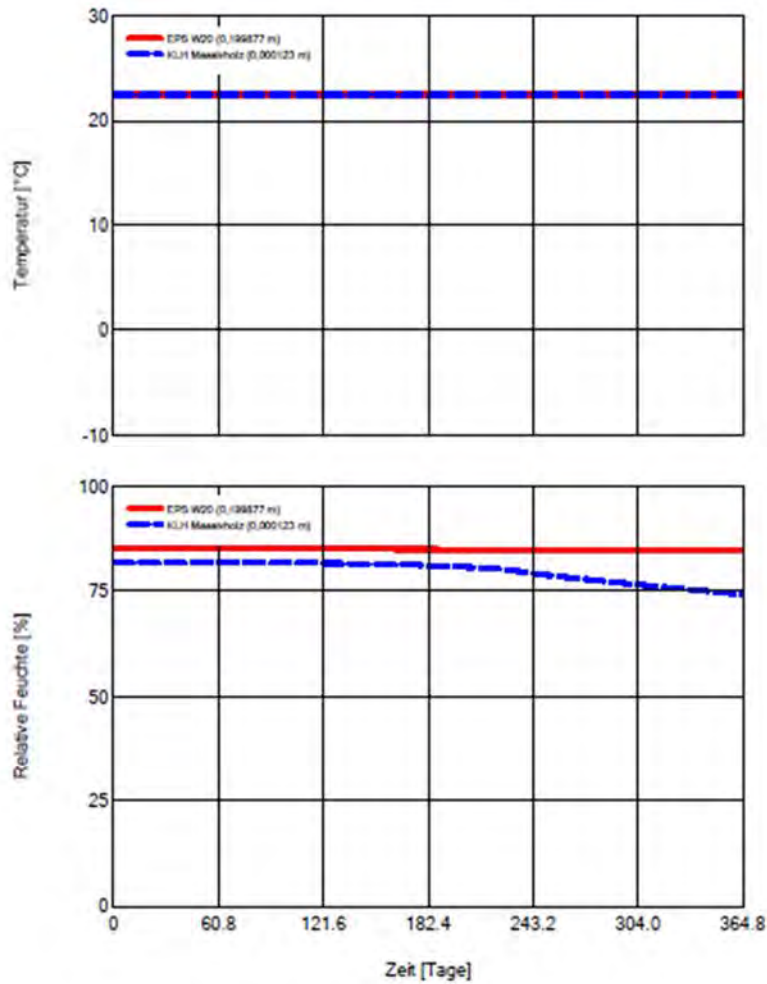
WUFI® Pro 6.1

Temperatur, rel. Feuchte (Monitorposition 1, 2)



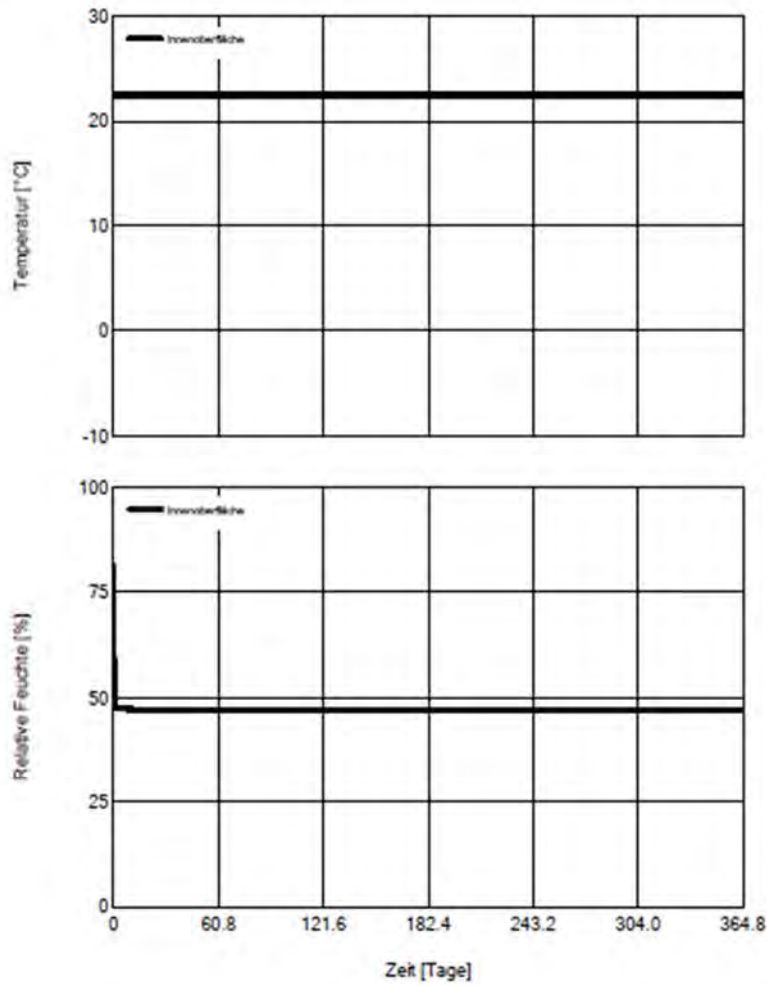
WUFI® Pro 6.1

Temperatur, rel. Feuchte (Monitorposition 3, 4)



