

Die Raumklima-Analyse vom 01. und 02.09.2005 bei der Deutschen Welle in Bonn

Die durchgeführten Messungen belegen die energetische und Raum klimatisierende Wirkung von ClimateCoating zum einen und die Aussagen zum Produkt im Herstellerprospekt zum anderen.

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung
 2. Messort und -anordnung
 3. Messgerät und –verfahren
 4. Messdurchführung
 - 4.1. Raum A, ClimateCoating beschichtet
 - 4.2. Raum B, ClimateCoating beschichtet
 - 4.3. Raum C, mit Farbe beschichtet
 5. Vergleich Raum B vs. Raum C
 6. Zusammenfassung
-

1. Aufgabenstellung

Die Aufgabe der durchgeführten Messung bestand darin, die im Herstellerprospekt beschriebene Wirkung von ClimateCoating als „energiesparende „Klimaanlage“ für den Sommer“ und zur Erzeugung „gemütliche(r) Wärme im Winter“ messtechnisch zu belegen.

Letztendlich kann es nicht allein darum gehen, es im Gebäude im Winter „warm“ und im Sommer „kühl“ zu haben, sondern das Ziel sollte in einem ganzjährigen Erhalt der Behaglichkeit bestehen. „Sich wohlfühlen ist eine Frage der Atmosphäre. Dazu trägt ClimateCoating entscheidend bei.“

„Die keramische Beschichtung kühlt so ihre Wände, wie auch Ihre Haut durch Schwitzen im Sommer gekühlt wird. Die Wände „strahlen“ eine wohltuende Kühle ab, die den Aufenthalt im Gebäude auch bei hohen Außentemperaturen rund um die Uhr angenehm macht.

Selbst bei Fachleuten übersteigt die Empfehlung des Herstellers das Vorstellungsvermögen, „die Fenster im Sommer ruhig geöffnet (zu) lassen“, um „eine stetige Feuchtigkeitszufuhr über die Außenluft sicherzustellen“. Auch dieser Vorgang sollte messtechnisch erfassbar sein.

Der winterliche Zustand wird wie folgt beschreiben: „Mit ClimateCoating beschichtete Wände bilden eine große keramische Oberfläche und wirken darum in den kalten Monaten wie ein Kachelofen, der seine gemütliche Wärme in den Raum abstrahlt.“ Und „Ausgekühlte Räume werden schneller warm, und im Dauerbetrieb können Sie Ihre Heizung deutlich herunterdrehen.“ (S.06)

Weiterhin ist im Prospekt davon die Rede, dass „ClimateCoating den gesamten Feuchtigkeitsgehalt eines Raumes“ steuert. „Das Membransystem ist so eingestellt, dass sich die Luftfeuchtigkeit im Raum um optimale 55 Prozent bewegt. Um tropisches Raumklima zu verhindern, muss nun nicht mehr ständig gelüftet werden, kurze Lüftungsphasen reichen aus. Dennoch wird das Raumklima nie zu trocken.“ (S. 07)

Die Auswirkungen, hervorgerufen durch einen „Komplex aus verschiedenen physikalischen Effekten, die alle in der dünnen Membran zu finden sind“ (S. 14), waren messtechnisch zu erfassen, um die Aussagen im Prospekt zu überprüfen.

Zudem gibt die Auswertung der Messreihen einen echten Materialvergleich ClimateCoating – Farbe, da in vergleichbaren Räumen unter vergleichbaren Bedingungen gemessen wurde. Gleichzeitig sollte untersucht werden, inwieweit den Aussagen von Farbherstellern bezüglich der Dampfdiffusions-offenheit bezüglich ihrer praktischen Eignung eine Wertigkeit zukommt.

