

## Dow Performance Silicones

# Energie Sparen Mit Hydrophobierungsmitteln



Jean-Paul Lecomte, F. Campeole - Dow

Die Verwendung von Hydrophobierungsmitteln wurde über viele Jahre als die Lösung für eine bessere Haltbarkeit von Baumaterialien und einen geringeren Wartungsaufwand betrachtet. Die Tatsache, dass der Einsatz von Hydrophobierungsmitteln den Energieverbrauch in bereits bestehenden Gebäuden senken kann, ist vor allem in Anbetracht des immer wichtiger werdenden Umweltschutzes von Bedeutung. Die Wasseraufnahme von Baumaterialien beeinflusst u.a. den Wärmedurchgang negativ oder führt aufgrund der Verdunstung zu weiteren Energieverlusten. Diese Studie untersucht mögliche Auswirkungen der hydrophobierenden Imprägnierung von Baumaterialien und damit einhergehende Energieeinsparungen in bestehenden Gebäuden.

## 1. Wärmeaustausch, Wärmeleitfähigkeit und der Einfluss Dämmender Materialien

Der Wärmeaustausch ist ein physikalischer Vorgang zwischen mindestens zwei Objekten, bei dem die Wärmeenergie des Objektes mit der höheren Temperatur auf ein anderes Objekt mit niedrigerer Temperatur übergeht. Entsprechend den Gesetzen der Thermodynamik verläuft der Temperaturexaustausch immer vom wärmeren zum kälteren Objekt.

Wenn es zwischen benachbarten Objekten einen Temperaturunterschied gibt, kann der Wärmeaustausch lediglich verlangsamt, jedoch nicht gestoppt werden.

Es gibt drei Möglichkeiten des Wärmeaustauschs: Wärmeleitung, Konvektion und Wärmestrahlung.

### 1.1 Wärmeleitung

Wärmeleitung bezeichnet den Wärmeaustausch von Stoffen, die direkten Kontakt haben.

In festen Stoffen, in denen die Atome in ständigem Kontakt zueinander stehen, ist die Wärmeleitung am größten. In Flüssigkeiten (ausgenommen verflüssigte Metalle) und Gasen ist der Abstand zwischen den Molekülen größer. Dadurch stoßen sie seltener zusammen und die Wärmeübertragung ist

geringer. Verringert sich die Dichte, sinkt auch die Fähigkeit zur Wärmeleitung. Gase verfügen deshalb über eine geringere Wärmeleitfähigkeit.

Zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit eines speziellen Materials wird die Wärmeleitzahl  $\lambda$  (Lambda) verwendet. Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  ist definiert als: "Wärmemenge (Q), die pro Zeiteinheit (t) aufgrund der Temperaturdifferenz ( $\Delta T$ ) durch Material der Stärke (l) in Normalrichtung zur Körperoberfläche (A) übertragen wird."

Die Wärmeleitfähigkeit wird experimentell gemessen, indem das Material zwischen zwei leitfähigen Platten platziert wird und dann die Energieströme gemessen werden, die zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Temperaturgradienten erforderlich sind.

### 1.2 Warmestromung (Konvektion)

Konvektion ist eine besondere Form des Wärmeaustauschs durch Bewegung von Teilchen in einer erwärmten Flüssigkeit oder Gas. Im Gegensatz zur reinen Wärmeleitung sind bei der Konvektion zusätzlich Flüssigkeits- oder Gasströme am Wärmeaustausch beteiligt.

Die Bewegung kann in eine Flüssigkeit (Gas) hinein bzw. in einer Flüssigkeit (Gas) erfolgen, aufgrund der fehlenden Beweglichkeit von Teilchen jedoch nicht in festen Stoffen. Die Konvektion entsteht durch die Dichteunterschiede von warmen und kalten Flüssigkeiten oder Gasen.

### 1.3 Wärmestrahlung

Wärmestrahlung bezeichnet die Wärmeübertragung durch elektromagnetische Wellen. Sogar im luftleeren Raum, im Gegensatz zu den vorgenannten Wärmeausbreitungsarten, ist die Wärmestrahlung möglich. Die Sonne z.B. strahlt erheblichen Mengen an Wärme durch das Weltall auf die Erde. Jeder Körper mit einer Temperatur über dem absoluten Nullpunkt emittiert Wärmestrahlung. Die Menge der abgestrahlten Energie hängt von der Temperatur und dem Emissionsgrad des Körpers ab!

