

18.04.2007

Untersuchungsbericht

Objekt: Evangelische Kirche Völschow, freistehend

Anschrift: Evangelische Kirche
Dorfstrasse
17129 Völschow

Auftraggeber: „Einfach gut Gebaut“
Herr Ingo Rhein
Bäderstraße 19
18375 Born a. Darß

Untersuchungsauftrag

1. Feuchteanalyse eines Kirchengebäudes nach Einsatz eines Sockelleistenheizsystems im Altarraum der Kirche
2. Begleitende Messungen der Wandfeuchteentwicklung an mehreren Außenwandflächen in verschiedenen Bauteiltiefen
3. Langzeitmessung der Raumklimadaten im Altarraum und im Kirchenschiff
4. Bewertung der Wirksamkeit des Heizsystems zur Raumbeheizung und zur Konservierung der historischen Bausubstanz

Der Untersuchungsbericht wurde am 18.04.2007 erstellt und umfasst 15 Seiten einschließlich dem Deckblatt.

Inhaltsübersicht:

1. Aufgabenstellung
2. Bauliche Grundlagen vor Ort
3. Verwendete Messtechnik
4. Messergebnisse Raumklimaanalyse / Materialfeuchteanalyse
5. Zusammenfassung der Ergebnisse



1. Aufgabenstellung:

Messort: Kirchengebäude Völschow

Datum 02.10.2006, 11.00 – 14.00 Uhr (Messtag 1)
Anwesende Personen während der Untersuchung:
Herr Kuhl, Herr Dipl. Ing. Ulrich vom Schloß, Herr Steffen Sabin

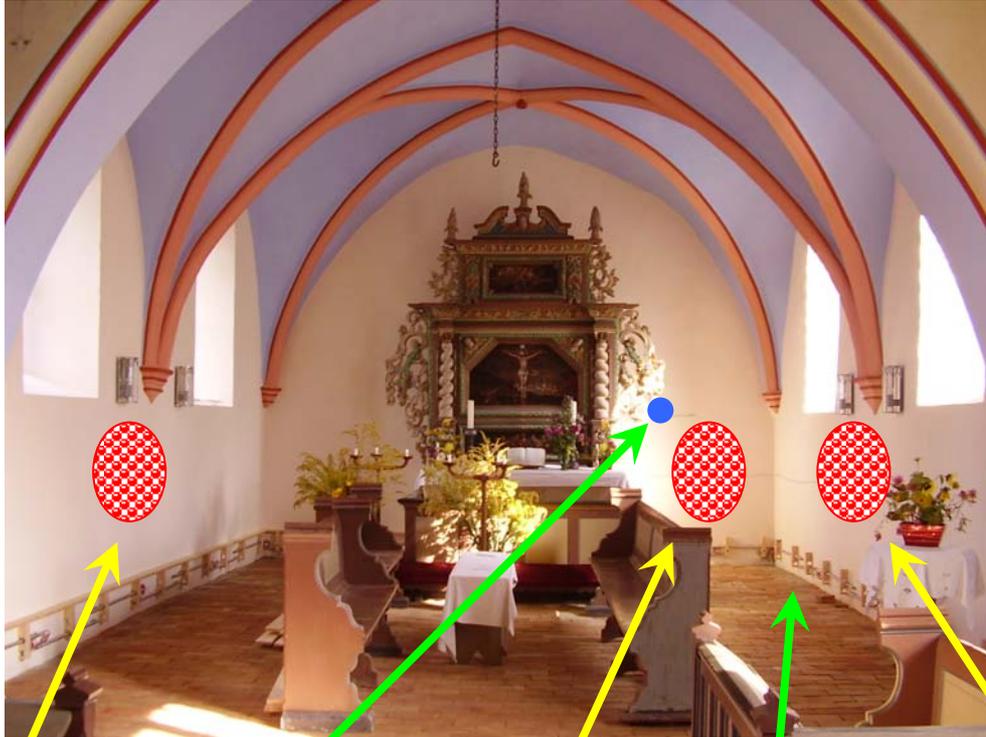
Datum 17.04.2007, 11.00 – 14.00 Uhr (Messtag 2)
Anwesende Personen während der Untersuchung:
Herr Bünsow, Herr Dipl. Ing. Ulrich vom Schloß, Herr Steffen Sabin

Während der Ortsbegehungen sollte durch Messungen der bauphysikalischen Randbedingungen (relativer und absoluter Feuchtegehalt der Raumluft, absoluter Wassergehalt der Außenwände des Altarraumes und des Kirchenschiffs in 2 cm Tiefe und in 25 cm Tiefe sowie der Wandflächentemperaturen) eine Bestandsaufnahme zum aktuellen Feuchtegehalt der Wandkonstruktion durchgeführt werden. Über den Zeitraum vom 02.10.2006 bis zum 17.04.2007 sollte der Verlauf der Raumklimazustände und der Wandfeuchten in beiden Gebäudeteilen gemessen werden. Es galt nachzuweisen, ob der Einbau und der Betrieb einer Wandtemperierheizungsanlage im Altarraum zu einer signifikanten Verbesserung der raumklimatischen Bedingungen sowie zur Abtrocknung der Außenwände führen kann. Der Kirchenbetreiber (Pfarramt Katlow) strebte durch die Installation einer Wandtemperierheizung eine Erhöhung der Raumtemperatur zur Verbesserung des Wohlbefindens der Altarraumnutzer als auch eine verringerte Feuchtebelastung der Außenwände und der restaurierten Einbauten aus konservatorischen Gründen an. Als Referenz bei dieser Untersuchung dienten das Raumklima und die Wandflächen des unbeheizten Kirchenschiffes der Kirche Völschow.

Auf den nachfolgend abgebildeten Fotos sind die Messpunkte und die während des Messzeitraumes vermessenen Wandflächen entsprechend markiert.