2. Messort und -anordnung

Die Raumklimaanalyse fand in Büroräumen der Deutschen Welle in Bonn (Schürmann-Bau) im Erdgeschoss statt. Gemessen wurde in drei Büroräumen, die hinsichtlich Gebäudegeometrie und Möblierung nahezu identisch sind. Die Außenwand besteht aus gedämmtem Beton (WDVS) und Fensterelementen. Die Innenwände sind Gipskarton-Ständerwerkswände.

Aufstellort des Messgerätes war jeweils der Schreibtisch der mit grauem Teppichboden ausgestatteten Räume. Raum C ist mit einer herkömmlichen weißen Innenfarbe beschichtet (herkömmliche Farbbeschichtung), die Räume A und B wurden in der ersten Augusthälfte 2005 mit ClimateCoating weiß beschichtet – jeweils ca. 50% der gesamten Raumumschließungsflächen (Wände, Decken, Fußboden).

Bei Raum A wurde festgestellt, dass das Aufbringen von ClimateCoating eine fleckige Struktur erzeugte. Dies war ein Hinweis auf einen überdurchschnittlich feuchten Untergrund. Hier wurde kurz darauf noch einmal darübergestrichen, deshalb war die Beschichtung in Raum A nicht so gut ausgetrocknet wie in Raum B, bzw. war der Untergrund noch nicht genügend entfeuchtet.

Das Wetter an den beiden Messtagen war sommerlich warm bis schwül. 01.09.2005, erster Tag: schwül, 28°C Luftfeuchte von 56 bis 63 %, sonnig. 02.09.2005, zweiter Tag morgens 19°C, 53%, bedeckt, ab Mittag 59% Luftfeuchte, 27°C und sonnig

3. Messgerät und -verfahren

Durchgeführt wurden die Messreihen von Prof. Dr.-Ing. Peter Marx von der TFH Berlin, Labor für elektronische Messtechnik (Fachbereich VII: Elektrotechnik und Feinwerktechnik). Eingesetzt wurde der Raumklima-Analysator MS 01A, über den bereits in der Fachzeitschrift „Heizung - Lüftung - Haustechnik“ 26 (1975) Nr. 9, S. 317-321 [1] berichtet wurde.

Mit dem Gerät werden in wenigen Minuten die zur Beurteilung des thermischen Raumklimas relevanten Raumklima-Komponenten

- Lufttemperatur
- relative Feuchte
- Infrarot-Strahlungstemperatur (mittlere Temperatur der Raumumschließungsflächen)
- Luftbewegung
- empfundene Temperatur

schnell und exakt gemessen und mittels eines speziellen Nomogramms übersichtlich dargestellt und dokumentiert. Näheres ist den Anlagen zu entnehmen. Bei der durch das Nomogramm verdeutlichten Methode werden die Einflussgrößen Konvektion und Feuchte erfasst, wobei der Mensch im Mittelpunkt der Betrachtung steht.

4. Messdurchführung

Grundlage für diesen Bericht ist das „Protokoll über Messung des thermischen Raumklimas im Gebäude der Deutschen Welle in 53113 Bonn, Kurt-Schumacher-Str. 3“ des Prof. Dr.-Ing. Peter Marx von der TFH Berlin. Das Protokoll steht separat als PDF Verfügung, dazu die Zusammenstellung aller Nomogramme. Die Auswertung beinhaltet Datentabellen und Grafiken, welche in ausführlicher Form als Anlagen zu diesem Bericht den interessierten Kreisen angeboten werden.

4.1 a) sommerlicher Zustand (Kühlen)

Raum A, ClimateCoating beschichtet

Der Büroraum von Hr. Kl. gehört zu den zwei mit ClimateCoating beschichteten Räumen. Hier wurden am 01.09.2005 drei Messungen durchgeführt, nachdem die Fenster in Kippstellung waren und dann noch 2x bei weit geöffneten Fenstern.

Während die Lufttemperatur trocken nahezu konstant bleibt, sinkt die Lufttemperatur feucht innerhalb von 1 h 45' um 1,4 °C ab, die relative Luftfeuchte fällt von 54% auf 47,5%. Die mittlere Hüllflächentemperatur steigt um 1,5...1,2 °C, während die Empfindungstemperatur nur um 0,8...0,6 °C zunimmt.