Auch die Verdunstung von Wasser führt zu Wärmeverlust. Wie bei den meisten Flüssigkeiten, ist auch für die Verdunstung von Wasser Wärme erforderlich. Diese Wärme wird teilweise dem Trägerwerkstoff entzogen, somit führt die Verdunstung von Wasser aus einem Bauwerkstoff bei diesem zu einem Absinken der Temperatur. Es ist ebenfalls bekannt, dass das Durchfeuchten von Baustoffen deren Wärmeleitfähigkeit vergrößert.

Da Dow Produkte anbietet, die die Wasseraufnahme poröser Baustoffe verringern kann, sowohl in der Nachbehandlung bei bereits verbauten Stoffen oder aber als Beimischung (Additiv) beim Neubau, war es interessant zu untersuchen, wie stark eine verringerte Wasseraufnahme die Wärmeleitfähigkeit und andere Möglichkeiten des Wärmeverlusts beeinflusst.

## 2. Silane und Siloxane In Hydrophobierungsmitteln

Die Bedeutung von Siloxanen und Alkoxysilanen bei der Hydrophobierung von Gemäuern (Behandlung um den Bauwerkstoff wasserabweisend zu machen), bei denen es besonders auf lange Lebensdauer und ein möglichst unverändertes Erscheinungsbild ankommt, ist stark gestiegen.

Silikone ist die Bezeichnung für eine Gruppe synthetischer Polymere mit einem Siloxan Gerüst (basierend auf der sich wiederholenden Verbindung: Si-O-Si). Polydimethylsiloxan oder PDMS (Abbildung 1) sind die weltweit gebräuchlichsten Siloxane, sowohl in Bezug auf die verwendete Menge als auch die Häufigkeit der Verwendung. Polydimethylsiloxane gibt es in den verschiedensten Erscheinungsformen: als lineare Flüssigkeiten, ringförmige Verbindungen (sogenannte Cyclics), hochviskose Polymere und sogar Harze, in Abhängigkeit vom Grad ihrer Polymerisation und Vernetzung. Mit einer endständigen Silanol-Gruppe (-Si-OH, siehe Abbildung 1) sind sie reaktiv und können sich chemisch mit geeigneten Untergründen verbinden.

Silikone haben eine Reihe interessanter Merkmale und sind somit vielseitig einsetzbar. Ihre Anwendung als Hydrophobierungsmittel, bei geringer Oberflächenspannung, ihre Fähigkeit mit Beton zu reagieren, die UV-Beständigkeit und die hohe Gasdurchlässigkeit sind dabei von besonderer Bedeutung.

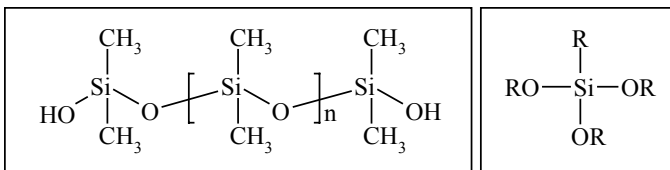


Abbildung 1: Polydimethyl-siloxan und Alkyl-trialkoxysilan

Silane sind Moleküle, die aus einem zentralen Siliziumatom bestehen, welches mit vier Substituenten verbunden ist. Silane wie Alkyl-trialkoxysilan (siehe Abb.1 rechts) zeigen eine gute Reaktivität mit Bauwerkstoffen (wobei i.d.R. die Alkohole Methanol oder Ethanol entstehen, Kondensationsreaktion).

Bei der Reaktion mit Bauwerkstoffen werden die Alkoxygruppen (-O-R) durch Hydrolyse abgespalten. Die dadurch freiwerdenden Bindungen reagieren entweder mit dem Untergrund (Bauwerkstoff) oder mit benachbarten Molekülen. Durch die Reaktion mit Nachbarmolekülen entsteht ein Netzwerk, was die Lebensdauer der Hydrophobierung deutlich verbessert. Die in der Abb. 1 mit „R“ bezeichneten organischen Gruppen sind in der Regel Isobutyl- oder Octyl-Reste, welche den hydrophoben Charakter auf den Bauwerkstoffen erzeugen.

