

Messbericht Nr.72FE-006970-03

Bestimmung von Wasseraufnahmekoeffizienten
mittels dreier Insitu-Messmethoden sowie
Labormessung nach EN ISO 15148:2002

Referenzgebäude Nr. 3
Heilig Kreuz Kirche
8853 Lachen SZ

Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau
Institut für Holzbau, Tragwerke und Architektur
Kompetenzbereich Bauphysik und Energie
Solothurnstrasse 102, CH-2504 Biel

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung der Ergebnisse	3
1.1	<i>Prüfobjekt</i>	3
1.2	<i>Übersicht und Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen</i>	3
2	Aufgabenstellung	4
3	Messverfahren	4
3.1	<i>Messung mittels Prüfrohr nach Karsten</i>	4
3.2	<i>Messung mittels Prüfplatte nach Franke.....</i>	4
3.3	<i>Messung mittels Wasseraufnahmemessgerät</i>	5
3.4	<i>Labormessung nach EN ISO 15148:2002.....</i>	5
4	Durchführung der Messungen.....	6
4.1	<i>Ortstermin</i>	6
4.2	<i>Beschreibung des Objektes.....</i>	6
4.2.1	<i>Allgemeine Merkmale des Objekts</i>	6
4.2.2	<i>Merkmale des untersuchten Putzes</i>	6
4.2.3	<i>Untersuchte Fassaden</i>	7
4.3	<i>Messgeräte.....</i>	8
5	Messergebnisse	9
5.1	<i>Messung mittels Prüfrohr nach Karsten</i>	9
5.1.1	<i>Dokumentation der Messung</i>	9
5.1.2	<i>Durchführung der Messung</i>	10
5.1.3	<i>Aufgezeichnete Messdaten.....</i>	10
5.1.4	<i>Messunsicherheiten</i>	13
5.1.5	<i>Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse</i>	15
5.2	<i>Messung mittels Prüfplatte nach Franke.....</i>	18
5.2.1	<i>Dokumentation der Messung</i>	18
5.2.2	<i>Durchführung der Messung</i>	19

5.2.3	Aufgezeichnete Messdaten	19
5.2.4	Messunsicherheiten	20
5.2.5	Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse	22
5.3	<i>Messung mittels Wasseraufnahmemessgerät</i>	26
5.3.1	Dokumentation der Messung	26
5.3.2	Durchführung der Messung	27
5.3.3	Aufgezeichnete Messdaten	27
5.3.4	Fehlerrechnung	28
5.3.5	Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse	30
5.4	<i>Labormessungen</i>	32
5.4.1	Dokumentation der Messung	32
5.4.2	Durchführung der Messung	33
5.4.3	Aufgezeichnete Messdaten	34
5.4.4	Fehlerrechnung	34
5.4.5	Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse	36
5.5	<i>Vergleich der Messmethoden und -ergebnisse</i>	40
6	Verzeichnisse	42
6.1	<i>Tabellen</i>	42
6.2	<i>Grafiken</i>	43
6.3	<i>Abbildungen</i>	43
6.4	<i>Signifikanztests</i>	44
6.5	<i>Literaturverzeichnis</i>	44
Anhang A:	45
A.1	<i>Auswertung und Regressionsgeraden Karsten'sche Prüfröhrchen</i>	45
A.2	<i>Auswertung und Regressionsgeraden Franke'sche Prüfplatte</i>	64
A.3	<i>Auswertung WAM-Messung</i>	75
A.4	<i>Labormessung nach EN ISO 15148:2002</i>	77

1 Zusammenfassung der Ergebnisse

1.1 Prüfobjekt

Das Prüfobjekt 3 wurde zwischen 1707 und 1711 von Peter Thumb errichtet und befindet sich in der Gemeinde CH-8853 Lachen SZ. Das Gebäude ist denkmalgeschützt. Bei einer Fassadenrenovation in den 1950er Jahren wurde der originale Putz, zumindest stellenweise mit einem neuen Aussenputz überputzt. Zudem wurden alle Fassadenflächen neu gestrichen.

Die Aussenwand wird unten von einem umlaufenden Steinsockel begrenzt. Der Putz ist vor allem auf der Westfassade teils stark verschmutzt, verfügt aber über keine grösseren Schäden. Einzig ein Paar grössere Risse sind visuell erkennbar, die aber bei den Prüfungen umgangen werden können. Die Farbschicht auf dem Putz ist relativ dick und noch gut in Takt.

1.2 Übersicht und Ergebnisse der durchgeführten Prüfungen

Zur schnellen und zerstörungsfreien Bestimmung des Schlagregenschutzes von historischen Aussenputzsystemen wurden an einem Referenzgebäude in Evilard drei verschiedene Insitu-Messmethoden angewandt. Die gemessenen Wasseraufnahmekoeffizienten (W_w -Werte) sollen dann einerseits untereinander und andererseits mit Labormessungen nach EN ISO 15148:2002 „Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten – Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen (ISO 15148:2002)“ an Putzproben des Referenzgebäudes verglichen werden.

Das erste der drei Insitu-Verfahren, die Messung mit den Karsten'schen Prüfröhrchen, ergibt an beiden untersuchten Fassaden, Nord und West, die höchsten Werte und die grösste Streuung. Währenddessen die anderen zwei Insitu-Verfahren, die Messung mit der Franke'schen Prüfplatte und dem Wasseraufnahmemessgerät (WAM), tiefere W_w -Werte mit gleichzeitig kleinerer Streuung aufweisen. Bei allen drei Verfahren weist die Nordfassade höhere Werte auf als die Westfassade.

Die Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w im Labor wurde aufgrund der nicht zerstörungsfreien Methode lediglich an Bohrkernen der Nordfassade durchgeführt. Die gemessenen W_w -Werte kommen in einem tieferen Bereich zu liegen, wie jene der Prüfplatte und des Wasseraufnahmemessgerätes, die in etwa auf gleicher Höhe liegen.

Die vermeintlich hohen Werte der Karsten'schen Prüfröhrchen sind grösstenteils auf die sehr kleine Prüffläche zurückzuführen, die diverse verfälschende Auswirkungen auf die Wasserabsorption des Aussenputzes und Weiterverteilung des Wassers hat.

Die tieferen Wasseraufnahmekoeffizienten W_w an der Westfassade gegenüber der Nordfassade sind auf klimatische Bedingungen und deren Folgen zu begründen. So ist möglich, dass die stärker bewitterte Westfassade, aufgrund der verstopfenden Schmutzpartikel aber auch der Witterung verschuldeten frühzeitige oder zusätzliche Sanierungsmassnahmen, weniger Wasser aufnimmt.

2 Aufgabenstellung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes werden drei verschiedene Insitu-Messmethoden zur Bestimmung der Wasseraufnahmekoeffizienten (W_w -Werte) von historischen Aussenputzsystemen an einem Referenzgebäude in Lachen angewandt. Diese dienen der schnellen und zerstörungsfreien Bestimmung des Schlagregenschutzes von Fassaden. Zudem werden Labormessungen der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w nach EN ISO 15148:2002 an Bohrkernen mit Putz des Referenzgebäudes durchgeführt.

3 Messverfahren

3.1 Messung mittels Prüfröhr nach Karsten

Das Karsten'sche Prüfröhrchen, [1] in Tabelle 1, besteht aus einer Glocke mit 30 mm Durchmesser und einem aufgesetzten kalibrierten Glasrohr mit Volumeneinteilung. 10 ml entsprechen 10 cm Wassersäule (WS). Das Röhrchen wird mittels eines plastischen Dichtstoffes („Kitt“) auf dem zu prüfenden Aussenputz angebracht. Zur Prüfung wird das Röhrchen bis zur Nullmarke mit Leitungswasser befüllt, sodass auf der Prüffläche ein mittlerer Druck von rund 10 cm WS entsteht. Dies entspricht etwa dem Winddruck bei Orkanstärke oder bei einem Schlagregenereignis. In regelmässigen Zeitabständen wird das Absinken des Wasserspiegels an der Volumenanzeige abgelesen. Durch Nachfüllen des Prüfröhrchens wird der Wasserpegel und somit der Wasserdruck möglichst konstant gehalten.

3.2 Messung mittels Prüfplatte nach Franke

Das Messprinzip der Wasseraufnahme-Prüfplatte (WA-Prüfplatte) nach Franke, [2] in Tabelle 1, ist im Wesentlichen identisch zu dem des Karsten'schen Prüfröhrchens. Auch hier wird durch eine Wassersäule der Winddruck bei Orkanstärke simuliert. Der Unterschied zum Prüfröhrchen besteht darin, dass die Prüffläche mit $25 \times 8,3 \text{ cm}^2$ deutlich grösser ist. Durch die grössere Prüffläche wird der Einfluss von Randeffekten sowie örtlichen Störungen im Putz minimiert und man erhält dadurch genauere Ergebnisse. Der Messablauf ähnelt dem des Prüfröhrchens. Die Prüfplatte wird mit Kitt an die Wand angebracht und der Wasserpegel während der Messdauer konstant gehalten. Die aufgesaugte Wassermenge wird durch Wägung der Spritzflasche bestimmt, aus der das Wasser in der Prüfplatte ergänzt wird.

3.3 Messung mittels Wasseraufnahmemessgerät

Das Wasseraufnahmemessgerät (WAM), [3] in Tabelle 1, ist eine Apparatur, die aus einer Messkammer, einer Pumpe, einer Waage und einem Wasserbehälter besteht (Abbildung 1). Diese Apparatur wird abgedichtet an die Wand angebracht (Abbildung 2). Das Messprinzip ist wie folgt:

Über die Pumpe wird Wasser in die Messkammer gepumpt, mit der die Aussenwand im Bereich der Messkammer benieselt wird. Das Wasser, welches nicht durch den Putz aufgenommen wird, läuft zurück in den Wasserbehälter. Die Waage [4] misst das Gewicht des Wassers im Vorratsbehälter. Hieraus wird der Gewichtsverlust bestimmt. Die Waage ist an einen Laptop [11] angeschlossen, der die Messdaten alle 10-20 Sekunden aufzeichnet. Mittels einer Software [9] wird der Wasseraufnahmekoeffizient W_w bestimmt. Eine Messung mit dem WAM dauert in der Regel 40 Minuten.

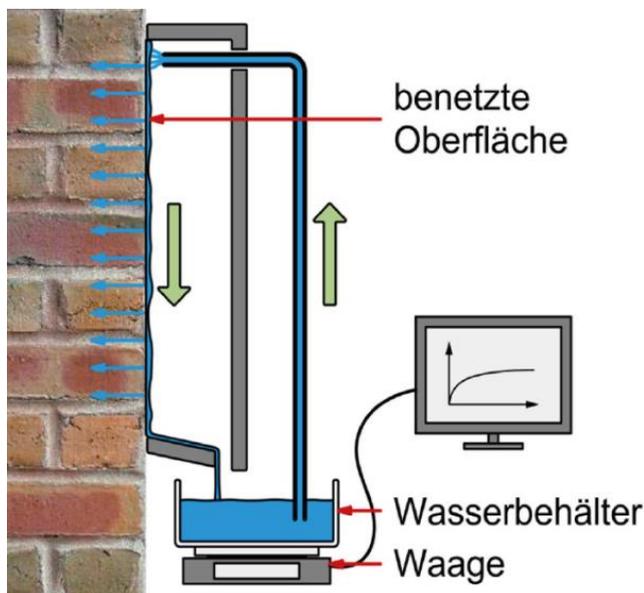


Abbildung 1: Graphische Darstellung der Funktionsweise des Wasseraufnahmemessgerätes.



Abbildung 2: Das Wasseraufnahmemessgerät (WAM).

3.4 Labormessung nach EN ISO 15148:2002

Die Europäische Norm EN ISO 15148:2002 legt ein Verfahren zur Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w für kurze Zeitspanne durch teilweises Eintauchen der Probe ohne Temperaturgradienten fest. Sie dient zur Beurteilung der Intensität der Wasseraufnahme aufgrund von Kapillarkräften bei anhaltender Beregnung oder Schlagregen. Laut der Norm ist das Verfahren für Prüfungen von Putzen oder Beschichtungen in Verbindungen mit dem Untergrund, auf den sie üblicherweise aufgebracht werden, geeignet.

4 Durchführung der Messungen

4.1 Ortstermin

Während des Ortstermins am 26.06.2015 wurden keine Prüfungen durchgeführt. Das Objekt wurde lediglich auf die Prüftauglichkeit untersucht. Alle Messungen konnten an einem einzigen Tag, dem 21.09.2015 durchgeführt werden. Die Bohrkern für die Labormessung wurden am 09.10.2015 genommen.

4.2 Beschreibung des Objektes

4.2.1 Allgemeine Merkmale des Objekts

- Baujahr: 1707-1711
- Historischer Putz: ja
- Denkmalschutz: ja

4.2.2 Merkmale des untersuchten Putzes

In der Abbildung 3 und Abbildung 4, sind Detailaufnahmen des Putzes an beiden untersuchten Fassaden zu sehen. Der Putz hat folgende Merkmale:

- Feinkörnig
- Kompakt
- Mindestens ein Farbanstrich
- Wenige grosse Risse erkennbar
- Teilweise relativ stark verschmutzt, v.a. die Westseite



Abbildung 3: Putz der Nordfassade.



Abbildung 4: Putz der Westfassade.

4.2.3 Untersuchte Fassaden

Da es sich bei diesem Objekt um eine Kirche handelt, ist kein umlaufender Dachüberstand vorhanden, der als einen konstruktiven Schutz gegen Regen und Schlagregen gelten würde. Die Nordfassade ist die Seitenwand der Kirche und weist eine grosse und optimale Testfläche auf (Abbildung 5). Die Westfassade hingegen ist gewölbt und somit für die Messungen mit dem Wasseraufnahmemessgerät ungeeignet (Abbildung 6). Aus diesem Grund musste auf die Fläche der Kirchtürme ausgewichen werden, die ebenfalls westlich ausgerichtet sind, aber über eine kleinere Testfläche aufweisen (Abbildung 7). Diese Fläche genügt jedoch um alle erforderlichen Prüfungen durchzuführen.

Die Aussenwand wird unten von einem umlaufenden Steinsockel begrenzt. Der Putz ist vor allem auf der Westfassade teils stark verschmutzt, verfügt aber über keine grösseren Schäden. Einzig ein Paar grössere Risse sind visuell erkennbar, die aber bei den Prüfungen umgangen werden können. Die Farbschicht auf dem Putz ist relativ dick und noch gut in Takt.



Abbildung 5: Ansicht der Nordfassade.



Abbildung 6: Gesamtansicht der Kirche Heilig Kreuz in Lachen SZ. Abbildung 7: Ansicht der Westfassade.

Gut zu erkennen auf diesem Bild ist die gewölbte Westfassade rechts. Quelle: www.gebaeudeaufnahme.ch

4.3 Messgeräte

Die Messungen wurden mit den in der Tabelle 1 ersichtlichen Messgeräten durchgeführt:

Tabelle 1: Zusammenstellung der verwendeten Messgeräte.

Nr.	Messgerät	Hersteller und Bezeichnung	Seriennummer	Messgenauigkeit
[1]	Prüfrohr nach Karsten	Sachverstaendigen-bedarf.de	k.A.	1 ml
[2]	Prüfplatte nach Franke	TuTech Innovation GmbH	k.A.	Siehe Waage
[3]	Wasseraufnahmemessgerät (WAM)	Hf Sensor GmbH	k.A.	Siehe Waage
[4]	Waage zu WAM	Höfelmeier Waagen	SP4MC3MR	1 g
[5]	Küchenwaage	MyWeigh iBALANCE i1200	k.A.	0.1 g
[6]	Waage	Mettler Toledo PB1502-S	1122503232	0.01 g
[7]	Kamera	Nikon D90	k.A.	
[8]	Software „ImageJ“	National Institutes of Health	1.49n	
[9]	Software für WAM	Hf Sensor GmbH	k.A.	
[10]	Feuchtemessgerät	Gann GmbH - GANN Hydromette M 4050	P-2314, 15-02448	0.1 Digits
[11]	Laptop	HP EliteBook 8560p	5CB2252C4R	

5 Messergebnisse

5.1 Messung mittels Prüfrohr nach Karsten

5.1.1 Dokumentation der Messung

Die Messungen an der Nord- sowie Westfassade wurden jeweils am selben Tag durchgeführt. Aufgrund der täglichen Klimaschwankungen werden die Klimabedingungen, wie die relative Luftfeuchte, Temperatur, Besonnung der Fassade und Fassadenfeuchte dokumentiert. Die Abbildung 8, zeigt einige Messstellen an der Nordfassade. Auf dieser Abbildung ist gut zu erkennen, dass die Prüfröhrchen im Schatten liegen. Einige Prüfstellen befinden sich unterhalb der Brüstung, wo die Fassade visuell deutliche Verschmutzung aufweist.

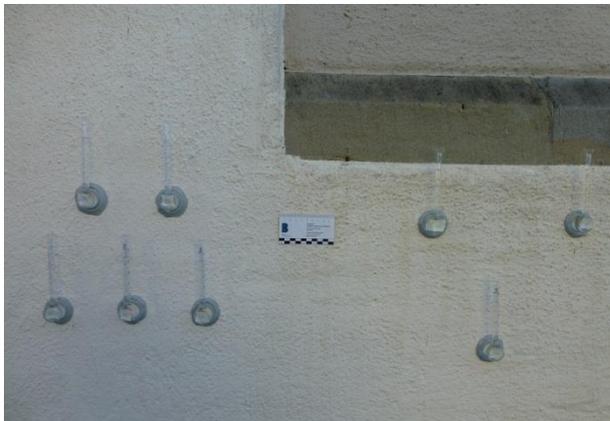


Abbildung 8: Messpunkte 3-10 der Nordfassade.

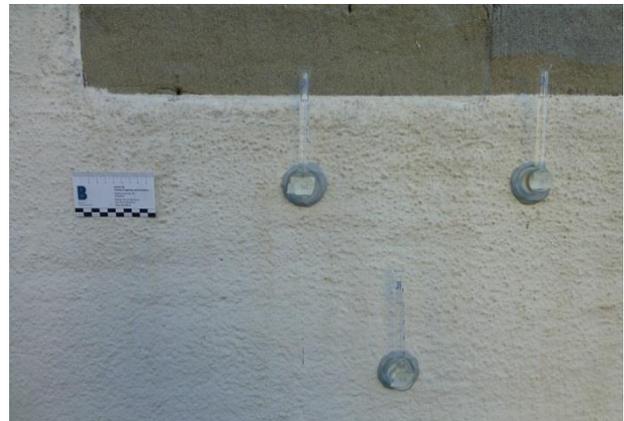


Abbildung 9: Messungen im verschmutzten Bereich unter der Brüstung der Nordfassade.

Auf der Abbildung 10 und Abbildung 11, sind die Messstellen an der Westfassade zu sehen. Die Abbildung 11 zeigt, dass die Verschmutzung unterhalb der Brüstung noch deutlicher ausfällt, als an der Nordfassade. Grund ist die westliche Ausrichtung der Fassade.



Abbildung 10: Messpunkte 1-10 der Westfassade.



Abbildung 11: Messungen im verschmutzten Bereich unter der Brüstung der Nordfassade.

5.1.2 Durchführung der Messung

Es werden 10 Prüfröhrchen gleichzeitig an die Wand angebracht und gemessen. Ziel ist es, insgesamt 10 gültige Messungen pro Wand zu erzielen, um statistische Aussagen treffen zu können. Als gültige Messungen zählen jene Messungen, die keine visuelle Fehlstellen und -verhalten aufweisen. Dazu gehören Leckagen zwischen Dichtmasse und Fassade, Risse und Löcher im Aussenputz sowie bereits durch Wasser benetzte Flächen.

Die Prüfröhrchen werden mittels Terostat-Dichtmasse an der Wand befestigt und sorgfältig abgedichtet. Anschliessend werden die Prüfröhrchen mit Wasser befüllt und nach einer kurzen Benetzungszeit wird die Messung gestartet. Anfangs wird jede Minute notiert, wie viel Wasser aus dem Röhrchen in den Putz eingedrungen ist. Zu einem späteren Zeitpunkt, sobald der Putz deutlich weniger Wasser aufnimmt und die Skalierung des Ablesemasstabs zu ungenau wird, wechselt der Ableserhythmus von der anfänglichen Minute zuerst auf 2 Minuten und dann auf 5 Minuten. Insgesamt beträgt die Messdauer um die 40 Minuten, wobei einzelne Messungen kürzer und länger ausfallen können, damit die Anzahl einzelner Messpunkte für eine statistische Auswertung ausreicht. Um den Einfluss des sich verändernden Druckes durch die abfallende Wassersäule möglichst gering zu halten, werden die Röhrchen bei einem Verlust von ca. 1,5 g Flüssigkeit wieder bis zur Nullmarke aufgefüllt.

5.1.3 Aufgezeichnete Messdaten

Nachfolgende Tabelle 2 zeigt die aufgenommenen Messwerte an der Nordfassade. Tabelle 3 zeigt die Messwerte der Westfassade.

Tabelle 2: Ergebnisse der Messungen mittels Prüfröhrchen an der Nordfassade in Lachen.

n	t	$\sqrt{t} (x_i)$	y_i									
			21.09.15									
			Prüfung N1	Prüfung N2	Prüfung N3	Prüfung N4	Prüfung N5	Prüfung N6	Prüfung N7	Prüfung N8	Prüfung N9	Prüfung N10
	min	\sqrt{h}	kg/m ²									
1	1	0.13	0.28	0.28	0.28	0.14	0.14	0.28	0.21	0.35	0.35	0.42
2	2	0.18	0.56	0.42	0.35	0.35	0.42	0.42	0.42	0.49	0.49	0.70
3	3	0.22	0.70	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.49	0.56	0.56	0.85
4	4	0.26	0.85	0.70	0.63	0.63	0.70	0.63	0.63	0.70	0.70	0.99
5	5	0.29	1.06	0.85	0.77	0.77	0.85	0.77	0.70	0.85	0.85	1.13
6	7	0.34	1.23	1.02	0.92	0.92	0.99	0.92	0.85	1.06	0.99	1.41
7	8	0.37	1.37	1.13	1.06	1.06	1.13	1.02	0.92	1.20	1.13	1.55
8	9	0.39	1.55	1.27	1.20	1.20	1.20	1.13	1.06	1.27	1.20	1.69
9	10	0.41	1.69	1.41	1.34	1.34	1.27	1.23	1.13	1.41	1.34	1.83
10	12	0.45	1.97	1.62	1.48	1.55	1.48	1.48	1.34	1.55	1.51	2.08
11	15	0.50	2.39	1.97	1.83	1.90	1.76	1.76	1.58	1.83	1.76	2.39
12	20	0.58	2.96	2.39	2.18	2.25	2.08	2.18	1.97	2.22	2.18	3.03
13	25	0.65	3.66	2.96	2.68	2.89	2.46	2.68	2.43	2.68	2.61	3.59
14	30	0.71	4.15	3.38	3.10	3.24	2.82	2.96	2.75	3.03	2.92	4.12
15	35	0.76	4.79	3.94	3.56	3.73	3.17	3.52	3.13	3.38	3.52	4.65
16	40	0.82	5.35	4.37	3.94	4.15	3.49	3.87	3.56	3.80	3.87	5.21

Tabelle 3: Ergebnisse der Messungen mittels Prüfröhrchen an der Westfassade in Lachen.

n	t	$\sqrt{t} (x_i)$	y_i									
			21.09.15									
			Prüfung W1	Prüfung W2	Prüfung W3	Prüfung W5	Prüfung W6	Prüfung W7	Prüfung W8	Prüfung W9	Prüfung W10	
	min	\sqrt{h}	kg/m ²									
1	1	0.13	0.14	0.14	0.21	0.18	0.18	0.35	0.14	0.18	0.56	
2	2	0.18	0.28	0.28	0.32	0.28	0.32	0.53	0.21	0.21	0.70	
3	3	0.22	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.70	0.28	0.28	0.85	
4	4	0.26	0.49	0.49	0.49	0.53	0.60	0.85	0.35	0.28	1.09	
5	5	0.29	0.63	0.56	0.60	0.60	0.70	0.99	0.42	0.32	1.23	
6	6	0.32	0.70	0.67	0.70	0.70	0.85	1.13	0.46	0.35	1.37	
7	7	0.34	0.85	0.70	0.74	0.77	0.92	1.27	0.56	0.39	1.51	
8	9	0.39	0.99	0.77	0.77	0.92	1.06	1.48	0.63	0.49	1.80	
9	10	0.41	1.02	0.85	0.88	0.95	1.16	1.62	0.70	0.53	1.90	
10	12	0.45	1.27	0.99	1.02	1.13	1.34	1.83	0.81	0.56	2.15	
11	15	0.50	1.51	1.16	1.16	1.34	1.62	2.15	0.95	0.67	2.50	
12	20	0.58	1.94	1.48	1.55	1.76	1.97	2.68	1.20	0.81	2.65	
13	25	0.65	2.29	1.70	1.83	2.08	2.18	3.10	1.37	0.95	2.99	
14	30	0.71	2.64	1.94	2.11	2.36	2.54	3.52	1.58	1.09	3.42	
15	35	0.76	2.99	2.22	2.39	2.71	2.85	3.91	1.80	1.23	3.91	
16	40	0.82	3.27	2.50	2.64	2.85	3.06	4.12	1.94	1.41	4.26	

5.1.4 Messunsicherheiten

Die Messunsicherheiten der verschiedenen physikalischen Grössen werden unter Zuhilfenahme des Gauß'schen Fehlerfortpflanzungsgesetzes abgeschätzt:

$$df = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \cdot dx_1\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \cdot dx_2\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n} \cdot dx_n\right)^2} \quad \text{Formel 1}$$

Dabei bezeichnet

- x_1 bis x_n unabhängige physikalische Grössen
- dx_1 bis dx_n Messunsicherheit der unabhängigen physikalischen Grössen x_1 bis x_n
- f die abhängige physikalische Grösse
- df der Fehler der abhängigen physikalischen Grösse f

5.1.4.1 Prüffläche der Karsten'schen Röhrrchen

Die Messunsicherheit des Durchmessers d der Prüffläche beträgt

$$d = (3 \pm 0,2) \text{ cm} \quad \text{Formel 2}$$

Die Prüffläche A berechnet sich wie folgt:

$$A = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 \quad \text{Formel 3}$$

Mit dem Messfehler des Durchmessers Δd wird die Messunsicherheit der Prüffläche dA mit Formel 1 bestimmt:

$$dA = \frac{\partial A}{\partial d} * \Delta d = \frac{\pi}{4} * 2d * \Delta d = \frac{\pi}{2} \cdot 3 \text{ cm} \cdot 0,2 \text{ cm} = 0,94 \text{ cm}^2 \quad \text{Formel 4}$$

Damit ergibt sich die Prüffläche zu

$$A = (7,1 \pm 0,94) \text{ cm}^2 \quad \text{Formel 5}$$

5.1.4.2 Wasserstromdichte

Die aufgesaugte Wassermenge, die pro m^2 bis zu einer bestimmten Zeit t aufgenommen wird, kann als Wasserstromdichte Φ dargestellt werden:

$$\Phi = \frac{m(t)}{A} \quad \text{Formel 6}$$

Die Messunsicherheit der Prüffläche A ergibt sich nach der Formel 3.

Die Ablesegenauigkeit des Volumens V des vom Putz aufgesaugten Wassers beträgt $dV = 0,05 \text{ ml}$. Hieraus ergibt sich mit der Dichte von Wasser von 1 kg/dm^3 die Messunsicherheit der Masse des aufgesaugten Wassers von

$$dm = \pm 0,05 * 10^{-3} \text{ kg} \quad \text{Formel 7}$$

Damit bestimmt sich die Messunsicherheit der Wasserstromdichte zu

$$d\Phi = \sqrt{\left(\frac{\partial\Phi}{\partial m} \cdot dm\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi}{\partial A} \cdot dA\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{A} \cdot dm\right)^2 + \left(-\frac{m}{A^2} \cdot dA\right)^2} \quad \text{Formel 8}$$

5.1.4.3 Wurzel aus der Zeit

Die Genauigkeit der Bestimmung des Messzeitpunktes t beträgt $dt = 2 \text{ s}$. Um eine lineare Regressionsgerade an die Messwerte anpassen zu können, werden diese über der Wurzel aus dem Messzeitpunkt aufgetragen. Der Fehler von $d\sqrt{t}$ ergibt sich wie folgt:

$$d\sqrt{t} = \frac{\partial\sqrt{t}}{\partial t} * dt = \frac{1}{2} * \frac{1}{\sqrt{t}} * dt \quad \text{Formel 9}$$

Die Regressionsgeraden im Anhang unter dem Punkt A.1 wurden nur für vollständige Messungen durchgeführt und der W_w -Wert wurde auch nur für diese Messungen bestimmt. Messungen die nach einiger Zeit undicht geworden sind, haben nicht dieselbe Aussagekraft und würden das Ergebnis verfälschen.

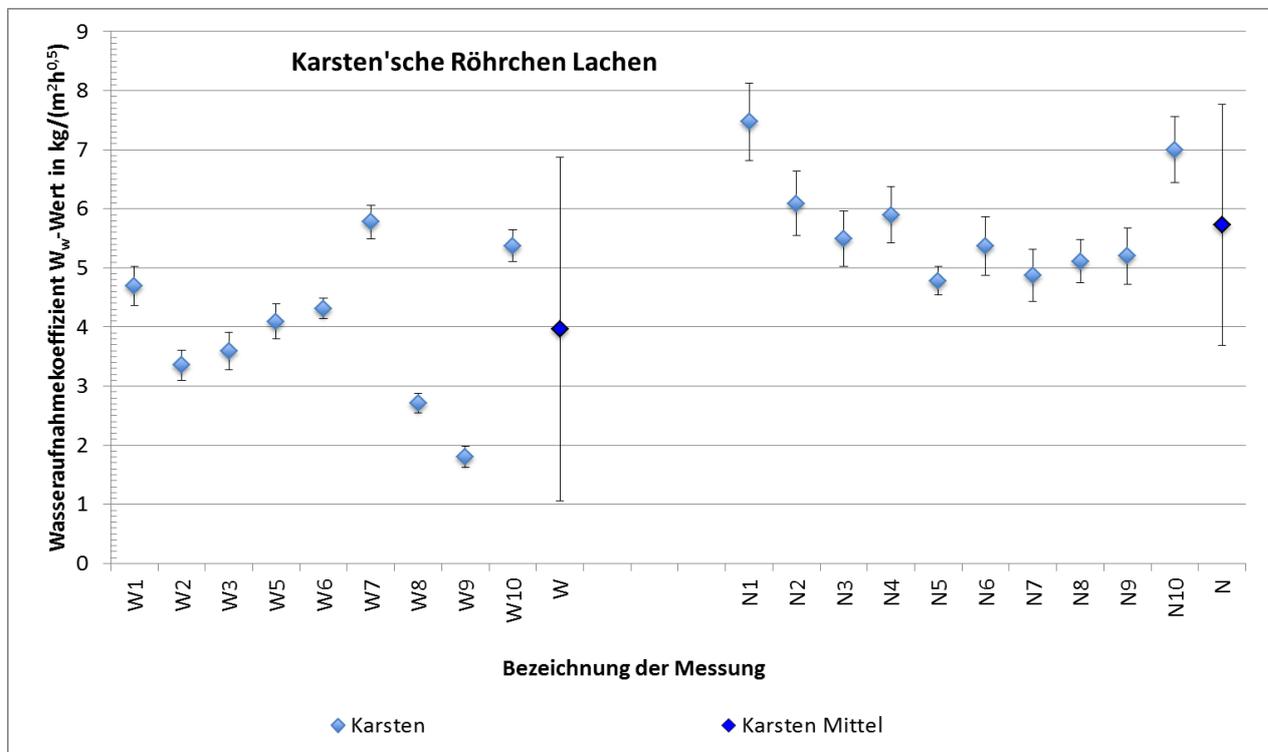
5.1.5 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse

Zur Auswertung der Messergebnisse wird zunächst die aufgesaugte Wassermenge pro m^2 über der Wurzel aus dem Zeitpunkt der Erfassung der Messwerte graphisch aufgetragen.

Sodann werden Regressionsgeraden nach dem „Fehler in den Variablen Modell“ bzw. als Y-aus-Y Regression so an die Messwerte angepasst, bis die Summe aus den quadratischen Fehlern zwischen den Messwerten und den Funktionswerten der Regressionsgerade minimal wird. Der Wasseraufnahmekoeffizient W_w ergibt sich dann als der Schätzwert der Steigung der Regressionsgeraden b'_{yx} . Der angegebene Fehler der Steigung der Regressionsgeraden berechnet sich aus dem Schätzwert der empirischen Varianz der Steigung der Regressionsgeraden und der t-Verteilung für das 95 %- Vertrauensintervall.

Die detaillierten Berechnungen in Form von Tabellen und Diagramme zur Auswertung der einzelnen Messreihen sind im Anhang, unter dem Punkt A.1, abgelegt. In den Tabellen sind die, für die Ermittlung der Regressionsgeraden, aufgenommenen Messwerte der entsprechenden Fassade in Lachen aufgelistet. Die Diagramme zeigen die entsprechenden Regressionsgeraden zur Ermittlung des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w .

Die Messwerte und deren Mittelwert sind in der Grafik 1, Tabelle 4 und 5 zusammengestellt.



Grafik 1: Darstellung der Messwerte des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w und deren Mittelwert an der Nord- und Westfassade, inkl. dem 95 %- Vertrauensintervall.

Tabelle 4: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen an der Nordfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall (DW_w) dar.

Bezeichnung	Datum	Umfang	W_w -Wert	DW_w	
		N	kg/(m ² √h)	95%	
Prüfung N1	21.09.2015	16	7.4	±	0.65
Prüfung N2		16	6.0	±	0.54
Prüfung N3		16	5.4	±	0.46
Prüfung N4		16	5.8	±	0.47
Prüfung N5		16	4.8	±	0.24
Prüfung N6		16	5.3	±	0.49
Prüfung N7		16	4.8	±	0.44
Prüfung N8		16	5.1	±	0.35
Prüfung N9		16	5.1	±	0.47
Prüfung N10		16	6.9	±	0.55
Mittelwert		16.00	6	±	2.0

Tabelle 5: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen an der Westfassade. Die Fehler stellen das 95 % Vertrauensintervall (DW_w) dar.

Bezeichnung	Datum	Umfang	W_w -Wert	DW_w	
		N	kg/(m ² √h)	95%	
Prüfung W1	21.09.2015	16	4.7	±	0.32
Prüfung W2		16	3.3	±	0.24
Prüfung W3		16	3.6	±	0.31
Prüfung W5		16	4.1	±	0.29
Prüfung W6		16	4.3	±	0.17
Prüfung W7		16	5.8	±	0.29
Prüfung W8		16	2.7	±	0.16
Prüfung W9		16	1.8	±	0.16
Prüfung W10		16	5.4	±	0.27
Mittelwert			16.00	4	±

In der Grafik 1, sowie der Tabelle 4 und Tabelle 5 ist deutlich erkennbar, dass die über die Regressionsgeraden errechneten Wasseraufnahmekoeffizienten W_w der einzelnen Messungen zwischen dem Wert 1.8 kg/(m²√h) und 7.4 kg/(m²√h) liegen. Die Fehler, also das 95 %- Vertrauensintervall, der einzelnen Messungen an der Westfassade sind relativ klein, was bedeutet, dass die einzelnen Messungen sich untereinander signifikant unterscheiden. Woraus sich eine wesentlich grössere Streuung ergibt, die sich im 95 %- Vertrauensintervall des

Mittelwertes, der zwischen $2 \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$ und annähernd $2.9 \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$ liegt, widerspiegelt. Die Fehler der Messungen an der Nordfassade sind hingegen deutlich grösser und die einzelnen Messungen unterscheiden sich somit nicht eindeutig. Der 95 %- Vertrauensintervall des Mittelwertes fällt entsprechend kleiner aus.

Die Prüfung W4 musste aufgrund einer Leckage aus der Auswertung gestrichen werden.

Die relativ grossen 95 %- Konfidenzintervalle der beiden Mittelwerte, bzw. die grosse Streuung der einzelnen Prüfungen, könnten folgendermassen erklärt werden:

- Gerade bei Natursteinmauerwerken, kann der Anteil an Mörtelfugen relativ hoch ausfallen und somit das Verhältnis Naturstein und Mörtel zwischen den Messstellen variieren. Da saugfähige Schichten einer Fassade in einer hygrischen Wechselwirkung zueinander stehen, findet entweder eine Rücktrocknung oder -befeuchtung des Aussenputzes statt. Der Aussenputz kann somit lokale Feuchteunterschiede je nach Art des Untergrunds aufweisen. Wird nun bei der Prüfung das Röhrchen auf einer trockenen Stelle der Fassade befestigt, wird vor allem anfangs mehr Wasser absorbiert, als dies bei einer wassergesättigten Stelle der Fall wäre.
- Eine feuchte Stelle auf dem Aussenputz deutet auf eine ebenso feuchte Stelle des Untergrundes hin. Dringt nun das Wasser nach einer gewissen Zeit durch den Aussenputz bis zum Untergrund, wird die Wasseraufnahme nicht mehr nur durch die äusserste Schicht beeinflusst. Je nach dem materialbedingten Wasseraufnahmekoeffizienten sowie Feuchtigkeit (in diesem Falle Mörtel oder Naturstein) der zweiten Schicht, verlangsamt sich die Weiterverteilung des Wassers in der Fassade.
- Als zusätzliche Faktoren gelten zudem lokale Fehlstellen im Aussenputz, wie Risse, Löcher oder eine zu geringe Dicke des Putzes. Bei der sehr kleinen Prüffläche der Karsten'schen Röhrchen kann deren Einfluss verhältnismässig sehr gross sein und somit eine schnelle Absorption oder Weiterleitung des Schlagregenwassers begünstigen.

Für das Vorhandensein solcher lokalen Feuchtestellen sprechen ebenfalls die unterschiedlich gemessenen Fassadenfeuchten mittels Feuchtemessgerät, [10] in Tabelle 1, die zwischen 60 und 80 Digits liegen.

Grundsätzlich nehmen all diese oben erwähnten Effekte mit zunehmender Grösse der Prüffläche ab, womit für das Karsten'schen Prüfröhrchen die Prüffläche sich als wesentlicher Nachteil dieser Prüfmethode herausstellt.

Die allgemein hohen Werte könnten abermals durch die geringe Prüffläche der Röhrchen erklärt werden. So ist der Umfang der Röhrchen im Verhältnis zu dessen Fläche um einiges grösser als

bei der Franke'schen Prüfplatte oder beim Wasseraufnahmemessgerät. Somit sind auch die Randeffekte, sprich der Verlust in der dritten Dimension, also in der Ebene des Aussenputzes, über den Umfang bei den Karsten'schen Röhrchen entsprechend grösser als bei den anderen zwei Messverfahren. Folglich resultiert ein höherer Wasseraufnahmekoeffizient W_w .

5.2 Messung mittels Prüfplatte nach Franke

5.2.1 Dokumentation der Messung

Die Messungen wurden pro Fassade an mindestens vier Stellen durchgeführt. Auf der Abbildung 12 sind zwei parallel laufende Messungen an der Nordfassade zu sehen. Die Abbildung 13 zeigt eine Detailaufnahme der Messung N2.



Abbildung 12: Zwei parallel laufende Messungen an der Nordfassade.



Abbildung 13: Detailaufnahme der Messung N2 an der Nordfassade.

Die Abbildung 14 zeigt zwei Messungen an der Westfassade, wobei die Messung auf der linken Bildseite eine deutliche Leckage aufweist und somit nicht in die Auswertung einfliesst. Auf der Abbildung 15 ist Messung W6 zu sehen. Im Vergleich zur Abbildung 13 ist auf dieser Abbildung gut zu erkennen, wie stark die Westfassade durch die Bewitterung verschmutzt ist.



Abbildung 14: Mangelhafte Messung an der Westfassade.



Abbildung 15: Messung W6 an der deutlich verschmutzten Westfassade.

5.2.2 Durchführung der Messung

Die Prüfplatte wird mit etwas Neigung nach links mittels Terostat an die Wand angebracht und abgedichtet. Die Linksneigung sorgt für das Entweichen der Luft in der Prüfplatte durch das dafür vorgesehene kleine Entlüftungsloch rechts oben. Wichtig dabei ist, dass der höchste Punkt des rechteckigen Hohlraums der Platte unterhalb des minimalen Wasserspiegels im Röhrchen liegt. Da sich ansonsten ein Teil des Wasserverlustes in die Fassade über das Ausnivellieren der beiden Wasserspiegel, im Rohr und in der Prüfplatte, nach dem Pascal'schen Gesetz auszugleichen beginnt. Das Ausgleichen der beiden Wasserspiegel hat einen verfälschenden Einfluss auf die Messung. Nach dem Auffüllen der Vorrichtung wird das Loch mit Terostat verschlossen. Kurz darauf beginnt die Messung. Der Wasserpegel im Röhrchen muss durch regelmässiges Nachfüllen immer konstant gehalten werden. Nach jedem Nachfüllen wird dann die Wasserflasche gewogen, um zu bestimmen wie viel Wasser verloren gegangen ist.

5.2.3 Aufgezeichnete Messdaten

Nachfolgende Tabelle 6, zeigt die aufgenommenen Messwerte mittels Franke'sche Prüfplatte an der Nordfassade. Die Tabelle 7 zeigt die Messwerte der Westfassade.