Hier zeigen die Messergebnisse auf, dass die relative Luftfeuchte sinkt, wobei 47,5% noch nahe am Optimum liegen, und dass das Raumklima durch das Einwirken von ClimateCoating verändert wird, und zwar positiv von „schwül“ zu „angenehm“. Zu erklären ist dies mit der Membranwirkung und mit dem Scattering in den Keramikhohlkugeln.

Da die Austrocknung (sowohl der Beschichtung als auch des Untergrundes) in Raum A noch nicht genügend erfolgte, wie in der Anlage beschrieben, sind die Messergebnisse nicht so deutlich ausgeprägt wie in Raum B.

4.2 a) sommerlicher Zustand (Kühlen)

Raum B, ClimateCoating beschichtet

Der Büroraum von Hr. K. gehört zu den zwei mit ClimateCoating beschichteten Räumen. Hier wurden am 01.09.2005 drei und am 02.09.2005 vier Messungen durchgeführt.

Nachdem im Raum B ca. 8 Stunden lang ein Fenster geöffnet geblieben ist, wurde die erste Messung durchgeführt. Die zweite, nachdem ½ Stunde mit 2 kW bei geschlossenen Fenstern aufgeheizt wurde. Die Lufttemperatur wurde um 2,2 °C erhöht, die Hüllflächentemperatur dagegen um 3,5 °C (Messungen #4 und #7).

Messung #8 wurde durchgeführt, nachdem 40 Minuten durchgelüftet wurde. Die Lufttemperatur fiel fast um die 2,2 °C des vorherigen Anstieges und die Luftfeuchte stieg wieder auf den vorherigen Wert (53,50 – 49,00 – 53,00). Die Hüllflächentemperatur hat kontinuierlich zugenommen und die Empfindungstemperatur hat sich ab Messung #7 bei rd. 27 °C eingepegelt.

Das Messergebnis belegt: durch das Öffnen des Fensters im Sommer ruft man im ClimateCoating beschichteten Raum einen Kühleffekt hervor. Die Luftfeuchte bleibt fast unverändert um 50%. Man kann sich Ventilatoren und Klimageräte sparen.

Nach der nächtlichen Auskühlphase von 16,5 Std. waren die Veränderungen marginal: Lufttemperatur -1,5 °C, Luftfeuchte +3,5 %-Punkte, Hüllflächentemperatur -0,1 °C und Empfindungstemperatur -0,2 °C.

Das Messergebnis belegt: ClimateCoating wirkt sich im Winter positiv auf das Auskühlverhalten des Raumes aus, d.h. der Raum kühlt langsamer aus und muss demzufolge mit geringerer Energiezufuhr wieder auf die Vortagswerte gebracht werden.

Messdurchführung

4.2 b) winterlicher Zustand (Wärmen)

Raum B, ClimateCoating beschichtet

Am zweiten Messtag wurden zunächst die zum Vortag veränderten Werte bestimmt. (Auskühlverhalten). Dem schlossen sich zwei weitere Messungen nach geöffneten Fenstern an und eine weitere nach 50-minütigem Aufheizen mit 2 kW.

Nach insgesamt 75 Minuten Lüften sinkt die Lufttemperatur um 0,9 °C, die Hüllflächentemperatur um 1,1 °C und die Empfindungstemperatur um 1,0 °C. Die Luftfeuchte verändert sich nicht stark: 56,5 – 58,0 – 56,0 %.

Durch den Aufheizvorgang steigt die Lufttemperatur um 3,2 °C, während die Hüllflächentemperatur nahezu gleichbleibt. Die Empfindungstemperatur steigt um 1,7 °C und die Luftfeuchte sinkt um 6 %-Punkte.