Anordnung der Messfelder

Foto Altarraum



Wandfeuchte-Messfeld
Wandfeuchte-Messfeld
Altarraum
Nord
Süd

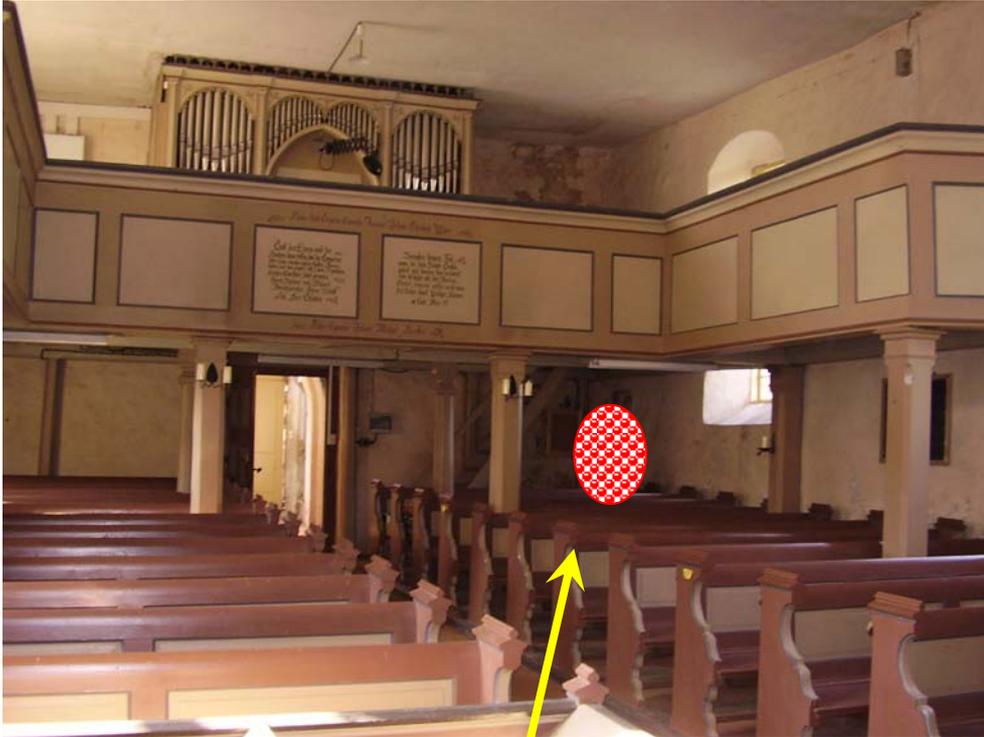
Messpunkt
Altar
Raumklima
+ Wandtemperatur

Wandfeuchte-Messfeld
Altarraum
Ost

Sockelleistenheizung

Altarraum

Foto Kirchenschiff



Wandfeuchte-Messfeld
Kirchenschiff Nord (Referenzwand)

Foto Kirchenschiff (Kanzelbereich)



Messpunkt
Kanzel
Raumklima + Wandtemperatur

Putzschäden des Kalk- Bestandputzes
im Kirchenschiff (Kanzelbereich)

2. Bauliche Grundlagen vor Ort

Bei dem zu untersuchenden Gebäude handelt es sich um eine in Feldstein- Massivbauweise errichtete Kirche im Ort Völschow in Mecklenburg- Vorpommern. Die zu bewertenden Außenwände des Gebäudes wurden in Mischmauerwerksbauweise errichtet. Es wurden Vollziegel verschiedener Rohdichte und Formate sowie Feldsteine verschiedener Gesteinsarten und Größe mittels Kalkmörtel vermauert. Diese Wandkonstruktion ist im Innenraumbereich mit einem Kalkputz versehen, welcher im April 2006 (nur im Altarraum) neu aufgebracht wurde, nachdem der vorhandene Putz durch die Einwirkung von Kondensationsfeuchtigkeit und/oder aufsteigender Feuchtigkeit zermürbt und abgesprengt wurde. Die Außenwände haben im untersuchten Bereich (34 bis 167 cm über dem Fußboden der Räume) eine Wandstärke von ca. 105 cm. Die Fenster im Altarraum bestehen aus bleiverglasten Einzelscheiben mit ca. 3 mm starkem Einfachglas. Das Raumvolumen des Altarraumes beträgt ca. 188 m³. Das Raumvolumen des unbeheizten Kirchenschiffes beträgt ca. 577 m³. Im Oktober 2006 wurde eine Wandtemperierheizung (Sockelheizleiste elektrisch, installierte Heizleistung 9000 Watt) im neu sanierten Altarraum in Betrieb genommen. Das Kirchenschiff mit der Kanzel, dem Gestühlbereich und der Orgel wurden im bisherigen unbeheizten Zustand belassen (nur bei Veranstaltungen wird eine Bankbeheizung im Gestühlbereich eingeschaltet). Aus Kostengründen konnte der Altarbereich vom Kirchenschiffbereich noch nicht wie geplant durch eine Glaswand abgetrennt werden. Die vorgenommene Heizlastberechnung des Altarraumes ergab eine Normheizlast des Raumes von 8993 Watt nach DIN.

Bei abgetrenntem Altarraum mittels Glaswand vom Kirchenschiff wäre die installierte Wandheizung rechnerisch in der Lage den Altarraum auf ca. 18°C (bei -12 °C Außentemperatur) zu erwärmen.

