Energieeinsparung durch Optimierung des Raumklimas MicroSilikat Farben beeinflussen die Behaglichkeit im Wohnraum

von Dipl.-Ing. Matthias G. Bumann
DIMaGB, Berlin, 30.08.2007

Zwischen Technik und Marketing mag ein beständiges Spannungsverhältnis bestehen, ob jedoch enthusiastische Vorfreude auf vermeintliche Innovationen zu Aussagen verleiten oder aber gesicherte Erkenntnisse die Grundlage sind, sollte sich feststellen lassen.
Wenn auch bei näherer Betrachtung Aussagen von Herstellern noch haltbar sind, wird man nicht umhin kommen, die Gegebenheiten zu akzeptieren.
Der Artikel soll sich – wie der Titel es bereits sagt – konsequent auf den Einsatz von MicroSilikat Farben im Gebäudeinneren beschränken und sich an ein breiteres Publikum wenden.

Nach landläufiger Vorstellung sind Dispersionsfarben universell einsetzbare Farben mit thermoplastischen Bindemitteln. Die Thermoplastizität des wässrigen Produkts kann dazu führen, dass Verschmutzungen sich dauerhaft anlagern können und die Oberfläche vergraut.
Beständige und nicht kreidende Dispersionsfarben benötigen eine Mindestmenge an Bindemittel, wodurch deren Wasserdampfdurchlässigkeit im mittleren Bereich angesiedelt ist. Soweit die allgemein vorherrschende Auffassung.
Dass Farben bedeutend mehr können als nur Farbe an der Wand zu sein, wird in diesem Artikel erläutert.

ThermoShield Interieur – eine Innovation bewährt sich seit 20 Jahren

Auch auf der bekannten Fachmesse „Farbe – Ausbau & Fassade“, die im April in Köln stattfand, wurde deutlich: man gibt sich innovativ.

Innen wie außen sind die Hersteller bemüht, den Farben Funktionen beizubringen („mehr als nur Farbe“).
Während die einen die Hydrophobierung bevorzugen, gehen andere den hydrophilen Weg.

Titaniumdioxid wird zum Katalysator gekürt, obwohl so gut wie alle hellen Farben diesen Weißmacher enthalten.

Viele sehen Perspektiven in der Nanotechnologie. Hier wurde viel entwickelt, demnächst sollen die gesundheitlichen Auswirkungen erforscht werden, ebenfalls mit Steuergeld gesponsert.

Die meisten der zuvor erläuterten Technologien sind heute noch nicht ausgereift, um tatsächlich einen Nutzen in der Praxis zu erzielen, wenngleich Labortests dies belegen sollen.

ThermoShield gibt es mittlerweile seit etwas über 20 Jahren. Weltweit werden die ThermoShield Produkte angewendet: im kalten Sibirien, im heißen Dubai, im feuchten Indonesien usw.

Seit 2003 wird ThermoShield in Berlin von der SICC GmbH hergestellt und über ein eigenes Netz in Europa vertrieben. Nach und nach nehmen immer mehr Fachhändler ThermoShield in ihr Produktsortiment auf.

Kann man nach 20 Jahren noch von einer Innovation sprechen? Ja. Zum einen ist selbst für Fachleute Bekanntes neu und zum anderen entwickelt die Berliner SICC GmbH die Produktpalette beständig weiter.

Was Konsistenz und Verarbeitung betrifft, ist ThermoShield wie jede normale Dispersionsfarbe zu sehen.

Farbtechnisch gesehen gehört ThermoShield zur Farbgruppe der **MicroSilikat Farben.**

Foto: SICC GmbH

Durch die mit ca. 50 Vol.- % beigemischten Keramikhohlkügelchen (3M: „bubbles“) und das besondere Bindemittel in Verbindung mit Aktivatoren entsteht eine Membranstruktur mit einem Mikroporensystem, die durch eine hohe Stabilität und besondere Wirkmechanismen gekennzeichnet ist.

ThermoShield ist eine Multifunktionsmembran, daher kann man sie nicht in nur eine herkömmliche Kategorie einordnen und den Komplex von Wirkmechanismen darauf beschränken.

Hinsichtlich Raumklima und Bauphysik weist die HighTech Beschichtung Wirkungen auf, die sie deutlich von herkömmlichen Farben unterscheidet.

Was leistet ThermoShield?