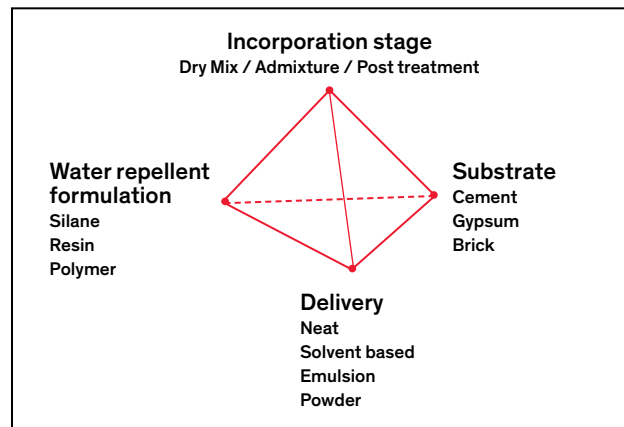


Abbildung 2: Das Tetraeder der Hydrophobie

Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang vom Hydrophobierungsmittel und der Darreichungsform (Lieferform) die zu den entsprechenden Bauwerkstoffen und der Anwendung passen muß. Dabei muß der Wirkstoff chemisch zum vorgesehenen Bauwerkstoff passen. Zementöse Bauwerkstoffe zum Beispiel reagieren anders als Gips oder Holz. Der chemische Charakter des Hydrophobierungsmittels muß an den Bauwerkstoff angepaßt werden, damit es zu einer Reaktion der beiden kommen kann und die erforderliche Hydrophobie (Schutz gegen Wasseraufnahme) entsteht.

Die Art, wie der hydrophobierende Wirkstoff in der Formulierung des Fertigproduktes gebunden ist, nennt man Lieferform. Der Wirkstoff kann rein, oder mit einem organischen Lösemittel verdünnt, angeliefert werden. Immer beliebter werden wässrige Emulsionen des Wirkstoffes oder die pulverförmige Darreichung speziell für gebrauchsfertige Mischungen (Drymix). Die Lieferform des Wirkstoffes muß natürlich auch zur Anwendungsmethode passen. Soll zum Beispiel eine Betonmauer mit einem Hydrophobierungsmittel nachbehandelt werden, kann keine pulverförmige Lieferform gewählt werden. Hier muß auf den reinen oder verdünnten Wirkstoff oder eine Emulsion zurück gegriffen werden.

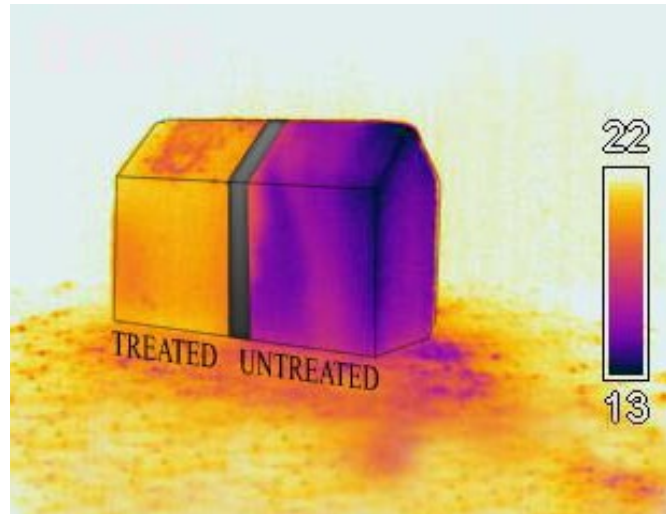
### 3. Wärmeverluste Durch Verdunstung Von Wasser

Neben der Wärmeleitfähigkeit, die die Rate des Wärmetransports durch die Baumaterialien bestimmt, kann auch aufgenommenes Wasser im Baustoff einen höheren Energieverbrauch verursachen. Die Behaglichkeit in einem Gebäude ist unter anderem auch von der Temperatur der Wände abhängig. Der Energieverbrauch in einem Gebäude ist abhängig von der Wärmemenge die nötig ist, um eine behagliche Temperatur zu erreichen. Hierbei wird zuerst die Raumluft aber dann auch die Wandoberflächen, die Fenster ja die gesamte Inneneinrichtung mit erwärmt. Prozesse, die die Temperatur der Wände senken, führen also in der Konsequenz zu steigendem Energieverbrauch.