Im Raum B (ClimateCoating beschichtet) liegt das Raumklima im Bereich „angenehm“. Die gleichbleibende Hüllflächentemperatur ist auf den Vorgang des Scattering zurückzuführen.

4.3 a) sommerlicher Zustand (Kühlen) **Raum C, mit Farbe beschichtet**

Raum C ist mit herkömmlicher Farbe gestrichen. Am ersten Messtag wurde das Aufheizverhalten untersucht.

Zunächst wurde am 01.09.2005 das Raumklima gemessen, nachdem die Fenster rd. 2 Stunden geöffnet waren, die zweite Messung erfolgte nach einer 30-minütigen Aufheizphase (siehe unter b)).

Am 02.09.2005 erfolgten zwei weitere Messungen nach dem Öffnen der Fenster. Nach einem leichten Absinken stieg die Lufttemperatur an, Hüllflächen- und Empfindungstemperatur veränderten sich kaum, die Luftfeuchte ging um 9 %-Punkte zurück.

Das Messergebnis belegt: Ein Kühleffekt im Sommer ist mittels der herkömmlichen Farbbeschichtung nicht zu erzielen. Sowohl das längere Öffnen der Fenster als auch die Aufheizphase bewirkten ein unangenehmes Raumklima.

4.3 b) winterlicher Zustand (Wärmen) **Raum C, mit Farbe beschichtet**

Die Länge der Aufheizphasen ist jeweils identisch mit denen in Raum B (30 bzw. 50 Min.). Obwohl nach dem Aufheizvorgang am 01.09. (30 Min.) im mit Farbe beschichteten Raum die Lufttemperatur um 3,2 °C steigt, steigen Hüllflächen- und Empfindungstemperatur nur um 1,3 bzw. 1,2 °C, die Luftfeuchtigkeit sinkt um 5 %-Punkte.

Über Nacht gehen fast alle Werte auf den ursprünglichen Zustand vor der Aufwärmphase zurück, bis auf den der Luftbewegung sind sie fast identisch.

Die letzte Messung erfolgte nach dem Aufheizen: die Lufttemperatur stieg um 4,0 °C, während die Hüllflächentemperatur um 1,4 °C und die Empfindungstemperatur um 3,1 °C anstiegen. Die Luftfeuchte fiel um 7 %-Punkte auf ungesunde 36%.

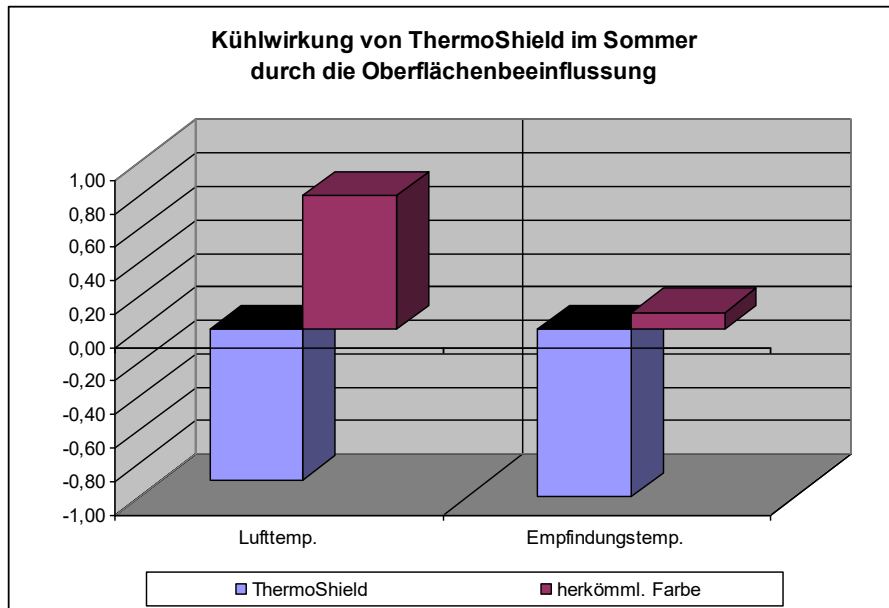
Das Messergebnis belegt: Die Farbe beeinflusst das Auskühlverhalten demnach nicht. Das Raumklima befindet sich im Bereich „unangenehm“. Die Farbe beeinflusst demnach die Raumluftfeuchte nicht. Eine Oberflächenaktivität fehlt bei Farbe.