- Entfeuchtung der Wand
- Trockenhalten der Wand
- Anhebung der Oberflächentemperatur
- Vergleichmäßigung der Oberflächentemperatur
- Wärmerückstrahlung in den Raum

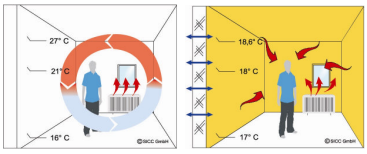

Bild 01:
Thermische Behaglichkeit durch ThermoShield, Grafiken: SICC GmbH

Dies soll im Folgenden näher betrachtet werden.

Variable Diffusionsoffenheit

Eingangs wurde erwähnt, dass nach landläufiger Meinung die Wasserdampfdurchlässigkeit von Dispersionsfarben im mittleren Bereich angesiedelt ist.
Man kennt es aus dem Produktsegment der Dampfbremsen: es gibt sogar intelligente, feuchtevariable. Feuchte variabel bedeutet hierbei: je nach Umgebungsfeuchte (rLF) ändert sich der sd-Wert.

Condition	Average RH	S_d (m) at 100 µm coating thickness	S_d (m) at 300 µm coating thickness
20°C, 0-50% RH	25	0.255	1.723
20°C, 50-96% RH	73	0.058	0.093
20°C, 80-96% RH	88	0.022	0.027
30°C, 0-50% RH	25	0.246	1.619
30°C, 50-96% RH	73	0.041	0.085
30°C, 80-96% RH	88	0.006	0.019

Bild 02:
Der sd-Wert von ThermoShield Interieur variiert zwischen 0,02 und 1,7, Quelle: TNO Report 2004-BS-B /MNA vom 01.03.2004

Die ThermoShield Membran ist variabel diffusionsoffen. Der wert für den Feuchtbereich ist mit 0,019 ganz weit unten angesiedelt.

Die feuchtevariablen sd-Werte hatten zuvor bereits andere Institute gemessen: FWS 1997, Fraunhofer IBP 1999, EMPA 2000.

ThermoShield als hygrische Diode

In seinen Untersuchungen aus 2003-2004 kam das holländische Bauphysikinstitut TNO zu dem Ergebnis, dass ThermoShield Interieur als „hygrische Diode“ funktioniert ("The assumption is made that TSI may act as a hygric 'diode'.", Report s.o.).

Dies ist ein Alleinstellungsmerkmal, bei keiner anderen Farbe ist bislang diese Funktion untersucht und bestätigt worden.

In praktischen Großfeldversuchen im schimmelgeplagten sozialen Wohnungsbau (in-situ Test) wurde die hervorragende Eignung von ThermoShield zur Schimmelprävention bestätigt.

Bild 03:
Badzelle mit Außenwand, vorher

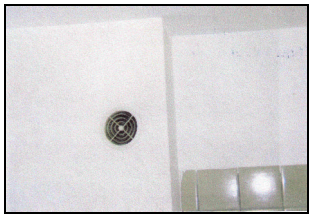

Bild 04:
Erfolgreiche Schimmelprävention mit ThermoShield

Ein einfaches Messbeispiel

Die Raumklima beeinflussende Wirkung von ThermoShield lässt sich schon mit einfachen Mitteln nachweisen.

Eine Messreihe in einer slowenischen Schule im Zeitraum Dezember 2001 bis Januar 2002 belegt die Wirkung von ThermoShield:

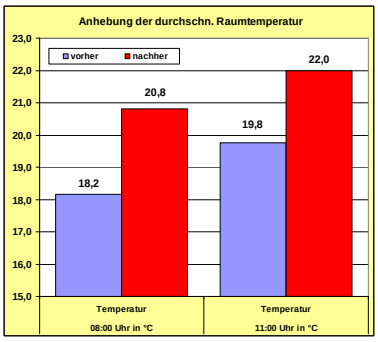

Bild 05:
Anhebung der Raumlufttemperatur (Ø tRL) durch ThermoShield, Werte von 8:00 und 11:00

Neben einer Anhebung der Raumlufttemperatur wurde eine Absenkung der Raumluftfeuchte festgestellt. Hierbei handelt es sich um zwei wichtige Kenngrößen, welche durch ThermoShield positiv beeinflusst werden.