3. Messtechnik

Zur Anwendung kamen bei diesem Objekt folgende Messgeräte bzw. Analyseverfahren:

- Zur Messung der Temperaturen ein Infrarotmessgerät der Firma Raytek des Typs Raynger ST 60 sowie ein Messgerät des Herstellers Testo vom Typ 405 V1
- Zur Messung der Luftfeuchten ein Messgerät der Firma Lufft vom Typ E 200
- Zur Messung der Materialfeuchte- Konzentration das Gerät MOIST 200 des Herstellers HF – Sensor GmbH
- Datenlogger der Serie HOBO U 12 zur Erfassung der Raumlufttemperaturen, der relativen Raumluftfeuchten und der Wandoberflächentemperaturen (Auflösung Temperaturmessbereich 0,03°C bei 20°C und Messungengenauigkeit +-0,35 °C, Auflösung Feuchtemessbereich 0,02 % bei 20°C und Messungengenauigkeit +-2,5%)

4. Untersuchungsergebnisse Raumklimaanalyse und Materialfeuchteanalyse :

Am Tag der Messung ließen sich im Objekt nachfolgende Messergebnisse feststellen:

Die Messung der bauphysikalischen Randbedingungen ergab folgende Werte:

Messtag 1 am 02.10.2006 13.00 Uhr

1. Außentemperatur 17,7 °C
2. Außenluftfeuchte relativ 69,1 %
3. Außenluftfeuchte absolut 10,4 g/m³
4. Innenraumtemperatur + 18,8 °C
5. Innenraumluftfeuchte relativ 69,8 %
6. Innenraumluftfeuchte absolut 11,0 g/m³
7. Luftdruck 1004 Pascal
8. Wetterlage wolkig, windig, vereinzelt Regen
(alle Messwerte gemessen in 1,20 m Höhe über Boden)

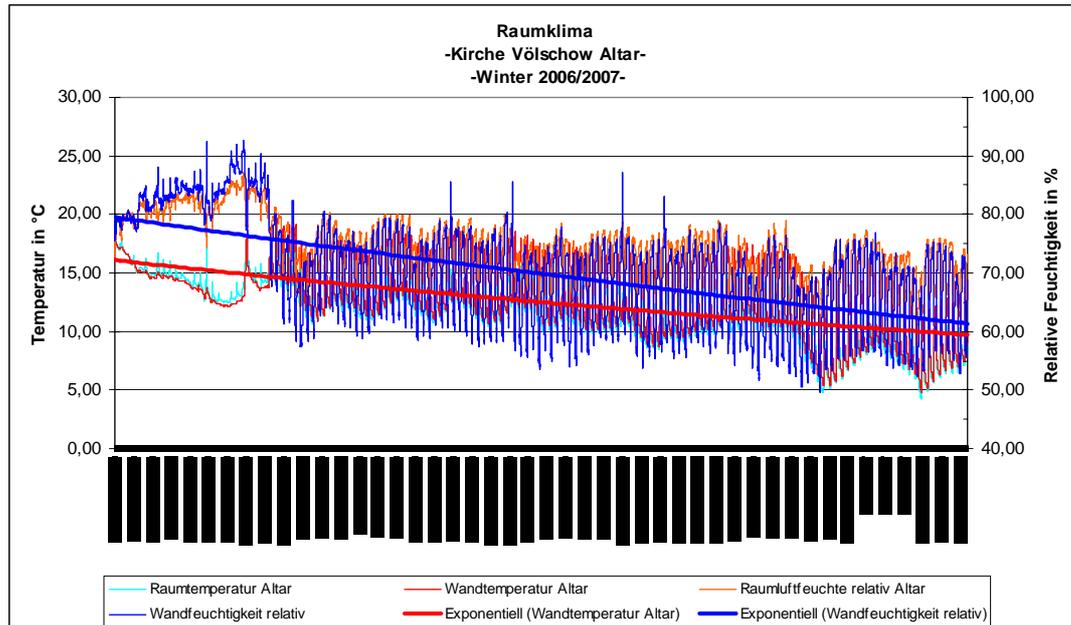
Messtag 2 am 17.04.2007 12.00 Uhr

1. Außentemperatur 14,8 °C
2. Außenluftfeuchte relativ 55,6 %
3. Außenluftfeuchte absolut 6,9 g/m³
4. Innenraumtemperatur + 16,9 °C
5. Innenraumluftfeuchte relativ 68,6 %
6. Innenraumluftfeuchte absolut 8,6 g/m³
7. Luftdruck 1015 Pascal
8. Wetterlage sonnig, windig
(alle Messwerte gemessen in 1,20 m Höhe über Boden)

Raumklima Messergebnisse:

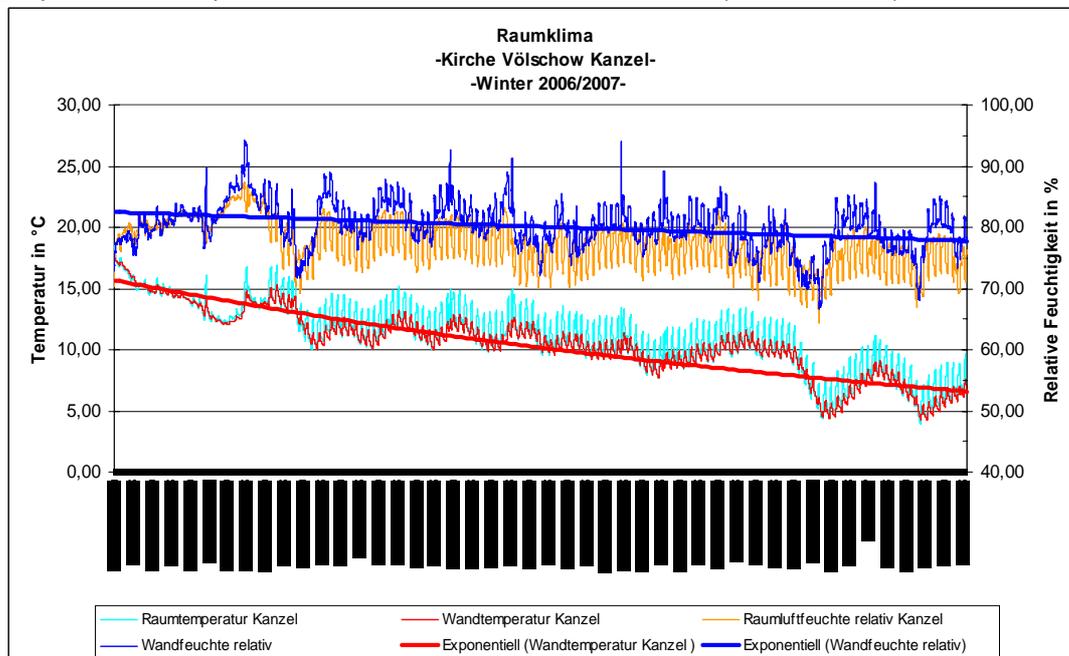
Die über den gesamten Messzeitraum (02.10.2006 bis 17.04. 2007) erfassten Werte der Raumtemperatur, der relativen Raumlftfeuchte und der Wandoberflächentemperatur sowohl im Altarraum als auch im Kirchenschiff (Kanzelbereich) ergaben nachfolgende Ergebnisse:

Graphik Raumtemperatur und Wandfeuchte im Altarraum



- Die mittlere Raumtemperatur im beheizten Altarraum sank von 16 °C auf 10 °C (**rote Trendlinie**)
- Die relative Feuchtigkeit der Wandoberfläche (Ostwand) im beheizten Altarraum sank von anfänglich 80 % auf 62 % (**blaue Trendlinie**)

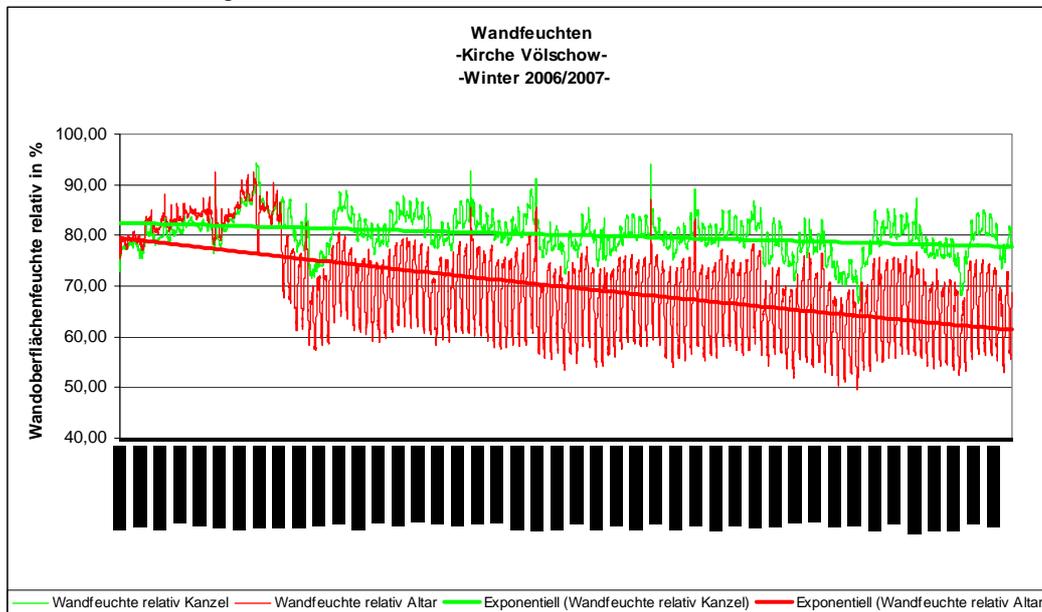
Graphik Raumtemperatur und Wandfeuchte im Kirchenschiff (Kanzelbereich)



- Die mittlere Raumtemperatur im unbeheizten Kirchenschiff sank von 16 °C auf 7 °C (**rote Trendlinie**)
- Die relative Feuchtigkeit der Wandoberfläche (Referenz- Nordwand) im unbeheizten Kirchenschiff sank von anfänglich 82 % auf 78 % (**blaue Trendlinie**)

Wand- Oberflächenfeuchte Messergebnisse:

Graphik relative Feuchtigkeit der Wandoberflächen im Altarraum und im Kirchenschiff



Eine direkte Gegenüberstellung der relativen Wandoberflächenfeuchten im beheizten Altarraum und im unbeheizten Kirchenschiff zeigt sehr deutlich den Einfluss der Temperierheizung im Altarraum. Unter dem Einfluss der Temperierheizung sank die relative Wandoberflächenfeuchte im Altarraum sehr deutlich von 80 % auf ca. 62 % ab (**rote Trendlinie**). Diese Messwerte zeigen, dass die anfallende Menge an Kondensationsfeuchtigkeit aus der Raumluft nicht mehr ausreicht um mikrobiologisches Wachstum von Schimmelpilzen und Bakterien zu ermöglichen.