Tabelle 6: Ergebnisse der Messungen mittels Franke'sche Prüfplatten an der Nordfassade in Lachen.

n	t	$\sqrt{t} (x_i)$	y_i			
			Prüfung N1	Prüfung N2	Prüfung N3	Prüfung N4
	min	\sqrt{h}	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²
			21.09.15			
1	1	0.13	0.14	0.21	0.38	0.28
2	2	0.18	0.30	0.37	0.63	0.50
3	3	0.22	0.43	0.51	0.86	0.62
4	4	0.26	0.52	0.63	1.00	0.72
5	5	0.29	0.63	0.72	1.16	0.84
6	6	0.32	0.71	0.80	1.31	0.94
7	7	0.34	0.79	0.88	1.56	1.02
8	8	0.37	0.85	0.97	1.60	1.12
9	9	0.39	0.94	1.03	1.71	1.20
10	10	0.41	1.00	1.10	1.83	1.29
11	12	0.45	1.10	1.21	2.05	1.41
12	15	0.50	1.29	1.40	2.31	1.61
13	20	0.58	1.50	1.64	2.72	1.91
14	25	0.65	1.74	1.84	3.09	2.18
15	30	0.71	1.93	2.03	3.44	2.44
16	35	0.76	2.10	2.20	3.75	2.67
17	40	0.82	2.28	2.37	4.05	2.90

Tabelle 7: Ergebnisse der Messungen mittels Franke'sche Prüfplatten an der Westfassade in Lachen.

n	t	$\sqrt{t} (x_i)$	y_i				
			21.09.15				
			Prüfung W1	Prüfung W2	Prüfung W4	Prüfung W5	Prüfung W6
	min	\sqrt{h}	kg/m ²				
1	1	0.13	0.12	0.16	0.22	0.11	0.11
2	2	0.18	0.21	0.29	0.32	0.19	0.20
3	3	0.22	0.27	0.35	0.39	0.26	0.29
4	4	0.26	0.35	0.43	0.47	0.31	0.38
5	5	0.29	0.39	0.49	0.53	0.37	0.45
6	6	0.32	0.44	0.56	0.59	0.40	0.52
7	7	0.34	0.47	0.59	0.63	0.45	0.56
8	8	0.37	0.51	0.63	0.66	0.49	0.64
9	9	0.39	0.57	0.71	0.72	0.53	0.70
10	10	0.41	0.61	0.75	0.76	0.57	0.76
11	12	0.45	0.70	0.83	0.84	0.65	0.87
12	15	0.50	0.79	0.95	0.95	0.74	1.01
13	20	0.58	0.93	1.13	-	0.89	1.22
14	23	0.62	-	-	1.20	-	-
14	25	0.65	1.09	1.32	-	1.02	1.43
15	30	0.71	1.23	-	1.41	1.15	1.60
16	35	0.76	1.37	-	1.52	1.26	1.78
17	40	0.82	1.48	-	1.66	1.36	1.94

5.2.4 Messunsicherheiten

Auch für die Messungen mit der Franke'schen Platte werden die Messunsicherheiten abgeschätzt. Die beinhaltet einerseits den Messfehler der Prüffläche, der Waage [5] sowie des Messzeitpunktes.

5.2.4.1 Prüffläche der Franke'schen Platte

Die Messunsicherheit der Rechtecklängen der Prüffläche, h und b, beträgt

$$h = (8,3 \pm 0,2) \text{ cm} \quad \text{Formel 10}$$

$$b = (25 \pm 0,2) \text{ cm} \quad \text{Formel 11}$$

Die Prüffläche A berechnet sich wie folgt:

$$A = h \cdot b \quad \text{Formel 12}$$

Mit dem Messfehler der Längen, dh und db , wird die Messunsicherheit der Prüffläche dA mit Formel 1 bestimmt:

$$dA = \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial h} \cdot dh\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial b} \cdot db\right)^2} = \sqrt{(b \cdot dh)^2 + (h \cdot db)^2} = \sqrt{(8,3 \text{ cm} \cdot 0,2 \text{ cm})^2 + (25 \text{ cm} \cdot 0,2 \text{ cm})^2}$$

Formel 13

$$= 5,3 \text{ cm}^2$$

Damit ergibt sich die Prüffläche zu

$$A = (207 \pm 5,3) \text{ cm}^2$$

Formel 14

5.2.4.2 Wasserstromdichte

Die aufgesaugte Wassermenge, die pro m^2 bis zu einer bestimmten Zeit t aufgenommen wird, kann als Wasserstromdichte Φ dargestellt werden:

$$\Phi = \frac{m(t)}{A}$$

Formel 15

Die Messunsicherheit der Prüffläche A ergibt sich nach der Formel 3.

Die Ablesegenauigkeit der Waage [5] beträgt 0.1 g. Damit beträgt die Messunsicherheit der Massenbestimmung

$$dm = \pm 1 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

Formel 16

Die Messunsicherheit der Zeitmessung beträgt 1 s.

Damit bestimmt sich die Messunsicherheit der Wasserstromdichte zu

$$d\Phi = \sqrt{\left(\frac{\partial \Phi}{\partial m} \cdot dm\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial A} \cdot dA\right)^2}$$

Formel 17

5.2.4.3 Wurzel aus der Zeit

Die Genauigkeit der Bestimmung des Messzeitpunktes t beträgt $dt = 2$ s. Um eine lineare Regressionsgerade an die Messwerte anpassen zu können, werden diese über der Wurzel aus dem Messzeitpunkt aufgetragen.

$$d\sqrt{t} = \frac{\partial\sqrt{t}}{\partial t} * dt = \frac{1}{2} * \frac{1}{\sqrt{t}} * dt \quad \text{Formel 18}$$

Die Regressionsgeraden im Anhang unter dem Punkt A.2 wurden nur für vollständige Messungen durchgeführt und der W_w -Wert wurde auch nur für diese Messungen bestimmt. Messungen die nach einiger Zeit undicht geworden sind, haben nicht dieselbe Aussagekraft und würden das Ergebnis verfälschen.

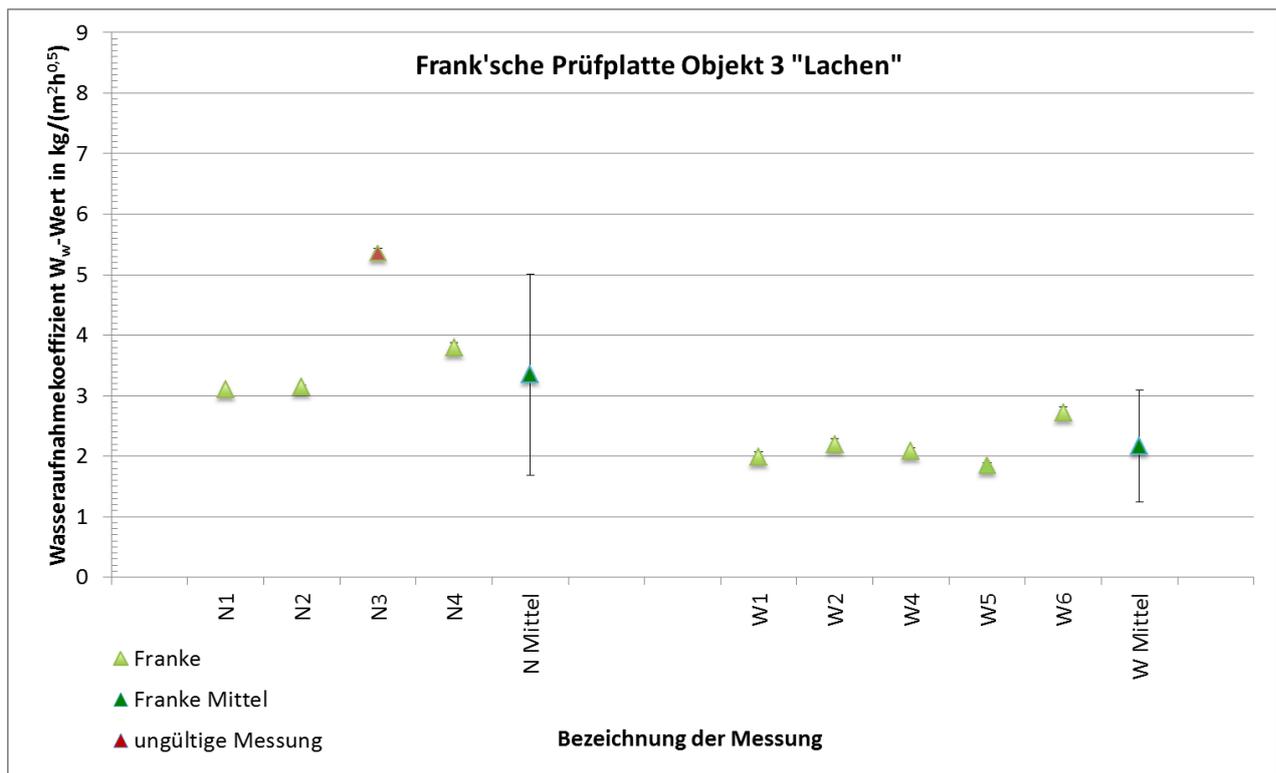
5.2.5 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse

Zur Auswertung der Messergebnisse wird zunächst die aufgesaugte Wassermenge pro m^2 über der Wurzel aus dem Zeitpunkt der Erfassung der Messwerte graphisch aufgetragen.

Sodann werden Regressionsgeraden nach dem „Fehler in den Variablen Modell“ bzw. als Y-aus-X Regression so an die Messwerte angepasst, bis die Summe aus den quadratischen Fehlern zwischen den Messwerten und den Funktionswerten der Regressionsgerade minimal wird. Der Wasseraufnahmekoeffizient W_w ergibt sich dann als der Schätzwert der Steigung der Regressionsgeraden b'_{yx} . Der angegebene Fehler der Steigung der Regressionsgeraden berechnet sich aus dem Schätzwert der empirischen Varianz der Steigung der Regressionsgeraden und der t-Verteilung für das 95 %- Vertrauensintervall.

Die detaillierten Berechnungen in Form von Tabellen und Diagramme zur Auswertung der einzelnen Messreihen sind im Anhang, unter dem Punkt A.2, abgelegt. In den Tabellen sind die, für die Ermittlung der Regressionsgeraden, aufgenommenen Messwerte der entsprechenden Fassade in Lachen aufgelistet. Die Diagramme zeigen die entsprechenden Regressionsgeraden zur Ermittlung des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w .

Die Messwerte mit der Franke'schen Prüfplatte sind in der Grafik 2, Tabelle 8 und Tabelle 9 zusammengestellt.



Grafik 2: Darstellung der Messwerte des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w und deren Mittelwert an der Nord- und Westfassade, inkl. dem 95 %- Vertrauensintervall. Die Messung W3 wird aufgrund einer Leckage von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen.

Tabelle 8: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit der Franke'sche Prüfplatte an der Nordfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall dar. Die Messung N3 wird aufgrund eines durchgehenden Risses in der Aussenfassade von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen.

Bezeichnung	Datum	Umfang	W_w -Wert	DW_w
			kg/(m ² ·√h)	95%
Prüfung N1	21.09.2015	17	3.11	± 0.030
Prüfung N2		17	3.14	± 0.022
Prüfung N4		17	3.79	± 0.080
Mittelwert		17.00	3	± 1.7

Tabelle 9: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit der Franke'sche Prüfplatte an der Westfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall dar. Die Messung W3 wird aufgrund einer Leckage von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen.

Bezeichnung	Datum	Umfang	W_w -Wert	DW_w
			N	kg/(m ² ·√h)
Prüfung W1		17	1.99	± 0.069
Prüfung W2		14	2.19	± 0.086
Prüfung W4	21.09.2015	16	2.09	± 0.044
Prüfung W5		17	1.85	± 0.044
Prüfung W6		17	2.72	± 0.090
Mittelwert		16.20	2.2	± 0.93

In der Tabelle 8 und Tabelle 9 ist erkennbar, dass die über die Regressionsgerade errechneten Wasseraufnahmekoeffizienten W_w der einzelnen Messungen sich zwischen den Werten 1.85 kg/(m²·√h) und 3.79 kg/(m²·√h) befinden. Die Werte der Franke'schen Prüfplatte liegen im Vergleich zu den Werten der Karsten'schen Prüfröhrchen relativ nah zusammen. Weshalb sich, aufgrund der 95 %- Vertrauensintervalle der einzelnen Messungen, die zwischen 0.022 kg/(m²·√h) und 0.09 kg/(m²·√h) liegen, die einzelnen Messungen nicht signifikant unterscheiden.



Abbildung 16: Prüfplatte N3 an der Nordfassade.



Abbildung 17: Die Nahaufnahme zeigt den von oben nach unten verlaufenden Riss.

Die Prüfung N3 in der Grafik 2 weist einen verhältnismässig hohen W_w -Wert auf. Betrachtet man die Prüfplatte in der Abbildung 16, deutet auf den ersten Blick nichts auf eine Leckage hin. Erst beim genaueren Betrachten der Prüfplatte auf der Abbildung 17 wird erkennbar, dass ein Riss in der Aussenfassade über die ganze Höhe der Franke'schen Platte verläuft und als mögliche

Ursache geahndet werden kann. Aufgrund dessen wird die Messung N3 für die Berechnung des Mittelwertes und die weitere Auswertung ausgeschlossen.

Dieser Extremwert der Messung N3 und die Anzahl durchgeführter Messungen reichen aus, um auf einen signifikanten Unterschied der beiden Himmelsrichtungen zu schliessen (Nordfassade mit $(3 \pm 1.7) \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ zu Westfassade mit $(2.2 \pm 0.93) \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$). Somit kann behauptet werden, dass die stärker bewitterte Westfassade (Abbildung 15) aufgrund der Schmutzpartikel aber auch womöglich der Wetterseite entsprechenden Sanierungsmassnahmen weniger Wasser aufnimmt.

Signifikanztest:

Die gewichtete Standardabweichung σ_{Δ} , berechnet als gewichtetes Mittel der respektiven Stichprobenvarianzen σ_1^2 und σ_2^2 , ergibt sich zu

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

Formel 19

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{0.1116}{5} + \frac{0.15}{3}} = 0.269$$

Die Differenz der beiden Mittelwerte ergibt sich aus

$$\begin{aligned}\Delta &= |\mu_2 - \mu_1| \\ \Delta &= |2.17 - 3.35| = 1.18\end{aligned}$$

Formel 20

Der Prüfwert t berechnet sich dann als

$$t(p; f) = t(0.05; 6) = 2.447$$

Formel 21

mit dem Signifikanzniveau von 0.05 und den Freiheitsgraden

$$f = N_1 + N_2 - 2 = 5 + 3 - 2 = 6$$

Formel 22

Die Prüfgrösse ergibt sich als Dividend und wird mit dem Prüfwert t verglichen. Ist die Prüfgrösse grösser als der Prüfwert kann mit einer Konfidenz von 95% behauptet werden, dass einen Unterschied der Wasseraufnahmefähigkeit der beiden Testfassaden besteht.

$$\frac{\Delta}{\sigma_{\Delta}} \leq t(p; f)$$

Formel 23

$$\frac{1.18}{0.269} \leq t(p; f)$$

$$4.4 > 2.447$$

→ unterscheiden sich signifikant

Vorteil der Franke'schen Prüfplatte ist die grössere Prüffläche als jene der Karsten'schen Prüfröhrchen. Dies führt dazu, dass die unter 5.1.5 beschriebenen Effekte einen geringeren Einfluss auf die Messung ausüben, sich die Streuung unter den einzelnen Messreihen verringert und davon ausgegangen werden kann, dass die Werte eher den Zustand der gesamten Fassade beschreiben.

5.3 Messung mittels Wasseraufnahmemessgerät

5.3.1 Dokumentation der Messung

Die Messung wurde pro Fassade einmal wiederholt. Die Abbildung 18 zeigt die benötigte Vorrichtung und das installierte Wasseraufnahmemessgerät an der Westfassade. Dabei wird das WAM mit einer Knetmasse an der Fassade befestigt, dessen Hauptaufgabe ist abzudichten, wie auf der Abbildung 19 erkennbar ist. Da durch das Anbringen der Knetmasse die originale Prüffläche des WAM's eingeschränkt wird, muss die lichte Höhe und Breite zwischen den Knetstreifen mehrfach bestimmt werden. Diese Bestimmung geschieht mit Hilfe eines Meterstabes. Auf die zugehörige Fehlerrechnung wird unter dem Punkt 5.3.4.1 eingegangen.



Abbildung 18: Die Messvorrichtung und das installierte Wasseraufnahmemessgerät (WAM) an der Westfassade.



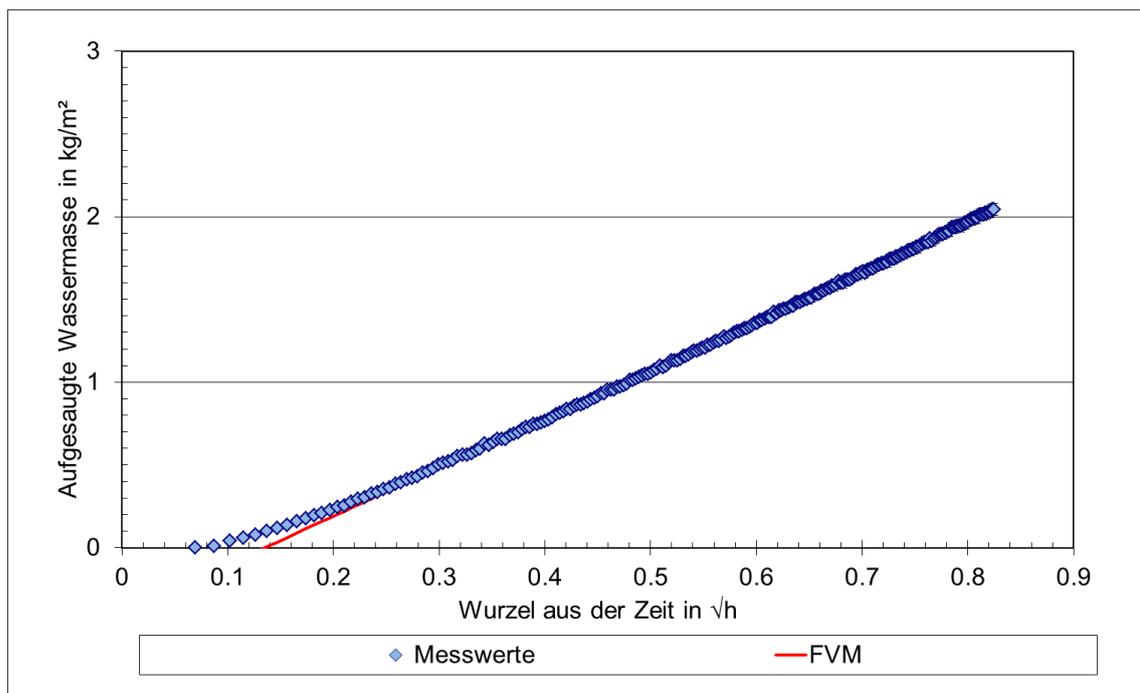
Abbildung 19: Detailaufnahme des Wasseraufnahmemessgeräts (WAM) an der Westfassade.

5.3.2 Durchführung der Messung

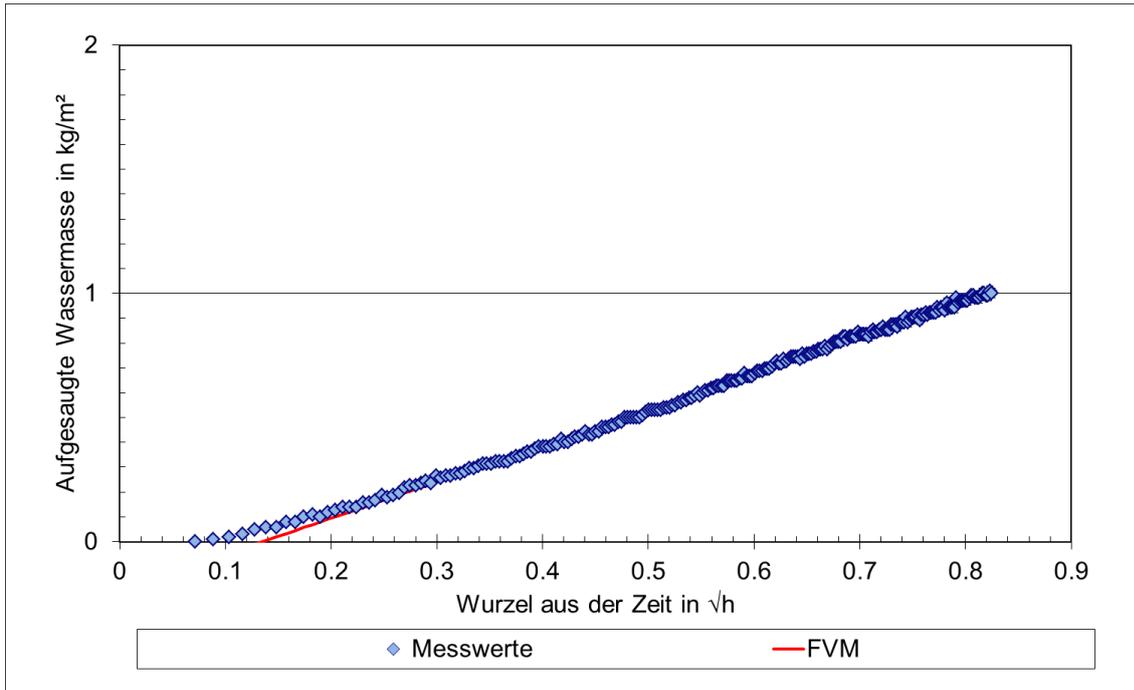
Der Umriss der zu benetzenden Fläche wird an die Wand angezeichnet und entsprechend die Dichtmasse (Terostat) auf die Wand aufgebracht und gut angedrückt. Anschliessend wird die Apparatur auf der Dichtmasse fixiert, mit einem Kunststoffhammer aufgedrückt und nochmals zusätzlich von innen abgedichtet. Wenn alles abgedichtet ist, wird die Messkammer verschlossen und die Messung via Laptop, [11] in Tabelle 1, gestartet. Die Waage [4] misst alle 10-20 Sekunden das Gewicht des Wasserbehälters und übermittelt die Daten an den Laptop. Die Messung dauert 40 Minuten. Am Ende der Messung können die Daten gespeichert und mit der Software [9] ausgewertet werden.

5.3.3 Aufgezeichnete Messdaten

Die Grafik 3 und Grafik 4 zeigen die aufgezeichneten Messwerte in Form eines Diagramms. Auf den Grafiken wird noch die Regressionsgerade nach dem „Fehler in den Variablen Modell“ (FVM) aufgeführt.



Grafik 3: Daten der Messung mittels Wasseraufnahmemessgerät an der Nordfassade, inkl. der Regressionsgerade nach dem „Fehler in den Variablen Modell“.



Grafik 4: Messdaten der Messung mittels Wasseraufnahmemessgerät an der Westfassade, inkl. der Regressionsgerade nach dem „Fehler in den Variablen Modell“.

5.3.4 Fehlerrechnung

Da die Messungen via Laptop ausgeführt wurden, ist die Genauigkeit des Messzeitpunktes so gut, dass dieser Fehler vernachlässigt werden kann.

Die Genauigkeit der Waage beträgt 1 g.

5.3.4.1 Prüffläche

Durch das Aufbringen der Knetmasse wird ein Teil der originalen Prüffläche abgedeckt. Um die hierdurch entstehende Messunsicherheit abzuschätzen, wird die lichte Höhe und Breite zwischen den Knetstreifen mehrfach bestimmt.

Folgend ist eine Beispielrechnung der Messunsicherheit anhand der Werte der Nordfassade aufgeführt. Für jede WAM Messung wird die Berechnung von neuem mit den entsprechenden Höhen und Breiten durchgeführt. Diese sind im Anhang unter A.3 aufzufinden.

Die Messunsicherheit der Rechtecklängen der Prüffläche, h und b , beträgt

$$h = (27.2 \pm 0,23 (1 \sigma)) \text{ cm} \quad \text{Formel 24}$$

$$b = (37 \pm 0,56 (1 \sigma)) \text{ cm} \quad \text{Formel 25}$$

Die Fehler bezeichnen 1σ . Die Prüffläche A berechnet sich wie folgt:

$$A = h \cdot b \quad \text{Formel 26}$$

Mit den Messfehlern der Längen, dh und db , wird die Messunsicherheit der Prüffläche dA mit der Formel 1 zunächst für die Messung an der Nordfassade bestimmt:

$$\begin{aligned} dA &= \sqrt{\left(\frac{\partial A}{\partial h} \cdot dh\right)^2 + \left(\frac{\partial A}{\partial b} \cdot db\right)^2} = \sqrt{(b \cdot dh)^2 + (h \cdot db)^2} \\ &= \sqrt{(37 \text{ cm} \cdot 0,23 \text{ cm})^2 + (27,2 \text{ cm} \cdot 0,56 \text{ cm})^2} \\ &= 17 \text{ cm}^2 \end{aligned} \quad \text{Formel 27}$$

Damit ergibt sich die Prüffläche A an der Nordfassade zu

$$A = (1'006 \pm 17 (1 \sigma)) \text{ cm}^2 \quad \text{Formel 28}$$

5.3.4.2 Wasserstromdichte

Die aufgesaugte Wassermenge, die pro m^2 bis zu einer bestimmten Zeit t aufgenommen wird, kann als Wasserstromdichte Φ dargestellt werden:

$$\Phi = \frac{m(t)}{A} \quad \text{Formel 29}$$

Die Messunsicherheit der Prüffläche A ergibt sich nach der Formel 3.

Die Ablesegenauigkeit der Waage [6] beträgt 1 g. Damit beträgt die Messunsicherheit

$$dm = \pm 1 * 10^{-3} \text{ kg} \quad \text{Formel 30}$$

Die Messunsicherheit der Zeitmessung beträgt 1 s.

Damit bestimmt sich die Messunsicherheit der Wasserstromdichte zu

$$d\Phi = \sqrt{\left(\frac{\partial \Phi}{\partial m} \cdot dm\right)^2 + \left(\frac{\partial \Phi}{\partial A} \cdot dA\right)^2} \quad \text{Formel 31}$$

5.3.5 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse

Zur Auswertung der Messergebnisse wird zunächst die aufgesaugte Wassermenge pro m^2 über der Wurzel aus dem Zeitpunkt der Erfassung der Messwerte graphisch aufgetragen.

Sodann werden Regressionsgeraden nach dem „Fehler in den Variablen Modell“ bzw. als Y-aus-X Regression so an die Messwerte angepasst, bis die Summe aus den quadratischen Fehlern zwischen den Messwerten und den Funktionswerten der Regressionsgerade minimal wird. Der Wasseraufnahmekoeffizient W_w ergibt sich dann als der Schätzwert der Steigung der Regressionsgeraden b'_{yx} . Der angegebene Fehler der Steigung der Regressionsgeraden berechnet sich aus dem Schätzwert der empirischen Varianz der Steigung der Regressionsgeraden und der t-Verteilung für das 95 %- Vertrauensintervall.

Die detaillierten Berechnungen in Form von Tabellen zur Auswertung der einzelnen Messreihen sind im Anhang, unter dem Punkt A.3, abgelegt. In den Tabellen sind die, für die Ermittlung der Regressionsgeraden, aufgenommenen Messwerte der entsprechenden Fassade in Lachen aufgelistet.

Die Grafik 3 und Grafik 4 unter 5.3.3 zeigen die entsprechenden Regressionsgeraden zur Ermittlung des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w .

Die Messwerte mit dem Wasseraufnahmemessgerät sind in der Tabelle 10 zusammengestellt.

Tabelle 10: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit dem Wasseraufnahmemessgerät an der Nord- und Westfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall dar.

Bezeichnung	Datum	Umfang	W_w -Wert	DW_w
		N	kg/($m^2\sqrt{h}$)	95%
WAM N1	21.09.2015	229	2.94	± 0.01
WAM W1		229	1.46	± 0.0082

Auf der Grafik 3 und Grafik 4 unter 5.3.3 ist erkennbar, dass durch die computergesteuerte Messung des Wasseraufnahmemessgerätes so viele Messwerte zusammenkommen, dass die Bildung einer Regressionsgerade, bzw. Ermittlung des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w relativ genau ausfällt. Der kleine Fehler wird über den 95 %- Konfidenzintervall in der Tabelle 10 ersichtlich, der bei beiden Messungen im Bereich der zweiten Komastelle liegt (Nordfassade mit (2.94 ± 0.01) kg/($m^2\sqrt{h}$) und Westfassade mit (1.46 ± 0.0082) kg/($m^2\sqrt{h}$)). Aufgrund dieses minimalen Fehlers kann auf einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Wasseraufnahmekoeffizienten W_w der Nord- und Westfassade, wie schon bei den Karsten'schen Prüfröhrchen und der Franke'sche Prüfplatte, geschlossen werden.

Die ersten 11 Messpunkte wurden aufgrund des anfänglichen Einpendelns des Wasserkreislaufes von den Auswertungen ausgeschlossen.

Die Westfassade ist zwar mehr dem Wetter ausgesetzt als die Nordfassade, weist aber dennoch die tieferen Werte auf. Nun kann eben gerade diese stärkere Bewitterung der Grund einerseits für eine frühzeitige Renovation sein, sprich Auftragen eines neuen Putzes oder Streichen der Fassade bei unabhängiger Sanierung der beiden Fassaden oder aber andererseits die Rechtfertigung für eine stärkere Sanierung, durch das Auftragen einer zusätzlichen oder verstärkten Schicht, bei gleichzeitiger Sanierung der Nord- und Westfassade. Diese Handhabung zeigt sich im tieferen Wasseraufnahmekoeffizienten W_w .

Nebst dem Vorteil der grösseren Prüffläche gegenüber jener der Karsten'schen Prüfröhrchen, bringt das computerunterstützte Wasseraufnahmegerät minimale statistische Fehler durch Messunsicherheiten mit sich. Auf den Vorteil einer grösseren Prüffläche wurde bereits unter 5.1.5 detailliert eingegangen. Aus diesen Gründen verringert sich die Streuung unter den einzelnen Messungen und es kann davon ausgegangen werden, dass die Werte den Zustand der gesamten Fassade beschreiben, wie dies bereits bei der Prüfplatte der Fall war.

Die Nachteile dieses Messverfahrens gegenüber den anderen zwei Messmethoden liegen jedoch in den hohen Anschaffungskosten, in der sperrigen Handhabung sowie in der langen Vorbereitungs- und Installationszeit. Letzterer wird aber durch das automatisierte Arbeiten der Apparatur während der Messphase teilweise wieder wettgemacht.

5.4 Labormessungen

5.4.1 Dokumentation der Messung

Der gesamte Versuch wird in einer Klimakammer bei nach der Norm EN ISO 15148:2002 vorgeschriebenen Klimabedingungen (23 °C/50 % rel. Luftfeuchte) durchgeführt.

Insgesamt wurden der Nordfassade sechs Bohrkern mit einem Durchmesser von ca. 12 cm entnommen. Auf der Abbildung 20 ist ersichtlich, dass einige Bohrkern zwei verschiedene Putzarten aufweisen, was dafür spricht, dass die Aussenfassade mindestens zweimal verputzt, respektive renoviert wurde.

Da sich das Ziehen der Bohrkernen als relativ schwierig erwies, fiel die Qualität der zu messenden Oberflächen unterschiedlich aus. Aus diesem Grund wird nicht nur die Seite der Proben, sondern auch entsprechend der beschädigte Anteil der Oberfläche mit Bienenwachs überzogen. Folglich lässt sich die wirksame Prüffläche nicht mehr durch eine einfache geometrische Form, wie z.B. einen Kreis, beschreiben. Um die wirksame Oberfläche dennoch bestimmen zu können, werden Fotos der Proben mit einem Massstab genommen (Abbildung 21). Mit Hilfe der Software „ImageJ“ (Rasband, 2014) kann somit der Massstab definiert und die zu messende Fläche berechnet werden. Der Bohrkern Nummer sechs ist in mehrere Teilstücke zerbrochen. Da der Bohrkern einen grossen Durchmesser aufweist, wurde entschieden die drei grössten Teilstücke ebenfalls mit zu prüfen und entsprechend als Nummer 6,7 und 8 zu beschriften (Abbildung 21).



Abbildung 20: Bohrkern mit zwei verschiedenen Putzarten.

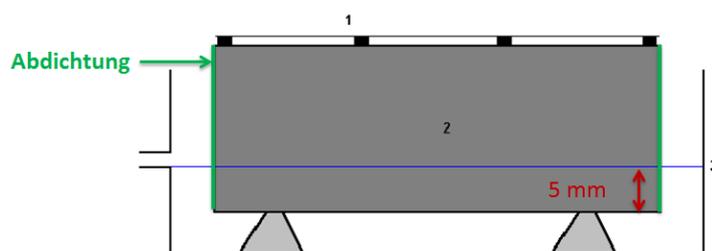


Abbildung 21: Die drei Teilstücke L6, L7 und L8 des Bohrkerns Nummer sechs.

Nach dem Wachsenstrich und der Konditionierung der Proben werden die Probekörper mit Hilfe einer Waage, [6] in Tabelle 1, auf $\pm 0.1\%$ ihrer Masse gewogen, um die Anfangsmasse zu bestimmen.

Der für den Versuch verwendete Wasserbehälter wird dann in ein Waschbecken gesetzt, horizontal ausnivelliert und mit Leitungswasser bis zu einer festgelegten Höhe aufgefüllt. Die Prüfplatte wird eingetaucht und ebenfalls ausnivelliert, sodass die Auflager genau 5 mm unterhalb der Wasseroberfläche zu liegen kommen. Somit kann beim Auflegen der Probekörper auf die Punktaufleger eine Eintauchtiefe von 5 mm eingehalten werden (Abbildung 22).

Um die Übersicht zu behalten, werden die Prüfkörper nummeriert und der Reihe nach aufgestellt. Damit kann ein reibungsloser Prüfungsablauf gewährleistet werden.



Legende

- 1 Gitter mit Auflast gegen Probenauftrieb
- 2 Probekörper
- 3 Wasserspiegel

Abbildung 22: Eintauchtiefe von 5 mm nach der Norm.
Quelle: (EN ISO 15148:2002, 2002).



Abbildung 23: Die Prüfkörper auf der Prüfplatte in der Prüfvorrichtung während der Messung.

5.4.2 Durchführung der Messung

Der erste Prüfkörper wird mit dem Putzaufbau nach unten auf die vorgesehenen Auflager gelegt. Sobald der Prüfkörper die Wasseroberfläche berührt, beginnt die Zeitmessung. In einem Zeitintervall von 30 Sekunden werden nun nachfolgend die weiteren Prüfkörper ins Wasser getaucht.

Nach 5 Minuten erfolgt die erste Wägung. Das heisst der als erstes eingetauchte Prüfkörper wird auch als erstes aus dem Wasserbad genommen, leicht mit einem Papiertuch abgetupft, gewogen und wieder hineingetaucht. 30 Sekunden nach dem Herausnehmen des ersten Prüfkörpers folgt der zweite. Dieser wird ebenfalls gewogen und wieder eingetaucht. Der Vorgang bleibt immer der gleiche, auch für die restlichen Prüfkörper. Bei diesem Prozess muss beachtet werden, dass beim Herausnehmen der Proben kein Tropfwasser auf die anderen Prüfkörper kommt, da sonst das Ergebnis verfälscht werden könnte.

Der Messvorgang ist in Zeitabständen zu wiederholen. Z.B. nach 20 Minuten, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h, 10 h, 12 h, und 24 h, um eine Reihe an Messwerten zu erhalten.

5.4.3 Aufgezeichnete Messdaten

Nachfolgende Tabelle 11 zeigt die nach der EN ISO 15148:2002 gemessenen Wasseraufnahmekoeffizienten W_w an den vor Ort genommenen Bohrkernen der Nordfassade. Aufgrund des Erscheinens von Wasser auf der Rückseite des Prüfkörpers wurden, wie nach Norm vorgeschrieben, die darauffolgenden Messpunkte von der Auswertung ausgeschlossen. Diese Werte sind in der Tabelle 11 durchgestrichen.

Tabelle 11: Ergebnisse der Labormessungen nach der EN ISO 15148:2002 der genommenen Bohrkernen an der Nordfassade in Lachen. Die durchstrichenen Messwerte wurden nicht der Auswertung beigezogen.

n	t	$\sqrt{t} (x_i)$	y_i							
			Labor L1	Labor L2	Labor L3	Labor L4	Labor L5	Labor L6	Labor L7	Labor L8
			15.10.15							
	h	\sqrt{h}	kg/m ²							
1	0.08	0.29	0.68	0.70	0.81	0.58	0.77	1.42	0.94	0.73
2	0.33	0.58	1.14	1.16	1.37	0.91	1.19	2.26	1.53	1.20
3	0.66	0.82	-	-	-	-	1.41	-	-	-
4	1.00	1.00	1.62	1.72	1.85	1.23	1.57	3.3	2.22	1.85
5	1.50	1.22	-	-	-	-	1.80	-	-	-
6	2.00	1.41	2.05	2.21	2.37	1.54	1.99	4.04	2.68	2.42
7	2.50	1.58	-	-	-	-	2.14	-	-	-
8	3.00	1.73	-	-	-	-	2.30	-	-	-
9	4.00	2.00	2.63	2.88	3.07	2.06	2.57	4.45	3.14	3.22
10	8.00	2.83	3.59	3.99	3.56	2.93	3.51	4.61	3.38	4.37
11	10.00	3.16	4.01	4.31	3.63	3.31	4.35	4.65	3.39	4.65
12	12.00	3.46	4.38	4.56	3.70	3.66	4.36	4.68	3.45	4.80
13	22.00	4.69	-	-	-	-	0.77	-	-	-
14	24.00	4.90	5.30	5.16	3.84	4.17	1.19	4.84	3.57	4.98

5.4.4 Fehlerrechnung

Auch für die Labormessungen wird die Messunsicherheit abgeschätzt. Die beinhaltet einerseits den Messfehler der Prüffläche, der Waage [6] sowie des Messzeitpunktes.

5.4.4.1 Prüffläche

Die Methode der Flächenermittlung mit der Software [8] bringt einerseits einen Fehler durch die Bestimmung des Masstables und andererseits durch die Markierung der Prüffläche mit sich.

Diese Fehler werden über die Wiederholgenauigkeit mehrerer Messungen abgeschätzt. Dabei wird die wirksame Oberfläche des Prüfkörpers sechs Mal nacheinander bestimmt und die empirische Standardabweichung, also der mittlere Fehler berechnet. Dabei wird der Masstab jedes Mal von neuem definiert.

Somit ergibt sich die Messunsicherheit der Prüffläche am Beispiel des Bohrkernes L1 wie folgt:

Tabelle 12: Abschätzung der Wiederholgenauigkeit mehrerer Messungen der Prüfkörperoberfläche L1.

Bez.	Prüffläche m ²	Fläche Bohransatz m ²	Auflagerfläche m ²	N Auflager	Auflagerfläche m ²	Prüfoberfläche m ²
1	0.010518964	0	0.000003	3	0.000009	0.010510
2	0.010790652	0	0.000003	3	0.000009	0.010782
3	0.01122093	0	0.000003	3	0.000009	0.011212
4	0.011030618	0	0.000003	3	0.000009	0.011022
5	0.010996582	0	0.000003	3	0.000009	0.010988
6	0.010623544	0	0.000003	3	0.000009	0.010615
Mittelwert:						0.010855
Standardabweichung:						0.000243
Varianz:						5.92E-08

Damit ergibt sich die mittlere Prüffläche A des Bohrkernes L1 der Nordfassade zu

$$A = (0.010855 \pm 0.000243) \text{ m}^2$$

Formel 32

Der mittlere Fehler von 243 mm² wurde auch für die Bestimmung aller anderen Prüfoberflächen verwendet.

5.4.4.2 Wasserstromdichte

Die aufgesaugte Wassermenge, die pro m² bis zu einer bestimmten Zeit t aufgenommen wird, kann als Wasserstromdichte Φ dargestellt werden:

$$\phi = \frac{m(t)}{A}$$

Formel 33

Die Messunsicherheit der Prüffläche A ergibt sich nach der Formel 3.

Die Ablesegenauigkeit der Waage [6] beträgt 0.01 g. Damit beträgt die Messunsicherheit

$$dm = \pm 1 * 10^{-5} \text{ kg}$$

Formel 34

Die Messunsicherheit der Zeitmessung beträgt 1 s.

Damit bestimmt sich die Messunsicherheit der Wasserstromdichte zu

$$d\Phi = \sqrt{\left(\frac{\partial\Phi}{\partial m} \cdot dm\right)^2 + \left(\frac{\partial\Phi}{\partial A} \cdot dA\right)^2}$$

Formel 35

5.4.4.3 Wurzel aus der Zeit

Die Genauigkeit der Bestimmung des Messzeitpunktes t beträgt $dt = 2$ s. Um eine lineare Regressionsgerade an die Messwerte anpassen zu können, werden diese über der Wurzel aus dem Messzeitpunkt aufgetragen.

$$d\sqrt{t} = \frac{\partial\sqrt{t}}{\partial t} * dt = \frac{1}{2} * \frac{1}{\sqrt{t}} * dt$$

Formel 36

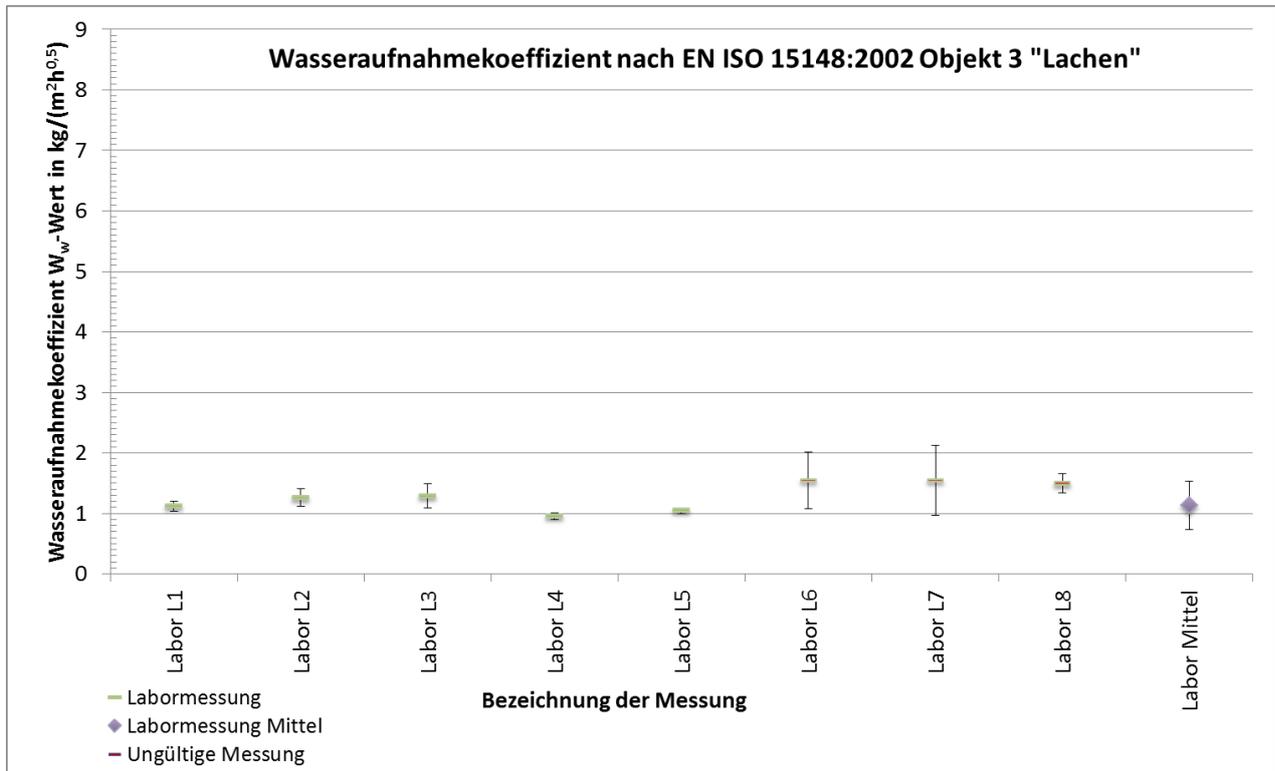
5.4.5 Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse

Zur Auswertung der Messergebnisse wird zunächst die aufgesaugte Wassermenge pro m^2 über der Wurzel aus dem Zeitpunkt der Erfassung der Messwerte graphisch aufgetragen.