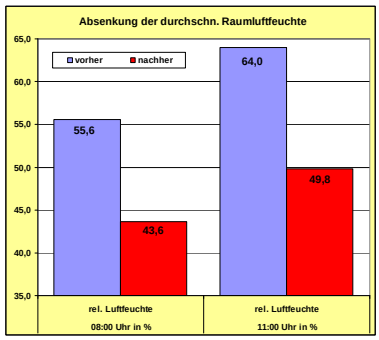

Bild 06:
Absenkung der Raumluftfeuchte (Ø rLF) durch ThermoShield, Werte von 8:00 und 11:00

Der Vergleich zu einem mit herkömmlicher Farbe gestrichenen Raum erbrachte im mit ThermoShield beschichteten Raum eine um 4-4,5 K höhere Raumlufttemperatur.

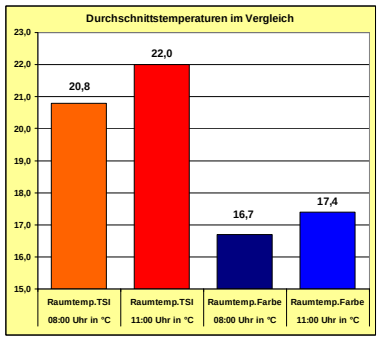

Bild 07:
durchschnittliche Raumlufttemperaturen im Vergleich, ThermoShield (links) vs. Farbe (rechts)

Eine Raumklimaanalyse

Im September 2005 erfolgte eine wissenschaftliche Raumklimaanalyse in Büroräumen der Deutschen Welle in Bonn (Schürmannbau).

Prof. Marx von der TFH Berlin führte die Messung mit seinem 1975 erfundenen Raumklimaanalysator in identischen Räumen durch.

Es handelt sich um eine anerkannte Messmethode, die den Menschen im Raumklima zum zentralen Gegenstand

macht.
Erfasst und ausgewertet werden:
- die Lufttemperatur, trocken
- die Lufttemperatur, feucht
- die relative Luftfeuchte
- die Luftgeschwindigkeit
- die Empfindungstemperatur tE
- die mittlere Umschließungsflächentemperatur tU (Hüllflächentemperatur)

Hierbei wird die Funktion der Haut als Wärmesensor berücksichtigt sowie der Umstand, dass sich der Mensch im Strahlungsaustausch mit seiner Umgebung befindet.

Die gemessenen Werte bestätigen objektiv, was zahlreiche Anwender zuvor subjektiv bekundeten: ThermoShield verbessert die thermische Behaglichkeit.

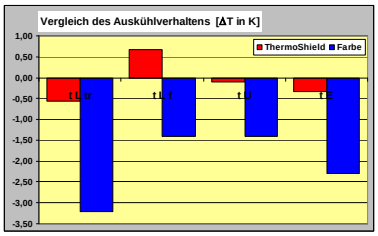

Bild 08:
Vergleich des Auskühlverhaltens, Δt in K, ThermoShield (links) vs. Farbe (rechts)

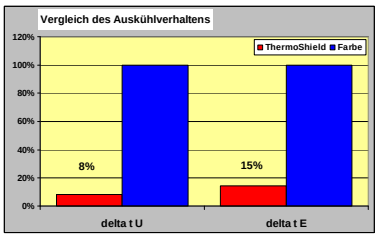

Bild 09:
Vergleich des Auskühlverhaltens, ΔtU und ΔtE in K, ThermoShield (links) vs. Farbe (rechts)

Der ThermoShield beschichtet Raum kühlte langsamer aus und er ließ sich schneller aufheizen.

Die Luftfeuchte wird im optimalen Bereich gehalten.

Die Empfindungstemperatur wird im Zusammenspiel mit den anderen Raumklimafaktoren optimiert.

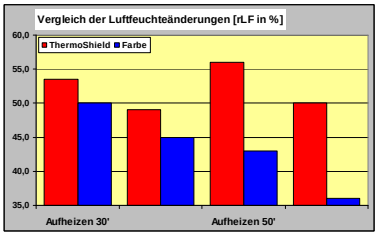

Bild 10:
Vergleich der Luftfeuchteveränderungen, ThermoShield (links) vs. Farbe (rechts)

Es handelt sich hierbei um messtechnische Belege, eine Objektivierung.

Die hier angewandte Messmethode ist inzwischen von anderen Unternehmen aus der Farben- und Putzbranche adaptiert worden (SOLAKLIM, Düsseldorf, Franken Maxit GmbH, Azendorf).