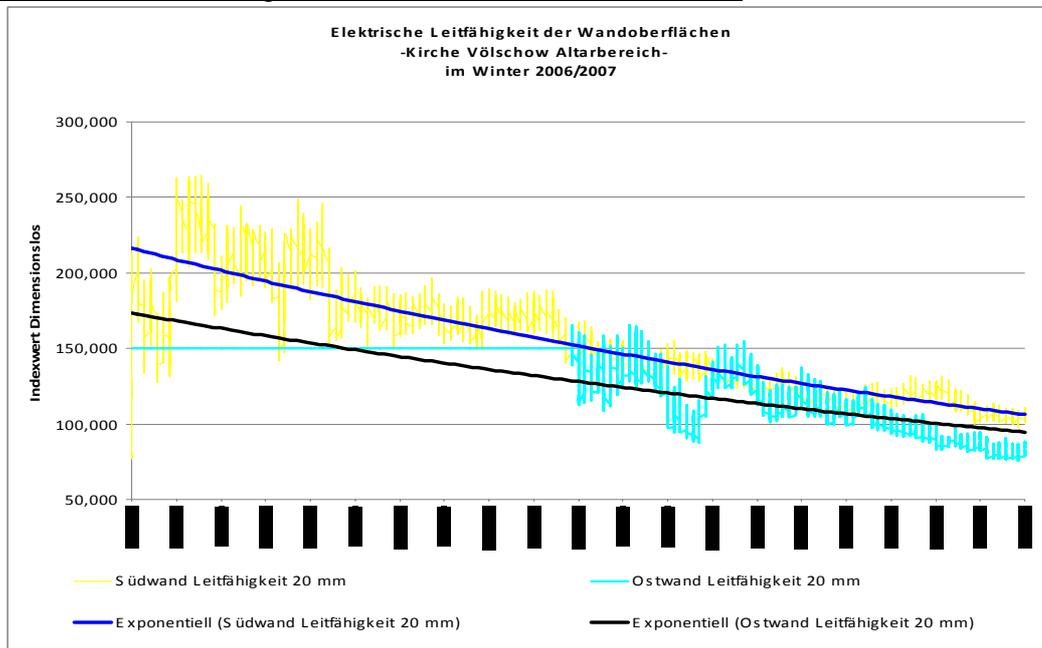
Hingegen verringerte sich die relative Wandoberflächenfeuchte im unbeheizten Kirchenschiff von 82 % auf nur 78 % (**grüne Trendlinie**). Diese sehr hohe Wandoberflächenfeuchte ermöglicht sowohl das Wachstum von Schimmelpilzen auf der Wand als auch die hygroscopische Feuchteaufnahme von im Mauerwerk und im Putz enthaltenen Salzen.

Wenn diese gelösten Salze dann in den Sommer- und Herbstmonaten wieder teilweise auskristallisieren vergrößern sie ihr Volumen und können dann zu den bekannten Putzzermürbungen und Putzabplatzungen führen.

Elektrische Leitfähigkeit Außenwände Messergebnisse:

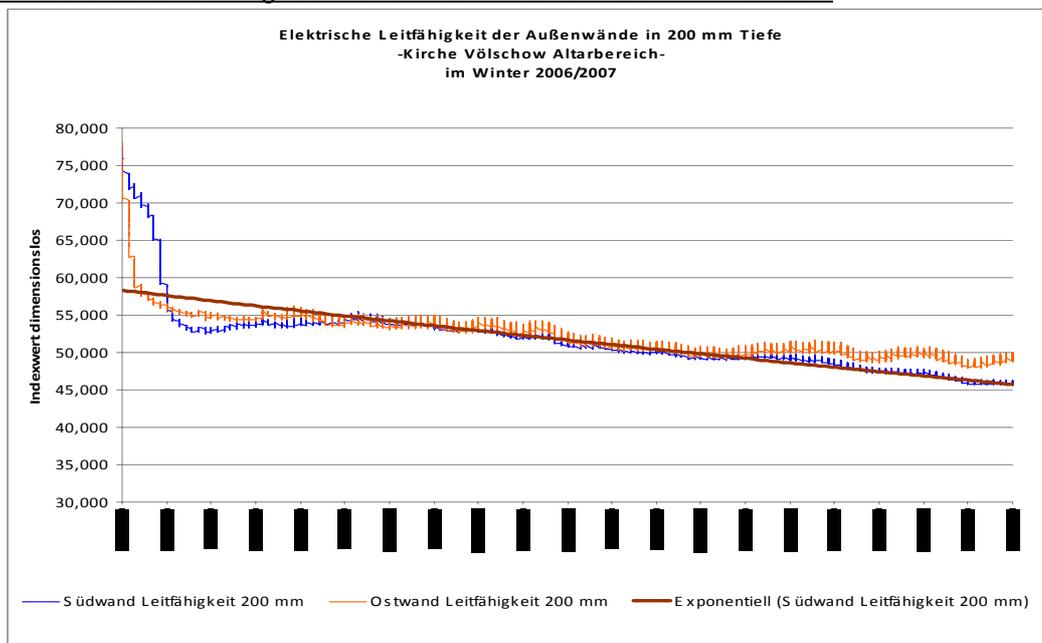
Begleitend zu den Raumklimamessungen wurde im Altarraum mittels Langzeitdatenaufzeichnung die elektrische Leitfähigkeit der Außenwände ermittelt (indirekte Messung des Wassergehaltes der Wandkonstruktion). Diese Messungen wurden einmal im Wandputz (1 cm Tiefe) als auch in einer Wandtiefe von 20 cm durchgeführt. Eine Beeinflussung der Leitfähigkeitsentwicklung durch Bausalze ist auszuschließen, da während des Messzeitraumes auf Grund der geringen Wandfeuchtigkeiten keine neuen Schadsalze aktiviert werden konnten.

Graphik elektrische Leitfähigkeit der Wandoberflächen im Altarraum



Die graphische Auswertung der Messergebnisse zeigt deutlich den Einfluss der Wandtemperierheizung im Altarraum. Die Verringerung der elektrischen Leitfähigkeit in der Putzschicht der Süd – und Ostwand des Altarraumes ist auf eine deutliche Reduzierung des Feuchtegehaltes der Wand zurückzuführen.

Graphik elektrische Leitfähigkeit in einer Wandtiefe von 20 cm im Altarraum



Auch die Messergebnisse in einer Wandtiefe von 200 mm zeigen eine (jedoch etwas geringere) absinkende Wandfeuchtekonzentration in den beheizten Wandflächen an. Diese Ergebnisse belegen, dass auch eine Abtrocknung der tieferen Wandschichten

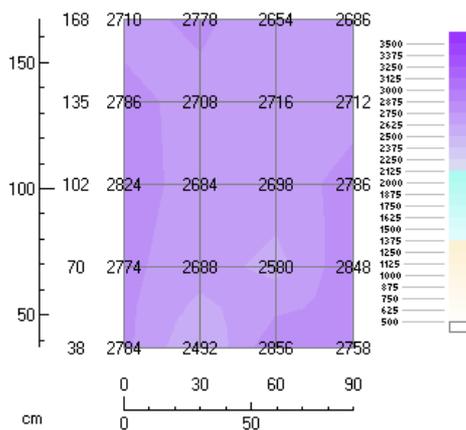
durch eine Wandtemperierung möglich ist, und das obwohl die Schlagregen- Beeinflussung der Außenwände in den Monaten Oktober bis April am höchsten war.