Sodann werden Regressionsgeraden nach dem „Fehler in den Variablen Modell“ bzw. als Y-aus-X Regression so an die Messwerte angepasst, bis die Summe aus den quadratischen Fehlern zwischen den Messwerten und den Funktionswerten der Regressionsgerade minimal wird. Der Wasseraufnahmekoeffizient, W_w ergibt sich dann als der Schätzwert der Steigung der Regressionsgeraden b'_{yx} . Der angegebene Fehler der Steigung der Regressionsgeraden berechnet sich aus dem Schätzwert der empirischen Varianz der Steigung der Regressionsgeraden und der t-Verteilung für das 95 %- Vertrauensintervall.

Die detaillierten Berechnungen in Form von Tabellen und Diagramme zur Auswertung der einzelnen Messreihen sind im Anhang, unter dem Punkt A.4, abgelegt. In den Tabellen sind die, für die Ermittlung der Regressionsgeraden, aufgenommenen Messwerte der entsprechenden Fassade in Lachen aufgelistet. Die Diagramme zeigen die entsprechenden Regressionsgeraden zur Ermittlung des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w .

Die Ergebnisse der Labormessungen sind graphisch und in der Tabelle 13 dargestellt.



Grafik 5: Darstellung der gemessenen Wasseraufnahmekoeffizienten W_w der Bohrkerne aus der Nordfassade, inkl. dem 95 %- Vertrauensintervall.

Tabelle 13: Zusammenstellung der gemessenen Wasseraufnahmekoeffizienten W_w der Bohrkerne aus der Nordfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall dar.

Bezeichnung	Datum	Umfang	W _w -Wert	DW _w	Flächenverhältnis
		N	kg/(m²·√h)	95%	
Labormessung L1	27.10.2015 - 28.10.2015	6	1.12	± 0.085	0.96
Labormessung L2		5	1.3	± 0.15	0.61
Labormessung L3		5	1.3	± 0.20	0.96
Labormessung L4		8	0.95	± 0.060	0.96
Labormessung L5		10	1.04	± 0.043	0.94
Labormessung L6		4	1.5	± 0.47	0.13
Labormessung L7		4	1.5	± 0.57	0.17
Labormessung L8		4	1.5	± 0.16	0.21
Mittelwert		5.75	1.3	± 0.40	0.62

Ein Teil des Putzes scheint relativ kalkhaltig zu sein und ist deshalb in die Vorkriegszeit einzuordnen. Im Gegenteil zum anderen Teil der einen grossen Zementanteil aufweist und in die Nachkriegszeit eingeordnet werden kann.

Die Grafik 5 sowie die Tabelle 13 zeigen die über die Regressionsgerade errechneten Wasseraufnahmekoeffizienten W_w der einzelnen Messungen. Die Werte befinden sich zwischen $0.95 \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$ und $1.5 \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$. Die 95 %- Vertrauensintervalle der einzelnen Messungen liegen zwischen $0.085 \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$ und $0.57 \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$.

Die Prüfungen L6, L7 und L8 werden, aufgrund einer zu geringen Anzahl Messungen und zu kleiner Prüffläche, vom Mittelwert ausgeschlossen. Die Anzahl Messungen werden in diesem Fall durch den Zeitpunkt bestimmt, bei dem Wasser auf der Rückseite der Bohrkernes erscheint, also wenn das Wasser durch den Prüfkörper durchgedrungen ist. Da die letzten drei Prüfkörper aus einem einzigen Bohrkern stammen und einen inkompletten Aufbau aufweisen, war dies bereits nach vier Messungen, respektive zwei Stunden, der Fall (Abbildung 24). Die restlichen und kompletten Bohrkernes waren nach vier bis 12 Stunden im Wasser durchgefeuchtet (Abbildung 25). Die Anzahl Messungen reichen in diesem Fall aus, um plausible Regressionsgeraden, wie sie im Anhang unter A.4.1 zu sehen sind, zu bilden.



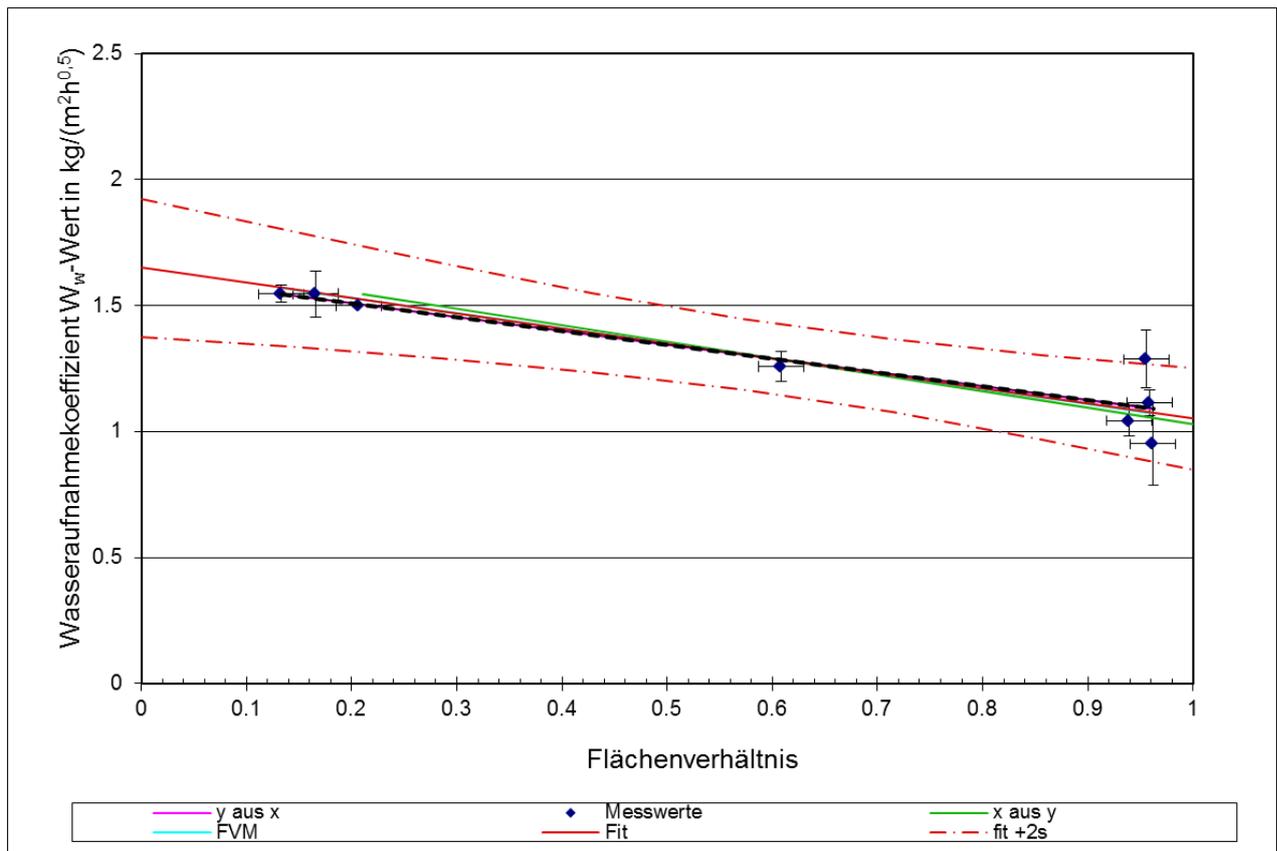
Abbildung 24: Prüfkörper L6 und L7 vor und nach der Durchfeuchtung.



Abbildung 25: Prüfkörper L3 im Anfangsstadium der Durchfeuchtung.

In der Tabelle 13 ist zusätzlich noch das Flächenverhältnis aufgeführt, das aussagt, wie gross die zu prüfende Fläche des jeweiligen Bohrkernes im Verhältnis zu der maximal möglichen Prüffläche ist. Vergleicht man die Spalte mit dem W_w -Wert mit jener des Flächenverhältnisses fällt auf, dass die grösseren Wasseraufnahmekoeffizienten W_w die kleineren Flächenverhältnisse aufweisen und umgekehrt. Bildet man nun den Wasseraufnahmekoeffizienten W_w über dem Flächenverhältnis ab, wie auf der Grafik 6, wird eine klare Korrelation sichtbar. D.h. je kleiner das Flächenverhältnis, desto höher fällt der Wasseraufnahmekoeffizient W_w aus. Diese Gegebenheit ist wahrscheinlich auf folgende zwei physikalische Phänomene zurückzuführen, die bereits die Ergebnisse der Karsten'schen Prüfröhrchen beeinflussen:

- Je kleiner die Prüffläche, desto grösseren Einfluss haben lokale Fehlstellen im Aussenputz, wie Risse, Löcher oder eine zu geringe Dicke des Putzes. Somit wird eine schnelle Absorption oder Weiterleitung des Schlagregenwassers begünstigen.
- Je kleiner die Prüffläche, desto grösser wird der wirkende Umfang im Verhältnis zur Fläche. Somit ist auch der Verlust in der dritten Dimension, also in der Ebene des Aussenputzes, über den Umfang entsprechend grösser. Zudem wird die horizontale Ausbreitung der Flüssigkeit nicht mehr durch die wasser- und dampfdichte Wachsschicht gestoppt. Folglich resultiert ein höherer Wasseraufnahmekoeffizient W_w .



Grafik 6: Korrelation zwischen dem Flächenverhältnis und Wasseraufnahmekoeffizienten W_w .

Somit ergibt sich die Gleichung für die berechnete Regressionsgerade der Korrelation

$$W_w(A) = (-0.56 \pm 0.244) \frac{kg}{m^2 \sqrt{h}} \frac{A}{A_0} + (1.63 \pm 0.175) \frac{kg}{m^2 \sqrt{h}}$$

Hierbei bezeichnet

- A/A_0 das Flächenverhältnis der nicht abgedeckten Prüffläche und der geometrischen Prüffläche der Probe

- W_w den Wasseraufnahmekoeffizient in $\text{kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$

Mit dem Bestimmtheitsmass r^2 und dem Korrelationskoeffizienten r

$$r^2 = 0.84$$

$$r = -0.92$$

Mit der Korrelation zwischen Flächenverhältnis der Proben und dem Messwert des Wasseraufnahmekoeffizienten nach Grafik 6 besteht die Möglichkeit, Einflüsse von Beschädigungen der Prüffläche, z. B. durch die Beschädigung beim Bohren, zu korrigieren.

5.5 Vergleich der Messmethoden und -ergebnisse

Die Grafik 7 und Tabelle 14 zeigen den Vergleich der Messwerte der drei Insitu-Messverfahren und der Labormessung. An dieser Stelle werden nur die Werte der Nordfassade in Lachen verglichen, da lediglich Bohrkerne von der Nordfassade gezogen wurden. Zudem wurden der Vergleich der Messwerte der beiden Ausrichtungen der Fassaden, Nord und West, und deren Beurteilung bereits in den einzelnen Kapiteln zu den Prüfverfahren durchgeführt.

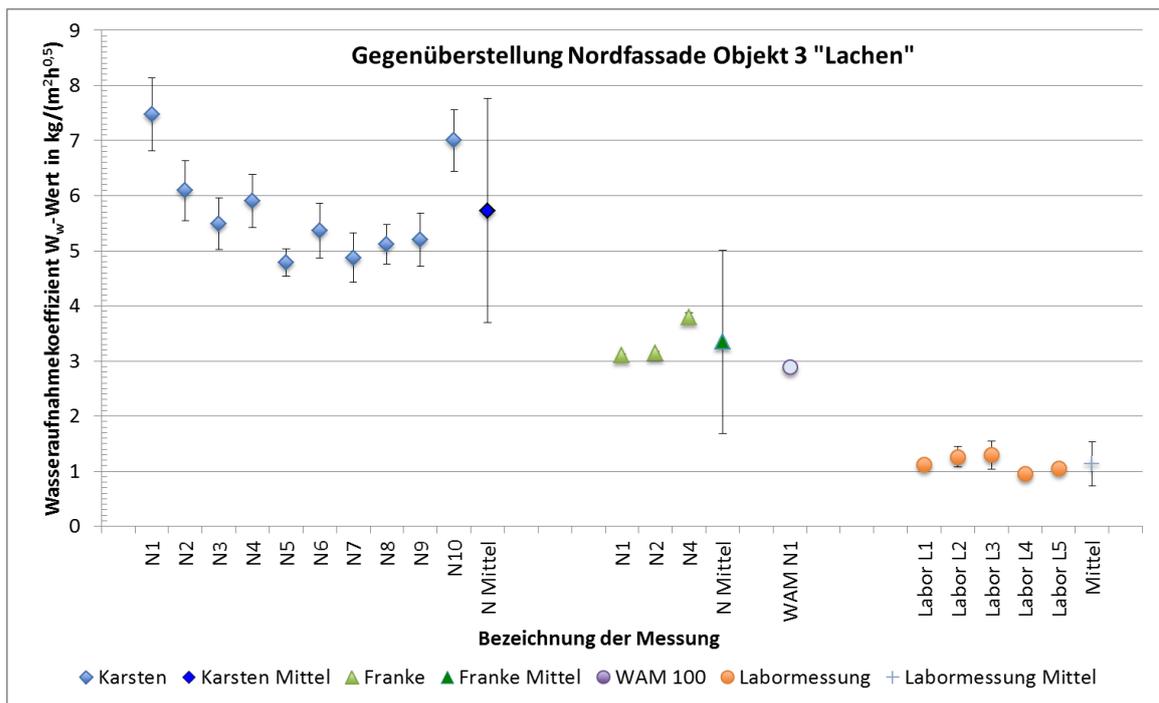
Die Karsten'schen Röhrrchen streuen mit $(6 \pm 2.0) \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$ stark und weisen deutlich höhere Wasseraufnahmekoeffizienten W_w auf, als die Franke'schen Prüfplatte mit $(3 \pm 1.7) \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$, das Wasseraufnahmemessgerät mit $(2.94 \pm 0.01) \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$ und die Labormessung mit $(1.3 \pm 0.4) \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$. Auf die Gründe wurde bereits unter 5.1.5 eingegangen.

Alle Verfahren nehmen stufenweise ab, wobei die Labormessungen die tiefsten Werte und die kleinste Streuung aufweisen. Die Karsten'schen Röhrrchen, die Franke'schen Prüfplatte und die Labormessungen lassen sich signifikant unterscheiden, wie der Signifikanztest 1 zeigt. Das Wasseraufnahmemessgerät ist etwa im gleichen Bereich wie die Franke'schen Prüfplatte einzuordnen und unterscheidet sich nicht signifikant. Es darf angenommen werden, dass die Labormessung, die plausibelsten Wasseraufnahmekoeffizienten W_w für die untersuchte Nordfassade in Lachen liefert, wobei die Franke'sche Prüfplatte und das Wasseraufnahmemessgerät diesen Werten am nächsten kommen.

Dabei scheint die Franke'sche Prüfplatte aus ökonomischen Gründen und aufgrund der Benutzerfreundlichkeit das passendste Verfahren zu sein. Sie ist handlich klein, günstig in der Anschaffung, einfach in der Handhabung und liefert verlässliche Werte.

Tabelle 14: Die einzelnen Prüfverfahren und die entsprechenden Wasseraufnahmekoeffizienten W_w , sowie das 95 %-Vertrauensintervall für die Nordfassade.

Prüfverfahren	Umfang	W_w -Wert	DW_w
	N	kg/(m ² ·h)	95%
Karsten'sche Prüfröhrchen	10	6	± 2.0
Franke'sche Prüfplatte	3	3	± 1.7
Wasseraufnahmeggerät (WAM)	1	2.94	± 0.01
Labormessung	5	1.3	± 0.4



Grafik 7: Labormessung der Nordfassade im Vergleich zu den Insitu-Prüfverfahren an der Nordfassade in Lachen.

Signifikanztest 1: Karsten'sche Prüfröhrchen zu Franke'sche Prüfplatte und Franke'sche Prüfplatte zu Labormessungen Objekt 3 «Lachen».

Prüfröhrchen zu Prüfplatte								Prüfplatte zu Labormessung							
μ_1	μ_2	σ_1^2	σ_2^2	N_1	N_2	σ_Δ	Δ_μ	μ_1	μ_2	σ_1^2	σ_2^2	N_1	N_2	σ_Δ	Δ_μ
6	3	0.78	0.15	10	3	0.35	3	3	1.3	0.15	0.02	3	5	0.23	1.7
Prüfgrösse $\frac{\Delta}{\sigma_\Delta} = 8.4 > 2.201 = t(p; f)$ → unterscheiden sich signifikant								Prüfgrösse $\frac{\Delta}{\sigma_\Delta} = 7.31 > 2.45 = t(p; f)$ → unterscheiden sich signifikant							
μ_i = Mittelwert σ_i^2 = Varianz N_i = Anzahl Messungen σ_Δ = Standardfehler der Differenzen beider Mittelwerte Δ_μ = Differenz der Mittelwerte															

6 Verzeichnisse

6.1 Tabellen

Tabelle 1: Zusammenstellung der verwendeten Messgeräte.	8
Tabelle 2: Ergebnisse der Messungen mittels Prüfröhrchen an der Nordfassade in Lachen.	11
Tabelle 3: Ergebnisse der Messungen mittels Prüfröhrchen an der Westfassade in Lachen.	12
Tabelle 4: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen an der Nordfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall (DW_w) dar.	16
Tabelle 5: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit dem Karsten'schen Prüfröhrchen an der Westfassade. Die Fehler stellen das 95 % Vertrauensintervall (DW_w) dar.	16
Tabelle 6: Ergebnisse der Messungen mittels Franke'sche Prüfplatten an der Nordfassade in Lachen.	19
Tabelle 7: Ergebnisse der Messungen mittels Franke'sche Prüfplatten an der Westfassade in Lachen.	20
Tabelle 8: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit der Franke'sche Prüfplatte an der Nordfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall dar. Die Messung N3 wird aufgrund eines durchgehenden Risses in der Aussenfassade von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen.	23
Tabelle 9: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit der Franke'sche Prüfplatte an der Westfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall dar. Die Messung W3 wird aufgrund einer Leckage von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen.	24
Tabelle 10: Zusammenstellung der Wasseraufnahmekoeffizienten W_w gemessen mit dem Wasseraufnahmemessgerät an der Nord- und Westfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall dar.	30
Tabelle 11: Ergebnisse der Labormessungen nach der EN ISO 15148:2002 der genommenen Bohrkernen an der Nordfassade in Lachen. Die durchstrichenen Messwerte wurden nicht der Auswertung beigezogen.	34
Tabelle 12: Abschätzung der Wiederholgenauigkeit mehrerer Messungen der Prüfkörperoberfläche L1.	35
Tabelle 13: Zusammenstellung der gemessenen Wasseraufnahmekoeffizienten W_w der Bohrkern aus der Nordfassade. Die Fehler stellen das 95 %- Vertrauensintervall dar.	37
Tabelle 14: Die einzelnen Prüfverfahren und die entsprechenden Wasseraufnahmekoeffizienten W_w , sowie das 95 %- Vertrauensintervall.	41

6.2 Grafiken

Grafik 1: Darstellung der Messwerte des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w und deren Mittelwert an der Nord- und Westfassade, inkl. dem 95 %- Vertrauensintervall.	15
Grafik 2: Darstellung der Messwerte des Wasseraufnahmekoeffizienten W_w und deren Mittelwert an der Nord- und Westfassade, inkl. dem 95 %- Vertrauensintervall. Die Messung W3 wird aufgrund einer Leckage von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen.	23
Grafik 3: Daten der Messung mittels Wasseraufnahmemessgerät an der Nordfassade, inkl. der Regressionsgerade nach dem „Fehler in den Variablen Modell“.	27
Grafik 4: Messdaten der Messung mittels Wasseraufnahmemessgerät an der Westfassade, inkl. der Regressionsgerade nach dem „Fehler in den Variablen Modell“.	28
Grafik 5: Darstellung der gemessenen Wasseraufnahmekoeffizienten W_w der Bohrkerne aus der Nordfassade, inkl. dem 95 %- Vertrauensintervall.	37
Grafik 6: Korrelation zwischen dem Flächenverhältnis und Wasseraufnahmekoeffizienten W_w	39
Grafik 7: Labormessung der Nordfassade im Vergleich zu den Insitu-Prüfverfahren an der Nordfassade in Lachen.	41

6.3 Abbildungen

Abbildung 1: Graphische Darstellung der Funktionsweise des Wasseraufnahmemessgerätes. ...	5
Abbildung 2: Das Wasseraufnahmemessgerät (WAM).	5
Abbildung 3: Putz der Nordfassade.	6
Abbildung 4: Putz der Westfassade.	6
Abbildung 5: Ansicht der Nordfassade.	7
Abbildung 6: Gesamtansicht der Kirche Heilig Kreuz in Lachen SZ. Gut zu erkennen auf diesem Bild ist die gewölbte Westfassade rechts. Quelle: www.gebaeudeaufnahme.ch	7
Abbildung 7: Ansicht der Westfassade.	7
Abbildung 8: Messpunkte 3-10 der Nordfassade.	9
Abbildung 9: Messungen im verschmutzten Bereich unter der Brüstung der Nordfassade.	9
Abbildung 10: Messpunkte 1-10 der Westfassade.	9
Abbildung 11: Messungen im verschmutzten Bereich unter der Brüstung der Nordfassade.	9
Abbildung 12: Zwei parallel laufende Messungen an der Nordfassade.	18
Abbildung 13: Detailaufnahme der Messung N2 an der Nordfassade.	18

Abbildung 14: Mangelhafte Messung an der Westfassade.	18
Abbildung 15: Messung W6 an der deutlich verschmutzten Westfassade.	18
Abbildung 16: Prüfplatte N3 an der Nordfassade.	24
Abbildung 17: Die Nahaufnahme zeigt den von oben nach unten verlaufenden Riss.	24
Abbildung 18: Die Messvorrichtung und das installierte WAM an der Westfassade.	26
Abbildung 19: Detailaufnahme des WAM's an der Westfassade.	26
Abbildung 20: Bohrkern mit zwei verschiedenen Putzarten.	32
Abbildung 21: Die drei Teilstücke L6, L7 und L8 des Bohrkerns Nummer sechs.	32
Abbildung 22: Eintauchtiefe von 5 mm nach der Norm. Quelle: (EN ISO 15148:2002, 2002). ..	33
Abbildung 23: Die Prüfkörper auf der Prüfplatte in der Prüfvorrichtung während der Messung. ..	33
Abbildung 24: Prüfkörper L6 und L7 vor und nach der Durchfeuchtung.	38
Abbildung 25: Prüfkörper L3 im Anfangsstadium der Durchfeuchtung.	38

6.4 Signifikanztests

Signifikanztest 1: Karsten'sche Prüfröhrchen zu Franke'sche Prüfplatte und Franke'sche Prüfplatte zu Labormessungen Objekt 3 «Lachen».	41
---	----

6.5 Literaturverzeichnis

EN ISO 15148:2002. 2002. *Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen.* Zürich : Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, 2002.

Rasband, Wayne. 2014. *ImageJ – Image Processing and Analysis in Java.* [Software] s.l. : National Institutes of Health, 2014. <http://imagej.nih.gov/ij/index.html>.

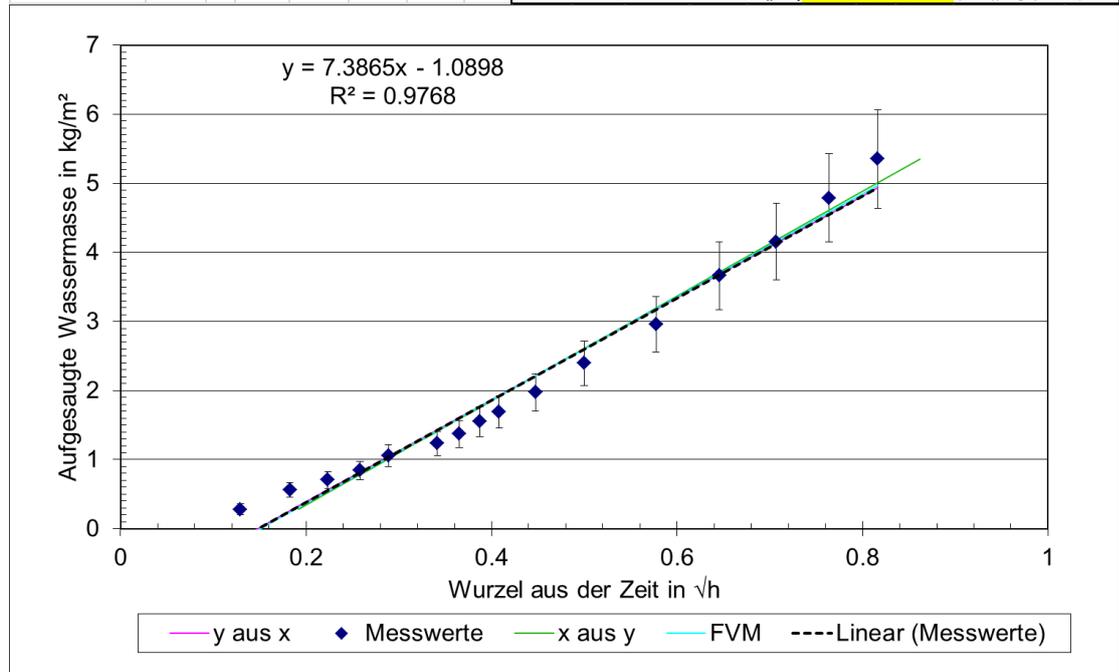
Anhang A:

A.1 Auswertung und Regressionsgeraden Karsten'sche Prüfröhrchen

A.1.1 Lachen Nord

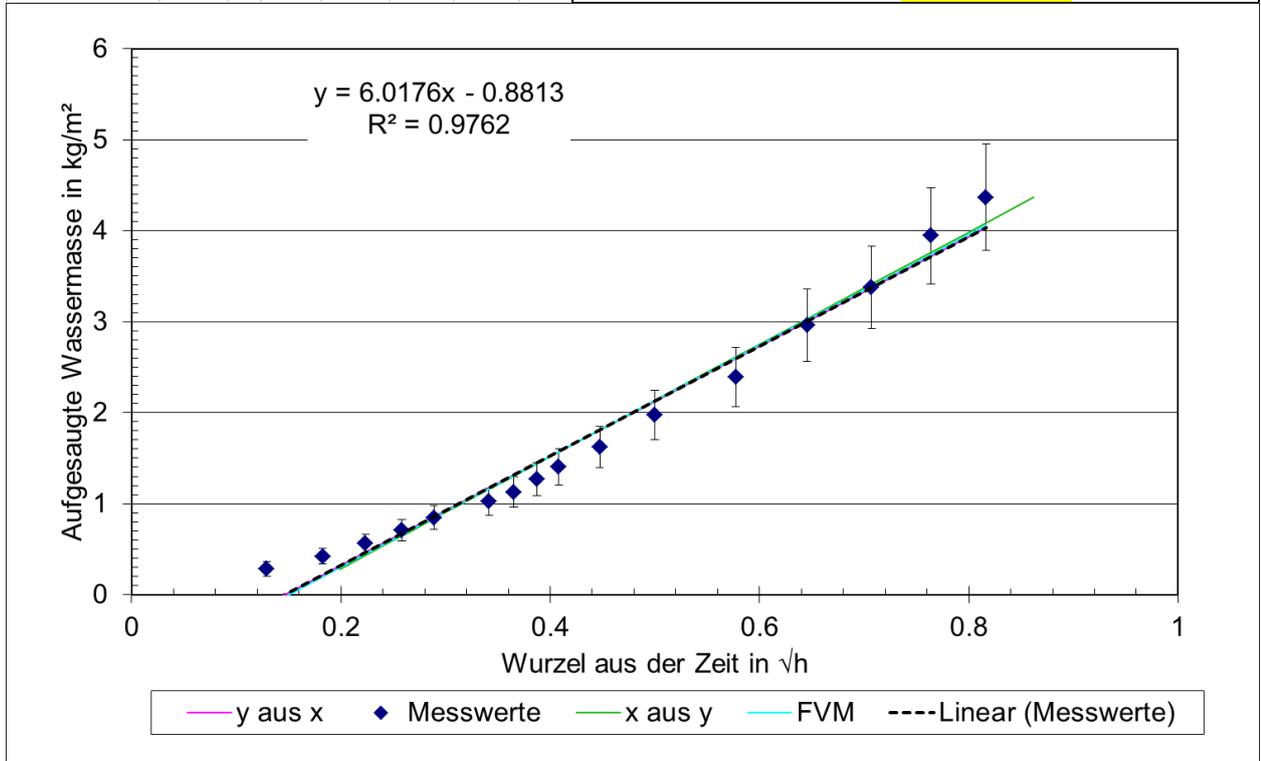
Prüfung N1:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche		Fassadenfeuchte		71.98 Digits Gann		Messprotokoll Stand 24.8.15										
Fassade	Nord		Wetter		sonnig, Messstelle im Schatten		Lufttemperatur 16										
Nr.	1		Messdatum:		21.09.2015; 12.30 Uhr		Kommentar										
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y		m in g	kg/m ²	y aus x										
	n		x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i *y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.19	0.0002	0.2	0.2817	0.08	0.079	-0.14	0	-0.163	0.013020889	0.036	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.23	0.0001	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.259	0	0.236	0.010161441	0.103	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.25	0.0001	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.562	0	0.543	0.008332025	0.157	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27	0.0001	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.817	0	0.802	0.007035793	0.218	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	0.0001	0.75	1.0563	0.157	1.116	1.042	0	1.029	0.006080295	0.305	
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.32	9E-05	0.875	1.2324	0.178	1.519	1.433	0	1.425	0.004836767	0.421	
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.34	9E-05	0.975	1.3732	0.195	1.886	1.607	0	1.601	0.004451904	0.501	
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	8E-05	1.1	1.5493	0.217	2.4	1.771	0	1.766	0.004185704	0.6	
Zeit in s	2	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.38	8E-05	1.2	1.6901	0.235	2.857	1.926	0	1.923	0.004018848	0.69
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	7E-05	1.4	1.9718	0.27	3.888	2.214	0	2.214	0.00392808	0.882
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.47	7E-05	1.7	2.3944	0.325	5.733	2.603	0	2.609	0.004260624	1.197
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.55	9E-05	2.1	2.9577	0.398	8.748	3.175	0	3.187	0.005694635	1.708
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	0.0001	2.6	3.662	0.49	13.41	3.678	0	3.696	0.007890551	2.364	
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.7	0.0002	2.95	4.1549	0.555	17.26	4.133	0	4.156	0.010627671	2.938	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.79	0.0003	3.4	4.7887	0.638	22.93	4.552	0	4.58	0.013774888	3.657	
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86	0.0004	3.8	5.3521	0.712	28.65	4.941	0	4.974	0.017246782	4.37	
Summen	16		7.0418		3.767			34.577		112						20.15	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4401					2.1611									
Empirische Varianz	s_x^2, s_y^2		0.0445					2.4853									
Emp. Standardabweichung	s_x, s_y		0.2109					1.5765									
Emp. Kovarianz	s_{xy}															0.329	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.9884	Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	0.977	u =	2										
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b _{yx}			7.3865														
Achsenabschnitt a _{yx}			-1.09														
Emp. Restvarianz	s_d^2		0.0617														
Emp. Varianz der Steigung	s_b^2		0.0924														
Emp. Varianz Mittelwert	$s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$		0.0218														
x aus y																	
Steigung b _{xy}								0.132									
Achsenabschnitt a _{xy}								0.154									
Emp. Restvarianz	s_d^2							0.001									
Emp. Varianz der Steigung	s_b^2							3E-05									
Emp. Varianz Mittelwert	$s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$							2E-04									
Verhältnis der Restvarianzen																55.85	
Steigung b' _{yx}																7.474	
Achsenabschnitt a' _{yx}																-1.13	
Emp. Restvarianz	$s_d^2 + s_d'^2$															0.063	
Emp. Varianz der Steigung																0.094	
Emp. Varianz	$s_{\hat{y}(x_i=0)}$															0.022	
Wasseraufnahmekoeffizient	$W_w =$															(7.474 +/- 0.658 (95%) kg/(m ² ·h)	



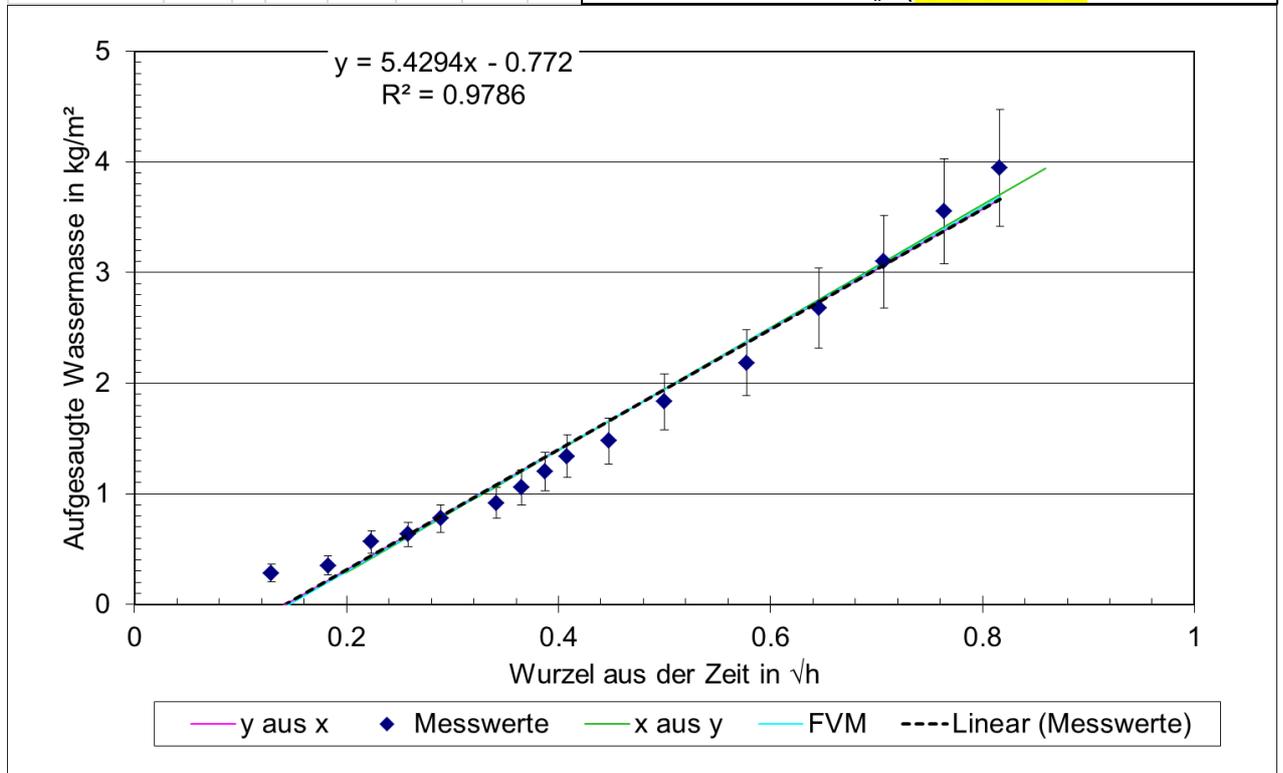
Prüfung N2:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	71.98	Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15												
Fassade	Nord	Wetter	sonnig, Messstelle im Schatten	Lufttemperatur	16												
Nr.	2	Messdatum:	21.09.2015; 12.30 Uhr		Kommentar												
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	v in vh	x aus y		m in g												
	n	x_i	+/- x_i	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$												
					$s_{\hat{x}(y_i)}^2$												
					y_i												
					+/- y_i												
					y_i^2												
					$\hat{y}(x_i)$												
					$s_{\hat{y}(x_i)}^2$												
					$\hat{y}(x_i)$												
					$s_{\hat{y}(x_i)}^2$												
					$x_i \cdot y_i$												
					FVM												
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.2	0.0002	0.2	0.2817	0.08	0.079	-0.1	0	-0.127	0.008950162	0.036	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.22	0.0002	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.217	0	0.199	0.006984664	0.077	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.24	0.0001	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.464	0	0.449	0.005727179	0.126	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27	0.0001	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.672	0	0.659	0.004836189	0.182	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	0.0001	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.856	0	0.845	0.004179409	0.244	
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.32	1E-04	0.725	1.0211	0.152	1.043	1.174	0	1.167	0.003324646	0.349	
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.34	9E-05	0.8	1.1268	0.165	1.27	1.316	0	1.311	0.003060103	0.411	
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	8E-05	0.9	1.2676	0.182	1.607	1.449	0	1.445	0.002877125	0.491	
Zeit in s	2	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.38	8E-05	1	1.4085	0.199	1.984	1.575	0	1.573	0.002762433	0.575
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	7E-05	1.15	1.6197	0.226	2.623	1.81	0	1.81	0.002700042	0.724
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.47	7E-05	1.4	1.9718	0.27	3.888	2.128	0	2.132	0.002928622	0.986
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.54	9E-05	1.7	2.3944	0.325	5.733	2.593	0	2.603	0.003914318	1.382
		1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63	0.0001	2.1	2.9577	0.398	8.748	3.003	0	3.018	0.005423723	1.909
		1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.7	0.0002	2.4	3.3803	0.453	11.43	3.374	0	3.393	0.007305136	2.39
		1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.79	0.0003	2.8	3.9437	0.527	15.55	3.715	0	3.738	0.009468437	3.012
		1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86	0.0004	3.1	4.3662	0.582	19.06	4.032	0	4.059	0.011854911	3.565
Summen		16		7.0418		3.767				28.275		74.72					16.46
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}			0.4401						1.7672							
Empirische Varianz	s_x^2, s_y^2			0.0445						1.6505							
Emp. Standardabweichung	s_x, s_y			0.2109						1.2847							
Emp. Kovarianz	s_{xy}																0.268
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r			0.988						0.976							
Emp. Bestimmtheitsmass	r ²									u =							2
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b_{yx}				6.0176													
Achsenabschnitt a_{yx}				-0.881													
Emp. Restvarianz s_a^2				0.042													
Emp. Varianz der Steigung s_b^2				0.063													
Emp. Varianz Mittelwert	$s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$			0.0148													
x aus y																	
Steigung b_{xy}										0.162							
Achsenabschnitt a_{xy}										0.153							
Emp. Restvarianz s_a^2										0.001							
Emp. Varianz der Steigung s_b^2										5E-05							
Emp. Varianz Mittelwert	$s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$									2E-04							
Verhältnis der Restvarianzen																	37.09
Steigung b'_{yx}																	6.09
Achsenabschnitt a'_{yx}																	-0.91
Emp. Restvarianz $s_a^2 + s_d^2$																	0.043
Emp. Varianz der Steigung																	0.065
Emp. Varianz	$s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$																
Emp. Varianz	$s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																
Wasseraufnahmekoeffizient W_w																	(6.09 +/- 0.545 (95%) kg/(m ² ·h)



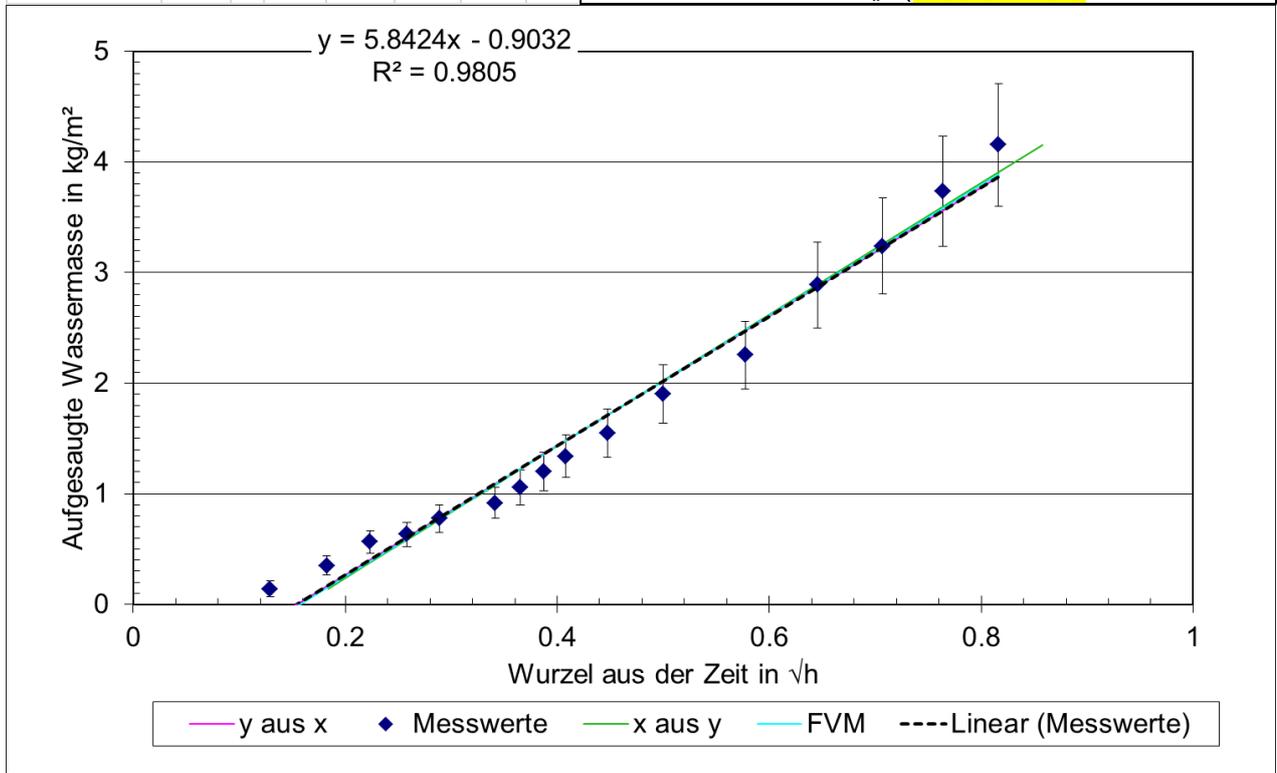
Prüfung N3:

Objekt	Lachen	Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	71.98	Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	Nord		Wetter	sonnig	Messstelle im Schatten	Lufttemperatur 16
Nr.	3		Messdatum:	21.09.2015; 12.30 Uhr		Kommentar
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y	m in g	kg/m ²	y aus x
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	S _{$\hat{x}(y_i)$} ²
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.2
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.21
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.25
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.31
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.34
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.39
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.48
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.54
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.79
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86
Summen	16		7.0418		3.767	
Mittelwert						
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.4401			1.6175
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.0445			1.3404
Emp. Kovarianz s _{xy}			0.2109			1.1578
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r			0.9892	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.979	u = 2
Regressionsgeraden						
y aus x						FVM
Steigung b _{yx}			5.4294	Steigung b _{xy}		0.18
Achsenabschnitt a _{yx}			-0.772	Achsenabschnitt a _{xy}		0.149
Emp. Restvarianz s _e ²			0.0308	Emp. Restvarianz s _d ²		0.001
Emp. Varianz der Steigung s _b ²			0.0462	Emp. Varianz der Steigung s _b ²		5E-05
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²			0.0109	Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{x}(y_i=0)$} ²		2E-04
				Verhältnis der Restvarianz		30.12
				Steigung b' _{yx}		5.489
				Achsenabschnitt a' _{yx}		-0.8
				Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²		0.032
				Emp. Varianz der Steigung		0.048
				Emp. Varianz s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²		0.011
				Wasseraufnahmekoeffizient W _w = (5.489 +/- 0.468 (95%) kg/(m ² √h)		



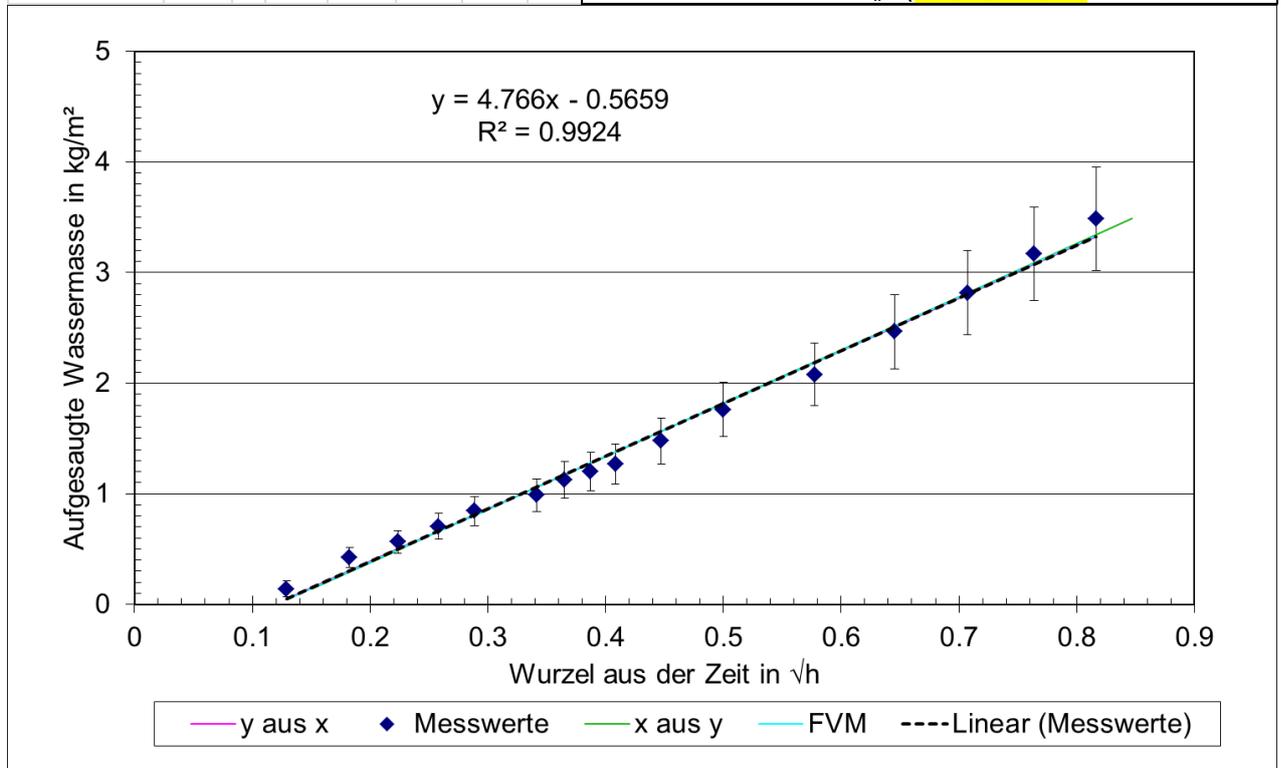
Prüfung N4:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche				Fassadenfeuchte 71.98 Digits Gann				Messprotokoll Stand 24.8.15							
Fassade	Nord				Wetter sonnig, Messstelle im Schatten Lufttemperatur				16							
Nr.	4				Messdatum: 21.09.2015; 12.30 Uhr				Kommentar							
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y		m in g		kg/m ²		y aus x		FVM					
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i ² y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.18	0.0002	0.1	0.1408	0.073	0.02	-0.15	0	-0.167	0.006922912	0.018
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.22	0.0001	0.25	0.3521	0.084	0.124	0.163	0	0.149	0.005402608	0.064
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.25	0.0001	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.403	0	0.391	0.004429949	0.126
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27	0.0001	0.45	0.6338	0.11	0.402	0.605	0	0.595	0.003740771	0.164
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	9E-05	0.55	0.7746	0.124	0.6	0.783	0	0.775	0.003232755	0.224
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.31	8E-05	0.65	0.9155	0.14	0.838	1.092	0	1.087	0.0025716	0.313
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.34	7E-05	0.75	1.0563	0.157	1.116	1.23	0	1.226	0.002366976	0.386
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	7E-05	0.85	1.1972	0.173	1.433	1.36	0	1.356	0.002225444	0.464
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.38	6E-05	0.95	1.338	0.191	1.79	1.482	0	1.48	0.00213673	0.546
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	6E-05	1.1	1.5493	0.217	2.4	1.71	0	1.71	0.002088471	0.693
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.48	6E-05	1.35	1.9014	0.261	3.615	2.018	0	2.021	0.002265277	0.951
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.54	7E-05	1.6	2.2535	0.307	5.078	2.47	0	2.478	0.003027708	1.301
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	0.0001	2.05	2.8873	0.389	8.337	2.868	0	2.88	0.004195227	1.864
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.7	0.0002	2.3	3.2394	0.435	10.49	3.228	0	3.243	0.005650491	2.291
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.79	0.0002	2.65	3.7324	0.499	13.93	3.559	0	3.578	0.007323796	2.851
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86	0.0003	2.95	4.1549	0.555	17.26	3.867	0	3.889	0.009169723	3.392
Summen	16	7.0418		3.767				26.69			67.76					15.65
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4401						1.6681								
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²		0.0445						1.5491								
Emp. Standardabweichung s _x , s _y		0.2109						1.2446								
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.26
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9902															
Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.98															
u =	2															
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}		5.8424														
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.903														
Emp. Restvarianz s _e ²		0.0324														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0486														
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$		0.0114														
x aus y																
Steigung b _{xy}																
Achsenabschnitt a _{xy}																
Emp. Restvarianz s _d ²																
Emp. Varianz der Steigung s _b ²																
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																
Verhältnis der Restvarianzen																34.81
Steigung b' _{yx}																5.9
Achsenabschnitt a' _{yx}																-0.93
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.033
Emp. Varianz der Steigung																0.05
Emp. Varianz $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$																0.012
Emp. Varianz $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																0.012
Wasseraufnahmekoeffizient W _w =																(5.9 +/- 0.48 (95%) kg/(m ² √h)



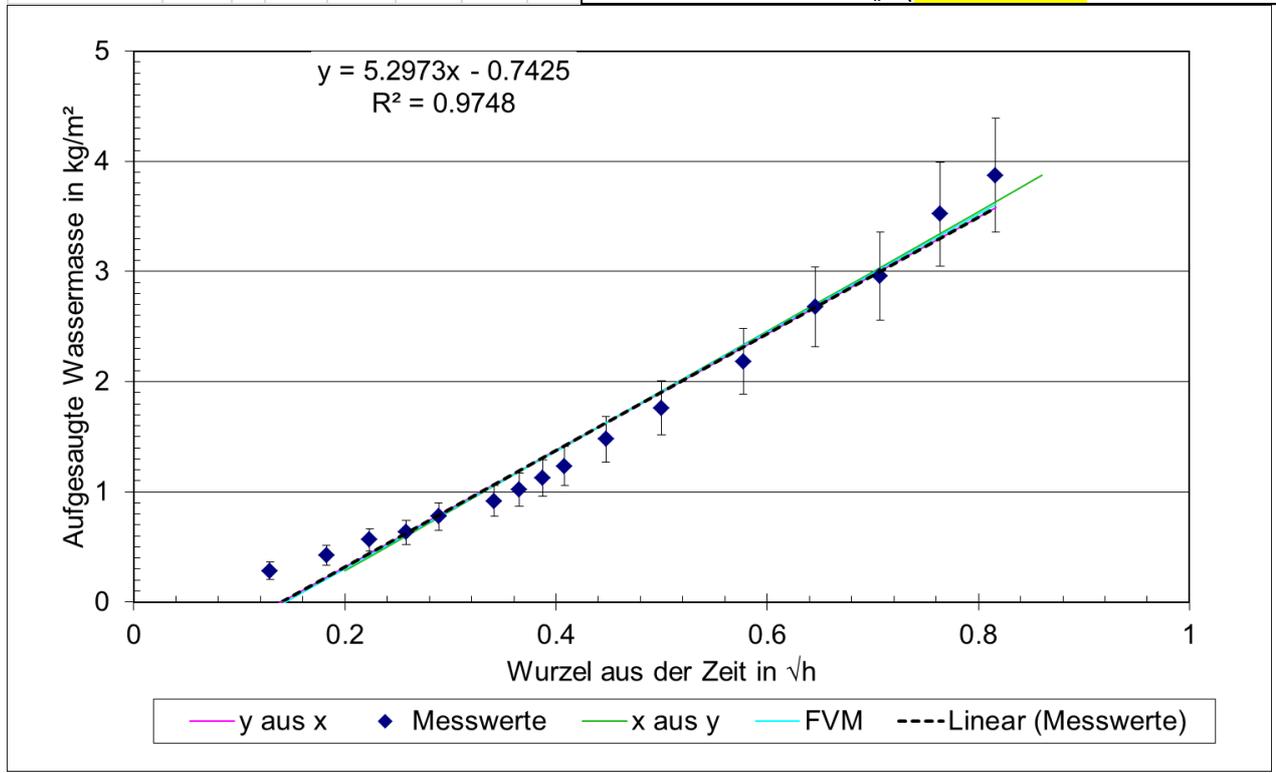
Prüfung N5:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	71.98 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15													
Fassade	Nord	Wetter	sonnig, Messstelle im Schatten	Lufttemperatur 16													
Nr.	5	Messdatum:	21.09.2015; 12.30 Uhr	Kommentar													
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y	m in g	kg/m ²	y aus x	FVM										
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	S _{$\hat{x}(y_i)$} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	x _i *y _i			
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.15	7E-05	0.1	0.1408	0.073	0.02	0.049	0	0.044	0.001795305	0.018	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.21	5E-05	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.304	0	0.3	0.001401048	0.077	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.24	4E-05	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.5	0	0.496	0.00114881	0.126	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27	4E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.665	0	0.661	0.000970087	0.182	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.3	3E-05	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.81	0	0.807	0.000838344	0.244	
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	3E-05	0.7	0.9859	0.148	0.972	1.062	0	1.06	0.000666888	0.337	
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.36	3E-05	0.8	1.1268	0.165	1.27	1.174	0	1.173	0.000613823	0.411	
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.37	3E-05	0.85	1.1972	0.173	1.433	1.28	0	1.279	0.00057712	0.464	
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.39	2E-05	0.9	1.2676	0.182	1.607	1.38	0	1.379	0.000554114	0.517	
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.43	2E-05	1.05	1.4789	0.208	2.187	1.566	0	1.566	0.000541599	0.661
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.49	2E-05	1.25	1.7606	0.243	3.1	1.817	0	1.818	0.00058745	0.88
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.55	3E-05	1.475	2.0775	0.284	4.316	2.186	0	2.188	0.00078517	1.199
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63	4E-05	1.75	2.4648	0.334	6.075	2.511	0	2.514	0.00108794	1.591	
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	6E-05	2	2.8169	0.38	7.935	2.804	0	2.809	0.001465331	1.992	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	9E-05	2.25	3.169	0.425	10.04	3.074	0	3.08	0.001899266	2.42	
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.85	0.0001	2.475	3.4859	0.467	12.15	3.326	0	3.332	0.002377966	2.846	
Summen	16		7.0418		3.767				24.507		52.81					13.97	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4401						1.5317								
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.0445						1.0185								
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.2109						1.0092								
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.212	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9962	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.992	u =	2												
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b _{yx}			4.766													Verhältnis der Restvarianzen 22.89	
Achsenabschnitt a _{yx}			-0.566													Steigung b _{xy} 0.208	
Emp. Restvarianz s _e ²			0.0083													Achsenabschnitt a _{xy} 0.121	
Emp. Varianz der Steigung s _b ²			0.0124													Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ² 4E-04	
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²			0.0029													Emp. Varianz der Steigung s _b ² 2E-05	
																Emp. Varianz s _{$\hat{x}(y_i=0)$} ² 8E-05	
																Emp. Varianz s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ² 0.003	
																Wasseraufnahmekoeffizient W _w = (4.784 +/- 0.244 (95%) kg(m ² √h)	



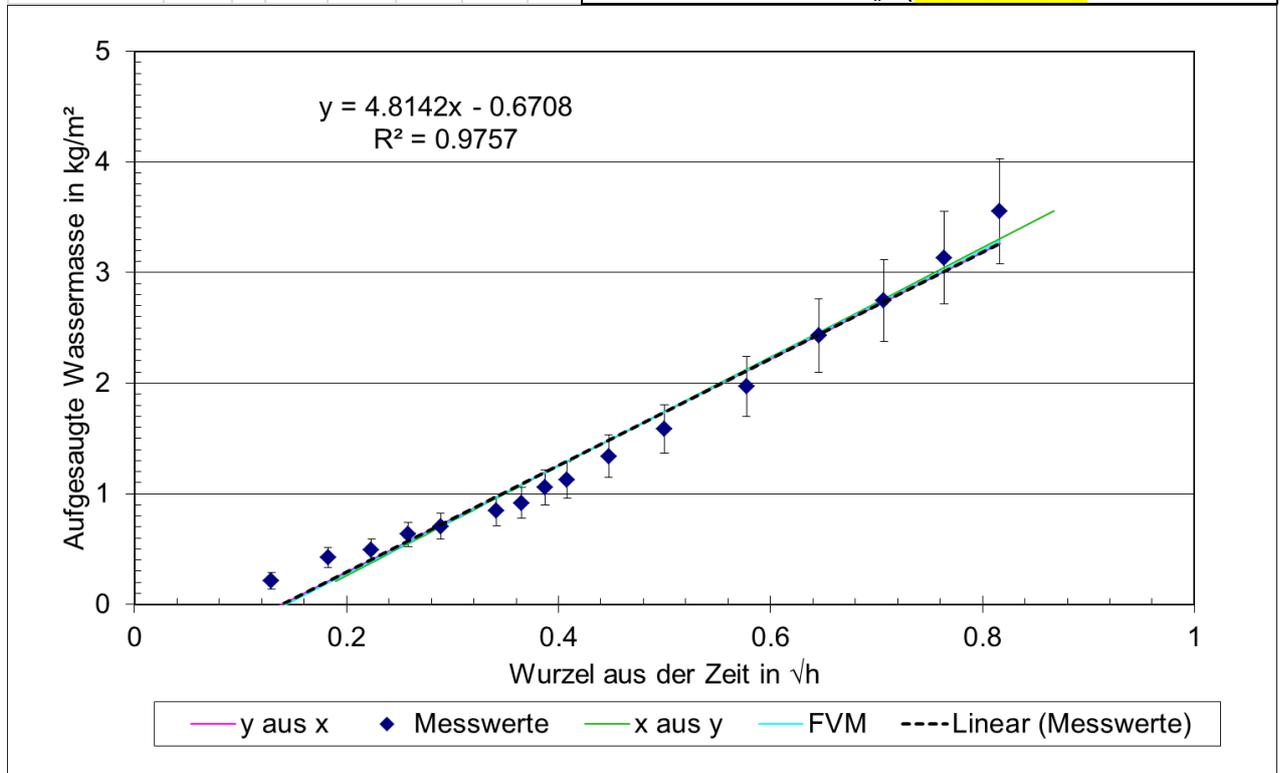
Prüfung N6:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche				Fassadenfeuchte 71.98 Digits Gann				Messprotokoll Stand 24.8.15							
Fassade	Nord				Wetter: sonnig, Messstelle im Schatten Lufttemperatur				16							
Nr.	6				Messdatum: 21.09.2015; 12.30 Uhr				Kommentar							
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y		m in g		y aus x		FVM							
	n	x_i	$+/-x_i$	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y_i	$+/-y_i$	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$x_i \cdot y_i$		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.2	0.0002	0.2	0.2817	0.08	0.079	-0.06	0	-0.08	0.00743513	0.036
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.23	0.0002	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.225	0	0.207	0.005802341	0.077
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.25	0.0001	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.442	0	0.427	0.004757716	0.126
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	0.0001	0.45	0.6338	0.11	0.402	0.625	0	0.613	0.004017547	0.164
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	0.0001	0.55	0.7746	0.124	0.6	0.787	0	0.776	0.003471943	0.224
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.32	0.0001	0.65	0.9155	0.14	0.838	1.067	0	1.06	0.002761869	0.313
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.34	1E-04	0.725	1.0211	0.152	1.043	1.192	0	1.187	0.002542106	0.373
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	9E-05	0.8	1.1268	0.165	1.27	1.309	0	1.306	0.002390102	0.436
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.37	8E-05	0.875	1.2324	0.178	1.519	1.42	0	1.418	0.002294825	0.503
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	8E-05	1.05	1.4789	0.208	2.187	1.627	0	1.627	0.002242994	0.661
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.47	8E-05	1.25	1.7606	0.243	3.1	1.906	0	1.91	0.002432882	0.88
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.55	1E-04	1.55	2.1831	0.297	4.766	2.316	0	2.325	0.003251725	1.26
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	0.0001	1.9	2.6761	0.361	7.161	2.677	0	2.691	0.004505627	1.727
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.69	0.0002	2.1	2.9577	0.398	8.748	3.003	0	3.021	0.006068565	2.091
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.8	0.0003	2.5	3.5211	0.471	12.4	3.303	0	3.325	0.007865675	2.689
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86	0.0004	2.75	3.8732	0.518	15	3.583	0	3.608	0.00984818	3.162
Summen	16	7.0418		3.767				25.423		59.61						14.72
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4401						1.5889								
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2		0.0445						1.2810								
Emp. Standardabweichung s_x, s_y		0.2109						1.1318								
Emp. Kovarianz s_{xy}																0.236
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9873	Emp. Bestimmtheitsmass r^2	0.975	u =	2											
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b_{yx}		5.2973														
Achsenabschnitt a_{yx}		-0.743														
Emp. Restvarianz s_e^2		0.0346														
Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.0519														
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$		0.0122														
x aus y																
Steigung b_{xy}																28.79
Achsenabschnitt a_{xy}																5.365
Emp. Restvarianz s_d^2																0.036
Emp. Varianz der Steigung s_b^2																0.054
Emp. Varianz																
Mittelwert																0.013
Wasseraufnahmekoeffizient $W_w =$																(5.365 +/- 0.497 (95%)) kg/(m ² ·h)



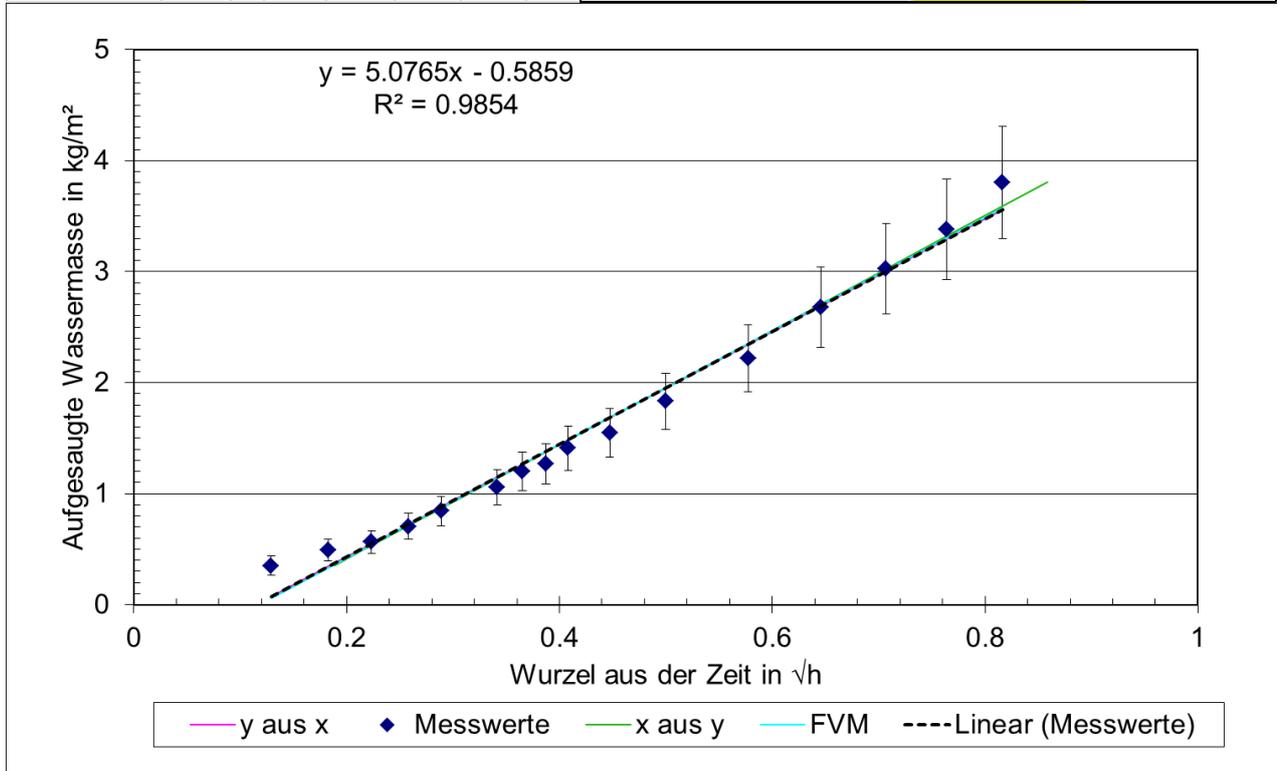
Prüfung N7:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	71.98 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15													
Fassade	Nord	Wetter	sonnig, Messstelle im Schatten	Lufttemperatur 16													
Nr.	7	Messdatum:	21.09.2015; 12.30 Uhr	Kommentar													
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	Vt in vh	x aus y	m in g	kg/m ²	y aus x	FVM										
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	S _{$\hat{x}(y_i)$} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	x _i *y _i			
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.19	0.0002	0.15	0.2113	0.076	0.045	-0.05	0	-0.068	0.00595031	0.027	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.23	0.0001	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.208	0	0.193	0.004643594	0.077	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.25	0.0001	0.35	0.493	0.096	0.243	0.406	0	0.393	0.003807584	0.11	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.28	0.0001	0.45	0.6338	0.11	0.402	0.572	0	0.561	0.003215229	0.164	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	0.0001	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.719	0	0.71	0.002778584	0.203	
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.32	1E-04	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.974	0	0.968	0.002210315	0.289	
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.33	9E-05	0.65	0.9155	0.14	0.838	1.087	0	1.083	0.002034439	0.334	
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	8E-05	0.75	1.0563	0.157	1.116	1.194	0	1.191	0.001912791	0.409	
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.37	8E-05	0.8	1.1268	0.165	1.27	1.295	0	1.293	0.00183654	0.46	
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	7E-05	0.95	1.338	0.191	1.79	1.482	0	1.483	0.001795061	0.598
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.47	7E-05	1.125	1.5845	0.221	2.511	1.736	0	1.74	0.001947028	0.792
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.55	9E-05	1.4	1.9718	0.27	3.888	2.109	0	2.117	0.002602345	1.138
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	0.0001	1.725	2.4296	0.329	5.903	2.437	0	2.449	0.003605838	1.568	
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.7	0.0002	1.95	2.7465	0.37	7.543	2.733	0	2.749	0.004856652	1.942	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	0.0003	2.225	3.1338	0.421	9.821	3.006	0	3.025	0.006294874	2.393	
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.87	0.0004	2.525	3.5563	0.476	12.65	3.26	0	3.282	0.007881466	2.904	
Summen	16		7.0418		3.767				23.169		49.4					13.41	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4401						1.4481								
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.0445						1.0570								
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.2109						1.0281								
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.214	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9878	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.976	u =	2												
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b _{yx}			4.8142														
Achsenabschnitt a _{yx}			-0.671														
Emp. Restvarianz s _e ²			0.0275														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²			0.0412														
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²			0.0097														
x aus y																	
Steigung b _{xy}											0.203						
Achsenabschnitt a _{xy}											0.147						
Emp. Restvarianz s _d ²											0.001						
Emp. Varianz der Steigung s _b ²											7E-05						
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{x}(y_i=0)$} ²											2E-04						
Verhältnis der Restvarianz																23.75	
Steigung b _{yx}																4.874	
Achsenabschnitt a _{yx}																-0.7	
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.029	
Emp. Varianz der Steigung																0.043	
Emp. Varianz s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²																0.01	
Wasseraufnahmekoeffizient W _w =																(4.874 +/- 0.445 (95%)) kg/(m ² √h)	



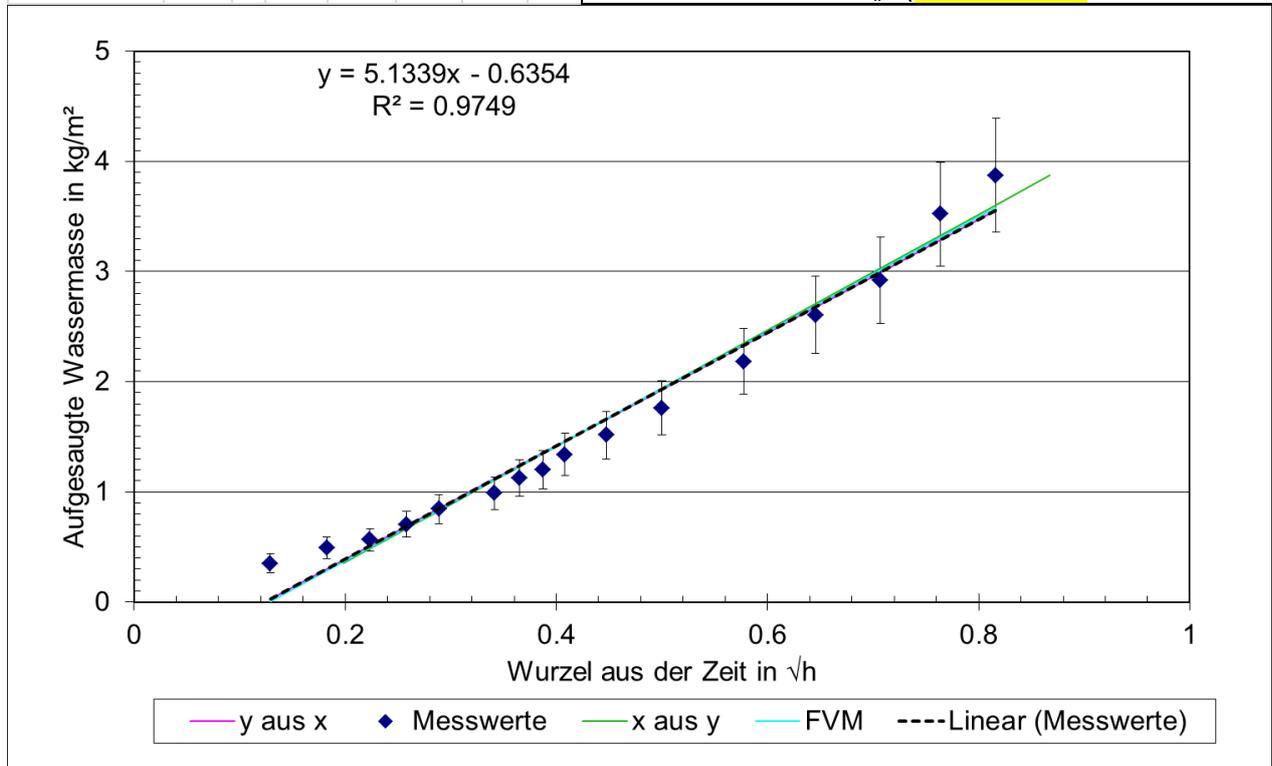
Prüfung N8:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche				Fassadenfeuchte	71.98 Digits Gann				Messprotokoll Stand	24.8.15					
Fassade	Nord				Wetter	sonnig, Messstelle im Schatten				Lufttemperatur	16					
Nr.	8				Messdatum:	21.09.2015; 12.30 Uhr				Kommentar						
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y		m in g		y aus x		FVM							
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i *y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.19	0.0001	0.25	0.3521	0.084	0.124	0.069	0	0.058	0.003909939	0.045
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.22	1E-04	0.35	0.493	0.096	0.243	0.341	0	0.331	0.003051298	0.09
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	9E-05	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.549	0	0.541	0.002501957	0.126
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	8E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.725	0	0.718	0.002112722	0.182
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.28	7E-05	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.88	0	0.874	0.001825803	0.244
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	6E-05	0.75	1.0563	0.157	1.116	1.148	0	1.144	0.001452394	0.361
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.35	5E-05	0.85	1.1972	0.173	1.433	1.268	0	1.265	0.001336827	0.437
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.37	5E-05	0.9	1.2676	0.182	1.607	1.38	0	1.378	0.001256892	0.491
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.39	5E-05	1	1.4085	0.199	1.984	1.487	0	1.485	0.001206788	0.575
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	4E-05	1.1	1.5493	0.217	2.4	1.684	0	1.685	0.001179532	0.693
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.48	4E-05	1.3	1.831	0.252	3.353	1.952	0	1.955	0.001279389	0.915
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.55	6E-05	1.575	2.2183	0.302	4.921	2.345	0	2.35	0.001709996	1.281
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	9E-05	1.9	2.6761	0.361	7.161	2.691	0	2.699	0.00236939	1.727
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	0.0001	2.15	3.0282	0.407	9.17	3.004	0	3.014	0.003191298	2.141
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	0.0002	2.4	3.3803	0.453	11.43	3.291	0	3.303	0.004136351	2.582
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86	0.0002	2.7	3.8028	0.508	14.46	3.559	0	3.573	0.005178898	3.105
Summen	16	7.0418		3.767				26.373		60.93						15
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4401						1.6483								
Empirische Varianz	s _x ² , s _y ²	0.0445						1.1637								
Emp. Standardabweichung	s _x , s _y	0.2109						1.0787								
Emp. Kovarianz	s _{xy}															0.226
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.9927	Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	0.985	u =	2									
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}		5.0765														
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.586														
Emp. Restvarianz s _e ²		0.0182														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0272														
Emp. Varianz Mittelwert	$s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$	0.0064														
x aus y																
Steigung b _{xy}																
Achsenabschnitt a _{xy}																
Emp. Restvarianz s _d ²																
Emp. Varianz der Steigung s _b ²																
Emp. Varianz	$s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$															
Mittelwert																
Wasseraufnahmekoeffizient W _w = (5.114 +/- 0.36 (95%) kg/(m ² ·h)																



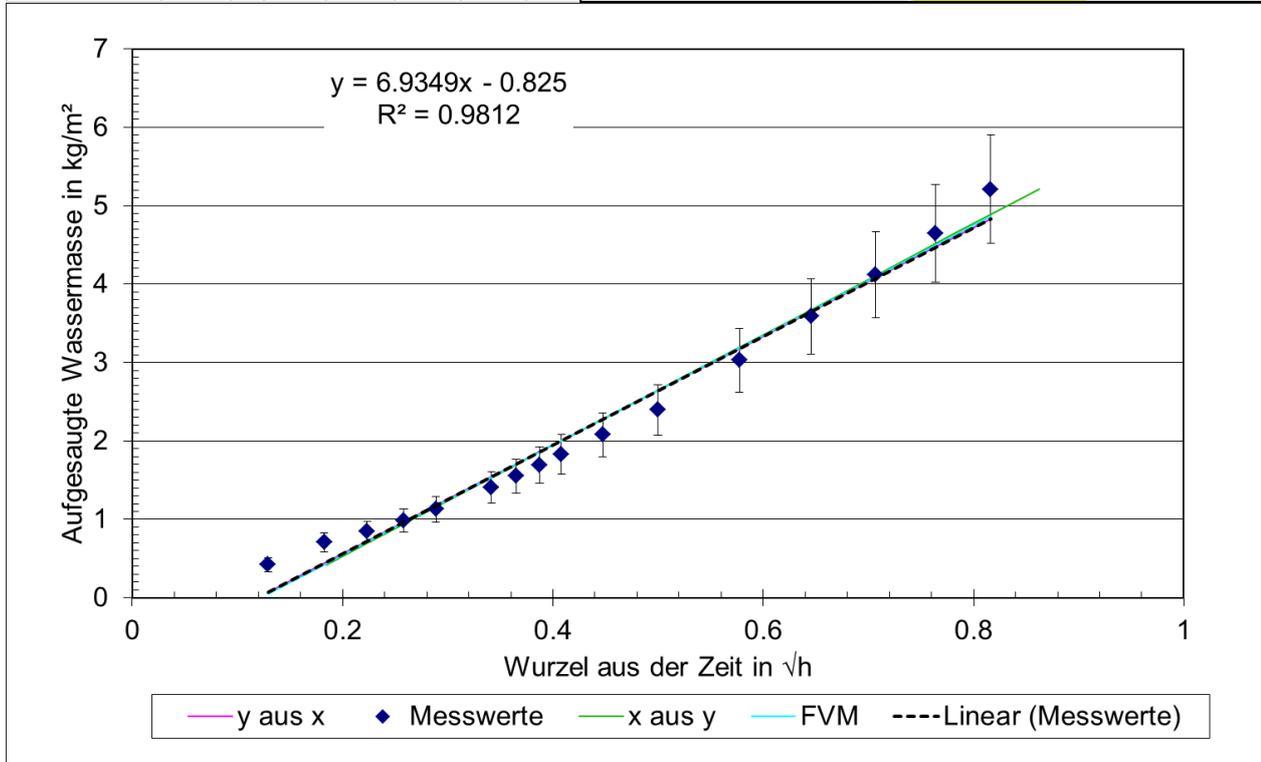
Prüfung N9:

Objekt	Lachen	Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	71.98	Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	Nord		Wetter	sonnig	Messstelle im Schatten	Lufttemperatur 16
Nr.	9		Messdatum:	21.09.2015; 12.30 Uhr		Kommentar
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y	m in g	kg/m ²	y aus x
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	S _{$\hat{x}(y_i)$} ²
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.2
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.23
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.24
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.32
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.35
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36
Zeit in s	2	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333
		1	25.00	0.6455	4E-04	0.417
		1	30.00	0.7071	4E-04	0.5
		1	35.00	0.7638	4E-04	0.583
		1	40.00	0.8165	3E-04	0.667
Summen	16		7.0418		3.767	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4401			1.6241
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.0445			1.2029
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.2109			1.0968
Emp. Kovarianz s _{xy}						0.228
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9874	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.975	u =	2	
Regressionsgeraden						FVM
y aus x				x aus y		Verhältnis der Restvarianzen
Steigung b _{yx}		5.1339		Steigung b _{xy}	0.19	Steigung b _{yx}
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.635		Achsenabschnitt a _{xy}	0.132	Achsenabschnitt a _{yx}
Emp. Restvarianz s _e ²		0.0323		Emp. Restvarianz s _d ²	0.001	Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0484		Emp. Varianz der Steigung s _b ²	7E-05	Emp. Varianz der Steigung
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²		0.0114		Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{x}(y_i=0)$} ²	2E-04	Emp. Varianz s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²
						Wasseraufnahmekoeffizient W _w = (5.199 +/- 0.481 (95%) kg/(m ² √h)



Prüfung N10:

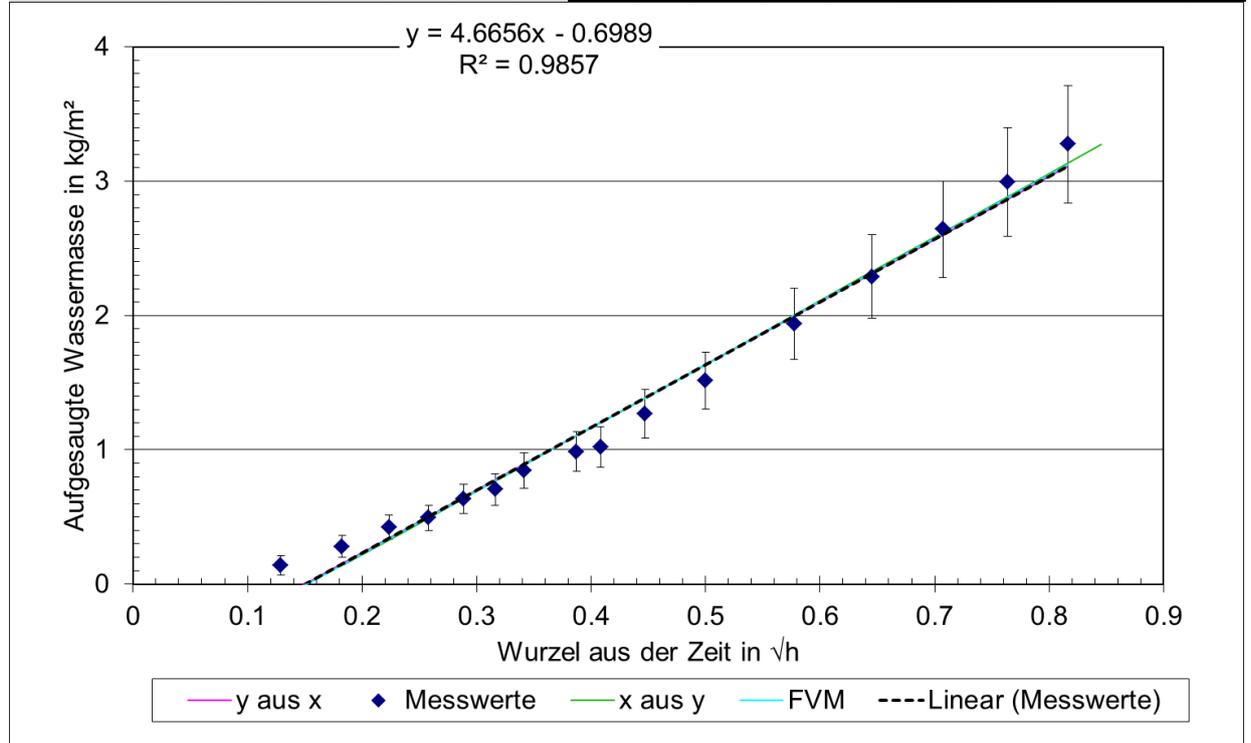
Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche				Fassadenfeuchte 71.98 Digits Gann				Messprotokoll Stand 24.8.15							
Fassade	Nord				Wetter sonnig, Messstelle im Schatten Lufttemperatur				16							
Nr.	10				Messdatum: 21.09.2015; 12.30 Uhr				Kommentar							
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y		m in g		kg/m ²		y aus x		FVM					
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i ² y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.18	0.0001	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.07	0	0.05	0.009276159	0.055
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.22	0.0001	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.441	0	0.424	0.007239071	0.129
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.24	0.0001	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.726	0	0.711	0.005935784	0.189
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	1E-04	0.7	0.9859	0.148	0.972	0.966	0	0.954	0.005012341	0.255
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.28	9E-05	0.8	1.1268	0.165	1.27	1.177	0	1.167	0.004331638	0.325
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.32	7E-05	1	1.4085	0.199	1.984	1.544	0	1.537	0.003445742	0.481
	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.34	7E-05	1.1	1.5493	0.217	2.4	1.707	0	1.702	0.003171563	0.566
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	6E-05	1.2	1.6901	0.235	2.857	1.861	0	1.857	0.002981921	0.655
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.38	6E-05	1.3	1.831	0.252	3.353	2.006	0	2.004	0.002863051	0.747
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	6E-05	1.475	2.0775	0.284	4.316	2.276	0	2.277	0.002798387	0.929
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.46	6E-05	1.7	2.3944	0.325	5.733	2.642	0	2.646	0.003035294	1.197
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.55	7E-05	2.15	3.0282	0.407	9.17	3.179	0	3.188	0.004056892	1.748
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63	0.0001	2.55	3.5915	0.481	12.9	3.651	0	3.665	0.005621275	2.318
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	0.0002	2.925	4.1197	0.55	16.97	4.079	0	4.096	0.007571216	2.913
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	0.0002	3.3	4.6479	0.619	21.6	4.472	0	4.493	0.009813313	3.55
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86	0.0003	3.7	5.2113	0.694	27.16	4.837	0	4.862	0.01228671	4.255
Summen	16	7.0418		3.767				35.634		112.1						20.31
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4401						2.2271								
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²		0.0445						2.1809								
Emp. Standardabweichung s _x , s _y		0.2109						1.4768								
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.309
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9906	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.981	u =	2											
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}		6.9349														49.01
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.825														7.001
Emp. Restvarianz s _e ²		0.0438														0.045
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0657														0.067
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$		0.0155														0.016
x aus y																
Steigung b _{xy}																0.141
Achsenabschnitt a _{xy}																-0.85
Emp. Restvarianz s _d ²																9E-04
Emp. Varianz der Steigung s _b ²																3E-05
Emp. Varianz $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																2E-04
Mittelwert																2E-04
Verhältnis der Restvarianzen																49.01
Steigung b' _{yx}																7.001
Achsenabschnitt a' _{yx}																-0.85
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.045
Emp. Varianz der Steigung																0.067
Emp. Varianz $S_{\hat{y}(x_i=0)}^2$																0.016
Emp. Varianz $S_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																0.016
Wasseraufnahmekoeffizient W _w =																(7.001 +/- 0.555 (95%)) kg/(m ² √h)