5. Vergleich Raum B vs. Raum C

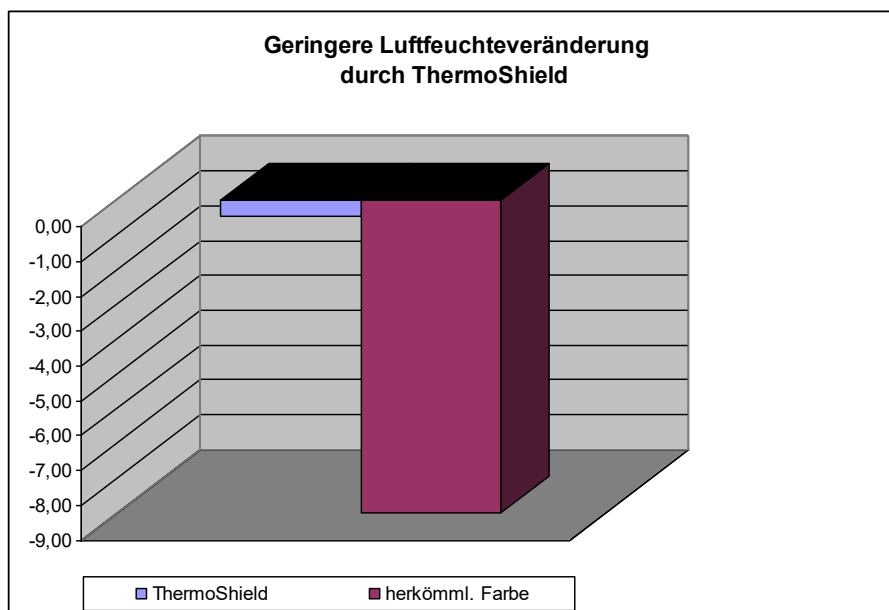
a) sommerlicher Zustand (Kühlen)

Im Sommer ist das Dampfdruckgefälle nach innen gerichtet, was auch die Erklärung dafür ist, dass im Zusammenwirken mit Kondensaterscheinungen die Gebäude sommers feucht werden und in der Heizperiode trocken geheizt werden.

Wenn die Fenster geöffnet bleiben, findet ein starker Luftaustausch statt. Das bedeutet, die kühlere Luft wird durch einströmende wärmere ersetzt. Die warme Außenluft bringt einen Feuchteeintrag, da wärmere Luft mehr Feuchte aufnehmen kann als kältere. Dennoch fällt die Luftfeuchte um 6 %-Punkte, während die Veränderung bei Hüllflächen- und Empfindungstemperatur gering ausfällt und wobei die Lufttemperatur konstant bleibt.



Vergleich der sommerlichen Kühlwirkung durch Fensteröffnen eines mit ClimateCoating beschichteten Raumes zu dem eines mit herkömmlicher Farbe angestrichenen Raumes: Die Lufttemperatur wird durch ClimateCoating abgesenkt, bei der Farbe steigt sie. Die Empfindungstemperatur wird durch ClimateCoating abgesenkt, bei der Farbe steigt sie an. Hierbei spielt der Strahlungsaustausch zwischen der Körperoberfläche und den Hüllflächen eine Rolle.



Vergleich der sommerlichen Luftfeuchteveränderung nach Fensteröffnen eines mit ClimateCoating beschichteten Raumes zu dem eines mit herkömmlicher Farbe angestrichenen Raumes: die Farbe wirkt nicht regulierend.