TEE: thermische energetische Effizienz

Dass sich der Mensch im Raumklima wohl fühlt, ist natürlich ein wichtiger Aspekt.

Nicht uninteressant ist aber auch der ökonomische Aspekt. Effizienz bzw. Wirtschaftlichkeit bedeutet, möglichst viel mit möglichst wenig Aufwand zu erreichen.

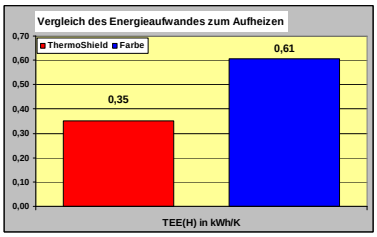

Bild 11:
Vergleich des Energieaufwandes zum Aufheizen, TEE (H) in kWh/K, ThermoShield: 0,26, Farbe: 0,61.

Die Ergebnisse der Raumklimaanalyse belegen: ThermoShield hilft Energie einsparen. Maßnahmen orientiert ist ThermoShield ein wirtschaftlicher Beitrag zur Wärmedämmung (= Eindämmung der Wärmeverluste).

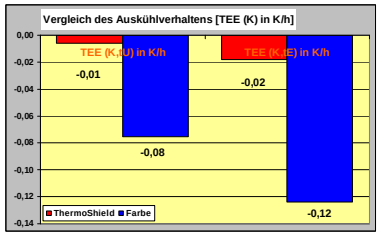

Bild 12:
Vergleich des Auskühlverhaltens, TEE (K) in K/h, bezogen auf die mittlere Umgebungsflächentemperatur tU: ThermoShield -0,01 vs. Farbe -0,08, bezogen auf die Empfindungstemperatur tE: ThermoShield -0,02 vs. Farbe -0,12

Vergleicht man den Energieaufwand zum Aufheizen (TEE (H) in kWh/K, ThermoShield: 0,26, Farbe: 0,61), wurde hier gemessen, dass der mit ThermoShield beschichtete Raum mit nur 43% des Energieaufwandes des Vergleichsraumes aufzuheizen war.

Ein ähnliches Ergebnis liefert die Analyse zum Auskühlverhalten: egal ob man auf die mittlere Umgebungsflächentemperatur tU oder auf die Empfindungstemperatur tE bezieht: der Energieverlust ist im mit ThermoShield beschichteten Raum bedeutend geringer (1:6 bzw. 1:8).

Hierbei handelt es sich bei den Kenngrößen TEE (H) in kWh/K (= Energieaufwand zum Aufheizen) sowie TEE (K) in K/h (= Energieverlust infolge des Auskühlverhaltens) um messtechnische Belege.

Eine simple Erklärung für die Wärme isolierende Wirkung der ThermoShield Membran liefern zudem die Untersuchungsergebnisse der Universität Burgas aus 2001.

Da es um eine Innenbeschichtung für Wand- und Deckenflächen geht, wurden Untersuchungen in Hinblick auf den konvektiven Wärmeübertrag angestellt.

Im Vergleich zu Beton, Latexfarbe, Ziegel, Kunststoff, Holz und Teppich (Bild 13, v.l.n.r.) hat ThermoShield eine deutlich kleinere Wärmeeindringzahl und die höchste Kontakttemperatur.

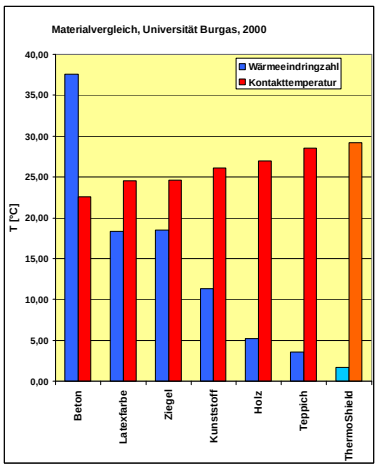

Bild 13:
Universität Burgas, 2001: ThermoShield (rechts) hat eine hohe Kontakttemperatur und eine geringe Wärmeeindringzahl

Diese Begriffe lassen sich am einfachsten erklären, indem man auf den Unterschied verweist, wenn man die Hand auf eine Glasplatte und auf eine Holztafel legt.

Eine Behinderung des Wärmeeintrages in die beschichteten Hüllflächen wirkt sich auf die Energiebilanz aus.

Wirksamkeit gegen Schimmel und Wärmebrücken

Untersuchungsergebnisse zur entfeuchtenden Wirkung von ThermoShield liegen u.a. vor von der GWD Berlin Adlershof (2001) und den PKKZ Torun (2004).