A.1.2 Lachen West

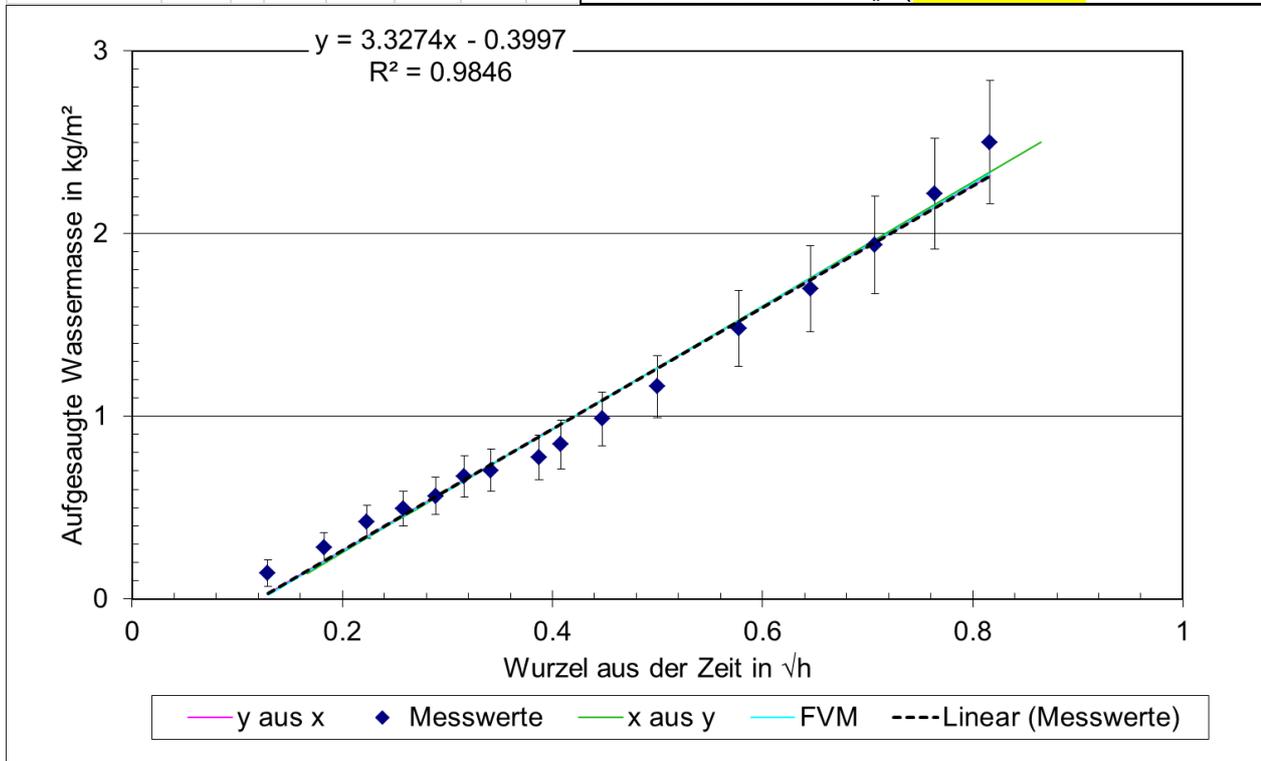
Prüfung W1:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche					Fassadenfeuchte 73.09 Digits Gann					Messprotokoll Stand 24.8.15					
Fassade	West					Wetter sonnig, Messstelle im Schatten					Lufttemperatur 16					
Nr.	1					Messdatum: 21.09.2015; 16:00 Uhr					Kommentar					
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y			m in g/kg/m ²			y aus x			FVM				
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$S_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i *y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.18	0.0001	0.1	0.1408	0.073	0.02	-0.1	0	-0.107	0.003236028	0.018
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.21	1E-04	0.2	0.2817	0.08	0.079	0.153	0	0.144	0.002526393	0.051
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.24	8E-05	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.344	0	0.337	0.002073366	0.094
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	8E-05	0.35	0.493	0.096	0.243	0.506	0	0.5	0.001753171	0.127
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	7E-05	0.45	0.6338	0.11	0.402	0.648	0	0.643	0.001517862	0.183
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.3	6E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.776	0	0.772	0.00134285	0.223
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	5E-05	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.895	0	0.891	0.001213529	0.289
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	5E-05	0.7	0.9859	0.148	0.972	1.108	0	1.106	0.001056795	0.382
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.37	5E-05	0.725	1.0211	0.152	1.043	1.206	0	1.205	0.001017958	0.417
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	4E-05	0.9	1.2676	0.182	1.607	1.388	0	1.388	0.001000809	0.567
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.47	4E-05	1.075	1.5141	0.212	2.292	1.634	0	1.636	0.00109185	0.757
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.56	6E-05	1.375	1.9366	0.266	3.75	1.995	0	2	0.001462762	1.118
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	8E-05	1.625	2.2887	0.311	5.238	2.313	0	2.32	0.002023485	1.477
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	0.0001	1.875	2.6408	0.357	6.974	2.6	0	2.609	0.002719036	1.867
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.79	0.0002	2.125	2.993	0.402	8.958	2.864	0	2.876	0.003516755	2.286
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.85	0.0002	2.325	3.2746	0.439	10.72	3.111	0	3.123	0.004395359	2.674
Summen	16	6.9929		3.733				21.444		43.69						12.53
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4371						1.3402								
Empirische Varianz	s _x ² , s _y ²	0.0451						0.9967								
Emp. Standardabweichung	s _x , s _y	0.2124						0.9984								
Emp. Kovarianz	s _{xy}															0.211
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.9928														
Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	0.986														
u =	2															
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}		4.6656														
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.699														
Emp. Restvarianz s _e ²		0.0153														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0226														
Emp. Varianz Mittelwert	S _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²	0.0053														
x aus y																
Steigung b _{xy}									0.211							
Achsenabschnitt a _{xy}									0.154							
Emp. Restvarianz s _d ²									7E-04							
Emp. Varianz der Steigung s _b ²									5E-05							
Emp. Varianz Mittelwert	S _{$\hat{x}(y_i=0)$} ²								1E-04							
Verhältnis der Restvarianzen																22.08
Steigung b' _{yx}																4.699
Achsenabschnitt a' _{yx}																-0.71
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.016
Emp. Varianz der Steigung																0.024
Emp. Varianz	S _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²															0.006
Wasseraufnahmekoeffizient W _w																(4.699 +/- 0.329 (95%)) kg/(m ² √h)



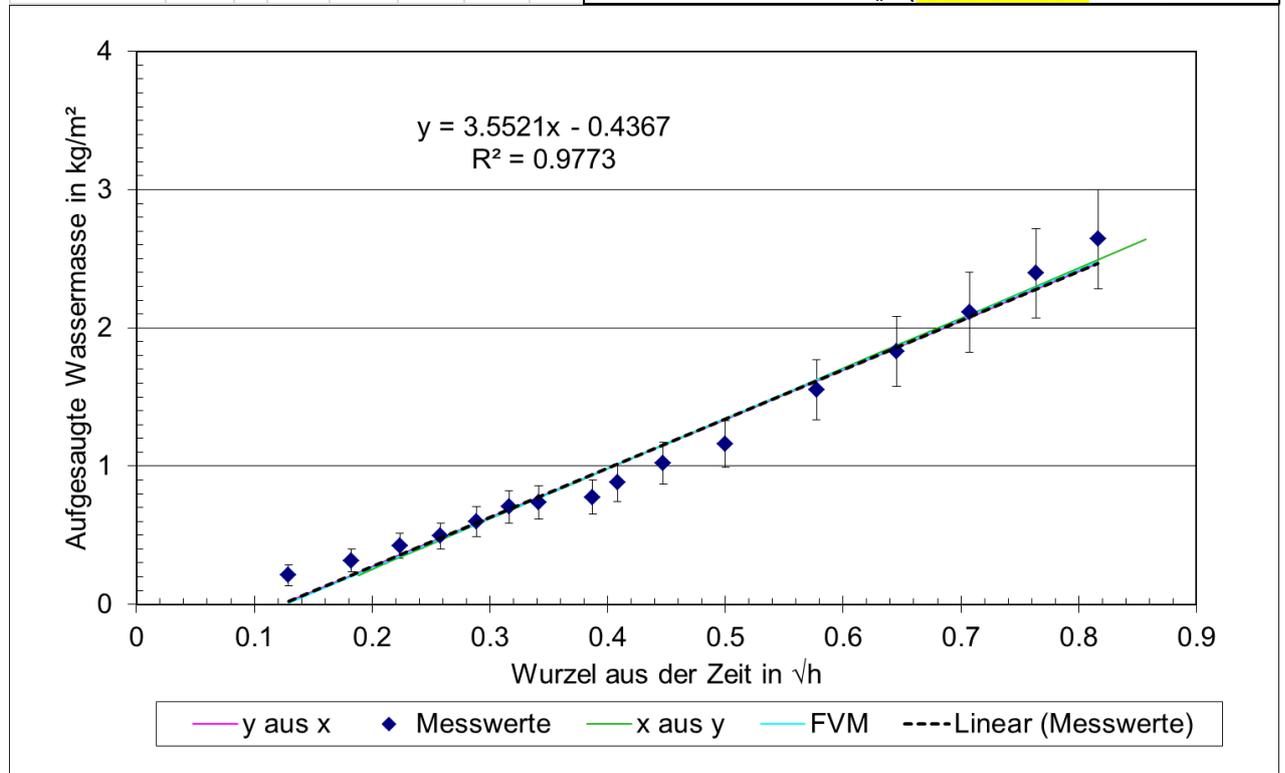
Prüfung W2:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche				Fassadenfeuchte 73.09 Digits Gann				Messprotokoll Stand 24.8.15							
Fassade	West				Wetter: sonnig, Messstelle im Schatten				Lufttemperatur: 16							
Nr.	2				Messdatum: 21.09.2015; 16:00 Uhr				Kommentar							
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y		m in g		kg/m ²		y aus x		FVM					
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$S_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i ² y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.17	0.0001	0.1	0.1408	0.073	0.02	0.03	0	0.022	0.00184752	0.018
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.21	0.0001	0.2	0.2817	0.08	0.079	0.208	0	0.201	0.001442373	0.051
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.25	9E-05	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.344	0	0.339	0.001183731	0.094
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27	8E-05	0.35	0.493	0.096	0.243	0.459	0	0.455	0.001000924	0.127
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	7E-05	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.561	0	0.557	0.000866581	0.163
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.32	6E-05	0.475	0.669	0.113	0.448	0.653	0	0.649	0.000766663	0.212
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	6E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.737	0	0.734	0.00069283	0.241
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.35	5E-05	0.55	0.7746	0.124	0.6	0.889	0	0.888	0.000603347	0.3
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.38	5E-05	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.959	0	0.958	0.000581175	0.345
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	5E-05	0.7	0.9859	0.148	0.972	1.088	0	1.089	0.000571384	0.441
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.47	5E-05	0.825	1.162	0.169	1.35	1.264	0	1.266	0.000623362	0.581
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.56	6E-05	1.05	1.4789	0.208	2.187	1.521	0	1.525	0.000835123	0.854
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63	9E-05	1.205	1.6972	0.235	2.88	1.748	0	1.754	0.001155252	1.096
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.7	0.0001	1.375	1.9366	0.266	3.75	1.953	0	1.96	0.001552358	1.369
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	0.0002	1.575	2.2183	0.302	4.921	2.142	0	2.15	0.002007793	1.694
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86	0.0003	1.775	2.5	0.338	6.25	2.317	0	2.327	0.002509407	2.041
Summen	16	6.9929		3.733				16.873		25.41						9.627
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4371						1.0546								
Empirische Varianz	s _x ² , s _y ²	0.0451						0.5075								
Emp. Standardabweichung	s _x , s _y	0.2124						0.7124								
Emp. Kovarianz	s _{xy}															0.15
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.9923	Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	0.985	u =	2									
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}		3.3274														
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.4														
Emp. Restvarianz s _e ²		0.0084														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0124														
Emp. Varianz Mittelwert	S _{y(x=0)}²}	0.0029														
x aus y																
Steigung b _{xy}																
Achsenabschnitt a _{xy}																
Emp. Restvarianz s _d ²																
Emp. Varianz der Steigung s _b ²																
Emp. Varianz	S _{x(y=0)}²}															
Mittelwert																
Verhältnis der Restvarianzen																
Steigung b' _{yx}																11.24
Achsenabschnitt a' _{yx}																-0.41
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.009
Emp. Varianz der Steigung																0.013
Emp. Varianz	S _{y(x=0)}²}															0.003
Wasseraufnahmekoeffizient W _w																(3.353 +/- 0.249 (95%)) kg/(m ² √h)



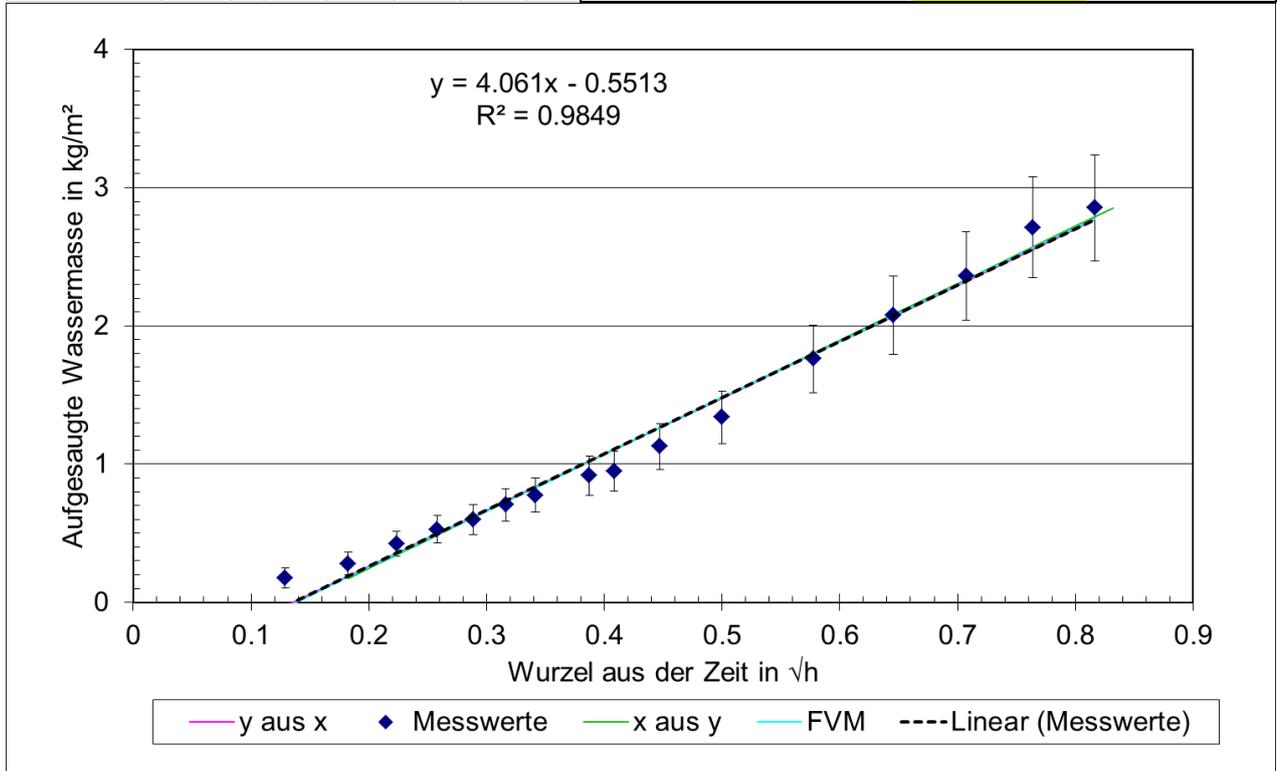
Prüfung W3:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	73.09 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15													
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messstelle im Schatten	Lufttemperatur 16													
Nr.	3	Messdatum:	21.09.2015; 16:00 Uhr	Kommentar													
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	Vt in vh	x aus y	m in g/kg/m ²	y aus x	FVM											
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$S_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i *y _i			
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.19	0.0002	0.15	0.2113	0.076	0.045	0.022	0	0.009	0.003087052	0.027	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.22	0.0001	0.225	0.3169	0.082	0.1	0.212	0	0.201	0.002410086	0.058	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.25	0.0001	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.358	0	0.349	0.001977915	0.094	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27	0.0001	0.35	0.493	0.096	0.243	0.48	0	0.473	0.001672461	0.127	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	0.0001	0.425	0.5986	0.106	0.358	0.589	0	0.583	0.001447984	0.173	
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.32	9E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.687	0	0.682	0.00128103	0.223	
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	9E-05	0.525	0.7394	0.121	0.547	0.777	0	0.773	0.001157662	0.253	
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.34	8E-05	0.55	0.7746	0.124	0.6	0.939	0	0.937	0.001008143	0.3	
Zeit in s	2	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.37	8E-05	0.625	0.8803	0.136	0.775	1.013	0	1.012	0.000971095	0.359
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.41	7E-05	0.725	1.0211	0.152	1.043	1.152	0	1.152	0.000954735	0.457
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.45	7E-05	0.825	1.162	0.169	1.35	1.339	0	1.342	0.001041585	0.581
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.56	9E-05	1.1	1.5493	0.217	2.4	1.614	0	1.62	0.001395421	0.894
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63	0.0001	1.3	1.831	0.252	3.353	1.856	0	1.865	0.00193033	1.182	
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	0.0002	1.5	2.1127	0.288	4.463	2.075	0	2.086	0.002593861	1.494	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.79	0.0003	1.7	2.3944	0.325	5.733	2.276	0	2.29	0.003354855	1.829	
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.86	0.0004	1.875	2.6408	0.357	6.974	2.464	0	2.479	0.004193011	2.156	
Summen	16		6.9929		3.733				17.852		28.66					10.21	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4371						1.1158								
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.0451						0.5827								
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.2124						0.7633								
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.16	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9886	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.977	u =	2												
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b _{yx}			3.5521														
Achsenabschnitt a _{yx}			-0.437														
Emp. Restvarianz s _e ²			0.0141														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²			0.0209														
Emp. Varianz Mittelwert $S_{\hat{y}(x_i=0)}^2$			0.0049														
x aus y																	
Steigung b _{xy}											0.275						
Achsenabschnitt a _{xy}											0.13						
Emp. Restvarianz s _d ²											0.001						
Emp. Varianz der Steigung s _b ²											1E-04						
Emp. Varianz Mittelwert $S_{\hat{x}(y_i=0)}^2$											2E-04						
Wasseraufnahmekoeffizient W _w = (3.593 +/- 0.322 (95%) kg/(m ² √h)																	



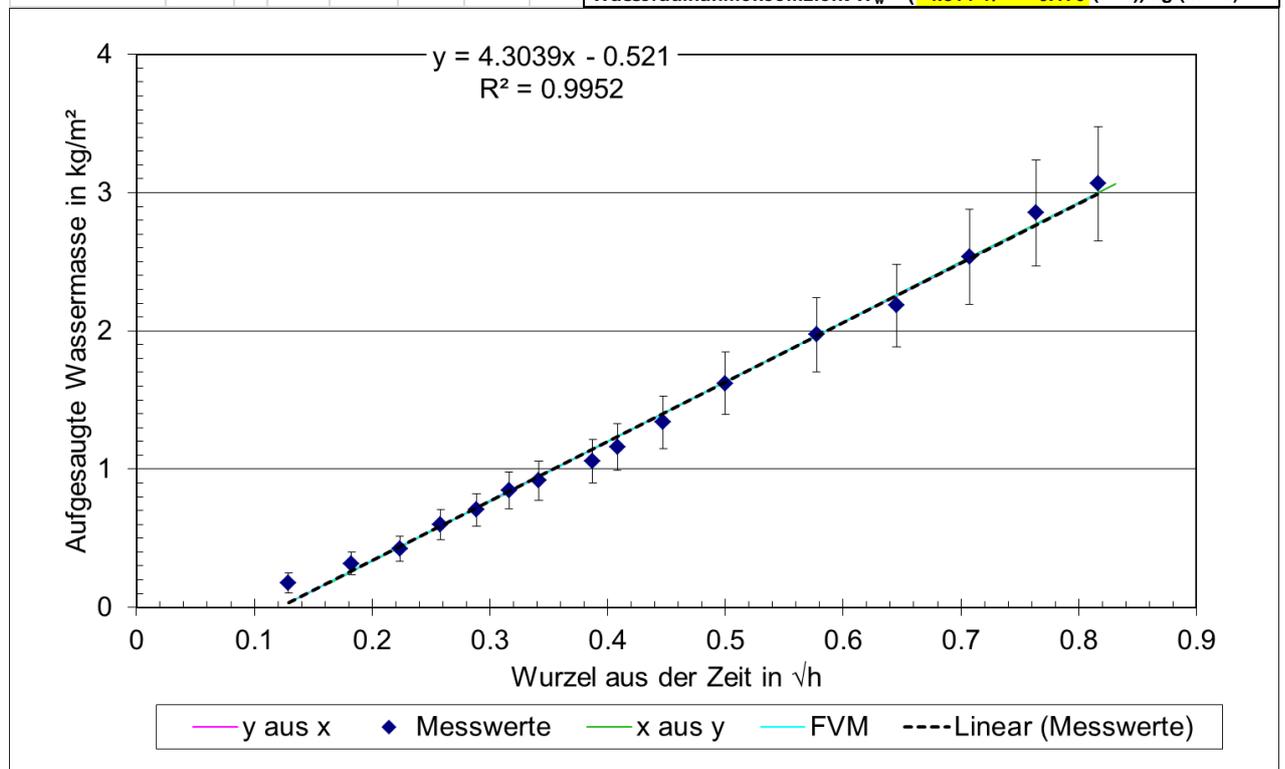
Prüfung W5:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche			Fassadenfeuchte 73.09 Digits Gann			Messprotokoll Stand 24.8.15									
Fassade	West			Wetter sonnig, Messstelle im Schatten			Lufttemperatur 16									
Nr.	5			Messdatum: 21.09.2015; 16:00 Uhr			Kommentar									
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y			m in g	y aus x									
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i ² y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.18	0.0001	0.125	0.1761	0.074	0.031	-0.03	0	-0.037	0.002617933	0.023
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.21	0.0001	0.2	0.2817	0.08	0.079	0.19	0	0.182	0.00204384	0.051
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.24	9E-05	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.357	0	0.35	0.001677344	0.094
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27	8E-05	0.375	0.5282	0.099	0.279	0.497	0	0.492	0.001418308	0.136
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	7E-05	0.425	0.5986	0.106	0.358	0.621	0	0.616	0.001227944	0.173
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.31	6E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.733	0	0.729	0.00108636	0.223
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	6E-05	0.55	0.7746	0.124	0.6	0.836	0	0.833	0.000981739	0.265
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	5E-05	0.65	0.9155	0.14	0.838	1.022	0	1.02	0.000854942	0.355
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.37	5E-05	0.675	0.9507	0.144	0.904	1.107	0	1.106	0.000823524	0.388
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.41	5E-05	0.8	1.1268	0.165	1.27	1.265	0	1.265	0.00080965	0.504
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.46	5E-05	0.95	1.338	0.191	1.79	1.479	0	1.481	0.000883302	0.669
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	6E-05	1.25	1.7606	0.243	3.1	1.793	0	1.798	0.001183368	1.016
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	9E-05	1.475	2.0775	0.284	4.316	2.07	0	2.077	0.00163699	1.341
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	0.0001	1.675	2.3592	0.32	5.566	2.32	0	2.329	0.002199688	1.668
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.8	0.0002	1.925	2.7113	0.366	7.351	2.55	0	2.56	0.002845039	2.071
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.83	0.0002	2.025	2.8521	0.384	8.135	2.764	0	2.776	0.003555826	2.329
Summen	16	6.9929		3.733				19.577		35.29						11.31
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4371						1.2236								
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²		0.0451						0.7557								
Emp. Standardabweichung s _x , s _y		0.2124						0.8693								
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.183
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9924	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.985	u =	2											
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}		4.061														
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.551														
Emp. Restvarianz s _e ²		0.0122														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.018														
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$		0.0042														
x aus y																
Steigung b _{xy}																
Achsenabschnitt a _{xy}																
Emp. Restvarianz s _d ²																
Emp. Varianz der Steigung s _b ²																
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																
Verhältnis der Restvarianzen																16.74
Steigung b' _{yx}																4.092
Achsenabschnitt a' _{yx}																-0.56
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.013
Emp. Varianz der Steigung																0.019
Emp. Varianz $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																0.004
Emp. Varianz $S_{\hat{y}(x_i=0)}^2$																0.004
Wasseraufnahmekoeffizient W _w =																(4.092 +/- 0.296 (95%)) kg/(m ² √h)



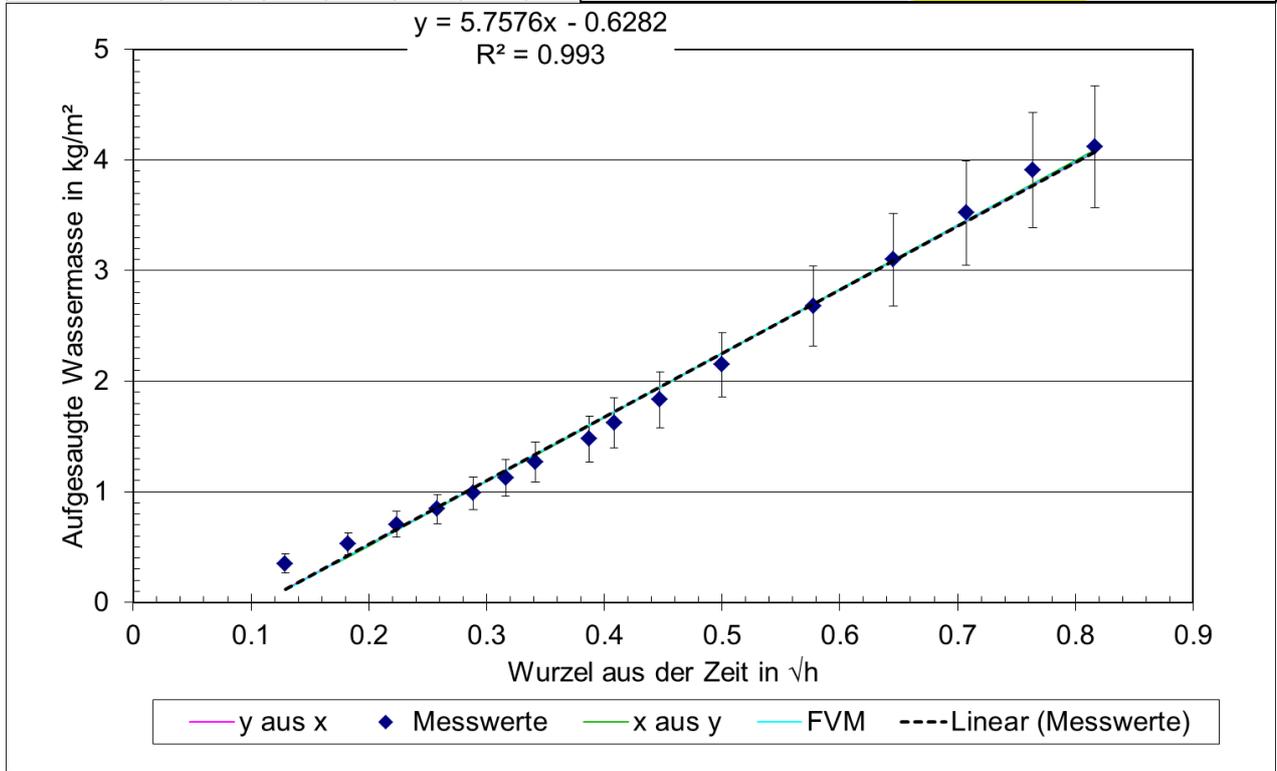
Prüfung W6:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	73.09 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15												
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messstelle im Schatten	Lufttemperatur 16												
Nr.	6	Messdatum:	21.09.2015; 16:00 Uhr	Kommentar												
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	Vt in vh	x aus y	m in g	kg/m ²	y aus x	FVM									
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	S _{$\hat{x}(y_i)$} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	x _i *y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.16	4E-05	0.125	0.1761	0.074	0.031	0.035	0	0.031	0.000923784	0.023
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.2	3E-05	0.225	0.3169	0.082	0.1	0.265	0	0.262	0.000721205	0.058
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.22	3E-05	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.441	0	0.439	0.000591881	0.094
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	3E-05	0.425	0.5986	0.106	0.358	0.59	0	0.588	0.000500475	0.155
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	2E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.721	0	0.72	0.000433302	0.203
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.32	2E-05	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.84	0	0.839	0.000383341	0.267
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	2E-05	0.65	0.9155	0.14	0.838	0.949	0	0.948	0.000346424	0.313
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.37	2E-05	0.75	1.0563	0.157	1.116	1.146	0	1.145	0.000301681	0.409
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.39	2E-05	0.825	1.162	0.169	1.35	1.236	0	1.236	0.000290595	0.474
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	1E-05	0.95	1.338	0.191	1.79	1.404	0	1.404	0.000285699	0.598
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	5E-05	1.15	1.6197	0.226	2.623	1.631	0	1.632	0.000311689	0.81
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	5E-05	1.4	1.9718	0.27	3.888	1.964	0	1.965	0.000417572	1.138
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63	3E-05	1.55	2.1831	0.297	4.766	2.257	0	2.259	0.000577641	1.409
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	4E-05	1.8	2.5352	0.343	6.427	2.522	0	2.525	0.000776199	1.793
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	6E-05	2.025	2.8521	0.384	8.135	2.766	0	2.77	0.001003922	2.178
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.83	7E-05	2.175	3.0634	0.412	9.384	2.993	0	2.997	0.001254736	2.501
Summen	16		6.9929		3.733				21.761		42.2					12.42
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4371						1.36							
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.0451						0.8401							
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.2124						0.9166							
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.194
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9976	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.995	u =	2											
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}			4.3039													
Achsenabschnitt a _{yx}			-0.521													
Emp. Restvarianz s _e ²			0.0043													
Emp. Varianz der Steigung s _b ²			0.0064													
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²			0.0015													
x aus y																
Steigung b _{xy}											0.231					
Achsenabschnitt a _{xy}											0.123					
Emp. Restvarianz s _d ²											2E-04					
Emp. Varianz der Steigung s _b ²											2E-05					
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{x}(y_i=0)$} ²											5E-05					
Verhältnis der Restvarianzen																18.61
Steigung b' _{yx}																4.314
Achsenabschnitt a' _{yx}																-0.53
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.005
Emp. Varianz der Steigung																0.007
Emp. Varianz s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²																0.002
Wasseraufnahmekoeffizient W _w =																(4.314 +/- 0.176 (95%)) kg/(m ² √h)



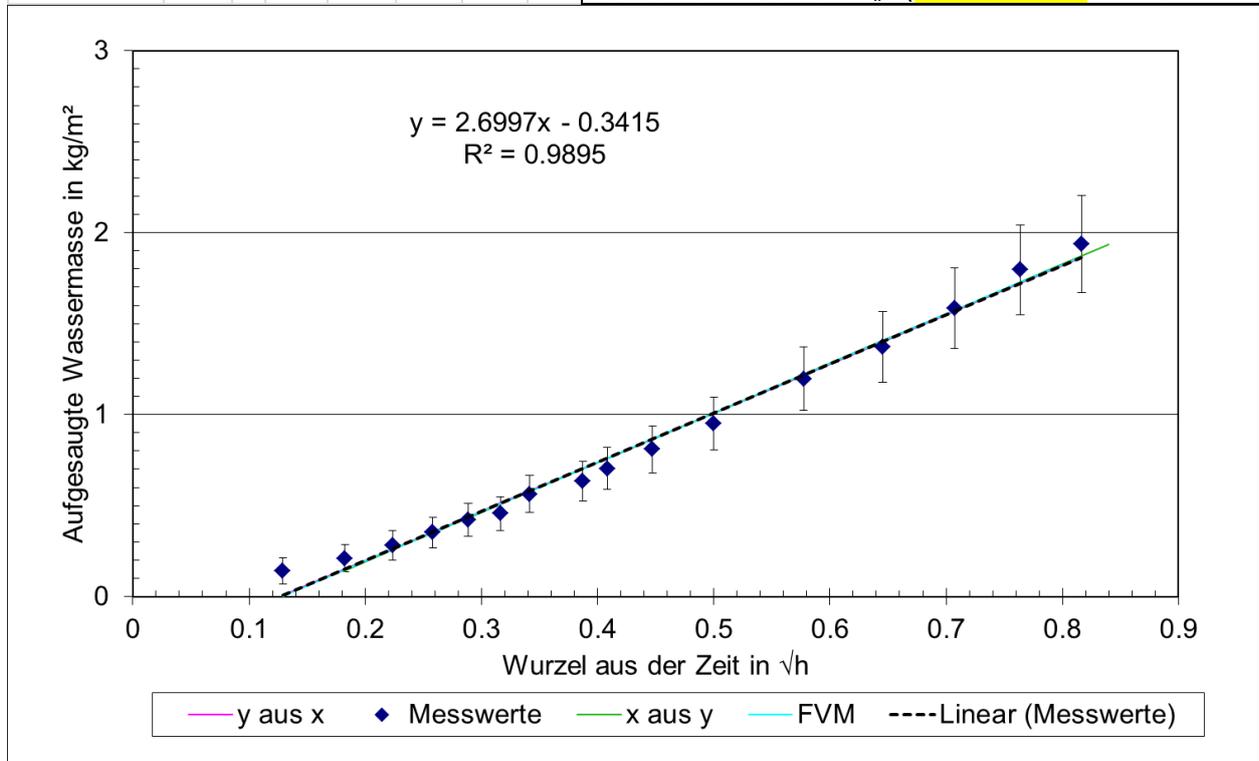
Prüfung W7:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche			Fassadenfeuchte 73.09 Digits Gann			Messprotokoll Stand 24.8.15									
Fassade	West			Wetter sonnig, Messstelle im Schatten			Lufttemperatur 16									
Nr.	7			Messdatum: 21.09.2015; 16:00 Uhr			Kommentar									
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y			m in g	y aus x									
	n	x_i	$+/-x_i$	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y_i	$+/-y_i$	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$x_i \cdot y_i$		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.17	6E-05	0.25	0.3521	0.084	0.124	0.115	0	0.109	0.00236667	0.045
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.2	5E-05	0.375	0.5282	0.099	0.279	0.423	0	0.418	0.001847678	0.096
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	4E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.659	0	0.655	0.001516357	0.157
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	4E-05	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.858	0	0.855	0.001282182	0.218
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.28	3E-05	0.7	0.9859	0.148	0.972	1.034	0	1.031	0.001110089	0.285
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.31	3E-05	0.8	1.1268	0.165	1.27	1.193	0	1.19	0.000982094	0.356
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	3E-05	0.9	1.2676	0.182	1.607	1.338	0	1.336	0.000887515	0.433
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.37	2E-05	1.05	1.4789	0.208	2.187	1.602	0	1.601	0.000772887	0.573
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.39	2E-05	1.15	1.6197	0.226	2.623	1.722	0	1.722	0.000744484	0.661
Masse in g	0.05	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.43	2E-05	1.3	1.831	0.252	3.353	1.947	0	1.947	0.000731942	0.819
Prüffläche in m ²	9E-05	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.48	2E-05	1.525	2.1479	0.293	4.613	2.251	0	2.252	0.000798525	1.074
Prüffläche in m ²	0.0007	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	3E-05	1.9	2.6761	0.361	7.161	2.696	0	2.699	0.001069791	1.545
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.65	4E-05	2.2	3.0986	0.416	9.601	3.088	0	3.093	0.001479876	2
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.72	6E-05	2.5	3.5211	0.471	12.4	3.443	0	3.449	0.001988568	2.49
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.79	8E-05	2.775	3.9085	0.522	15.28	3.769	0	3.776	0.00257198	2.985
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.82	1E-04	2.925	4.1197	0.55	16.97	4.073	0	4.081	0.003214547	3.364
Summen	16	6.9929		3.733				30.211			79.65					17.1
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4371						1.8882								
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2		0.0451						1.5068								
Emp. Standardabweichung s_x, s_y		0.2124						1.2275								
Emp. Kovarianz s_{xy}																0.26
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9965	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.993	u =	2											
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b_{yx}		5.7576														
Achsenabschnitt a_{yx}		-0.628														
Emp. Restvarianz s_e^2		0.0113														
Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.0168														
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$		0.0039														
x aus y																
Steigung b_{xy}																
Achsenabschnitt a_{xy}																
Emp. Restvarianz s_d^2																
Emp. Varianz der Steigung s_b^2																
Emp. Varianz																
Mittelwert $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																
Verhältnis der Restvarianzen																33.38
Steigung b'_{yx}																5.778
Achsenabschnitt a'_{yx}																-0.64
Emp. Restvarianz $s_e^2 + s_d^2$																0.012
Emp. Varianz der Steigung																0.017
Emp. Varianz $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$																0.004
Wasseraufnahmekoeffizient $W_w =$																(5.778 +/- 0.282 (95%)) kg/(m ² ·h)



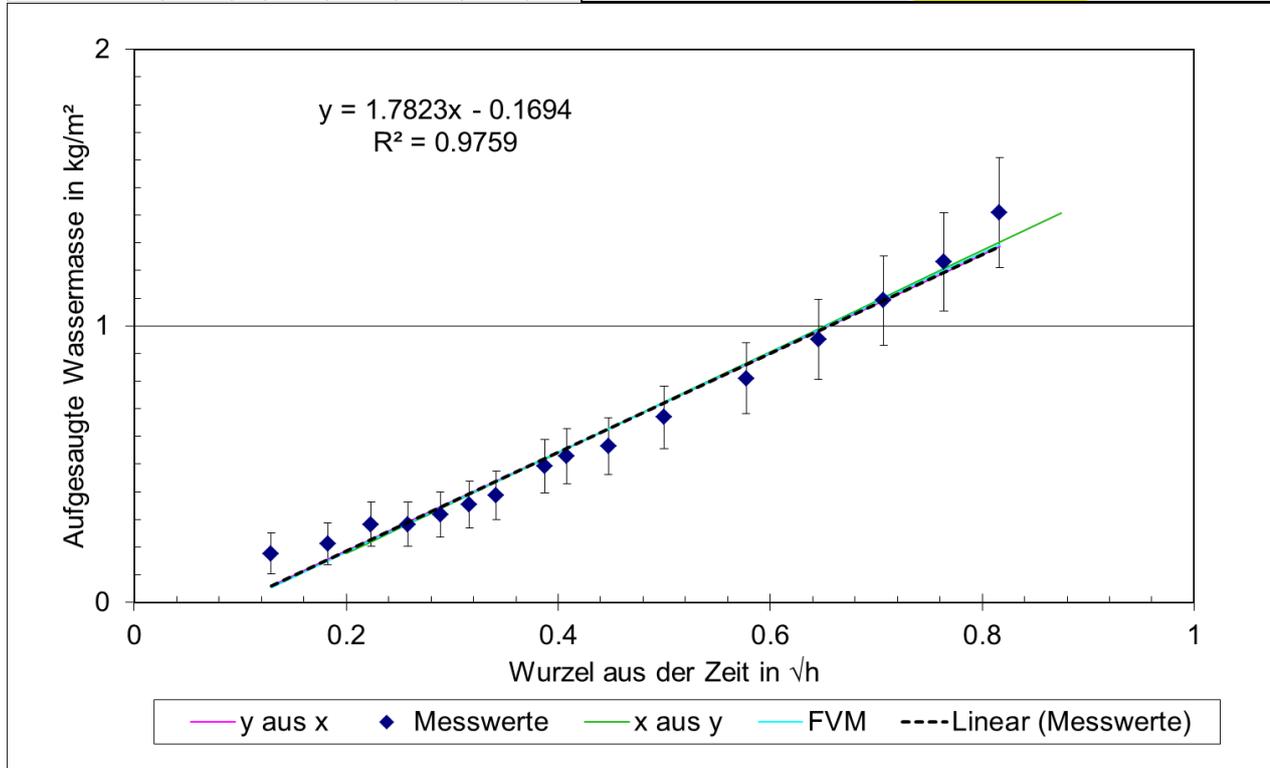
Prüfung W8:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	73.09 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15													
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messstelle im Schatten	Lufttemperatur 16													
Nr.	8	Messdatum:	21.09.2015; 16:00 Uhr	Kommentar													
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y	m in g/kg/m ²	y aus x	FVM											
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$S_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i *y _i			
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.18	8E-05	0.1	0.1408	0.073	0.02	0.007	0	0.003	0.000863778	0.018	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.21	7E-05	0.15	0.2113	0.076	0.045	0.151	0	0.148	0.000674359	0.039	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	6E-05	0.2	0.2817	0.08	0.079	0.262	0	0.259	0.000553434	0.063	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	6E-05	0.25	0.3521	0.084	0.124	0.356	0	0.353	0.000467966	0.091	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.28	5E-05	0.3	0.4225	0.09	0.179	0.438	0	0.436	0.000405156	0.122	
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.3	5E-05	0.325	0.4577	0.093	0.21	0.512	0	0.511	0.000358441	0.145	
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.34	4E-05	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.581	0	0.579	0.000323922	0.192	
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.36	4E-05	0.45	0.6338	0.11	0.402	0.704	0	0.703	0.000282085	0.245	
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.39	3E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.761	0	0.76	0.000271719	0.287	
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.43	3E-05	0.575	0.8099	0.128	0.656	0.866	0	0.866	0.000267141	0.362
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.48	3E-05	0.675	0.9507	0.144	0.904	1.008	0	1.009	0.000291443	0.475
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	5E-05	0.85	1.1972	0.173	1.433	1.217	0	1.219	0.000390448	0.691
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63	6E-05	0.975	1.3732	0.195	1.886	1.401	0	1.404	0.00054012	0.886	
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	9E-05	1.125	1.5845	0.221	2.511	1.568	0	1.571	0.00072578	1.12	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.79	0.0001	1.275	1.7958	0.248	3.225	1.72	0	1.725	0.000938712	1.372	
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.84	0.0002	1.375	1.9366	0.266	3.75	1.863	0	1.868	0.001173233	1.581	
Summen	16		6.9929		3.733				13.415		16.24					7.691	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4371						0.8385								
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.0451						0.3325								
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.2124						0.5766								
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.122	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9947	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.989	u =	2												
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b _{yx}			2.6997													Verhältnis der Restvarianzen 7.366	
Achsenabschnitt a _{yx}			-0.341													Steigung b _{xy} 0.367	
Emp. Restvarianz s _e ²			0.0038													Achsenabschnitt a _{xy} 0.13	
Emp. Varianz der Steigung s _b ²			0.0055													Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ² 0.004	
Emp. Varianz Mittelwert s _{y(x=0)} ²			0.0013													Emp. Varianz der Steigung 0.006	
																Emp. Varianz s _{x(y=0)} ² 1E-04	
																Emp. Varianz s _{y(x=0)} ² 1E-04	
																Mittelwert s _{x(y=0)} ² 1E-04	
																Varianz s _{y(x=0)} ² 0.001	
																Wasseraufnahmekoeffizient W _w = (2.714 +/- 0.17 (95%) kg/(m ² √h)	