5. Vergleich Raum B vs. Raum C

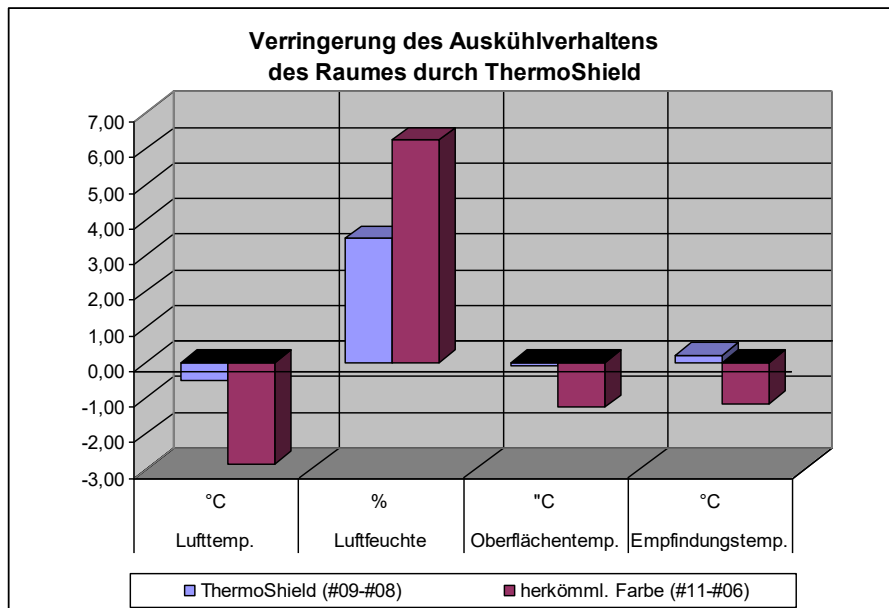
b) winterlicher Zustand (Wärmen)

Interessant sind die Ergebnisse des Materialvergleichs ClimateCoating – Farbe hinsichtlich energetischer Relevanz. Der ClimateCoating beschichtete Raum unterscheidet sich im

Auskühlverhalten signifikant von dem mit Farbe beschichtetem, wobei die Materialkennwerte der Hüllflächen identisch sind, wie die Raumgeometrien auch.

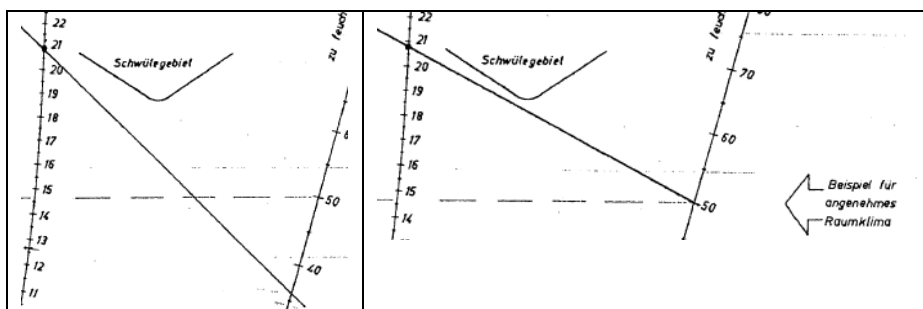
Auch eine Zeitbereinigung liefert folgendes Ergebnis: im Vergleich des mit Farbe gestrichenen Raumes zu dem mit ClimateCoating beschichteten Raum nehmen die Luft- und die Empfindungstemperatur des mit Farbe gestrichenen Raumes rd. das 6-fache ab, die Hüllflächentemperatur um das rd. 12-fache, die Luftfeuchte nimmt um das rd. 2-fache zu.

Angesichts der Tatsache, dass die Fachwelt bei einem eingesparten °C von 4-6 eingesparten % an Heizenergie spricht, kommt hier der energetischen Wirkung von ClimateCoating eine signifikante Bedeutung zu.