Wandfeuchte Messergebnisse:

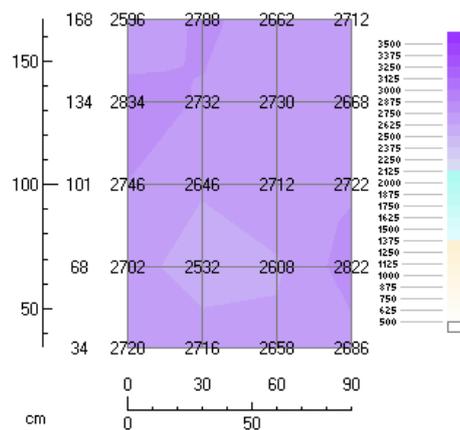
Die Messungen der Wandfeuchtegehalte im beheizten Altarraum und im unbeheizten Kirchenschiff (Referenzfläche) mittels modernster Mikrowellenmesstechnik zeigen die Veränderung des Wassergehaltes der einzelnen Wandschichten mit Hilfe einer Falschfarbendarstellung direkt an.

Die Farbintensität der Graphiken stellt das Maß für den Wassergehalt der Wandkonstruktion dar. Da das Mauerwerk der Kirchenwände in Mischbauweise errichtet wurde, wurde die Indexmessfunktion verwendet. Der absolute Wassergehalt lässt sich auf Grund der Vielzahl von Ziegel- und Feldsteinarten nur als dimensionslose Größe ermitteln.

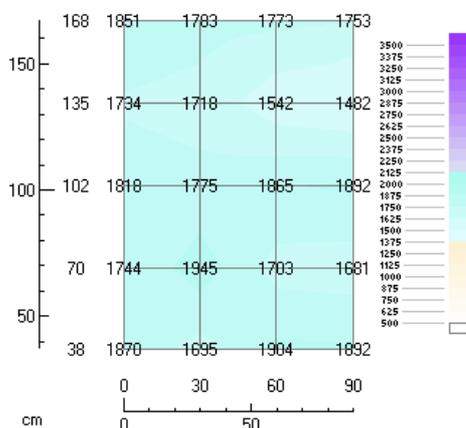
Altarraum Nordwand



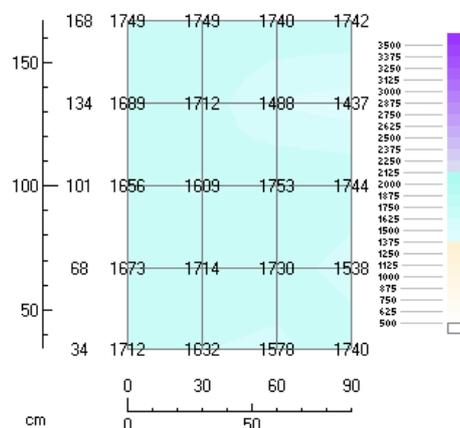
Wandoberfläche Messbeginn



Wandoberfläche Messende



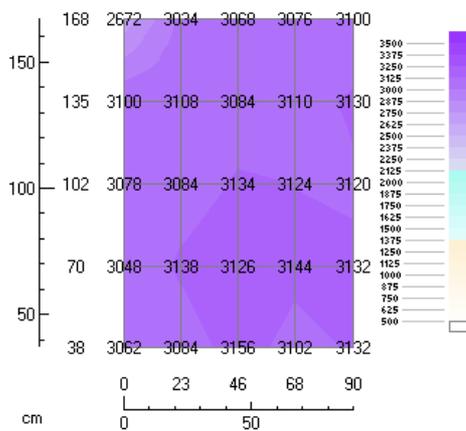
Wandtiefe 250 mm Messbeginn



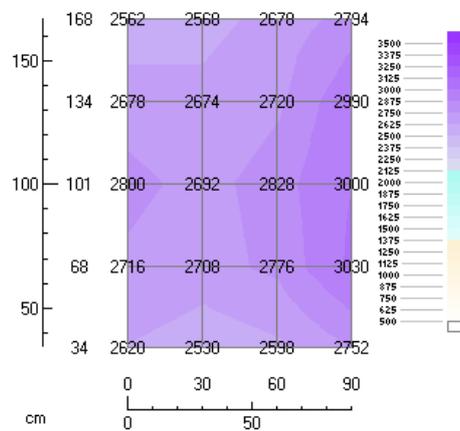
Wandtiefe 250 mm Messende

An der Nordwand des beheizten Altarraumes ist die Abnahme der Wandfeuchtigkeit sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe von 250 mm gering. Die Oberflächenfeuchtigkeit hat sich um ca. 1,1 % verringert. Der Wassergehalt in einer Wandtiefe von 250 mm hat sich um ca. 6,1 % verringert.