Das von den Bauwerkskomponenten (insbesondere den Wänden) aufgenommene Wasser (Feuchtigkeit) verdunstet, wenn es an die Materialoberfläche gelangt. Beim Verdunsten entzieht das Wasser der Umgebung – hier der Wand – Energie (Verdunstungswärme), die für den Übergang aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand benötigt wird. Im Ergebnis sinkt die Temperatur der Wand. Dieses Phänomen tritt beispielsweise auch auf, wenn Sie Alkohol auf die Haut geben. Der Kühleffekt entsteht durch den Übergang des Alkohols aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand.

Die folgenden Bilder veranschaulichen das. Ein kleines “Haus“ (10 cm \* 5 cm \* 10 cm) wurde aus Porenbeton herausgearbeitet. Eine Hälfte des Hauses wurde mit einer wasserabweisenden Emulsion (DOWSIL™ IE 6683) behandelt und anschließend zwei Tage lang getrocknet. Nach dem Trocknen der wasserabweisenden Emulsion wurde das kleine Porenbetonhaus einige Stunden gewässert, dann aus dem Wasser genommen und für 30 Minuten bei Raumtemperatur im Labor aufgestellt. Das Haus wurde anschließend mit einer Infrarotkamera untersucht (siehe Infrarotbild unten, Abbildung 3). Die Analyse des Bilds zeigt ganz eindeutig, dass die unbehandelte Seite des Hauses kälter als die behandelte Seite ist. Das liegt daran, dass die unbehandelte Seite viel mehr Wasser aufgenommen hat und nun aufgrund des Energieverbrauchs durch die Verdunstung dieses Wassers kälter wird. Die Wasseraufnahme der behandelte Seite ist wesentlich geringer. Deshalb wird auch nur wenig Energie zum Verdunsten des Wassers benötigt. Der niedrigere Energieverbrauch führt zu einer deutlich geringeren Abkühlung als im Fall der unbehandelten Hälfte des Porenbetonhäuschens.

Um eine angenehme Temperatur im Haus aufrecht zu erhalten, muss bei nassen oder feuchten Wänden, zusätzliche Energie aufgewendet werden, um kalte Wände zu vermeiden. Das ähnelt dem Effekt, der beim Tragen eines nassen Pullovers auftritt. Die Hauttemperatur sinkt, weil das Wasser der Haut beim Verdunsten Energie entzieht. Dieser durch die Verdunstung verursachte Energieverlust führt zusammen mit dem durch die Wärmeströmung zusätzlich verursachten Wärmeverlust zu einem starken Kälteempfinden.



**Abbildung 3:** Porenbetonhaus (10\*5\*10 cm) zur Hälfte mit verdünnter wasserabweisender Emulsion IE 6683 behandelt, 2 Tagen getrocknet, einige Stunden gewässert, 30 Minuten bei Raumtemperatur aufgestellt und mit Infrarotkamera überwacht.

Dieses Phänomen kann bei unterschiedlichen Baumaterialien beobachtet werden. Nachfolgend wird das mit Materialien auf Basis von Zement und Gips dargestellt. Es wurden jeweils 2 Testblöcke aus verstärktem Faserzement, (nachfolgend kurz FRC Platten), Gips und Mörtel vorbereitet. Ein Satz der Muster wurde mit einem wasserabweisenden Additiv behandelt, der andere blieb unbehandelt.

**Faserverstärkte Zementplatten:** Die FRC Platte wurde mit DOWSIL™ 520 wasserabweisender Emulsion behandelt (DOWSIL™ 520 Emulsion verdünnt mit 7.5% Festbestandteil, verwendete Produktmenge entspricht 100 g/m<sup>2</sup> und einer Trockenzeit von mindestens 3 Tagen).