Das kapillare Transportprinzip „von groß nach klein“ – gemeint sind die vom Ziegel über den Putz zur Membran kleiner werdenden Poren – ist leicht nachzuvollziehen.

Dieses Prinzip wird bei diversen Sanierungssystemen angewendet (Sanierputze, retec® für WDVS von Weber-Broutin). Zur Abgrenzung sei erwähnt, dass die Kapillarhydrophobie beim Innenanstrich keine Rolle spielt.

Die Vorgänge des kapillaren Transportes sind nicht mit der Diffusion gleichzusetzen. Kapillartransport und Diffusion können in der dynamisch geprägten Praxis gleichzeitig und sogar gegenläufig stattfinden.

Bild 14:
Wärmebrücken werden in ihrer Wirkung kompensiert (Prof. Simov)

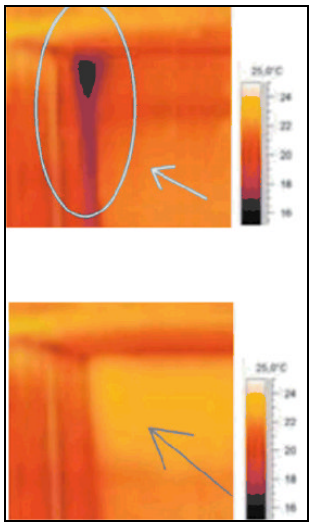

Bild 15:
Thermografieaufnahmen belegen: erhöhte und vergleichmäßigte Oberflächentemperaturen durch ThermoShield (Prof. Simov)

Die entfeuchtende Wirkung der Membran (= Reduzierung der Feuchtepotenziale) in Verbindung mit der bereits erwähnten leichten Anhebung und spürbaren Vergleichmäßigung der Oberflächentemperaturen bewirkt neben einer erprobten Schimmelprävention eine weitgehende Kompensation der Wirkung von Wärmebrücken. Die Wärmebrücken sind konstruktiv noch vorhanden, jedoch wird deren nachteilige Wirkung abgeschwächt bis aufgehoben.

Dies belegen u.a. die Untersuchungen von Prof. Simov, Universitäten Sofia / Burgas, Bulgarien, aus 2003/2004.

Oberflächendynamik

Oberflächendynamik bedeutet, wie gut (oder auch: wie schlecht) eine Farbe mit normaler Schichtstärke von 250…300 µ auf dynamische Verhältnisse reagiert.

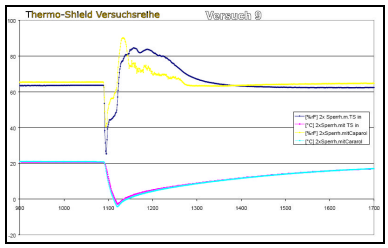

Bild 16:
Die MicroSilikat Farbe ThermoShield weist im Vergleich zu herkömmlichen Farben eine signifikant bessere Oberflächendynamik auf (Delzer Kybernetik, Lörrach, 2004)

Die hierfür geeignete Versuchsanordnung wurde von der Delzer Kybernetik GmbH entwickelt, um für ein dynamisches Rechenprogramm (Simulation) Materialkennwerte zu finden.

Selbst wenn man diese Versuche in der Klimakammer auf die Kennwerte Raumluft-

temperatur und -feuchte beschränkt, kommt man zu erstaunlichen Ergebnissen und demzufolge auch zu geeigneten Lösungsansätzen.

Als das holländische Bauphysikinstitut TNO im Rahmen seiner Laboruntersuchungen nach herkömmlichen genormten Strickmustern einer Lösung nicht so recht näher kommen wollte, diente der Materialtest zur Oberflächendynamik nach Delzer als Lösung des Problems.

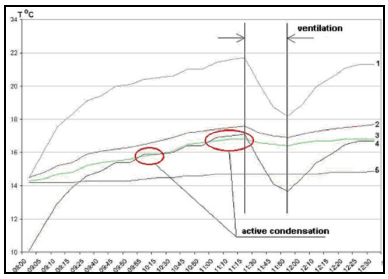

Bild 17:
Taupunktüberschreitung (Kurve 2) durch ThermoShield verhindert Kondesnatbildung (Prof. Simov, 2003)

Dabei sind es nicht immer die spektakulär hohe Werte, die Beachtung finden sollten. Oft sind es kleine, aber feine Unterschiede, die das bekannte Zünglein an der Waage bilden.