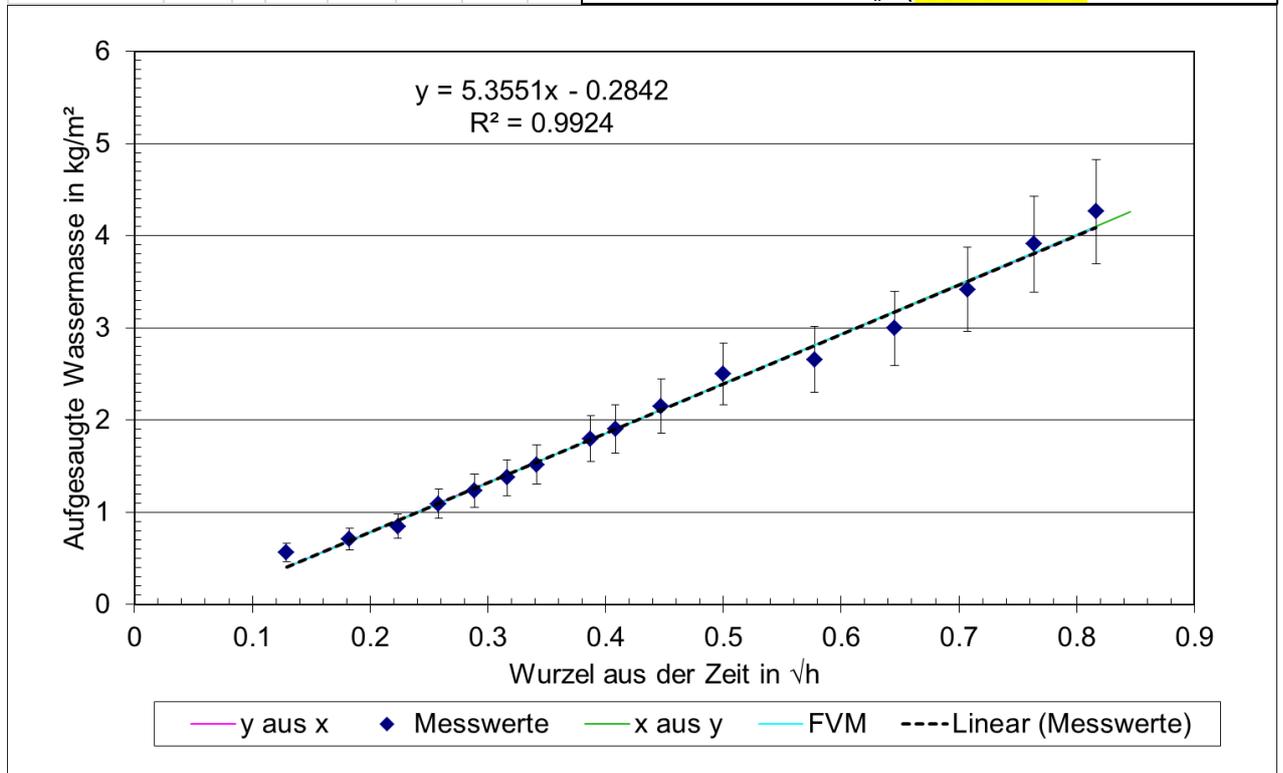
Prüfung W9:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche				Fassadenfeuchte 73.09 Digits Gann				Messprotokoll Stand 24.8.15								
Fassade	West				Wetter sonnig, Messstelle im Schatten Lufttemperatur				16								
Nr.	9				Messdatum: 21.09.2015; 16:00 Uhr				Kommentar								
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y		m in g		y aus x		FVM								
	n	x_i	$+/-x_i$	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y_i	$+/-y_i$	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$x_i \cdot y_i$			
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.2	0.0002	0.125	0.1761	0.074	0.031	0.061	0	0.054	0.001005468	0.023	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.22	0.0002	0.15	0.2113	0.076	0.045	0.156	0	0.15	0.000784976	0.039	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.26	0.0001	0.2	0.2817	0.08	0.079	0.229	0	0.224	0.000644216	0.063	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	0.0001	0.2	0.2817	0.08	0.079	0.291	0	0.287	0.000544728	0.073	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.28	0.0001	0.225	0.3169	0.082	0.1	0.345	0	0.342	0.000471615	0.091	
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.3	0.0001	0.25	0.3521	0.084	0.124	0.394	0	0.392	0.000417237	0.111	
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.32	1E-04	0.275	0.3873	0.087	0.15	0.439	0	0.437	0.000377056	0.132	
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.37	8E-05	0.35	0.493	0.096	0.243	0.521	0	0.52	0.000328357	0.191	
Zeit in s	2	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.39	8E-05	0.375	0.5282	0.099	0.279	0.558	0	0.558	0.00031629	0.216
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.41	7E-05	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.628	0	0.628	0.000310962	0.252
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.47	7E-05	0.475	0.669	0.113	0.448	0.722	0	0.723	0.000339249	0.335
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.55	9E-05	0.575	0.8099	0.128	0.656	0.86	0	0.863	0.000454495	0.468
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.62	0.0001	0.675	0.9507	0.144	0.904	0.981	0	0.986	0.000628718	0.614	
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.7	0.0002	0.775	1.0915	0.161	1.191	1.091	0	1.097	0.000844833	0.772	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	0.0003	0.875	1.2324	0.178	1.519	1.192	0	1.199	0.001092692	0.941	
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.87	0.0004	1	1.4085	0.199	1.984	1.286	0	1.294	0.001365684	1.15	
Summen	16		6.9929		3.733				9.7535		8.149					5.469	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4371						0.6096								
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2			0.0451						0.1469								
Emp. Standardabweichung s_x, s_y			0.2124						0.3833								
Emp. Kovarianz s_{xy}																0.08	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9879	Emp. Bestimmtheitsmass r^2	0.976	u =	2												
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b_{yx}			1.7823														
Achsenabschnitt a_{yx}			-0.169														
Emp. Restvarianz s_e^2			0.0038														
Emp. Varianz der Steigung s_b^2			0.0056														
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$			0.0013														
x aus y																	
Steigung b_{xy}																3.255	
Achsenabschnitt a_{xy}																0.548	
Emp. Restvarianz s_d^2																0.103	
Emp. Varianz der Steigung s_b^2																0.001	
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																5E-04	
Mittelwert																3E-04	
Verhältnis der Restvarianzen																1.804	
Steigung b'_{yx}																-0.18	
Achsenabschnitt a'_{yx}																0.005	
Emp. Restvarianz $s_e^2 + s_d^2$																0.007	
Emp. Varianz der Steigung																0.002	
Emp. Varianz $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$																3E-04	
Emp. Varianz $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$																3E-04	
Wasseraufnahmekoeffizient $W_w =$																(1.804 +/- 0.184 (95%)) kg/(m ² √h)	



Prüfung W10:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	73.09 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15													
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messstelle im Schatten	Lufttemperatur 16													
Nr.	10	Messdatum:	21.09.2015; 16:00 Uhr	Kommentar													
Karsten'sches Prüfröhrche	t in min	vt in vh	x aus y	m in g	kg/m ²	y aus x	FVM										
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	S _{$\hat{x}(y_i)$} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	x _i *y _i			
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.16	6E-05	0.4	0.5634	0.103	0.317	0.407	0	0.401	0.002222353	0.073	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.19	6E-05	0.5	0.7042	0.117	0.496	0.694	0	0.688	0.001735008	0.129	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.21	5E-05	0.6	0.8451	0.132	0.714	0.913	0	0.909	0.001423891	0.189	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	4E-05	0.775	1.0915	0.161	1.191	1.099	0	1.095	0.001203996	0.282	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.28	4E-05	0.875	1.2324	0.178	1.519	1.262	0	1.259	0.001042397	0.356	
	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.31	3E-05	0.975	1.3732	0.195	1.886	1.409	0	1.407	0.000922207	0.434	
	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.34	3E-05	1.075	1.5141	0.212	2.292	1.545	0	1.543	0.000833395	0.517	
Messgenauigkeiten	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.39	2E-05	1.275	1.7958	0.248	3.225	1.79	0	1.789	0.000725757	0.696	
Zeit in s	2	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.41	2E-05	1.35	1.9014	0.261	3.615	1.902	0	1.901	0.000699086	0.776	
Masse in g	0.05	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.45	2E-05	1.525	2.1479	0.293	4.613	2.111	0	2.111	0.000687309	0.961
Prüffläche in m ²	9E-05	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.52	3E-05	1.775	2.5	0.338	6.25	2.393	0	2.395	0.000749832	1.25
Prüffläche in m ²	0.0007	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.55	3E-05	1.885	2.6549	0.358	7.049	2.808	0	2.81	0.001004556	1.533
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.61	4E-05	2.125	2.993	0.402	8.958	3.173	0	3.177	0.001389635	1.932	
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.69	6E-05	2.425	3.4155	0.458	11.67	3.502	0	3.508	0.001867307	2.415	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	9E-05	2.775	3.9085	0.522	15.28	3.806	0	3.813	0.002415143	2.985	
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.85	0.0001	3.025	4.2606	0.568	18.15	4.088	0	4.096	0.003018527	3.479	
Summen	16		6.9929		3.733				32.901		87.22					18.01	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4371						2.0563								
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.0451						1.3042								
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.2124						1.142								
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.242	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9962	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.992	u =	2												
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b _{yx}			5.3551														
Achsenabschnitt a _{yx}			-0.284														
Emp. Restvarianz s _e ²			0.0106														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²			0.0157														
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²			0.0037														
x aus y																	
Steigung b _{xy}											0.185						
Achsenabschnitt a _{xy}											0.056						
Emp. Restvarianz s _d ²											4E-04						
Emp. Varianz der Steigung s _b ²											2E-05						
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{x}(y_i=0)$} ²											1E-04						
Verhältnis der Restvarianzen																28.9	
Steigung b' _{yx}																5.376	
Achsenabschnitt a' _{yx}																-0.29	
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.011	
Emp. Varianz der Steigung																0.016	
Emp. Varianz s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²																0.004	
Wasseraufnahmekoeffizient W _w =																(5.376 +/- 0.273 (95%)) kg/(m ² √h)	



A.2 Auswertung und Regressionsgeraden Franke'sche Prüfplatte

A.2.1 Lachen Nord

Prüfung N1:

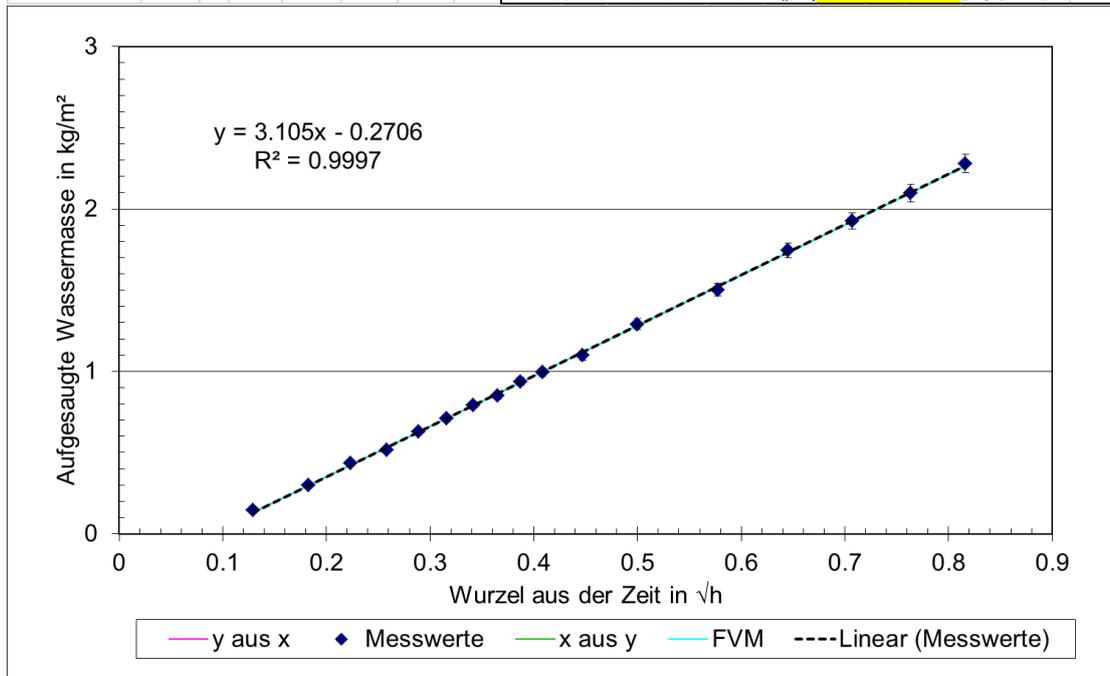
Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	69.25 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	Nord	Wetter	sonnig, Messung im Schatten	Lufttemperat 17
Nr.	1	Messdatum:	21.09.2015; 9:00	Luftfeuchte

		x aus y						y aus x						FVM		
Franke'sche Prüfplatte		t in min	v in vh	m in g/kg/m ²												
n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i *y _i			
1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.13	3E-06	3	0.14492754	0.006	0.021	0.13	0	0.13	2.91417E-05	0.019	
1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.18	2E-06	6.2	0.29951691	0.009	0.09	0.3	0	0.296	2.26195E-05	0.055	
1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	2E-06	9	0.43478261	0.012	0.189	0.42	0	0.424	1.84686E-05	0.097	
1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.25	1E-06	10.7	0.51690821	0.014	0.267	0.53	0	0.531	1.55452E-05	0.133	
1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	1E-06	13	0.62801932	0.017	0.394	0.63	0	0.626	1.34062E-05	0.181	
Messgenauigkeiten	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.32	1E-06	14.7	0.71014493	0.019	0.504	0.71	0	0.711	1.18244E-05	0.225
Zeit in s	2	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.34	1E-06	16.4	0.79227053	0.021	0.628	0.79	0	0.79	1.06649E-05	0.271
Masse in g	0.1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.36	9E-07	17.6	0.85024155	0.022	0.723	0.86	0	0.863	9.83962E-06	0.31
Prüffläche in m ²	0.0005	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.39	9E-07	19.4	0.93719807	0.024	0.878	0.93	0	0.932	9.28753E-06	0.363
Prüffläche in m ²	0.0207	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.41	8E-07	20.6	0.99516908	0.026	0.99	1	0	0.997	8.96416E-06	0.406
		12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.44	8E-07	22.7	1.09661836	0.028	1.203	1.12	0	1.118	8.87671E-06	0.49
		15.00	0.5	6E-04	0.25	0.5	9E-07	26.7	1.28985507	0.033	1.664	1.28	0	1.282	9.82457E-06	0.645
		20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	1E-06	31.1	1.50241546	0.039	2.257	1.52	0	1.522	1.34297E-05	0.867
		25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.65	2E-06	36.1	1.74396135	0.045	3.041	1.73	0	1.734	1.87889E-05	1.126
		30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	2E-06	39.9	1.92753623	0.05	3.715	1.92	0	1.925	2.53941E-05	1.363
		35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.76	3E-06	43.4	2.09661836	0.054	4.396	2.1	0	2.101	3.29433E-05	1.601
		40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.82	4E-06	47.2	2.28019324	0.059	5.199	2.26	0	2.265	4.12401E-05	1.862
Summen		17	7.3581		3.867			18.2463768		26.16						10.01
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4328					1.07331628								
Empirische Varianz	s_x^2, s_y^2		0.0426					0.4110								
Emp. Standardabweichung	s_x, s_y		0.2064					0.64110584								
Emp. Kovarianz	s_{xy}															0.132
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.9998														
Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	1														
u =		2														

Regressionsgeraden		FVM	
y aus x		x aus y	
Steigung b _{yx}	3.105	Steigung b _{xy}	0.32
Achsenabschnitt a _{yx}	-0.271	Achsenabschnitt a _{xy}	0.09
Emp. Restvarianz s _e ²	0.0001	Emp. Restvarianz s _d ²	0
Emp. Varianz der Steigung s _b ²	0.0002	Emp. Varianz der Steigung	2E-04
Emp. Varianz Mittelwert	$s_{\hat{y}(x=0)}^2$	Emp. Varianz Mittelwert	$s_{\hat{x}(y=0)}^2$
	5E-05	Emp. Varianz	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$
			5E-05

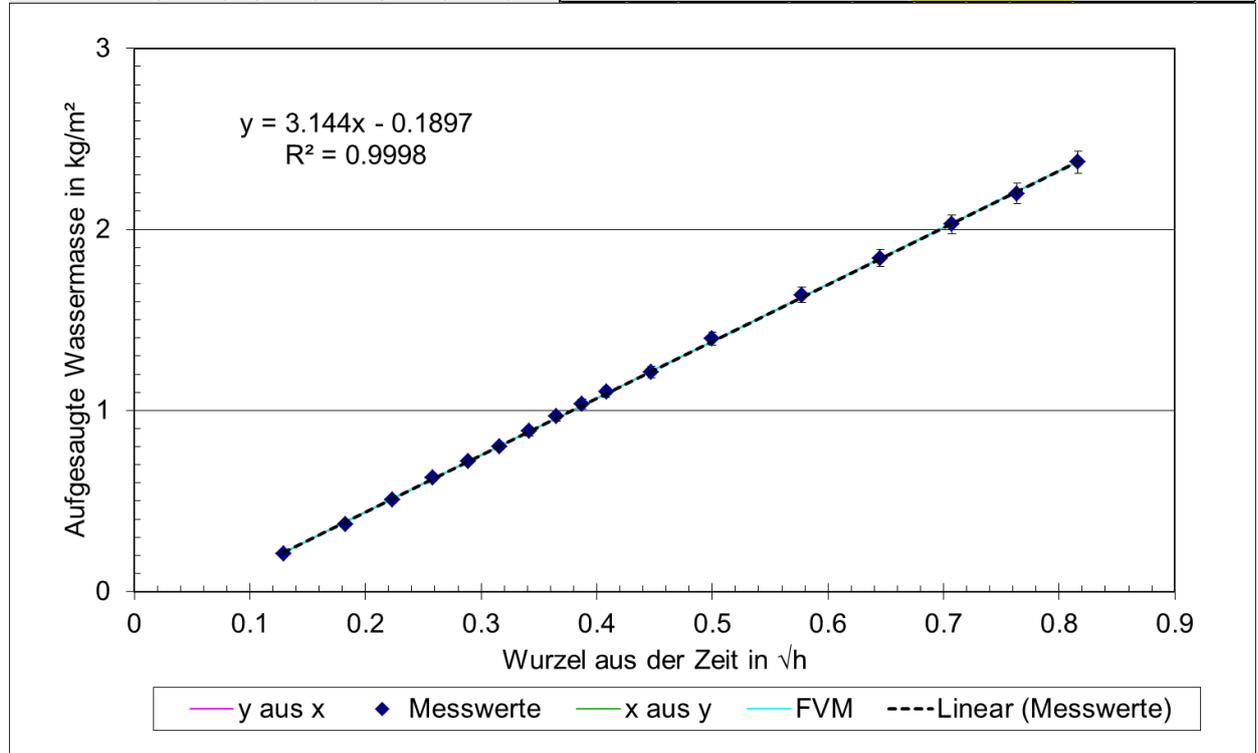
Verhältnis der Restvarianzen 9.644

Wasseraufnahmekoeffizient $W_w = (3.11 +/- 0.032) \text{ kg/(m}^2\cdot\text{h)}$



Prüfung N2:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche			Fassadenfeuchte			69.25 Digits Gann			Messprotokoll Stand 24.8.15						
Fassade	Nord			Wetter			sonnig, Messung im Schatten			Lufttemperatur						
Nr.	2			Messdatum:			21.09.2015; 9:00			Luftfeuchte						
				x aus y			y aus x			FVM						
Frankesche Prüfplatte	t in min	vt in √h		m in g/kg/m²												
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	S _{$\hat{x}(y_i)$} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	$\hat{y}(x_i)$	S _{$\hat{y}(x_i)$} ²	x _i *y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.13	1E-06	4.3	0.20772947	0.007	0.043	0.22	0	0.216	1.49105E-05	0.027
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.18	1E-06	7.7	0.37198068	0.011	0.138	0.38	0	0.384	1.15733E-05	0.068
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.22	9E-07	10.5	0.50724638	0.014	0.257	0.51	0	0.513	9.44952E-06	0.113
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	7E-07	13	0.62801932	0.017	0.394	0.62	0	0.622	7.95374E-06	0.162
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	6E-07	14.9	0.71980676	0.019	0.518	0.72	0	0.718	6.85933E-06	0.208
Messgenauigkeiten	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.32	6E-07	16.6	0.80193237	0.021	0.643	0.8	0	0.804	6.05001E-06	0.254
Zeit in s	2	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.34	5E-07	18.3	0.88405797	0.023	0.782	0.88	0	0.884	5.45673E-06	0.302
Masse in g	0.1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.37	5E-07	20	0.96618357	0.025	0.934	0.96	0	0.958	5.03448E-06	0.353
Prüffläche in m²	0.0005	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.39	4E-07	21.4	1.03381643	0.027	1.069	1.03	0	1.028	4.752E-06	0.4
Prüffläche in m²	0.0207	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.41	4E-07	22.8	1.10144928	0.029	1.213	1.09	0	1.094	4.58655E-06	0.45
	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.45	4E-07	25.1	1.21256039	0.031	1.47	1.22	0	1.216	4.54181E-06	0.542
	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.5	5E-07	28.9	1.39613527	0.036	1.949	1.38	0	1.382	5.02678E-06	0.698
	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.58	6E-07	33.9	1.63768116	0.042	2.682	1.63	0	1.625	6.87137E-06	0.946
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.65	9E-07	38.1	1.84057971	0.047	3.388	1.84	0	1.84	9.61342E-06	1.188
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	1E-06	42	2.02898551	0.052	4.117	2.03	0	2.033	1.2993E-05	1.435
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.76	2E-06	45.5	2.19806763	0.056	4.832	2.21	0	2.212	1.68556E-05	1.679
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.81	2E-06	49.1	2.37198068	0.061	5.626	2.38	0	2.377	2.11006E-05	1.937
Summen	17		7.3581		3.867			19.9082126		30.06						10.76
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4328					1.17107133								
Empirische Varianz	s _x ² , s _y ²		0.0426					0.4213								
Emp. Standardabweichung	s _x , s _y		0.2064					0.64910276								
Emp. Kovarianz	s _{xy}															0.134
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.9999														
Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	1														
u =		2														
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}			3.144													
Achsenabschnitt a _{yx}			-0.19													
Emp. Restvarianz s _e ²			7E-05													
Emp. Varianz der Steigung s _b ²			0.0001													
Emp. Varianz Mittelwert	S _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²		2E-05													
x aus y																
Steigung b _{xy}								0.32								
Achsenabschnitt a _{xy}								0.06								
Emp. Restvarianz s _d ²								0								
Emp. Varianz der Steigung s _b ²								0								
Emp. Varianz Mittelwert	S _{$\hat{x}(y_i=0)$} ²							0								
Verhältnis der Restvarianzen																9.886
Steigung b _{yx}																3.144
Achsenabschnitt a _{yx}																-0.19
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																8E-05
Emp. Varianz der Steigung																1E-04
Emp. Varianz Mittelwert	S _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²															3E-05
Wasseraufnahmekoeffizient W _w																(3.14 +/- 0.023) kg/(m²√h)

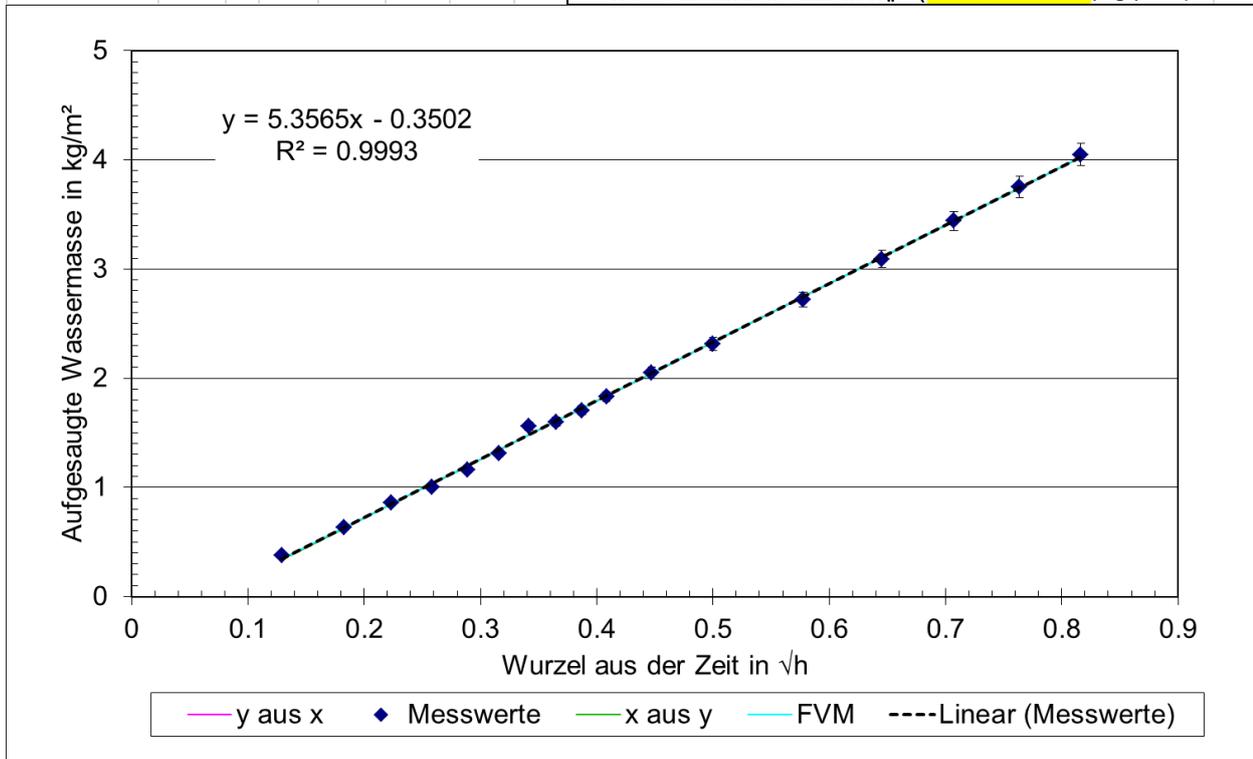


Prüfung N3:

Objekt	Lachen	Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	69.25 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	Nord		Wetter	sonnig, Messung im Schatten	Lufttemperatur 17
Nr.	3		Messdatum:	21.09.2015; 10:00	Luftfeuchte

		t in min		vt in vh		x aus y				y aus x				FVM			
n		x_i	$+/-x_i$	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$	$S_{\hat{x}(y_i)}^2$	y_i	$+/-y_i$	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$x_i \cdot y_i$			
1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.14	6E-06	7.8	0.37681159	0.011	0.142	0.34	0	0.341	0.000176705	0.049		
1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.18	5E-06	13.1	0.63285024	0.017	0.4	0.63	0	0.627	0.000137156	0.116		
1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	4E-06	17.8	0.85990338	0.023	0.739	0.85	0	0.847	0.000111987	0.192		
1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.25	3E-06	20.8	1.00483092	0.026	1.01	1.03	0	1.032	9.42604E-05	0.259		
1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.28	3E-06	24	1.15942029	0.03	1.344	1.2	0	1.196	8.12904E-05	0.335		
Messgenauigkeiten	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.31	2E-06	27.2	1.31400966	0.034	1.727	1.34	0	1.343	7.16991E-05	0.416	
Zeit in s	2	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.36	2E-06	32.3	1.56038647	0.04	2.435	1.48	0	1.479	6.46681E-05	0.533
Masse in g	0.1	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.36	2E-06	33.1	1.59903382	0.041	2.557	1.61	0	1.606	5.96639E-05	0.584
Prüffläche in m ²	0.0005	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.38	2E-06	35.3	1.70531401	0.044	2.908	1.72	0	1.724	5.63163E-05	0.66
Prüffläche in m ²	0.0207	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.41	2E-06	37.9	1.83091787	0.047	3.352	1.84	0	1.836	5.43555E-05	0.747
		1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.45	2E-06	42.4	2.04830918	0.053	4.196	2.05	0	2.045	5.38252E-05	0.916
		1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.5	2E-06	47.9	2.31400966	0.059	5.355	2.33	0	2.328	5.95727E-05	1.157
		1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	3E-06	56.3	2.71980676	0.07	7.397	2.74	0	2.743	8.14331E-05	1.57
		1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	4E-06	64	3.09178744	0.079	9.559	3.11	0	3.108	0.000113929	1.996
		1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	5E-06	71.2	3.43961353	0.088	11.83	3.44	0	3.438	0.000153981	2.432
		1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.77	7E-06	77.7	3.75362319	0.096	14.09	3.74	0	3.741	0.000199757	2.867
		1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.82	9E-06	83.8	4.04830918	0.104	16.39	4.02	0	4.024	0.000250065	3.305
Summen		17		7.3581		3.867			33.4589372		85.43					18.13	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}			0.4328					1.96817278								
Empirische Varianz	s_x^2, s_y^2			0.0426					1.2236								
Emp. Standardabweichung	s_x, s_y			0.2064					1.10616819								
Emp. Kovarianz	s_{xy}															0.228	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r			0.9997													
Emp. Bestimmtheitsmass	r ²								1								
Emp. u =																2	

Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9997	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	1	Emp. u =	2
Regressionsgeraden					
y aus x		x aus y		FVM	
Steigung b _{yx}	5.3565	Steigung b _{xy}	0.19	Verhältnis der Restvarianzen	28.71
Achsenabschnitt a _{yx}	-0.35	Achsenabschnitt a _{xy}	0.07	Steigung b' _{yx}	5.358
Emp. Restvarianz s _e ²	0.0009	Emp. Restvarianz s _d ²	0	Achsenabschnitt a' _{yx}	-0.35
Emp. Varianz der Steigung s _b ²	0.0013	Emp. Varianz der Steigung s _b ²	0	Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²	9E-04
Emp. Varianz Mittelwert s _{ŷ(x=0)} ²	0.0003	Emp. Varianz Mittelwert s _{ŷ(y=0)} ²	0	Emp. Varianz der Steigung	0.001
				Emp. Varianz	S _{ŷ(x=0)} ²
					3E-04
Wasseraufnahmekoeffizient W_w = (5.36 +/- 0.078) kg/(m²√h)					

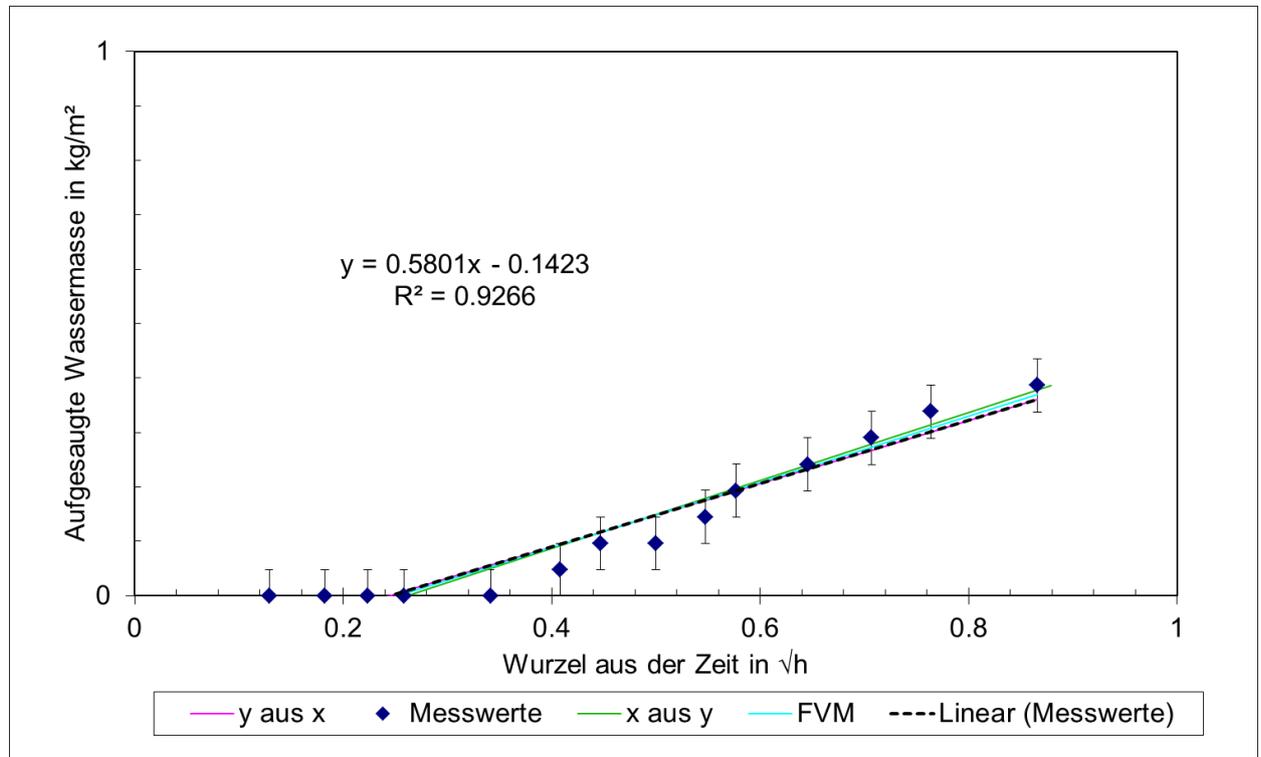


Prüfung N2:

Objekt	Evilard	Fassadenfeuchte	80.8	Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	Nord	Wetter	-		Lufttemperatur 26
Nr.	1	$\hat{x}(y_i)$ $s_{\hat{x}(y_i)}^2$ /datum:	12.08.2015; 10:00 Uhr	$\hat{y}(x_i)$ $s_{\hat{y}(x_i)}^2$; $\hat{y}(x_i)$ $s_{\hat{y}(x_i)}^2$	58

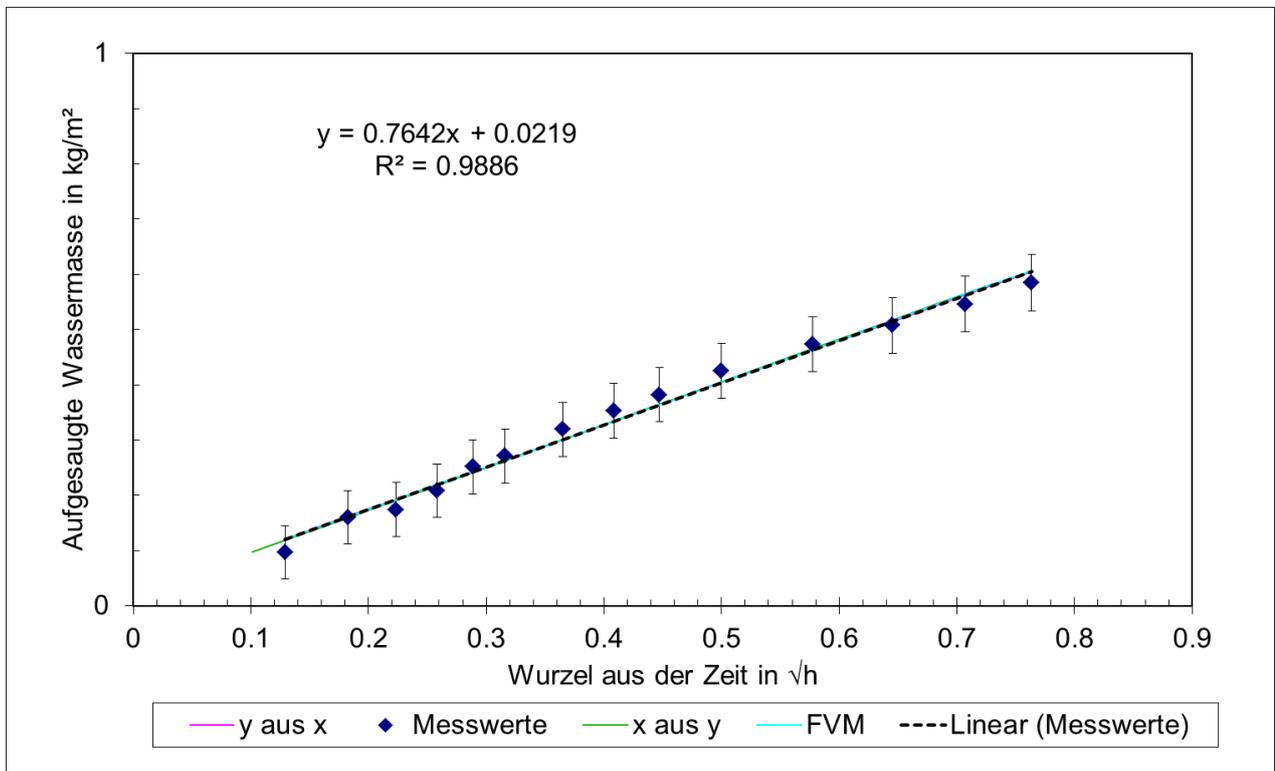
		x aus y						y aus x						FVM			
Franke'sche Prüflatte		t in min	v in vh			m in g	kg/m ²										
n		x_i	+/- x_i	x_i^2	$\bar{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y_i	+/- y_i	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$ $s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$ $s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$x_i \cdot y_i$				
1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.26	0.0006	0	0	0.048	0	-0.07	0	-0.075	0.001378169	0		
1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.26	0.0006	0	0	0.048	0	-0.04	0	-0.043	0.001096755	0		
1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.26	0.0006	0	0	0.048	0	-0.01	0	-0.018	0.000913166	0		
1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	0.0006	0	0	0.048	0	0.01	0	0.003	0.000780215	0		
1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.26	0.0006	0	0	0.048	0	0.06	0	0.053	0.000541832	0		
Messgenauigkeiten	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.34	0.0004	1	0.0483	0.048	0.002	0.09	0	0.093	0.000434616	0.02	
Zeit in s	2	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.42	0.0003	2	0.0966	0.048	0.009	0.12	0	0.117	0.000406304	0.043	
Masse in g	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.42	0.0003	2	0.0966	0.048	0.009	0.15	0	0.148	0.00040835	0.048	
Prüffläche in m ²	0.0005	1	18.00	0.5477	5E-04	0.3	0.49	0.0003	3	0.1449	0.048	0.021	0.18	0	0.177	0.000450209	0.079
Prüffläche in m ²	0.0207	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	0.0004	4	0.1932	0.049	0.037	0.19	0	0.195	0.000495313	0.112
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.65	0.0005	5	0.2415	0.049	0.058	0.23	0	0.236	0.000654637	0.156	
\bar{x}, \bar{y}	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.72	0.0007	6	0.2899	0.049	0.084	0.27	0	0.273	0.000865359	0.205	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.8	0.001	7	0.3382	0.049	0.114	0.3	0	0.307	0.00111503	0.258	
	1	45.00	0.866	3E-04	0.75	0.88	0.0014	8	0.3865	0.049	0.149	0.36	0	0.369	0.001701241	0.335	
Summen	14		6.598		3.783			1.8357		0.485						1.256	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4713					0.1311									
Empirische Varianz	s_x^2, s_y^2		0.0518					0.0188									
Emp. Standardabweichung	s_x, s_y		0.2277					0.1372									
Emp. Kovarianz	s_{xy}															0.03	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9626	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.927	u =	2												

Regressionsgeraden		x aus y		y aus x		FVM			
						Verhältnis der Restvarianzen			
Steigung b_{yx}	$s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$	0.5801		Steigung b_{xy}	$s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$	1.6	Steigung b'_{yx} $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$	0.603	
Achsenabschnitt a_{yx}		-0.142		Achsenabschnitt a_{xy}		0.26	Achsenabschnitt a'_{yx}	-0.15	
Emp. Restvarianz s_e^2		0.0015		Emp. Restvarianz s_d^2		0	Emp. Restvarianz $s_e^2 + s_d^2$	0.006	
Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.0022		Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.02	s_b^2	0.008	
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{x}(x_i=0)}$		0.0006		Emp. Varianz $s_{\hat{y}(y_i=0)}$		0	Emp. $s_{\hat{y}(x_i=0)}$	0.002	
		Wasseraufnahmekoeffizient $W_w = ($				0.6 +/-		0.199	$) \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$