**Gipsplatte:** Wie bereits in der Einführung erwähnt, müssen die verschiedenen Bau-materialien mit dem jeweils passenden Hydrophobierungsmittel behandelt werden. Im Labor wurden die Gipsplatten angefertigt, indem ein Brei auf Gips-Basis angerührt und in einer Gußform mit den Abmessungen 10 \* 10 \* 2 cm getrocknet wurde. Ein Gipsblock wurde dann durch Zufügen von DOWSIL™ 1107, Si-H Siloxane modifiziert (1 %ige Zugabe bezogen auf den Trockengipsanteil).

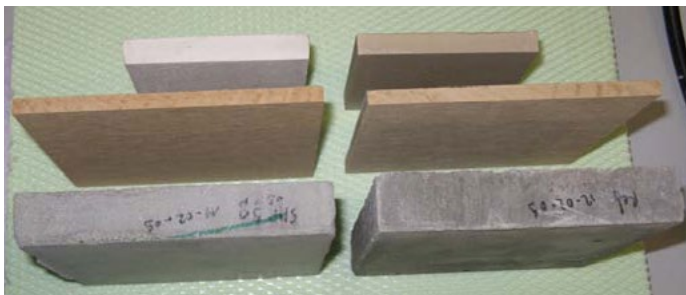
**Mörtelplatte:** Den Mörtelplatten wurde bei der Herstellung ein Silan/Siloxan-Gemisch zugemischt. Der gesamte Mörtel kann so behandelt werden (Massenhydrophobierung) und weist dann eine geringere Wasseraufnahme auf. Ein pulverförmiges Hydrophobierungsmittel (DOWSIL™ SHP 50) wurde mit trockenem Zement und Sand vermischt (0.5% SHP 50 in der Trockenmischung). Mit Wasser wurde ein Mörtelbrei hergestellt, der in Form gebracht und 28 Tage getrocknet wurde.

Nach der vollständigen Trocknung wurden die behandelten und unbehandelten Platten (Gips, Mörtel und FRC) geprüft.

Beide Varianten aller Testplatten (behandelt und unbehandelt) wurden 1 Stunde gewässert, um eine vollständige Durchnässung der unbehandelten Materialien zu gewährleisten. Danach wurden alle Prüfkörper 1 Stunde bei Zimmertemperatur im Labor getrocknet.

Das Foto in Abbildung 4 zeigt die Testplatten nachdem sie 30 Minuten in Wasser getaucht, herausgeholt, etwaige Wasserrückstände mit einem Lappen entfernt und weitere 30 Minuten bei Zimmertemperatur getrocknet wurden.

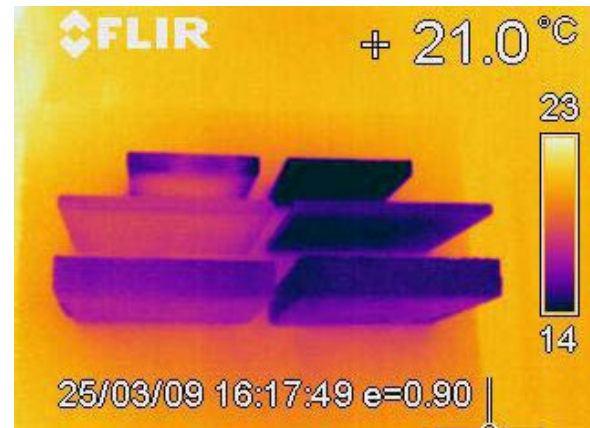
Auf der linken Bildseite sind die behandelten Platten nach dem Eintauchen zu sehen (von oben nach unten: 1. Gips, 2. FRC-Platte, 3. Mörtel). Die rechte Bildseite zeigt die unbehandelten Platten nach dem Eintauchen. Die unbehandelten Platten nehmen eine große Menge Wasser auf. Das lässt sich auch an ihrem veränderten Erscheinungsbild erkennen, sie sehen dunkler aus. Die behandelten Platten haben nicht so viel Wasser aufgenommen und haben ihr ursprüngliches optisches Erscheinungsbild behalten. Die Menge des beim Eintauchen aufgenommenen Wassers verdeutlicht, um wie viel weniger Wasser absorbiert wird, wenn die Baustoffe mit wasserabweisenden Mitteln nachbehandelt oder modifizierte Mischungen verwendet werden (Gewichtszunahme).