Bereits Größenordnungen von 1-2 K stellen eine beachtliche Größenordnung dar. Dies kann bei der so genannten Taupunktverschiebung schön völlig genügen.

Praxistests in Bulgarien (Bild 17) haben ergeben, dass die Thermo-Shield beschichtete Wand mit ihrer Oberflächentemperatur (Kurve 2) über der Taupunktlinie (Kurve 4) liegt. Hingegen schneidet die Kurve 3 (Latexfarbe) die Taupunktlinie (rot eingekreist).

Die Feuchte regulierende Wirkung von ThermoShield wurde messtechnisch in der Praxis sowie experimentell nachgewiesen.

Sommerliche Kühlwirkung

Es mag sicher etwas anspruchsvoll erscheinen, wenn es um die vereinfachte Erklärung der sommerlichen Kühlwirkung geht.

Dass man das Fenster öffnet, um warme Luft herein zu lassen, damit es drinnen kühler wird? – Dies mag schwer vorstellbar sein, ist jedoch gesicherte Kenntnis.

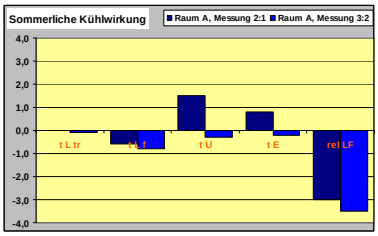

Bild 18:
Sommerliche Kühlwirkung durch ThermoShield: ΔtLtr, ΔtLf, ΔtU und ΔtE in K

Die Messreihen der Raumklimaanalyse (DW, Bonn, September 2005) haben auch hierzu den messtechnischen Beleg erbracht.

Bild 18 zeigt: nach anfänglichem leichtem Temperaturanstieg sinken Lufttemperatur feucht, Umgebungs- und Empfindungstemperatur infolge geöffneter Fenster.

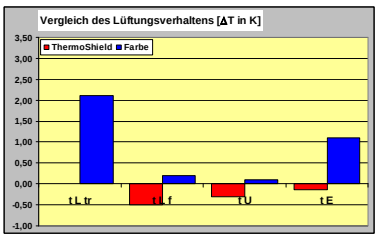

Bild 19:
Vergleich des Lüftungsverhaltens, ΔtLtr, ΔtLf, ΔtU und ΔtE in K, ThermoShield (rot) vs. Farbe (blau)

Dass dies keine Eigenschaft ist, welche sich auch auf andere Farben übertragen lässt, zeigt Bild 19: bei ThermoShield sinken die Werte, bei der herkömmlichen Farbe steigen sie an, die Lufttemperatur trocken signifikant.

Giftfrei, lösemittelfrei und ohne Schadstoffe

ThermoShield ist nachgewiesen frei von Giften und Schadstoffen, als Lösemittel wird Wasser verwendet. Daher ist ThermoShield allergikergeeignet und gesundheitlich völlig unbedenklich, da keine Stoffe ausgasen. Dies belegen u.a. auch Hygieneatteste.

Aufgrund der eingangs beschriebenen Wirkmechanismen funktioniert ThermoShield zur Schimmelprävention auch ohne Giftzusätze.

Dabei herrscht unter Fachleuten die Meinung, Fungizide und Algizide in Farben würden bei „kritischen“ Objekten nach wie vor unverzichtbar bleiben (z.B. werden daher ca. 5.000 to Pestizide p.a. von Fassaden in die Umwelt ausgewaschen).

Die GWD Berlin Adlershof gibt in ihrem Bericht Nr. 00/088 vom 09.06.2000 für ThermoShield an:
- keine Weichmacher
- keine leichtflüchtigen Aromaten (BTEX)
- keine Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)
- kein Fluor, Blei, Cadmium
- kein Kobalt, Quecksilber
- keine leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW)
- Zinkgehalt aus zinkhaltigen Pigmenten (gesundheitlich unbedenklich)

Das Sanitätsdepartment des Kanton Basel-Stadt stellte im November 2000 fest: ThermoShield Interieur ist frei von Isothiazolinon.

Fazit

Die thermokeramische Membrantechnologie mit endothermischen Effekten® ist ausgereift. Sie erzielt einen echten Nutzen, wie Experiment und Praxis beweisen.