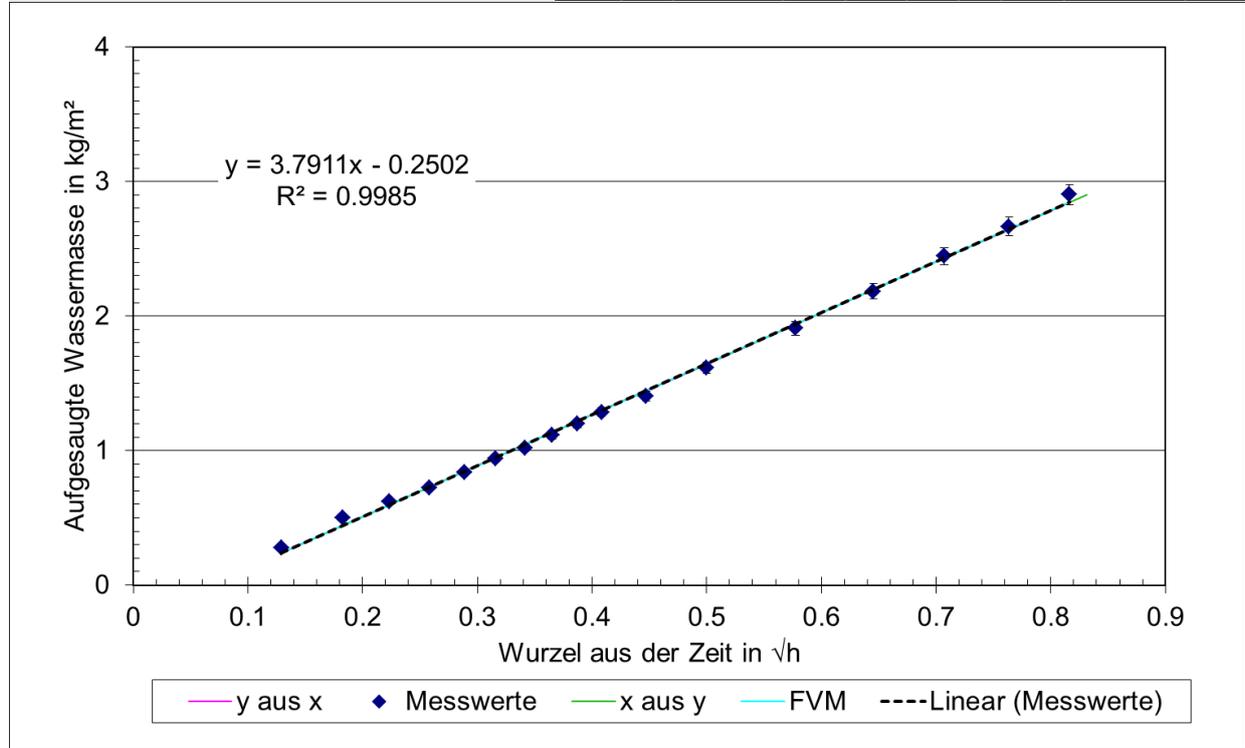
Prüfung N3:

Objekt	Evlard		Fassadenfeuchte		nicht ge Digits Gann		Messprotokoll Stand 24.8.15										
Fassade	Nord		Wetter		sonnig, Fassade im Schatten		Lufttemperat 17										
Nr.	3		Messdatum:		26.08.2015; 9:30 Uhr		Luftfeuchte 63										
Franke'sche Prüfplatte		t in min		vt in vh		x aus y		y aus x		FVM							
	n	x_i	$+/-x_i$	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$	$S_{\hat{x}(y_i)}^2$	y_i	$+/-y_i$	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$x_i \cdot y_i$			
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.1	0.0001	2	0.09661836	0.048	0.009	0.12	0	0.119	0.000180307	0.012	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.18	9E-05	3.3	0.15942029	0.048	0.025	0.16	0	0.16	0.000138275	0.029	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.2	8E-05	3.6	0.17391304	0.049	0.03	0.19	0	0.192	0.000111898	0.039	
Messgenauigkeiten	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.25	6E-05	4.3	0.20772947	0.049	0.043	0.22	0	0.219	9.36261E-05	0.054	
Zeit in s	2	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.3	5E-05	5.2	0.25120773	0.049	0.063	0.24	0	0.242	8.05329E-05	0.073	
Masse in g	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.33	4E-05	5.6	0.2705314	0.049	0.073	0.26	0	0.263	7.11185E-05	0.086	
Prüffläche in m ²	0.0005	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.39	4E-05	6.6	0.31884058	0.049	0.102	0.3	0	0.301	6.00722E-05	0.116
Prüffläche in m ²	0.0207	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.43	4E-05	7.3	0.352657	0.049	0.124	0.33	0	0.334	5.63501E-05	0.144
	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.47	4E-05	7.9	0.38164251	0.049	0.146	0.36	0	0.364	5.78306E-05	0.171	
	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.53	5E-05	8.8	0.42512077	0.05	0.181	0.4	0	0.404	6.71755E-05	0.213	
	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.59	6E-05	9.8	0.47342995	0.05	0.224	0.46	0	0.464	9.61226E-05	0.273	
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.63	8E-05	10.5	0.50724638	0.05	0.257	0.52	0	0.516	0.00013665	0.327	
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.68	0.0001	11.3	0.54589372	0.05	0.298	0.56	0	0.564	0.000185404	0.386	
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.73	0.0001	12.1	0.58454106	0.051	0.342	0.61	0	0.607	0.000240392	0.446	
Summen	14	5.8127		2.933				4.74879227		1.918						2.369	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4152						0.33919945									
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2		0.04						0.0236									
Emp. Standardabweichung s_x, s_y		0.2						0.15371803									
Emp. Kovarianz s_{xy}																0.031	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9943	Emp. Bestimmtheitsmass r^2	0.99	u =	2												
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b_{yx}		0.7642															
Achsenabschnitt a_{yx}		0.0219															
Emp. Restvarianz s_e^2		0.0003															
Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.0006															
Emp. Varianz Mittelwert $S_{\hat{y}(x_i=0)}^2$		0.0001															
x aus y																	
Steigung b_{xy}										1.29							
Achsenabschnitt a_{xy}										-0.02							
Emp. Restvarianz s_d^2										0							
Emp. Varianz der Steigung s_b^2										0							
Emp. Varianz Mittelwert $S_{\hat{x}(y_i=0)}^2$										0							
Emp. Varianz										0							
Verhältnis der Restvarianzen																0.591	
Wasseraufnahmekoeffizient $W_w = (0.77 +/- 0.085) \text{ kg}/(\text{m}^2\sqrt{\text{h}})$																	



Prüfung N4:

Objekt		Lachen, Heilig Kreuz Kirche			Fassadenfeuchte			69.25 Digits Gann			Messprotokoll Stand 24.8.15					
Fassade		Nord			Wetter			sonnig, Messung im Schatten			Lufttemperat 17					
Nr.		4			Messdatum:			21.09.2015; 10:00			Luftfeuchte					
					x aus y						y aus x FVM					
Franke'sche Prüfplatte		t in min vt in vh			m in g/kg/m²											
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i *y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.14	1E-05	5.8	0.28019324	0.009	0.079	0.24	0	0.238	0.000201676	0.036
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.2	9E-06	10.3	0.49758454	0.014	0.248	0.44	0	0.441	0.000156539	0.091
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	8E-06	12.8	0.61835749	0.017	0.382	0.6	0	0.597	0.000127813	0.138
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	7E-06	15	0.72463768	0.019	0.525	0.73	0	0.728	0.000107581	0.187
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	6E-06	17.3	0.83574879	0.022	0.698	0.84	0	0.844	9.27782E-05	0.241
Messgenauigkeiten	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.31	5E-06	19.5	0.94202899	0.025	0.887	0.95	0	0.948	8.18316E-05	0.298
Zeit in s	2	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.34	5E-06	21.1	1.01932367	0.027	1.039	1.04	0	1.044	7.38069E-05	0.348
Masse in g	0.1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.36	4E-06	23.1	1.11594203	0.029	1.245	1.13	0	1.134	6.80956E-05	0.407
Prüffläche in m²	0.0005	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.38	4E-06	24.8	1.19806763	0.031	1.435	1.22	0	1.218	6.42749E-05	0.464
Prüffläche in m²	0.0207	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.4	4E-06	26.6	1.28502415	0.033	1.651	1.3	0	1.297	6.20369E-05	0.525
	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.44	4E-06	29.1	1.4057971	0.036	1.976	1.45	0	1.445	6.14318E-05	0.629
	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.49	4E-06	33.4	1.61352657	0.042	2.603	1.65	0	1.646	6.79914E-05	0.807
	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	6E-06	39.5	1.90821256	0.049	3.641	1.94	0	1.939	9.29411E-05	1.102
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	8E-06	45.2	2.18357488	0.056	4.768	2.2	0	2.198	0.00013003	1.409
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	1E-05	50.6	2.44444444	0.063	5.975	2.43	0	2.431	0.000175741	1.728
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.77	2E-05	55.2	2.66666667	0.068	7.111	2.65	0	2.646	0.000227986	2.037
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.83	2E-05	60.1	2.90338164	0.074	8.43	2.85	0	2.846	0.000285404	2.371
Summen	17	7.3581			3.867			23.6425121			42.7					12.82
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.4328						1.390736								
Empirische Varianz	s_x^2, s_y^2	0.0426						0.6134								
Emp. Standardabweichung	s_x, s_y	0.2064						0.78322328								
Emp. Kovarianz	s_{xy}															0.162
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.9993														
Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	1														
u =		2														
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b _{yx}		3.7911														
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.25														
Emp. Restvarianz s _e ²		0.001														
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0014														
Emp. Varianz Mittelwert s _{ŷ(x_i=0)} ²		0.0003														
x aus y																
Steigung b _{xy}										0.26						
Achsenabschnitt a _{xy}										0.07						
Emp. Restvarianz s _d ²										0						0.001
Emp. Varianz der Steigung s _b ²										0						0.002
Emp. Varianz Mittelwert s _{ŷ(x_i=0)} ²										0						3E-04
Verhältnis der Restvarianz																14.39
Steigung b' _{yx}																3.794
Achsenabschnitt a' _{yx}																-0.25
Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²																0.001
Emp. Varianz der Steigung																0.002
Emp. Varianz Mittelwert s _{ŷ(x_i=0)} ²																3E-04
Wasseraufnahmekoeffizient W _w																(3.79 +/- 0.083) kg/(m²√h)



A.2.2 Lachen West

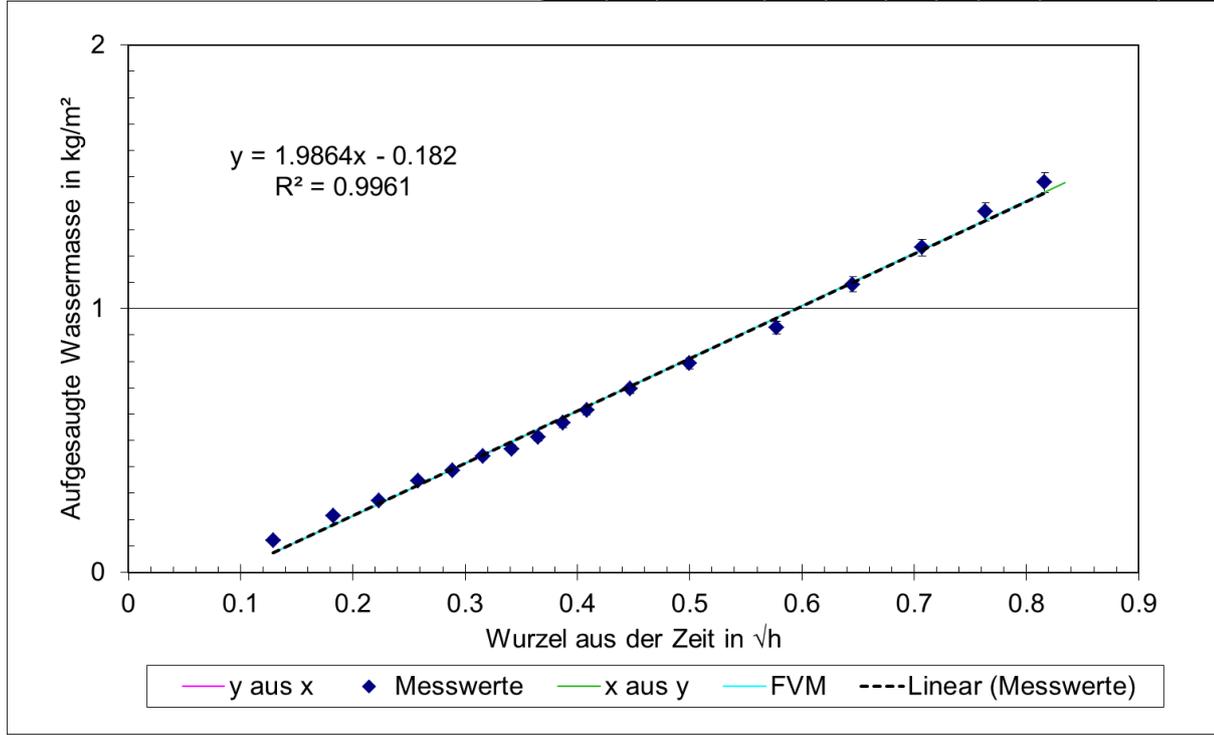
Prüfung W1:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	79.21 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messung im Schatten	Lufttemperat 17
Nr.	1	Messdatum:	21.09.2015; 14:00	Luftfeuchte

Franke'sche Prüflatte	t in min	m ²	v in vh	x aus y					y aus x					FVM			
				x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$		x _i *y _i		
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.15	3E-05	2.5	0.12077295	0.006	0.015	0.07	0	0.073	0.000171607	0.016	
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.2	2E-05	4.4	0.21256039	0.007	0.045	0.18	0	0.18	0.0001332	0.039	
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	2E-05	5.6	0.2705314	0.008	0.073	0.26	0	0.261	0.000108756	0.06	
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.27	2E-05	7.2	0.34782609	0.01	0.121	0.33	0	0.33	9.15413E-05	0.09	
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	2E-05	8	0.38647343	0.011	0.149	0.39	0	0.391	7.89454E-05	0.112	
Messgenauigkeiten	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.31	1E-05	9.1	0.43961353	0.012	0.193	0.45	0	0.446	6.96308E-05	0.139	
Zeit in s	2	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	1E-05	9.7	0.46859903	0.013	0.22	0.5	0	0.496	6.28026E-05	0.16
Masse in g	0.1	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.35	1E-05	10.6	0.51207729	0.014	0.262	0.54	0	0.543	5.79428E-05	0.187
Prüffläche in m ²	0.0005	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.38	1E-05	11.7	0.56521739	0.015	0.319	0.59	0	0.587	5.46918E-05	0.219
Prüffläche in m ²	0.0207	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.4	1E-05	12.7	0.61352657	0.016	0.376	0.63	0	0.629	5.27875E-05	0.25
		1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.44	1E-05	14.4	0.69565217	0.018	0.484	0.71	0	0.706	5.22726E-05	0.311
		1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.49	1E-05	16.4	0.79227053	0.021	0.628	0.81	0	0.811	5.78542E-05	0.396
		1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.56	1E-05	19.2	0.92753623	0.024	0.86	0.96	0	0.965	7.9084E-05	0.536
		1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	2E-05	22.6	1.09178744	0.028	1.192	1.1	0	1.101	0.000110643	0.705
		1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	3E-05	25.5	1.23188406	0.032	1.518	1.22	0	1.224	0.000149539	0.871
		1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.78	4E-05	28.3	1.36714976	0.035	1.869	1.34	0	1.336	0.000193994	1.044
		1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.83	5E-05	30.6	1.47826087	0.038	2.185	1.44	0	1.441	0.000242852	1.207
Summen		17		7.3581		3.867			11.5217391		10.51					6.341	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}			0.4328					0.67774936								
Empirische Varianz	s _x ² , s _y ²			0.0426					0.1688								
Emp. Standardabweichung	s _x , s _y			0.2064					0.41088641								
Emp. Kovarianz	s _{xy}															0.085	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r				0.998	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	1		u =	2								

y aus x		x aus y		FVM	
Steigung b _{yx}	1.9864	Steigung b _{xy}	0.5	Verhältnis der Restvarianzen	3.961
Achsenabschnitt a _{yx}	-0.182	Achsenabschnitt a _{xy}	0.09	Steigung b' _{yx}	1.99
Emp. Restvarianz s _e ²	0.0007	Emp. Restvarianz s _d ²	0	Achsenabschnitt a' _{yx}	-0.18
Emp. Varianz der Steigung s _b ²	0.001	Emp. Varianz der Steigung s _{b'} ²	0	Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²	9E-04
Emp. Varianz Mittelwert s _{y(x=0)} ²	0.0002	Emp. Varianz Mittelwert s _{x(y=0)} ²	0	Emp. Varianz der Steigung	0.001
				Emp. Varianz	s _{y(x=0)} ²
					3E-04

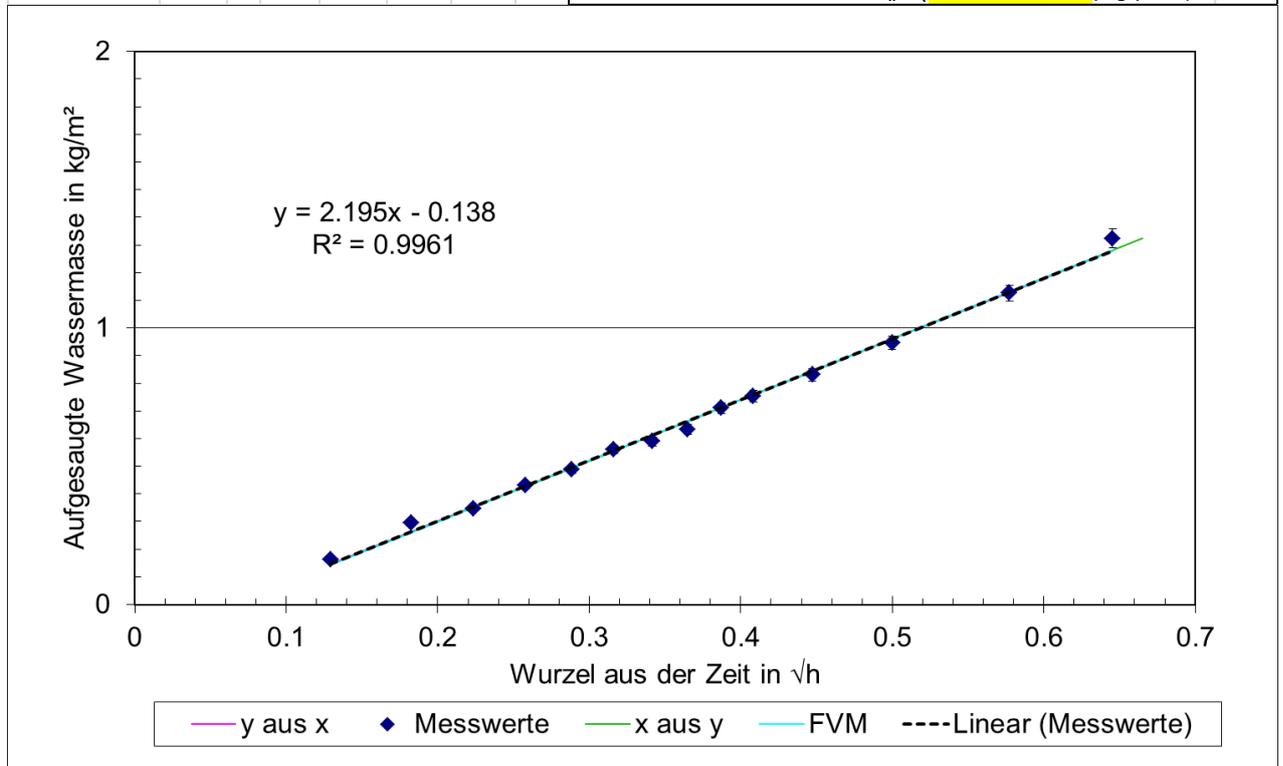
Wasseraufnahmekoeffizient W_w = (1.99 +/- 0.077) kg/(m²√h)



Prüfung W2:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	79.21 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messung im Schatten	Lufttemperatur 17
Nr.	2	Messdatum:	21.09.2015; 14:00	Luftfeuchte

Franke'sche Prüfplatte	n	t in min					x aus y					y aus x					FVM	
		x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i *y _i				
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.14	2E-05	3.4	0.16425121	0.006	0.027	0.15	0	0.144	0.000141097	0.021		
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.2	2E-05	6.1	0.29468599	0.009	0.087	0.26	0	0.262	9.92083E-05	0.054		
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.22	1E-05	7.2	0.34782609	0.01	0.121	0.35	0	0.352	7.44263E-05	0.078		
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	1E-05	8.9	0.42995169	0.012	0.185	0.43	0	0.428	5.84994E-05	0.111		
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	8E-06	10.1	0.48792271	0.013	0.238	0.5	0	0.495	4.82314E-05	0.141		
Messgenauigkeiten	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.32	7E-06	11.6	0.56038647	0.015	0.314	0.56	0	0.556	4.1983E-05	0.177		
Zeit in s	2	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.33	7E-06	12.2	0.58937198	0.016	0.347	0.61	0	0.612	3.87805E-05	0.201		
Masse in g	0.1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.35	7E-06	13.1	0.63285024	0.017	0.4	0.66	0	0.664	3.79894E-05	0.231		
Prüffläche in m ²	0.0005	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.39	7E-06	14.7	0.71014493	0.019	0.504	0.71	0	0.712	3.91691E-05	0.275		
Prüffläche in m ²	0.0207	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.41	7E-06	15.6	0.75362319	0.02	0.568	0.76	0	0.758	4.19987E-05	0.308		
	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.44	9E-06	17.2	0.83091787	0.022	0.69	0.84	0	0.844	5.16926E-05	0.372		
	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.49	1E-05	19.6	0.9468599	0.025	0.897	0.96	0	0.96	7.40175E-05	0.473		
	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	2E-05	23.3	1.12560386	0.029	1.267	1.13	0	1.13	0.000125837	0.65		
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.66	4E-05	27.4	1.3236715	0.034	1.752	1.28	0	1.28	0.00019031	0.854		
Summen	14	5.0707		2.117				9.19806763		7.398						3.946		
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}	0.3622						0.65700483										
Empirische Varianz	s_x^2, s_y^2	0.0215						0.1042										
Emp. Standardabweichung	s_x, s_y	0.1468						0.322819										
Emp. Kovarianz	s_{xy}															0.047		
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.998	Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	1	u =	2											
Regressionsgeraden																		
y aus x																		
Steigung b _{yx}		2.195									0.45			Steigung b' _{yx}	2.199			
Achsenabschnitt a _{yx}		-0.138									0.06			Achsenabschnitt a' _{yx}	-0.14			
Emp. Restvarianz s _e ²		0.0004									0			Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²	5E-04			
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0016									0			Emp. Varianz der Steigung	0.002			
Emp. Varianz Mittelwert s _{x̂} ² (x _i =0)		0.0002									0			Emp. Varianz s _ŷ ² (y _i =0)	3E-04			
Wasseraufnahmekoeffizient W_w = (2.2 +/- 0.095) kg/(m²√h)																		

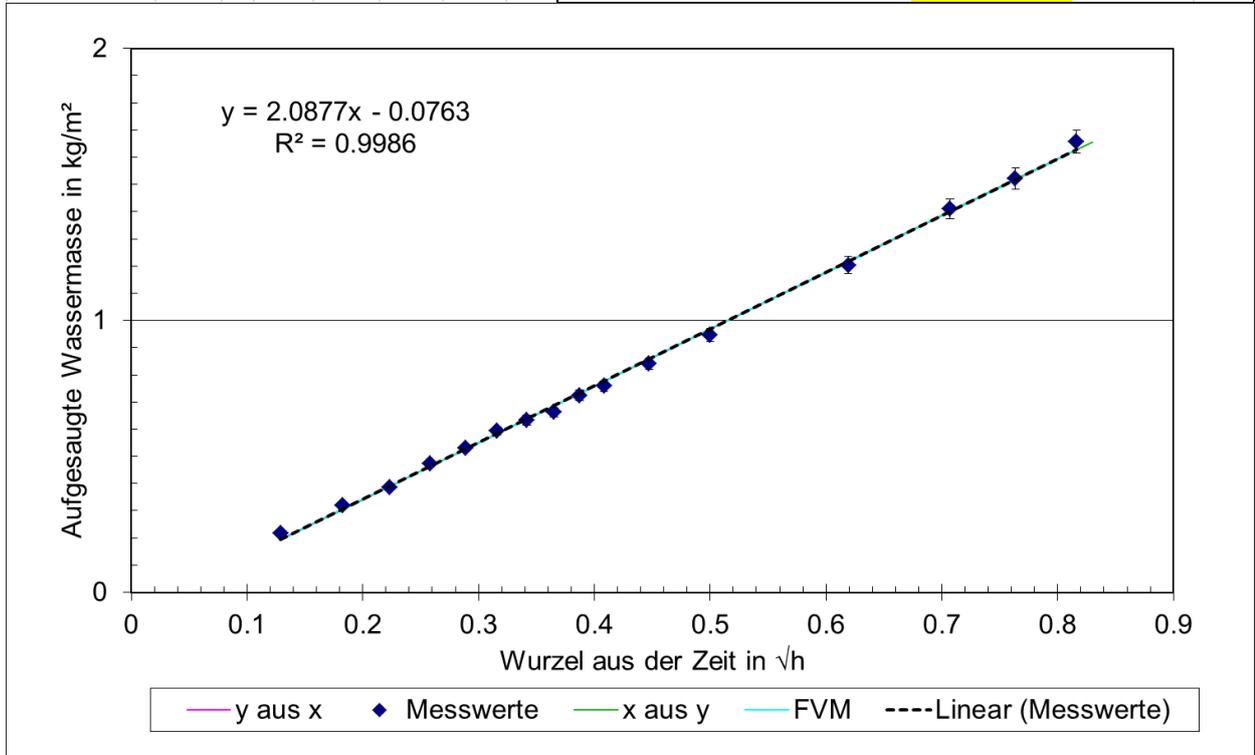


Prüfung W4:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	79.21 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messung im Schatten	Lufttemperatur 17
Nr.	4	Messdatum:	21.09.2015; 14:00	Luftfeuchte

Franke'sche Prüfplatte	n	t in min				x aus y				y aus x				FVM		
		x_i	$+/-x_i$	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}^2$	y_i	$+/-y_i$	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}^2$		$x_i \cdot y_i$	
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.14	1E-05	4.5	0.2173913	0.007	0.047	0.19	0	0.193	6.58332E-05	0.028
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.19	9E-06	6.6	0.31884058	0.009	0.102	0.3	0	0.304	5.10011E-05	0.058
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.22	8E-06	8	0.38647343	0.011	0.149	0.39	0	0.39	4.16395E-05	0.086
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	6E-06	9.8	0.47342995	0.013	0.224	0.46	0	0.462	3.51096E-05	0.122
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	6E-06	11	0.53140097	0.014	0.282	0.53	0	0.526	3.03894E-05	0.153
Messgenauigkeiten	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.32	5E-06	12.3	0.5942029	0.016	0.353	0.58	0	0.584	2.69545E-05	0.188
Zeit in s	2	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.34	5E-06	13.1	0.63285024	0.017	0.4	0.64	0	0.637	2.44937E-05	0.216
Masse in g	0.1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.35	4E-06	13.7	0.66183575	0.018	0.438	0.69	0	0.686	2.2804E-05	0.242
Prüffläche in m ²	0.0005	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.38	4E-06	15	0.72463768	0.019	0.525	0.73	0	0.732	2.17446E-05	0.281
Prüffläche in m ²	0.0207	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.4	4E-06	15.7	0.75845411	0.02	0.575	0.78	0	0.776	2.12128E-05	0.31
	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.44	4E-06	17.4	0.84057971	0.022	0.707	0.86	0	0.857	2.14394E-05	0.376
	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.49	4E-06	19.6	0.9468599	0.025	0.897	0.97	0	0.968	2.42685E-05	0.473
	1	23.00	0.6191	4E-04	0.383	0.61	7E-06	24.9	1.20289855	0.031	1.447	1.22	0	1.216	4.13204E-05	0.745
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	1E-05	29.2	1.41062802	0.036	1.99	1.4	0	1.4	6.33984E-05	0.997
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.77	2E-05	31.5	1.52173913	0.039	2.316	1.52	0	1.519	8.18847E-05	1.162
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.83	2E-05	34.3	1.65700483	0.043	2.746	1.63	0	1.629	0.000102095	1.353
Summen	16		6.7544		3.5				12.8792271		13.2					6.791
Mittelwert \bar{x}, \bar{y}			0.4221						0.80495169							
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2			0.0432						0.1887							
Emp. Standardabweichung s_x, s_y			0.208						0.43442775							
Emp. Kovarianz s_{xy}																0.09
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9993	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	1	u =	2											

y aus x		x aus y		FVM	
Steigung b_{yx}	2.0877	Steigung b_{xy}	0.48	Verhältnis der Restvarianzen	4.364
Achsenabschnitt a_{yx}	-0.076	Achsenabschnitt a_{xy}	0.04	Steigung b'_{yx}	2.089
Emp. Restvarianz s_e^2	0.0003	Emp. Restvarianz s_d^2	0	Achsenabschnitt a'_{yx}	-0.08
Emp. Varianz der Steigung s_b^2	0.0004	Emp. Varianz der Steigung s_b^2	0	Emp. Restvarianz $s_e^2 + s_d^2$	3E-04
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$	9E-05	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{x}(y_i=0)}^2$	0	Emp. Varianz der Steigung	5E-04
				Emp. Varianz $s_{\hat{y}(x_i=0)}^2$	1E-04
Wasseraufnahmekoeffizient $W_w = (2.09 +/- 0.049) \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$					



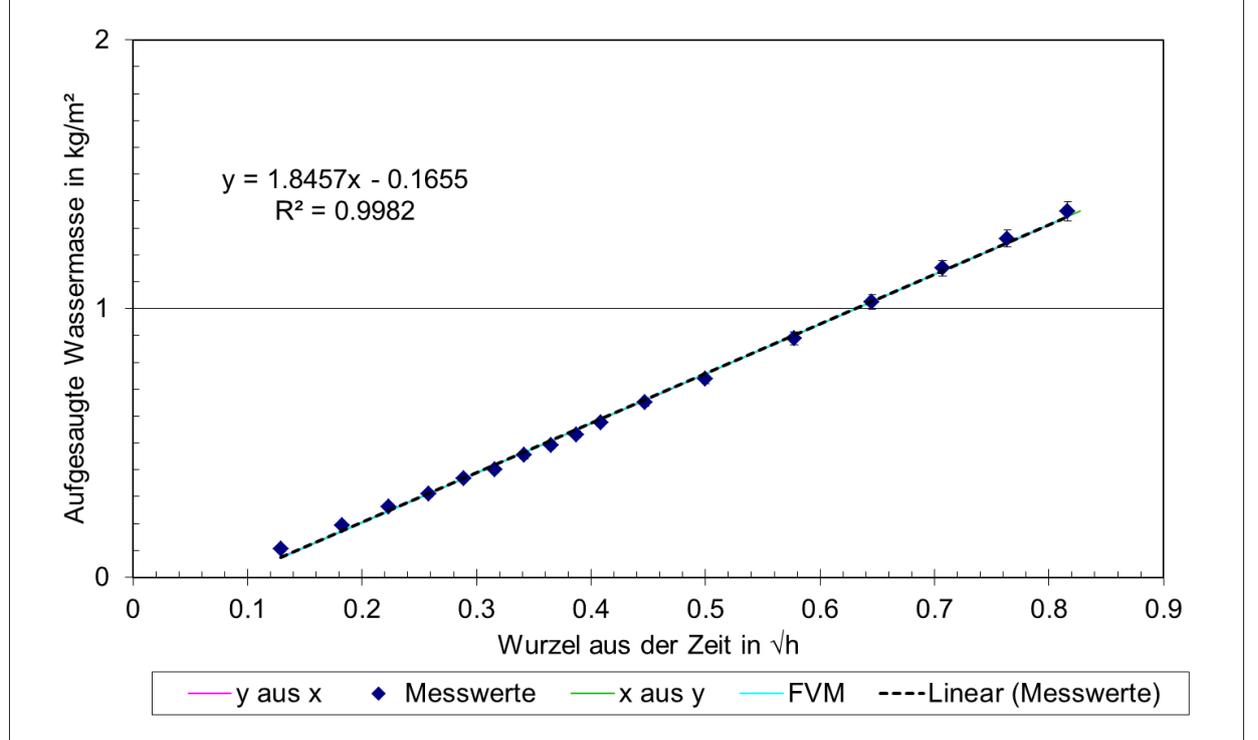
Prüfung W5:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	79.21 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messung im Schatten	Lufttemperatur 17
Nr.	5	Messdatum:	21.09.2015; 14:00	Luftfeuchte

		x aus y						y aus x						FVM				
Franke'sche Prüfplatte		t in min	m in g	v in ml	v in h	m in g/kg/m²												
n		x_i	$+/-x_i$	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$	$S_{\hat{x}(y_i)}^2$	y_i	$+/-y_i$	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$x_i \cdot y_i$				
1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.15	1E-05	2.2	0.10628019	0.006	0.011	0.07	0	0.072	7.15295E-05	0.014			
1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.19	1E-05	4	0.19323671	0.007	0.037	0.17	0	0.171	5.55204E-05	0.035			
1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	1E-05	5.4	0.26086957	0.008	0.068	0.25	0	0.247	4.53319E-05	0.058			
1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	9E-06	6.4	0.30917874	0.009	0.096	0.31	0	0.311	3.81563E-05	0.08			
1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	7E-06	7.6	0.36714976	0.011	0.135	0.37	0	0.367	3.29061E-05	0.106			
Messgenauigkeiten		1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.31	7E-06	8.3	0.40096618	0.011	0.161	0.42	0	0.418	2.90235E-05	0.127	
Zeit in s		2	1	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.34	6E-06	9.4	0.45410628	0.013	0.206	0.46	0	0.465	2.61774E-05	0.155
Masse in g		0.1	1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.36	6E-06	10.2	0.49275362	0.014	0.243	0.51	0	0.508	2.41517E-05	0.18
Prüffläche in m²		0.0005	1	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.38	5E-06	11	0.53140097	0.014	0.282	0.55	0	0.549	2.27966E-05	0.206
Prüffläche in m²		0.0207	1	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.4	5E-06	11.9	0.57487923	0.015	0.33	0.59	0	0.588	2.20029E-05	0.235
		1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.44	5E-06	13.5	0.65217391	0.017	0.425	0.66	0	0.66	2.17883E-05	0.292	
		1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.49	5E-06	15.3	0.73913043	0.02	0.546	0.76	0	0.758	2.41148E-05	0.37	
		1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	7E-06	18.4	0.88888889	0.023	0.79	0.9	0	0.9	3.29638E-05	0.513	
		1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.64	1E-05	21.2	1.02415459	0.027	1.049	1.03	0	1.026	4.61182E-05	0.661	
		1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	1E-05	23.8	1.14975845	0.03	1.322	1.14	0	1.14	6.23308E-05	0.813	
		1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.77	2E-05	26.1	1.26086957	0.033	1.59	1.24	0	1.245	8.08608E-05	0.963	
		1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.83	2E-05	28.2	1.36231884	0.035	1.856	1.34	0	1.342	0.000101225	1.112	
Summen		17		7.3581		3.867			10.7681159		9.148						5.919	
Mittelwert \bar{x}, \bar{y}				0.4328					0.63341858									
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2				0.0426					0.1455									
Emp. Standardabweichung s_x, s_y				0.2064					0.38138973									
Emp. Kovarianz s_{xy}																	0.079	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r				0.9991					Emp. Bestimmtheitsmass r^2								1	
Regressionsgeraden									u =								2	

y aus x		x aus y		FVM
Steigung b_{yx}	1.8457	Steigung b_{xy}	0.54	Verhältnis der Restvarianzen
Achsenabschnitt a_{yx}	-0.165	Achsenabschnitt a_{xy}	0.09	Steigung b'_{yx}
Emp. Restvarianz s_e^2	0.0003	Emp. Restvarianz s_d^2	0	Achsenabschnitt a'_{yx}
Emp. Varianz der Steigung s_b^2	0.0004	Emp. Varianz der Steigung $s_b'^2$	0	Emp. Restvarianz $s_e'^2 + s_d^2$
Emp. Varianz Mittelwert $S_{\hat{y}(x_i=0)}^2$	1E-04	Emp. Varianz Mittelwert $S_{\hat{x}(y_i=0)}^2$	0	Emp. Varianz der Steigung
				Emp. Varianz $S_{\hat{y}(x_i=0)}^2$
				Varianz
				$S_{\hat{y}(x_i=0)}^2$
				1E-04

Wasseraufnahmekoeffizient $W_w = (1.85 +/- 0.05) \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

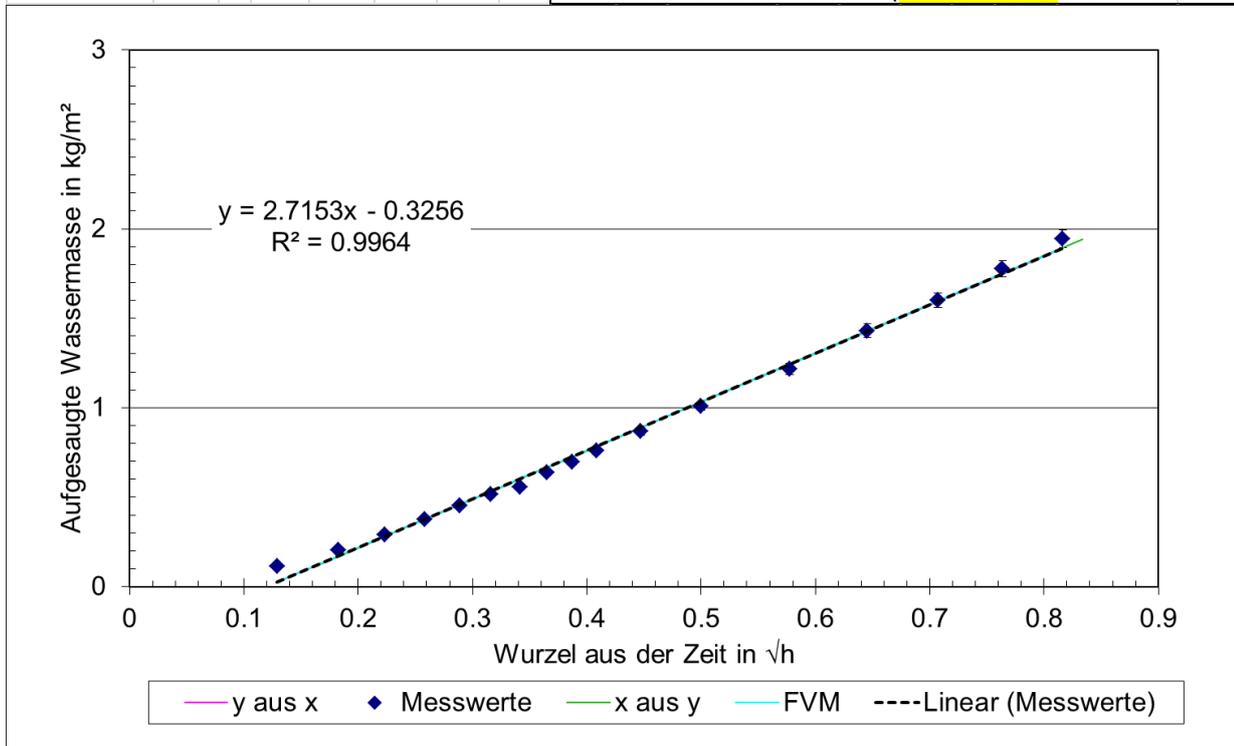


Prüfung W6:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	79.21 Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messung im Schatten	Lufttemperat 17
Nr.	6	Messdatum:	21.09.2015; 14:00	Luftfeuchte

Franke'sche Prüflatte	n	x aus y					y aus x					FVM				
		t in min	v in √h	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	s _{$\hat{x}(y_i)$} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²		$\hat{y}(x_i)$	s _{$\hat{y}(x_i)$} ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{$\hat{y}(x_i)$} ²
	1	1.00	0.1291	0.002	0.017	0.16	3E-05	2.3	0.11111111	0.006	0.012	0.02	0	0.023	0.000268017	0.014
	1	2.00	0.1826	0.002	0.033	0.2	2E-05	4.2	0.20289855	0.007	0.041	0.17	0	0.169	0.000208032	0.037
	1	3.00	0.2236	0.001	0.05	0.23	2E-05	6	0.28985507	0.009	0.084	0.28	0	0.281	0.000169856	0.065
	1	4.00	0.2582	0.001	0.067	0.26	2E-05	7.8	0.37681159	0.011	0.142	0.38	0	0.375	0.000142969	0.097
	1	5.00	0.2887	1E-03	0.083	0.29	1E-05	9.4	0.45410628	0.013	0.206	0.46	0	0.458	0.000123297	0.131
Messgenauigkeiten	1	6.00	0.3162	9E-04	0.1	0.31	1E-05	10.7	0.51690821	0.014	0.267	0.53	0	0.533	0.00010875	0.163
Zeit in s	2	7.00	0.3416	8E-04	0.117	0.32	1E-05	11.5	0.55555556	0.015	0.309	0.6	0	0.601	9.80852E-05	0.19
Masse in g	0.1	8.00	0.3651	8E-04	0.133	0.36	1E-05	13.2	0.63768116	0.017	0.407	0.67	0	0.666	9.04952E-05	0.233
Prüffläche in m ²	0.0005	9.00	0.3873	7E-04	0.15	0.38	1E-05	14.4	0.69565217	0.018	0.484	0.73	0	0.726	8.54177E-05	0.269
Prüffläche in m ²	0.0207	10.00	0.4082	7E-04	0.167	0.4	1E-05	15.7	0.75845411	0.02	0.575	0.78	0	0.783	8.24436E-05	0.31
	1	12.00	0.4472	6E-04	0.2	0.44	1E-05	18	0.86956522	0.023	0.756	0.89	0	0.889	8.16394E-05	0.389
	1	15.00	0.5	6E-04	0.25	0.49	1E-05	20.9	1.00966184	0.026	1.019	1.03	0	1.032	9.03568E-05	0.505
	1	20.00	0.5774	5E-04	0.333	0.57	1E-05	25.2	1.2173913	0.032	1.482	1.24	0	1.243	0.000123513	0.703
	1	25.00	0.6455	4E-04	0.417	0.65	2E-05	29.6	1.42995169	0.037	2.045	1.43	0	1.428	0.000172802	0.923
	1	30.00	0.7071	4E-04	0.5	0.71	3E-05	33.1	1.59903382	0.041	2.557	1.59	0	1.596	0.00023355	1.131
	1	35.00	0.7638	4E-04	0.583	0.77	4E-05	36.8	1.77777778	0.046	3.16	1.75	0	1.75	0.000302981	1.358
	1	40.00	0.8165	3E-04	0.667	0.83	5E-05	40.2	1.94202899	0.05	3.771	1.89	0	1.893	0.000379286	1.586
Summen	17		7.3581		3.867				14.4444444		17.32					8.103
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		0.4328						0.8496732							
Empirische Varianz	s _x ² , s _y ²		0.0426						0.3153							
Emp. Standardabweichung	s _x , s _y		0.2064						0.56155883							
Emp. Kovarianz	s _{xy}															0.116
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.9982														
Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	1														
u =		2														

Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9982	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	1	u =	2
Regressionsgeraden					
y aus x		x aus y		FVM	
Steigung b _{yx}	2.7153	Steigung b _{xy}	0.37	Verhältnis der Restvarianzen	7.399
Achsenabschnitt a _{yx}	-0.326	Achsenabschnitt a _{xy}	0.12	Steigung b' _{yx}	2.72
Emp. Restvarianz s _e ²	0.0012	Emp. Restvarianz s _d ²	0	Achsenabschnitt a' _{yx}	-0.33
Emp. Varianz der Steigung s _b ²	0.0018	Emp. Varianz der Steigung s _b ²	0	Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²	0.001
Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²	0.0004	Emp. Varianz Mittelwert s _{$\hat{x}(y_i=0)$} ²	0	Emp. Varianz der Steigung	0.002
				Emp. Varianz	s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²
				Varianz	s _{$\hat{y}(x_i=0)$} ²
					5E-04
Wasseraufnahmekoeffizient W_w = (2.72 +/- 0.096) kg/(m²√h)					



A.3.2 Lachen West

WAM W1:

Objekt	Lachen, Heilig Kreuz Kirche	Fassadenfeuchte	71.94	Digits Gann	Messprotokoll Stand 24.8.15											
Fassade	West	Wetter	sonnig, Messung im Schatten	Lufttemperat	18											
Nr.	1	Messdatum:	21.09.15, 14:45 Uhr	Luftfeuchte												
		x aus y		y aus x												
WAM 100	t in min	vt in vh	m in g/kg/m ²		FVM											
	n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$S_{\hat{x}(y_i)}^2$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	$\hat{y}(x_i)$	$S_{\hat{y}(x_i)}^2$	x _i ² y _i		
	1	0.3058	0.0714	2E-04	0.005	0.1257	3E-06	0	0	0.01	0	-0.08	0	-0.077	1.02354E-05	0
	1	0.4729	0.0888	2E-04	0.008	0.1326	3E-06	1	0.0098	0.01	1E-04	-0.05	0	-0.052	9.60852E-06	9E-04
	1	0.6419	0.1034	1E-04	0.011	0.1394	3E-06	2	0.0196	0.01	4E-04	-0.03	0	-0.031	9.09837E-06	0.002
	1	0.8109	0.1163	1E-04	0.014	0.1463	3E-06	3	0.0294	0.01	9E-04	-0.01	0	-0.013	8.66543E-06	0.003
	1	0.9799	0.1278	1E-04	0.016	0.16	2E-06	5	0.0491	0.01	0.002	0	0	0.004	8.28642E-06	0.006
Messgenauigkeiten	1	1.1489	0.1384	1E-04	0.019	0.1668	2E-06	6	0.0589	0.01	0.003	0.03	0	0.019	7.94783E-06	0.008
Zeit in s	0.1	1.3179	0.1482	9E-05	0.022	0.1668	2E-06	6	0.0589	0.01	0.003	0.03	0	0.033	7.641E-06	0.009
Masse in g	1	1.4888	0.1575	9E-05	0.025	0.1805	2E-06	8	0.0785	0.01	0.006	0.05	0	0.046	7.35705E-06	0.012
Prüffläche in m ²	0.0018	1.6559	0.1661	8E-05	0.028	0.1805	2E-06	8	0.0785	0.01	0.006	0.06	0	0.059	7.10042E-06	0.013
Prüffläche in m ²	0.1019	1.8268	0.1745	8E-05	0.03	0.1942	2E-06	10	0.0981	0.01	0.01	0.07	0	0.071	6.85669E-06	0.017
	1	1.9958	0.1824	8E-05	0.033	0.2011	2E-06	11	0.108	0.01	0.012	0.08	0	0.082	6.63141E-06	0.02

Die Werte zwischen der Minute 2 und Minute 40 sind in dieser Darstellung aufgrund Platzmangels ausgelassen worden. Selbstredend sind diese Werte in der Fehlerrechnung, Auswertung und Beurteilung inbegriffen.