Vergleich des Auskühlverhaltens eines mit ClimateCoating beschichteten Raumes zu dem eines mit herkömmlicher Farbe angestrichenen Raumes: der mit ClimateCoating beschichtete Raum kühlt bedeutend langsamer aus, das bedeutet es muss mit geringerem Energieaufwand nachgeheizt werden.

Die Werte zum Auskühlverhalten der Räume B (ClimateCoating) und C (Farbe) weisen signifikante Unterschiede auf. Dabei darf man jedoch nicht nur die Werte an sich vergleichen, vielmehr ist in die Betrachtung einzubeziehen, dass zwischen den jeweiligen Aufheizphasen mehr als ½ Tag vergangen ist; über Nacht hat sich das jeweilige Raumklima unterschiedlich verändert.



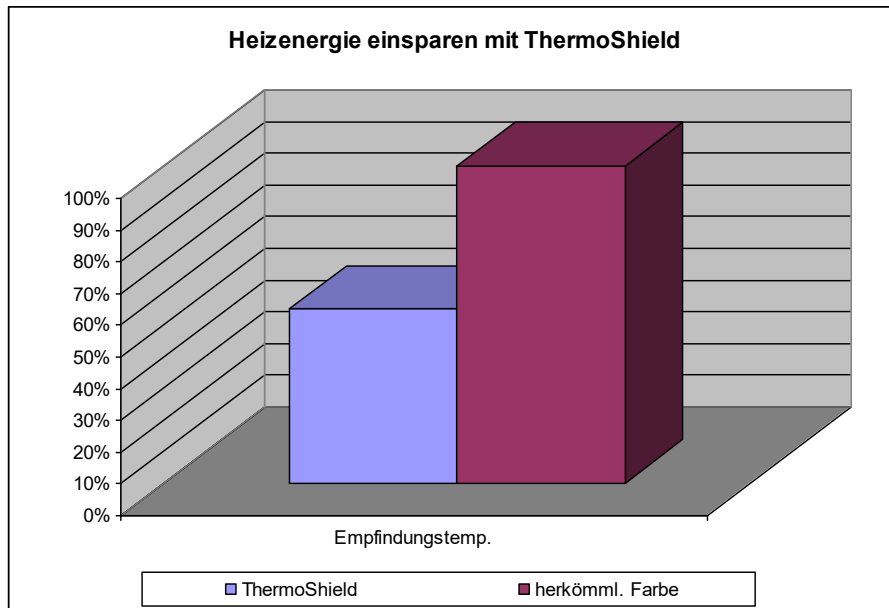
Nomogrammausschnitte im Vergleich: Links Messung #16 (Raum C, Farbe, unangenehmes Raumklima), rechts Messung #14 (Raum B, ClimateCoating, angenehmes Raumklima)

Für den Begriff „unangenehm“ lässt sich auch „unbehaglich“ einsetzen, analog „behaglich“ für „angenehm“. Entscheidend ist der Schnittpunkt der Geraden mit der Ordinate für die Raumfeuchte.

Dieser Schnittpunkt soll über der Strichellinie liegen, aber die gerade selbst noch unter dem „Schwülegebiet“.

Obwohl nach dem Aufheizvorgang im mit Farbe beschichteten Raum die Lufttemperatur um 3,2 °C steigt, steigen Hüllflächen- und Empfindungstemperatur nur um 1,3 bzw. 1,2 °C. Die Luftfeuchte fällt auf ungesunde 36% ab.

Im mit ClimateCoating beschichteten Raum steigt die Lufttemperatur nur um 2,2 °C, Hüllflächen- und Empfindungstemperatur dagegen steigen um 3,5 bzw. 2,9 °C. Die Luftfeuchte fällt zwar von 56% auf 50%, liegt aber immer noch im Optimum.



Vergleich des Aufheizverhaltens (winterlicher Zustand) eines mit ClimateCoating beschichteten Raumes zu dem eines mit herkömmlicher Farbe angestrichenen Raumes: man spart hier bei ClimateCoating Heizenergie ein.