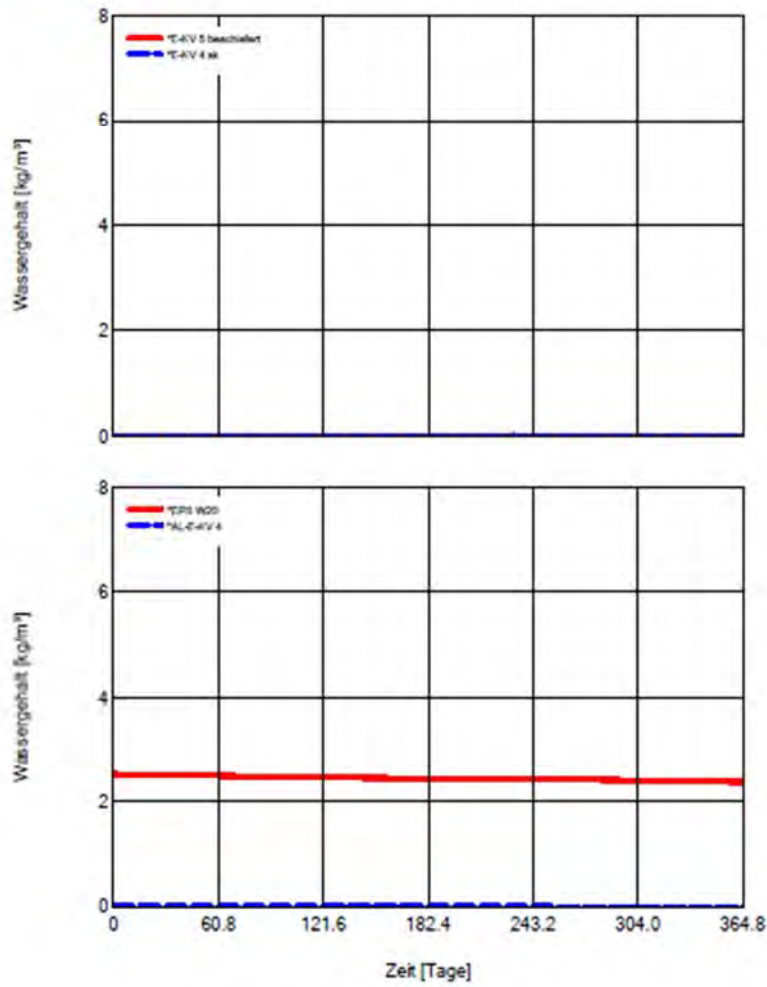
WUFI® Pro 6.1

Temperatur, rel. Feuchte (Monitorposition 5)



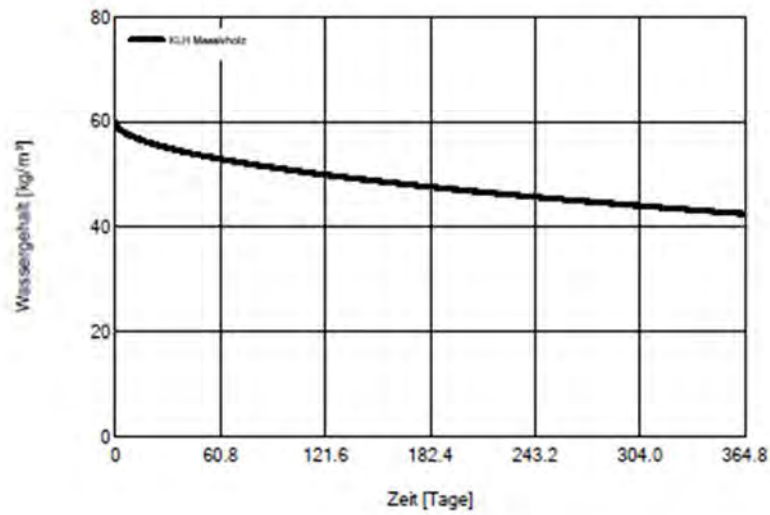
WUFI® Pro 6.1

Wassergehalt in einz. Materialien



WUFI® Pro 6.1

Wassergehalt in einz. Materialien



WUFI® Pro 6.1

Gesamtwassergehalt im Bauteil