	1	40.135	0.8179	2E-05	0.669	0.8211	7E-07	102	1.001	0.02	1.002	1	0	0.996	2.27852E-06	0.819
	1	40.304	0.8196	2E-05	0.672	0.8144	7E-07	101	0.9912	0.02	0.982	1	0	0.998	2.30004E-06	0.812
	1	40.475	0.8213	2E-05	0.675	0.8144	7E-07	101	0.9912	0.02	0.982	1	0	1.001	2.32191E-06	0.814
	1	40.644	0.823	2E-05	0.677	0.8278	8E-07	103	1.0108	0.02	1.022	1	0	1.003	2.34365E-06	0.832
	1	40.813	0.8248	2E-05	0.68	0.8211	7E-07	102	1.001	0.02	1.002	1.01	0	1.006	2.36549E-06	0.826
Summen	229	131.26		82				146.33			107.9					93.74
Mittelwert \bar{x}, \bar{y}		0.5732						0.639								
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2		0.0297						0.0631								
Emp. Standardabweichung s_x, s_y		0.1722						0.2513								
Emp. Kovarianz s_{xy}																0.043
Emp. linearer Korrelationskoeffizient r	0.9991	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.998	u =	2											
Regressionsgeraden																
y aus x																
Steigung b_{yx}		1.4574														
Achsenabschnitt a_{yx}		-0.196														
Emp. Restvarianz s_e^2		0.0001														2E-04
Emp. Varianz der Steigung s_b^2		2E-05														3E-05
Emp. Varianz Mittelwert $S_{\hat{x}(y_i=0)}^2$		6E-06														9E-06
x aus y																
Steigung b_{xy}									0.68							
Achsenabschnitt a_{xy}									0.14							-0.2
Emp. Restvarianz s_d^2																2E-04
Emp. Varianz der Steigung s_b^2																3E-05
Emp. Varianz Mittelwert $S_{\hat{y}(x_i=0)}^2$																9E-06
Wasseraufnahmekoeffizient $W_w = (1.46 +/- 0.01) \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$																

Berechnung der Prüffläche

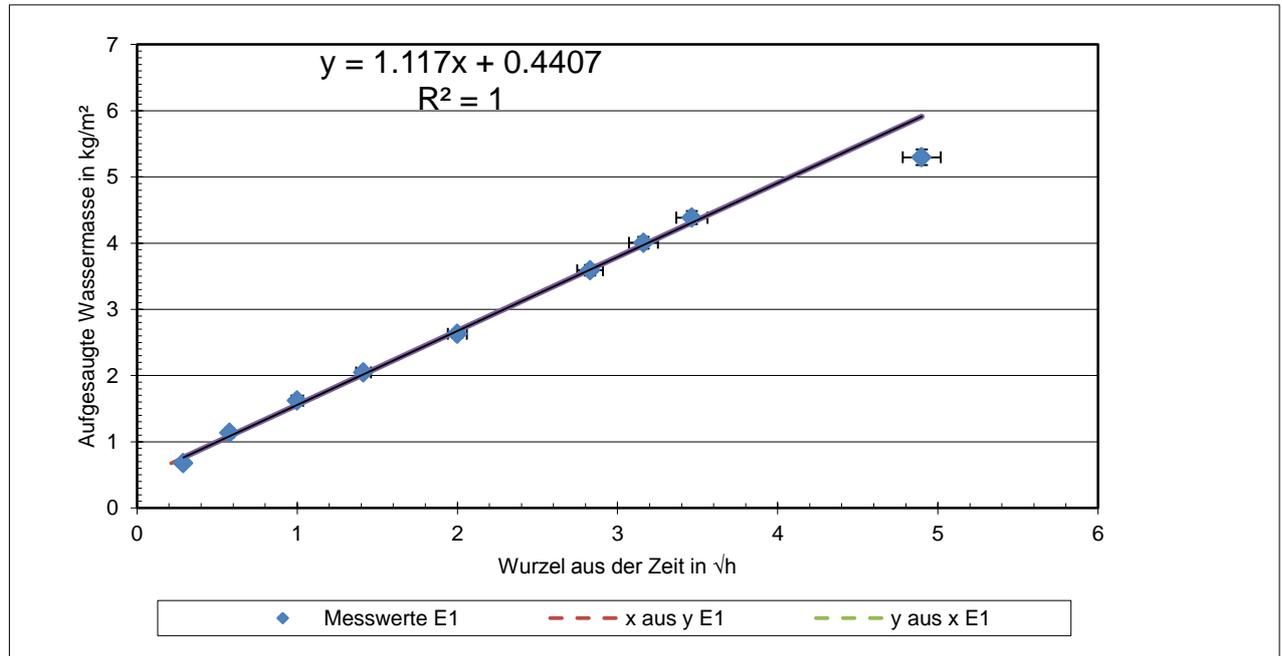
Lagerhalle, Fläche linke Seite			
n	Höhe h in m	n	Breite b in m
1	0.27	1	0.385
2	0.272	2	0.375
3	0.272	3	0.37
4	0.275	4	0.372
5	0.275	5	0.373
6	0.27	6	0.37
6	0.272	0.0023	6 0.374 0.0056
=> Prüffläche		0.102 +/-	0.0018 m ²

A.4 Labormessung nach EN ISO 15148:2002

A.4.1 Lachen Nord

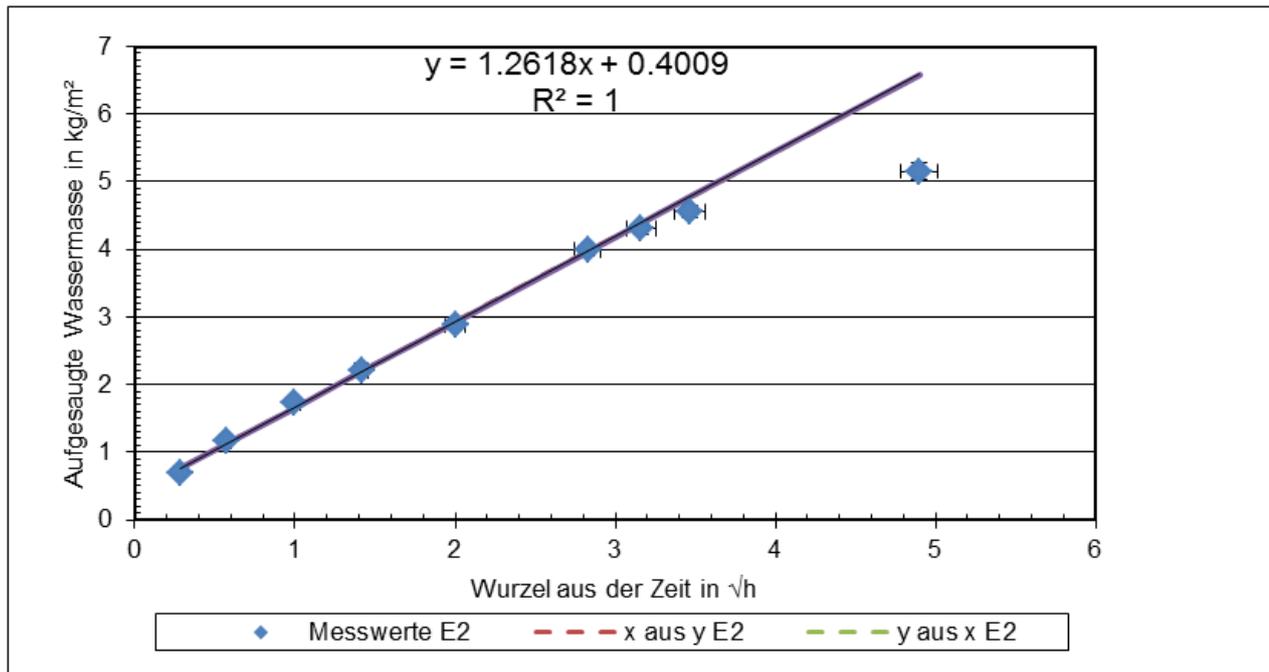
Labormessung L1:

Objekt		Kommentar:										Messprotokoll Stand 24.8.15						
Lachen		Labormessung										Lufttemperatur 23						
Fassade Nord		Messdati										rel. Luftfeuchte 50						
Nr. 1		15.10.2015 - 16.10.2015																
Karsten'sches Prüfröh		t in min	vt in vh	x aus y			m in g	kg/m ²	y aus x			FVM						
n		x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	s _{x(y)} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{y(x)} ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{y(x)} ²	x _i y _i				
1	5.00	0.28868	0.001	0.0833	0.212	0.0015	7.33	0.0759	0.0152	0.4568	0.7649	0.0018	0.76314	0.003183	0.1951			
1	20.00	0.57735	0.0005	0.3333	0.623	0.001	12.31	1.135	0.0255	1.2883	1.0869	0.0013	1.08559	0.002282	0.6553			
Messgenauigkeiten		1	60.00	1	0.0003	1	1.057	0.0006	17.58	1.6209	0.0364	2.6275	1.5583	0.0008	1.55769	0.001473	1.6209	
Zeit in s		2	120.00	1.41421	0.0002	2	1.439	0.0006	22.21	2.0478	0.0459	4.1937	2.0203	0.0007	2.02038	0.00127	2.8961	
Masse in g		0.01	240.00	2	0.0001	4	1.96	0.0008	28.53	2.6306	0.059	6.9199	2.6736	0.0011	2.67471	0.001978	5.2611	
Fläche in m ²		0.000243	1	480.00	2.82843	1E-04	8	2.818	0.0022	38.95	3.5913	0.0805	12.898	3.5976	0.0028	3.60007	0.004972	10.158
Prüffläche		0.010846	1	600.00	3.16228	9E-05	10	3.188	0.0031	43.44	4.0053	0.0898	16.043	3.9699	0.0038	3.97299	0.006838	12.666
		1	720.00	3.4641	8E-05	12	3.527	0.0042	47.55	4.3843	0.0983	19.222	4.3066	0.0049	4.31013	0.008851	15.188	
		1	1440.00	4.89898	6E-05	24	4.342	0.0073	57.44	5.2962	0.1188	28.05	5.9069	0.0126	5.9129	0.022658	25.946	
Summen		6	8.108666		15.417			11.7016		28.3838							20.7864	
Mittelwert \bar{x}, \bar{y}			1.351444					1.95026										
Empirische Varianz s _x ² , s _y			0.891651					1.1125										
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.944273					1.05476										
Emp. Kovarianz s _{xy}																	0.99448	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient		0.998486	Emp. Bestimmtheitsmass r ²		0.997	u =		2										
Regressionsgeraden												FVM						
y aus x												Verhältnis der Restvarianzen I		1.2477				
Steigung b _{yx}		1.115322										Steigung b' _{yx}		1.117				
Achsenabschnitt a _{yx}		0.442967										Achsenabschnitt a' _{yx}		0.4407				
Emp. Restvarianz s _e ²		0.004207										Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²		0.0076				
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.00094										Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0017				
Emp. Varianz Mittelwert s _{y(y=0)} ²		0.00242										Emp. Varianz		s _{y(x=0)} ² = 0.0044				
												Wasseraufnahmekoeffizient W _w = (1.117 +/- 0.114475 (95%) kg/(m ² ·h)				



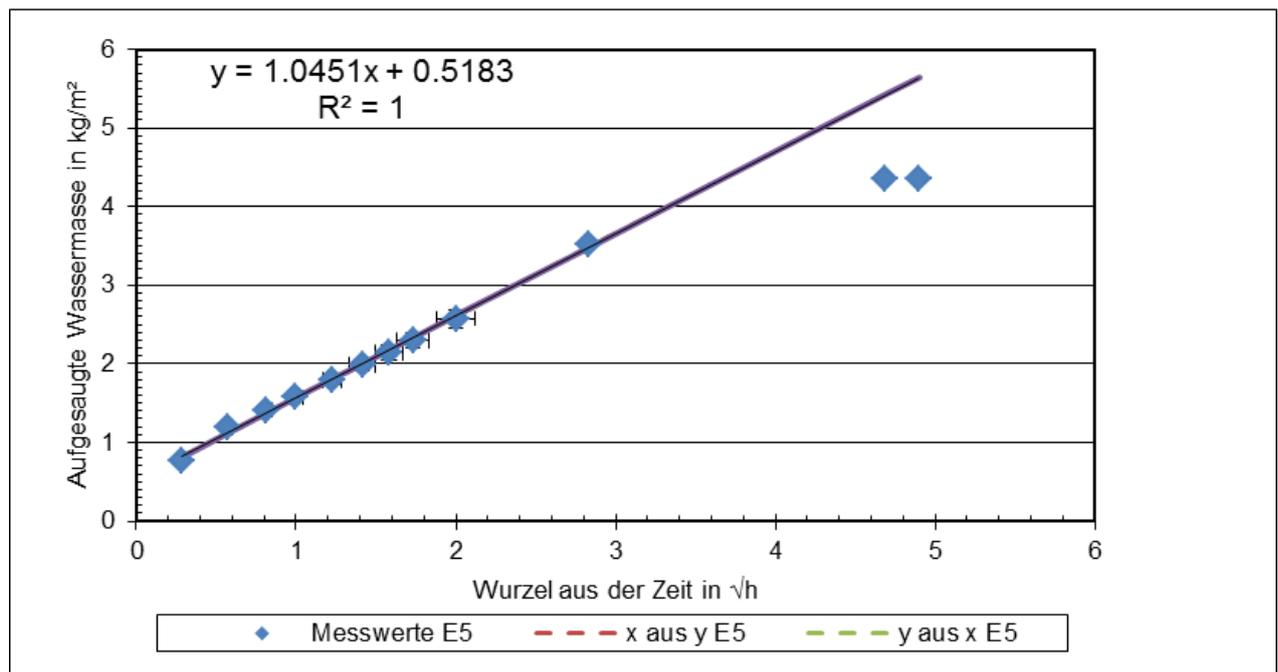
Labormessung L2:

Objekt	Lachen															Messprotokoll Stand	24.8.15
Fassade	Nord															Kommentar:	Labormessung
Nr.	2															Messdati	15.10.2015 - 16.10.2015
	Karsten'sches Prüfröh															Lufttemperatur	23
																rel. Luftfeuchte	50
	n	t in min	vt in vh	x aus y			m in g	kg/m ²	y aus x			FVM					
		x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	s _{y(x)} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{x(y)} ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{y(x)} ²	x _i y _i			
	1	5.00	0.28868	0.001	0.0833	0.238	0.0014	4.81	0.6991	0.0248	0.4888	0.7671	0.0021	0.76513	0.003338	0.2018	
	1	20.00	0.57735	0.0005	0.3333	0.602	0.0008	7.98	1.1599	0.041	1.3453	1.1306	0.0013	1.12938	0.002083	0.6696	
Messgenauigkeiten	1	60.00	1	0.0003	1	1.048	0.0005	11.86	1.7238	0.061	2.9715	1.6628	0.0008	1.66268	0.001295	1.7238	
Zeit in s	2	120.00	1.41421	0.0002	2	1.431	0.0007	15.19	2.2078	0.0781	4.8745	2.1844	0.0011	2.18534	0.001731	3.1223	
Masse in g	0.01	240.00	2	0.0001	4	1.96	0.0016	19.79	2.8764	0.1017	8.2737	2.9221	0.0027	2.92449	0.004392	5.7528	
Fläche in m ²	0.000243	480.00	2.82843	1E-04	8	2.842	0.0048	27.46	3.9912	0.1411	15.93	3.9653	0.0075	3.9698	0.01224	11.289	
Prüffläche	0.00688	600.00	3.16228	9E-05	10	3.095	0.0061	29.66	4.311	0.1524	18.585	4.3857	0.0103	4.39105	0.016756	13.633	
	1	720.00	3.4641	8E-05	12	3.289	0.0072	31.35	4.5566	0.1611	20.763	4.7658	0.0132	4.7719	0.021508	15.785	
	1	1440.00	4.89898	6E-05	24	3.763	0.0104	35.47	5.1554	0.1823	26.579	6.5726	0.0324	6.58243	0.052791	25.256	
Summen	5		5.280239			7.4167			8.66703			17.9538				11.4704	
Mittelwert	\bar{x}, \bar{y}		1.056048						1.73341								
Empirische Varianz	s _x ² , s _y		0.46012						0.7326								
Emp. Standardabweichung	s _x , s _y		0.678322						0.85591								
Emp. Kovarianz	s _{xy}															0.57941	
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	r	0.99798		Emp. Bestimmtheitsmass	r ²	0.996		u =	2								
Regressionsgeraden																	
y aus x																	
Steigung b _{yx}		1.259254															
Achsenabschnitt a _{y x}		0.403573															
Emp. Restvarianz s _e ²		0.003943															
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.00214															
Emp. Varianz Mittelwert s _{v(y=0)} ²		0.00318															
x aus y																	
Steigung b _{xy}							0.7909										
Achsenabschnitt a _{x y}							-0.3149										
Emp. Restvarianz s _e ²							0.0025										
Emp. Varianz der Steigung s _b ²							0.0008										
Emp. Varianz Mittelwert s _{v(x=0)} ²							0.003										
Wasseraufnahmekoeffizient W_w = (1.2618 +/- 0.187946 (95%) kg/(m²·h)																	



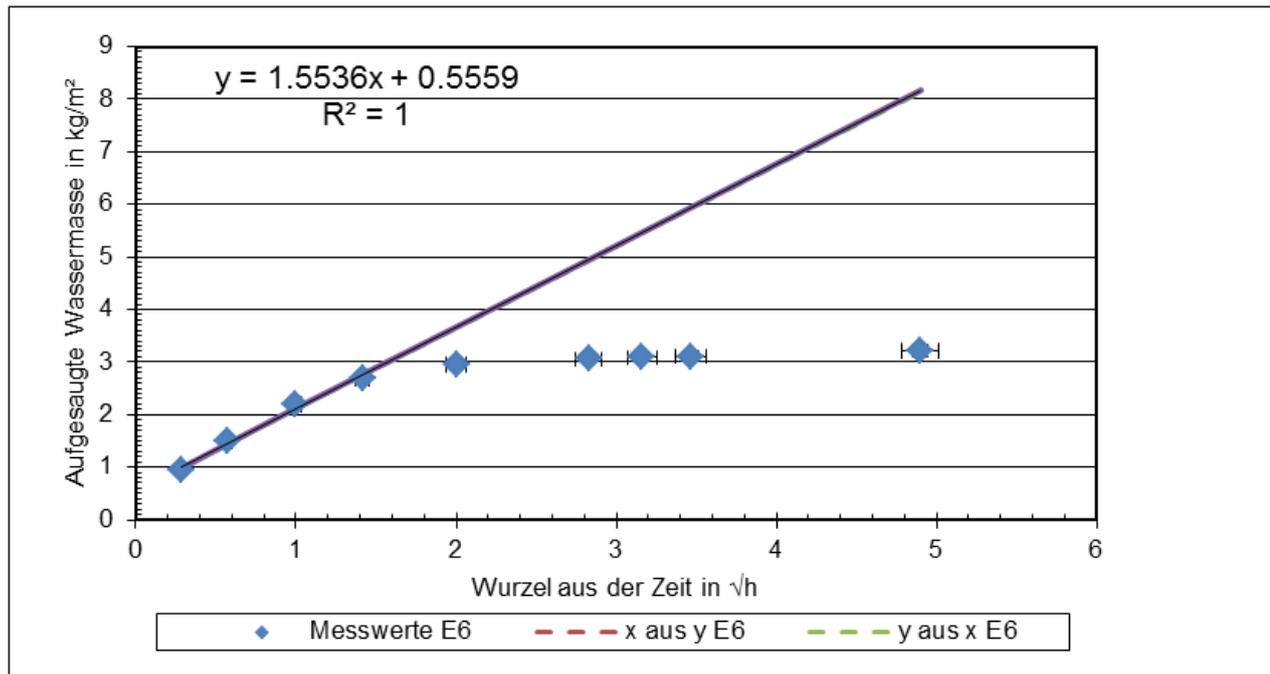
Labormessung L5:

Objekt Lachen										Messprotokoll Stand 24.8.15									
Fassade Nord					Kommentar: Labormessung					Lufttemperatur 23									
Nr. 5					Messdati 15.10.2015 - 16.10.2015					rel. Luftfeuchte 50									
Karsten'sches Prüfröh										FVM									
n	t in min	Vt in Vh	x aus y			m in g			y aus x			FVM							
	x_i	$+/-x_i$	x_i^2	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}$	y_i	$+/-y_i$	y_i^2	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}$	$x_i \cdot y_i$						
1	5.00	0.28868	0.001	0.0833	0.238	0.0005	8.13	0.765335	0.0175	0.585737	0.8214	0.0006	0.81997	0.001058	0.2209				
1	20.00	0.57735	0.0005	0.3333	0.645	0.0003	12.66	1.191776	0.0273	1.42033	1.1227	0.0004	1.12166	0.000713	0.6881				
1	40.00	0.8165	0.0003	0.6667	0.854	0.0002	14.98	1.410174	0.0323	1.988591	1.3723	0.0003	1.37159	0.000509	1.1514				
2	60.00	1	0.0003	1	1.01	0.0002	16.71	1.573031	0.036	2.474427	1.5638	0.0002	1.56337	0.000404	1.573				
1	90.00	1.22474	0.0002	1.5	1.224	0.0002	19.09	1.797078	0.0412	3.229488	1.7984	0.0002	1.79825	0.000335	2.201				
1	120.00	1.41421	0.0002	2	1.406	0.0002	21.11	1.987235	0.0455	3.949101	1.9962	0.0002	1.99626	0.000328	2.8104				
1	150.00	1.58114	0.0002	2.5	1.556	0.0002	22.78	2.144444	0.0491	4.598638	2.1704	0.0002	2.17071	0.000361	3.3907				
1	180.00	1.73205	0.0002	3	1.703	0.0002	24.42	2.298829	0.0526	5.284612	2.3279	0.0002	2.32842	0.000423	3.9817				
1	240.00	2	0.0001	4	1.967	0.0003	27.35	2.57465	0.059	6.628824	2.6076	0.0003	2.60845	0.000605	5.1493				
1	480.00	2.82843	1E-04	8	2.861	0.0009	37.29	3.510373	0.0804	12.32272	3.4723	0.0009	3.47423	0.001765	9.9288				
1	1320.00	4.69042	6E-05	22	3.668	0.0018	46.26	4.354783	0.0997	18.96414	5.4158	0.004	5.42017	0.007655	20.426				
1	1440.00	4.89898	6E-05	24	3.669	0.0018	46.27	4.355725	0.0997	18.97234	5.6335	0.0045	5.63813	0.008598	21.339				
Summen		10	13.4631	23.083			19.252924		42.48247						31.095				
Mittelwert \bar{x}, \bar{y}			1.34631				1.9252924												
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2			0.550871				0.6016625												
Emp. Standardabweichung s_x, s_y			0.742207				0.775669												
Emp. Kovarianz s_{xy}															0.57498				
Emp. linearer Korrelationskoeffizient		0.998746	Emp. Bestimmtheitsmass r^2		0.9975	u =		2											
Regressionsgeraden										FVM									
y aus x										Verhältnis der Restvarianzen									
Steigung b_{yx}		1.043775	Steigung b_{xy}		0.9557	Steigung b'_{yx}		1.0451											
Achsenabschnitt a_{yx}		0.520048	Achsenabschnitt a_{xy}		-0.4936	Achsenabschnitt a'_{yx}		0.5183											
Emp. Restvarianz s_e^2		0.001697	Emp. Restvarianz s_d^2		0.0016	Emp. Restvarianz $s_e^2 + s_d^2$		0.0032											
Emp. Varianz der Steigung s_{b^2}		0.00034	Emp. Varianz der Steigung s_{b^2}		0.0003	Emp. Varianz der Steigung s_{b^2}		0.0007											
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}$		0.00079	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{x}(y_i=0)}$		0.0012	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i=0)}$		0.0015											
Wasseraufnahmekoeffizient $W_w = (1.0451 +/- 0.059039 (95\%)) \text{ kg/(m}^2\text{/h)}$																			



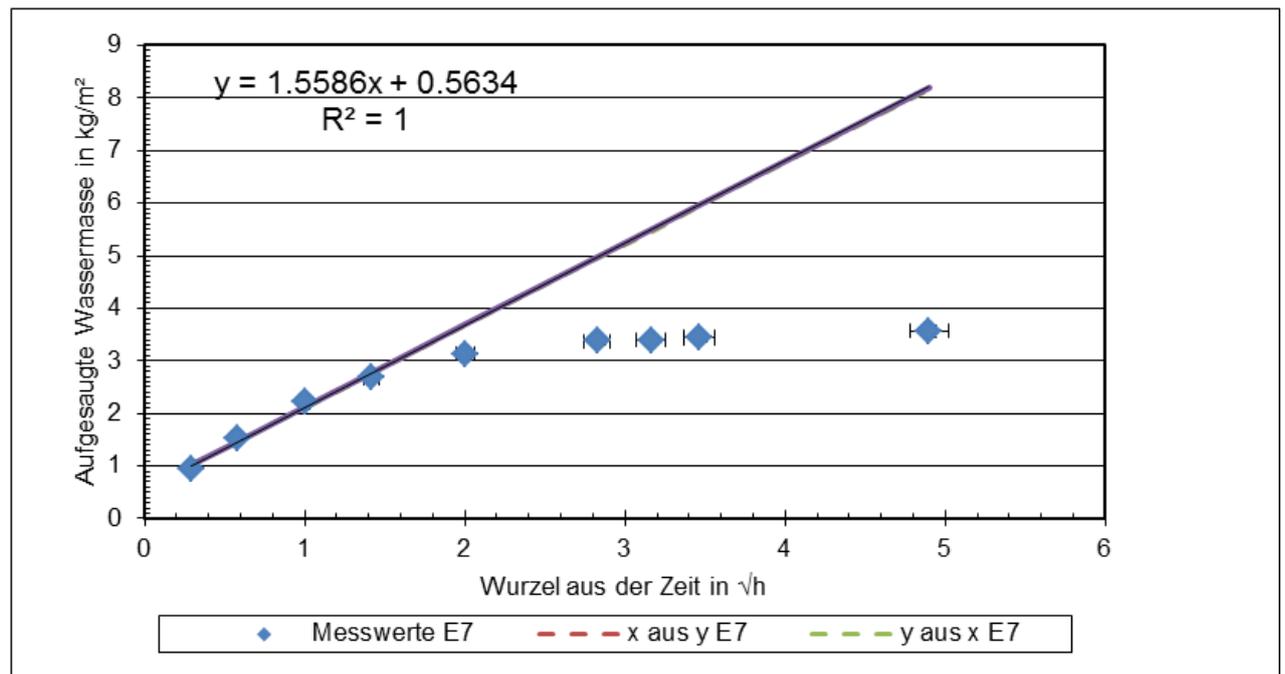
Labormessung L6:

Objekt Lachen										Messprotokoll Stand 24.8.15									
Fassade Nord					Kommentar: Labormessung					Lufttemperatur 23									
Nr. 6					Messdati 15.10.2015 - 16.10.2015					rel. Luftfeuchte 50									
Karsten'sches Prüfrohr		t in min	vt in vh	x aus y		m in g		kg/m ²		y aus x		FVM							
n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\bar{x}(y_i)$	s _{x(y)} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{y(x)} ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{y(x)} ²	x _i y _i						
1	5.00	0.28868	0.001	0.0833	0.252	0.0026	1.42	0.943216	0.1525	0.889657	1.0086	0.0056	1.0044	0.007977	0.2723				
1	20.00	0.57735	0.0005	0.3333	0.609	0.0011	2.26	1.501175	0.2426	2.253527	1.4548	0.0029	1.45289	0.004136	0.8667				
Messgenauigkeiten		1	60.00	1	0.0003	1	1.052	0.0012	3.3	2.191982	0.3542	4.804784	2.1081	0.0026	2.10953	0.003679	2.192		
Zeit in s		2	120.00	1	1.41421	0.0002	2	1.367	0.0024	4.04	2.683517	0.4336	7.201264	2.7484	0.0065	2.75307	0.009191	3.7951	
Masse in g		0.01	240.00	2	0.0001	4	1.541	0.0036	4.45	2.955854	0.4776	8.737074	3.6539	0.0191	3.66317	0.027056	5.9117		
Fläche in m ²		0.000243	1	480.00	2.82843	1E-04	8	1.609	0.0041	4.61	3.062132	0.4948	9.376653	4.9345	0.0512	4.95024	0.07246	8.661	
Prüffläche		0.001505	1	600.00	3.16228	9E-05	10	1.626	0.0042	4.65	3.088702	0.4991	9.540077	5.4506	0.0689	5.46892	0.097427	9.7673	
	1	720.00	3.4641	8E-05	12	1.639	0.0043	4.68	3.108629	0.5023	9.663572	5.9171	0.0872	5.93785	0.123298	10.769			
	1	1440.00	4.89898	6E-05	24	1.707	0.0049	4.84	3.214907	0.5195	10.33562	8.1351	0.2044	8.16712	0.289124	15.75			
Summen		4	3.280239		3.4167			7.3198905		15.149232						7.12604			
Mittelwert \bar{x}, \bar{y}			0.82006					1.8299726											
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²			0.242225					0.5847											
Emp. Standardabweichung s _x , s _y			0.492164					0.7646422											
Emp. Kovarianz s _{xy}																0.37443			
Emp. linearer Korrelationskoeffizient		0.994952	Emp. Bestimmtheitsmass r ²		0.9899	u =		2											
Regressionsgeraden										FVM									
y aus x					x aus y					Verhältnis der Restvarianzen									
Steigung b _{yx}		1.545791	Steigung b _{xy}		0.6404	Steigung b _{yx}		1.5536											
Achsenabschnitt a _{yx}		0.562331	Achsenabschnitt a _{xy}		-0.3519	Achsenabschnitt a _{yx}		0.5559											
Emp. Restvarianz s _e ²		0.008832	Emp. Restvarianz s _d ²		0.0037	Emp. Restvarianz s _e ² +s _d ²		0.0125											
Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.01215	Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0021	Emp. Varianz der Steigung s _b ²		0.0172											
Emp. Varianz Mittelwert s _{y(x=0)}} ²		0.01038	Emp. Varianz Mittelwert s _{x(y=0)}} ²		0.0079	Emp. Varianz s _{y(x=0)}} ²		0.0147											
Wasseraufnahmekoeffizient W_w = (1.5536 +/- 0.564125 (95%) kg/(m²·h)																			



Labormessung L7:

Objekt Lachen										Messprotokoll Stand 24.8.15									
Fassade Nord					Kommentar: Labormessung					Lufttemperatur 23									
Nr. 7					Messdati 15.10.2015 - 16.10.2015					rel. Luftfeuchte 50									
Karsten'sches Prüfröh										FVM									
n	t in min	Vt in Vh	x aus y			m in g			kg/m ²			y aus x							
	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\hat{x}(y_i)$	$s_{\hat{x}(y_i)}$	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}$	$\hat{y}(x_i)$	$s_{\hat{y}(x_i)}$	x _i y _i						
1	5.00	0.28868	0.001	0.0833	0.245	0.0038	1.76	0.938763	0.1219	0.881276	1.0194	0.0083	1.01331	0.01167	0.271				
1	20.00	0.57735	0.0005	0.3333	0.619	0.0016	2.86	1.52549	0.198	2.327118	1.466	0.0043	1.46324	0.00605	0.8807				
1	60.00	1	0.0003	1	1.06	0.0018	4.16	2.218894	0.2879	4.92349	2.1199	0.0038	2.12198	0.005383	2.2189				
2	120.00	1.41421	0.0002	2	1.356	0.0035	5.03	2.682941	0.3481	7.198175	2.7607	0.0095	2.76757	0.013447	3.7943				
1	240.00	2	0.0001	4	1.645	0.0064	5.88	3.136321	0.4069	9.83651	3.667	0.028	3.68057	0.039582	6.2726				
1	480.00	2.82843	1E-04	8	1.798	0.0084	6.33	3.376346	0.4381	11.39971	4.9487	0.0751	4.97175	0.106007	9.5497				
1	600.00	3.16228	9E-05	10	1.808	0.0086	6.36	3.392347	0.4402	11.50802	5.4652	0.101	5.49209	0.142534	10.728				
1	720.00	3.4641	8E-05	12	1.842	0.0091	6.46	3.445686	0.4471	11.87275	5.9322	0.1278	5.96251	0.180382	11.936				
1	1440.00	4.89898	6E-05	24	1.92	0.0103	6.69	3.568365	0.463	12.73323	8.1521	0.2996	8.1989	0.422983	17.481				
Summen		4	3.280239		3.4167			7.3660876		15.330059					7.16489				
Mittelwert \bar{x}, \bar{y}			0.82006					1.8415219											
Empirische Varianz s_x^2, s_y^2			0.242225					0.5884											
Emp. Standardabweichung s_x, s_y			0.492164					0.7670825											
Emp. Kovarianz s_{xy}															0.37475				
Emp. linearer Korrelationskoeffizient		0.992639	Emp. Bestimmtheitsmass r^2		0.9853	u =		2											
Regressionsgeraden										FVM									
y aus x										Verhältnis der Restvarianzen									
Steigung b_{yx}		1.54712	Steigung b_{xy}		0.6369	Steigung b'_{yx}		1.5586	Achsenschnitt a_{yx}		0.5634	Emp. Restvarianz $s_d^2 + s_g^2$		0.0183					
Achsenschnitt a_{yx}		0.572791	Achsenschnitt a_{xy}		-0.3528	Achsenschnitt a'_{yx}		0.5634	Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.003	Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.0251					
Emp. Restvarianz s_d^2		0.012946	Emp. Restvarianz s_d^2		0.0053	Emp. Restvarianz $s_d^2 + s_g^2$		0.0183	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.0116	Emp. Varianz $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.0215					
Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.01782	Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.003	Emp. Varianz der Steigung s_b^2		0.0251	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.0116	Emp. Varianz $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.0215					
Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.01522	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.0116	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.0215	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.0116	Emp. Varianz Mittelwert $s_{\hat{y}(x_i)}$		0.0215					
Wasseraufnahmekoeffizient $W_w = (1.5586 +/- 0.682329 (95\%) \text{ kg/(m}^2\sqrt{\text{h}}$																			



Labormessung L8:

Objekt Lachen										Messprotokoll Stand 24.8.15									
Fassade Nord					Kommentar: Labormessung					Lufttemperatur 23									
Nr. 8					Messdati 15.10.2015 - 16.10.2015					rel. Luftfeuchte 50									
Karsten'sches Prüfröh		t in min	vt in vh	x aus y		m in g		kg/m ²		y aus x		FVM							
n	x _i	+/-x _i	x _i ²	$\bar{x}(y_i)$	s _{x(y)} ²	y _i	+/-y _i	y _i ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{$\hat{y}(x_i)$} ²	$\hat{y}(x_i)$	s _{$\hat{y}(x_i)$} ²	x _i y _i						
1	5.00	0.28868	0.001	0.0833	0.276	0.0003	1.71	0.731636	0.0763	0.535292	0.7523	0.0006	0.75177	0.000908	0.2112				
1	20.00	0.57735	0.0005	0.3333	0.586	0.0001	2.8	1.198001	0.1248	1.435206	1.185	0.0003	1.18478	0.000471	0.6917				
Messgenauigkeiten	1	60.00	1	0.0003	1	1.02	0.0001	4.32	1.848344	0.1924	3.416376	1.8186	0.0003	1.81875	0.000419	1.8483			
Zeit in s	2	120.00	1.41421	0.0002	2	1.399	0.0003	5.65	2.417395	0.2516	5.843797	2.4395	0.0007	2.44007	0.001047	3.4187			
Masse in g	0.01	240.00	2	0.0001	4	1.935	0.0009	7.53	3.221767	0.3353	10.37978	3.3177	0.0021	3.31874	0.003081	6.4435			
Fläche in m ²	0.000243	1	480.00	2.82843	1E-04	8	2.702	0.0022	10.22	4.372703	0.4551	19.12053	4.5596	0.0057	4.56138	0.008251	12.368		
Prüffläche	0.002337	1	600.00	3.16228	9E-05	10	2.887	0.0027	10.87	4.650811	0.484	21.63004	5.06	0.0077	5.06215	0.011093	14.707		
	1	720.00	3.4641	8E-05	12	2.984	0.0029	11.21	4.796282	0.4992	23.00432	5.5125	0.0097	5.51488	0.014039	16.615			
	1	1440.00	4.89898	6E-05	24	3.103	0.0033	11.63	4.975982	0.5179	24.7604	7.6635	0.0228	7.66719	0.032921	24.377			
Summen	4	3.280239		3.4167				6.195376		11.230671					6.16993				
Mittelwert \bar{x}, \bar{y}		0.82006						1.548844											
Empirische Varianz s _x ² , s _y ²		0.242225						0.5450											
Emp. Standardabweichung s _x , s _y		0.492164						0.7382411											
Emp. Kovarianz s _{xy}															0.36312				
Emp. linearer Korrelationskoeffizient	0.999398	Emp. Bestimmtheitsmass r ²	0.998	u =	2														
Regressionsgeraden																			
y aus x																			
Steigung b _{yx}	1.499088																		
Achsenabschnitt a _{yx}	0.319502																		
Emp. Restvarianz s _d ²	0.000985																		
Emp. Varianz der Steigung s _b ²	0.00136																		
Emp. Varianz Mittelwert s _{y(x=n)}} ²	0.00116																		
x aus y																			
Steigung b _{xy}									0.6663										
Achsenabschnitt a _{xy}									-0.2119										
Emp. Restvarianz s _d ²									0.0004										
Emp. Varianz der Steigung s _b ²									0.0003										
Emp. Varianz Mittelwert s _{y(x=n)}} ²									0.0008										
Wasseraufnahmekoeffizient W _w = (1.5 +/-	0.190357	(95%)	kg/(m ² ·h)						