Im mit Farbe beschichteten Raum steigt die Empfindungstemperatur um 1,2 °C, im mit ClimateCoating beschichteten Raum sind es – bei gleicher Heizleistung – 2,9 °C. Das ist ein signifikanter Unterschied, der sich positiv auf die energetische Bilanz auswirkt. Die Fachwelt spricht bekanntlich bei 1 eingesparten °C von 4-6 eingesparten % an Heizenergie.

Man muss also im mit ClimateCoating beschichteten Raum nicht so viel an Heizenergie zuführen, um einen vergleichbaren Wert der Empfindungstemperatur zu erreichen.

5. Zusammenfassung

Die durchgeführten Messungen belegen die energetische und Raum klimatisierende Wirkung von ClimateCoating zum einen und die Aussagen zum Produkt im Herstellerprospekt zum anderen.

Wer sich nun die Frage stellt, wie das Geschilderte möglich und erklärbar ist, steht zunächst vor derselben Situation wie der erfahrene Prof. Marx, der sich selbst bescheiden als Messingenieur bezeichnet. Die Lösung, zu der ein Zitat genehmigt wurde, lautet ganz einfach: „Das steht doch alles im Prospekt.“

Die durchgeführten Messungen ergaben:

- ClimateCoating wirkt als energiesparende „Klimaanlage“ im Sommer und zur Erzeugung gemütlicher Wärme im Winter
- sich wohlfühlen ist eine Frage der Atmosphäre, ClimateCoating trägt entscheidend dazu bei
- die keramische Beschichtung kühlt so die Wände, wie auch die menschliche Haut durch Schwitzen im Sommer gekühlt wird
- die Wände „strahlen“ eine wohltuende Kühle ab, die den Aufenthalt im Gebäude auch bei hohen Außentemperaturen angenehm macht
- man muss die Fenster im Sommer öffnen, um eine Feuchtigkeitszufuhr über die Außenluft sicherzustellen
- mit ClimateCoating beschichtete Wände wirken in den kalten Monaten wie ein Kachelofen, der seine gemütliche Wärme in den Raum abstrahlt.“
- ausgekühlte Räume werden schneller warm, und im Dauerbetrieb können Sie Ihre Heizung deutlich herunterdrehen.“
- ClimateCoating steuert den gesamten Feuchtigkeitsgehalt eines Raumes
- das Membransystem ist so eingestellt, dass sich die Luftfeuchtigkeit im Raum um optimale 55 Prozent bewegt
- um tropisches Raumklima zu verhindern, muss nun nicht mehr ständig gelüftet werden, kurze Lüftungsphasen reichen aus
- dennoch wird das Raumklima nie zu trocken
- die Auswirkungen, hervorgerufen durch einen „Komplex aus verschiedenen physikalischen Effekten, die alle in der dünnen Membran zu finden sind“, sind messtechnisch erfassbar
- die Aussagen im Prospekt halten einer Überprüfung stand

Die Messergebnisse belegen eindeutig die Überlegenheit einer ClimateCoating Beschichtung gegenüber einer herkömmlichen Farbe – sowohl unter energetischen als auch unter raumklimatischen Aspekten.

Festgestellt wurde auch, dass die Eigenschaften von ClimateCoating maßgeblich durch die äußeren Faktoren beeinflusst werden – es handelt sich somit um einen adaptiven Baustoff. ClimateCoating ist ein Verbundbaustoff und daher in seiner Wirkung nicht mit einer herkömmlichen Farbe zu vergleichen.

„Dünne (adaptive) Beschichtungen dieser Art haben keine festen Eigenschaften mehr, sondern variieren diese selbständig aufgrund äußerer Einflüsse.“ (Prof. Dr.-Ing. Bernd Hillemeier, TU Berlin zu Verbundbaustoffen, in Akademie-Journal 1/2001, Prospekt, S. 14).