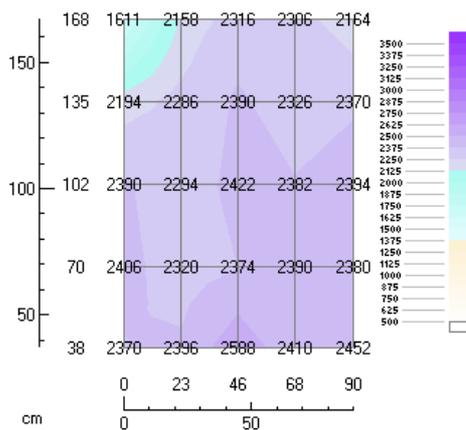
Altarraum Ostwand



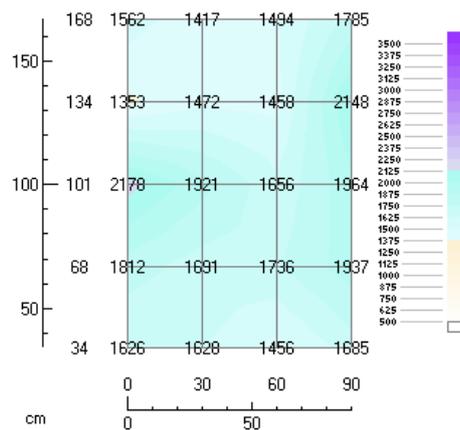
Wandoberfläche Messbeginn



Wandoberfläche Messende



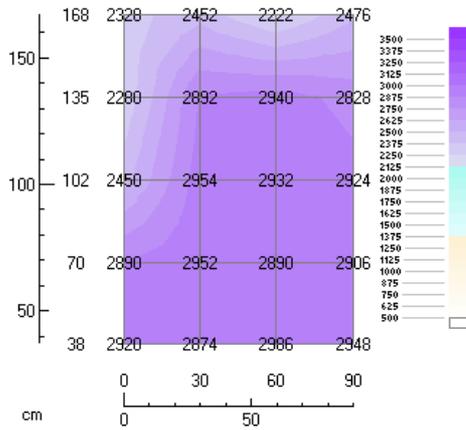
Wandtiefe 250 mm Messbeginn



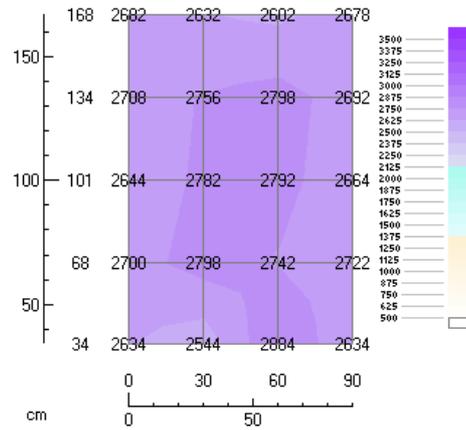
Wandtiefe 250 mm Messende

An der Ostwand des beheizten Altarraumes ist die Abnahme der Wandfeuchtigkeit sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe von 250 mm sehr deutlich an Hand der Farbintensitäten in den Graphiken zu erkennen.

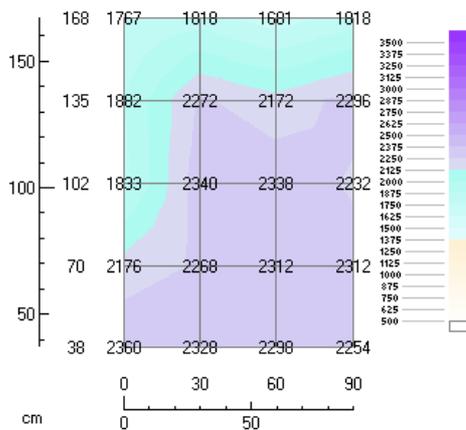
Altarraum Südwand



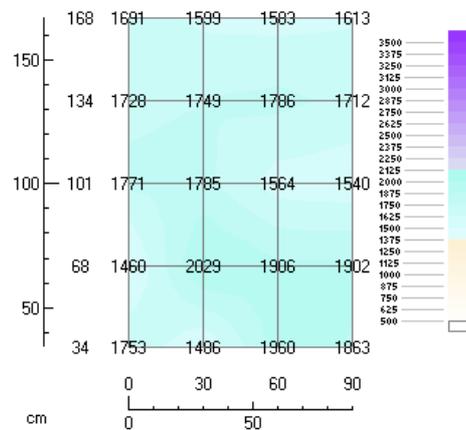
Wandoberfläche Messbeginn



Wandoberfläche Messende



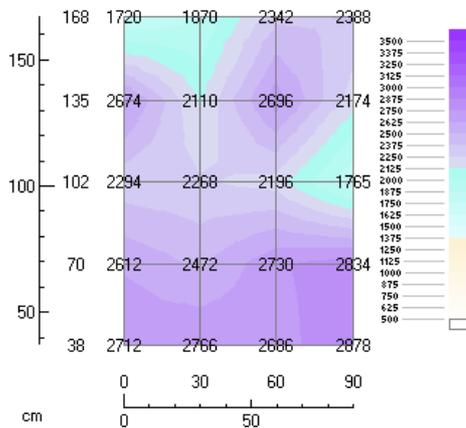
Wandtiefe 250 mm Messbeginn



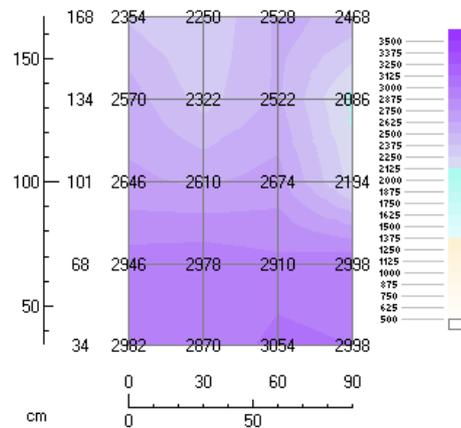
Wandtiefe 250 mm Messende

An der Südwand des beheizten Altarraumes ist eine auffällige Abnahme der Wandfeuchtigkeit wie auch an der Ostwand sowohl an der Oberfläche als auch in der Tiefe von 250 mm sehr deutlich an Hand der Farbintensitäten in den Graphiken zu erkennen.

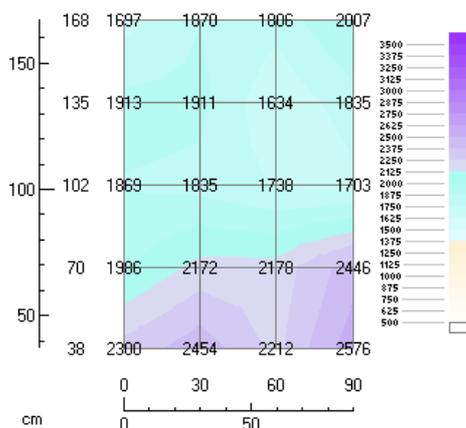
Kirchenraum Nordwand



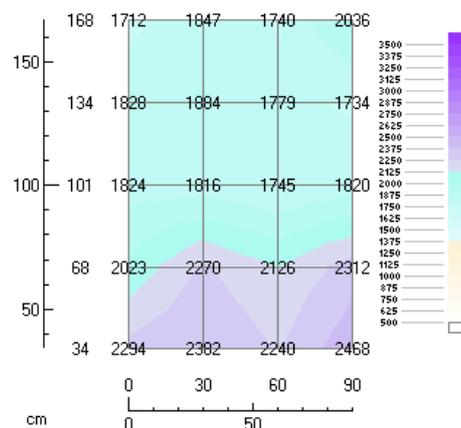
Wandoberfläche Messbeginn



Wandoberfläche Messende



Wandtiefe 250 mm Messbeginn



Wandtiefe 250 mm Messende

An der Nordwand im unbeheizten Kirchenschiff stellt sich der Verlauf der Wasserkonzentration in der Außenwand jedoch deutlich anders dar als im beheizten Altarraum. An der Wandoberfläche ist eine Zunahme der Wasserkonzentration zu erkennen. Dieses Messergebnis lässt sich durch den jahreszeitlich bedingten Verlauf des Außenklimas erklären. Die Kondensation von Wasserdampf aus der Raumluftfeuchtigkeit ist in den Monaten des Frühjahres und des Sommers am höchsten, da die sehr massiven Außenwände nicht direkt von der Sonne bestrahlt werden können und somit eine längere Zeit benötigen um sich nach den Wintermonaten wieder zu erwärmen. Die gemessene Wandtemperatur ist im Kirchenschiff um 2,7 °C geringer als an der vergleichbaren Nordwand des Altarraumes. Daraus ergibt sich die gemessene höhere Feuchteabscheidung durch Kondensation an dieser Wandfläche. In der Wandtiefe von 250 mm hat sich die Wasserkonzentration hingegen über den gesamten Messzeitraum nicht verringert.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse:

Im Kirchengebäude Völschow sollte über einen Zeitraum von Herbst 2006 bis Frühjahr 2007 untersucht werden ob der Einbau und das Betreiben einer Sockelleistenheizung im Altarraum zu einer Verbesserung des empfundenen Raumklimas und zu einer nachweislichen Reduzierung der Wandfeuchtigkeit in diesem Gebäudeteil führen kann. Als Vergleichs -Messobjekt sollte der unbeheizte Teil des Kirchenschiffes mit dem Gestühlbereich, der Kanzel und der Orgel dienen.

Mit Hilfe drei verschiedener Messverfahren sollte das Ergebnis der Untersuchung dokumentiert und ausgewertet werden. Zur Erfüllung des Messauftrages wurden die Parameter Raumtemperatur, Wandtemperatur und Raumlufffeuchtigkeit, als auch die relative Wandoberflächenfeuchte, die elektrische Leitfähigkeit und der absolute Wassergehalt der Außenwände in verschiedenen Tiefen untersucht und dokumentiert.

Im Ergebnis der Untersuchungen lässt sich klar zeigen, dass:

1. die gemessene mittlere Raumtemperatur im beheizten Gebäudeteil (Altarraum) ca. 3 °C über der Raumtemperatur des unbeheizten Kirchenschiffes lag.
2. die relative Wandoberflächenfeuchte im beheizten Gebäudeteil (Altarraum) von 80 % auf 62 % absank. Im unbeheizten Kirchenschiffes jedoch nur auf 78 %.
3. sich die elektrische Leitfähigkeit (als indirektes Maß des Wassergehaltes) der Außenwände im beheizten Gebäudeteil (Altarraum) sowohl an der Wandoberfläche als auch in der Wandtiefe von 200 mm um insgesamt ca. 35,2 % verringert hat
4. sich die Wasserkonzentration der Außenwände im beheizten Gebäudeteil (Altarraum) signifikant verringert hat, in der Referenzwand des unbeheizten Kirchenschiffes jedoch leicht angestiegen ist.

Somit gilt als messtechnisch nachgewiesen, dass der Betrieb einer fachgerecht montierten Wandtemperierung (Sockelheizleiste) sowohl das Raumklima spürbar verbessert als auch die Feuchtekonzentration und die Kondensation von Raumlufffeuchtigkeit an den beheizten Außenwänden signifikant reduzieren kann.

Das subjektive Empfinden bezüglich des Raumklimas hat sich nach Aussagen der Raumnutzer spürbar verbessert. Gleichzeitig verringerte sich die Feuchtebelastung der Einrichtungsgegenstände und ein Befall mit Schimmelpilzen von Gebäudeflächen ist bei fachgerechter Auslegung, Montage und Betrieb einer solchen Anlage sicher zu verhindern.

Das heizungstechnische Potential der in der Kirche Völschow installierten Anlage wurde jedoch im Untersuchungszeitraum nicht voll ausgenutzt, da die Anlage aus Betriebskosten- Erwägungen nur in den Nachtstunden betrieben wurde.

Für weitere Rückfragen, Beratungen und Messungen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Steffen Sabin und Dipl. Ing. Ulrich vom Schloß

18.04.2007