**Abbildung 4:** Lichtbild von behandelten und unbehandelten Gips-, FRC-Platten und Mörtelprobe nachdem diese 30 Minuten in Wasser getaucht und anschließend 30 Minuten luftgetrocknet wurden..

Die Beobachtung der beiden Sätze von Prüfkörpern nach dem Wässern und 30-minütiger Trockenzeit mit einer Infrarotkamera zeigt den bereits beschriebenen Kälteeffekt, der auch bei nasser Kleidung auftritt: das Kamerabild enthüllt, dass die Prüfkörper aus unbehandelten Materialien viel kälter sind (siehe Abbildung 5). Ursache ist wiederum das aus dem Substrat verdunstende Wasser, welches dem Material Energie entzieht.

Die nachträgliche Behandlung oder die modifizierte Mischung reduziert die Aufnahme von Wasser in Baumaterialien deutlich. Dies führt zu weniger Energieverlust, da die Verdunstung geringer ist und damit auch die benötigte Energie. Das Baumaterial kühlt deutlich weniger ab.



**Abbildung 5:** Infrarotbild der behandelten (links) und unbehandelten (rechts) Prüfkörper aus Gips, Mörtel und Faserzement nach der Wässerung und 30-minütiger „Antrockenzeit“..

#### 4. Bedeutung Des Injektionsverfahrens Bei Mauerwerksfeuchtigkeit

Die oben gemachten Beobachtungen lassen sich auch auf andere Anwendungen übertragen, wie z.B. die Bedeutung einer Horizontalsperre gegen aufsteigende Feuchtigkeit bei Kellermauern.

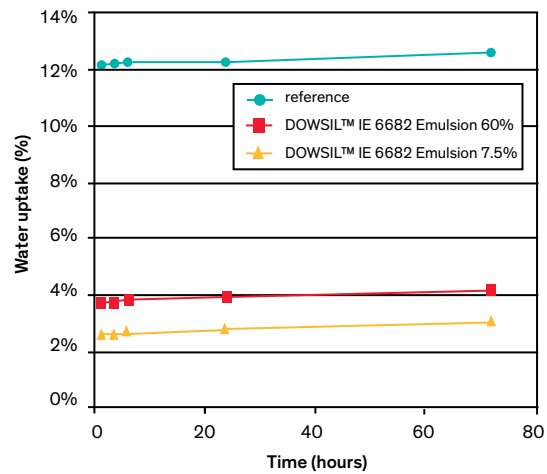


Das Problem der aufsteigenden Feuchtigkeit tritt meistens in alten Häusern auf, weil diese keine oder nur eine mäßig wirkende Sperrschicht haben. Die Feuchtigkeit wird über erdberührende Bauwerksteile (z.B.: Keller oder Fundament) aufgenommen und steigt durch die Kapillaren der Baustoffe in die darüberliegenden Mauern und Räume: Schimmel entsteht, die Tapete löst sich ab und das Raumklima ist geprägt von Feuchtigkeit und Kälte.

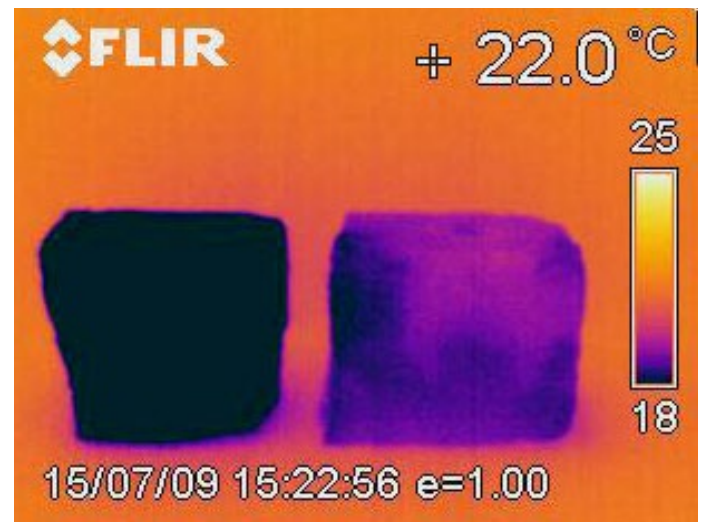
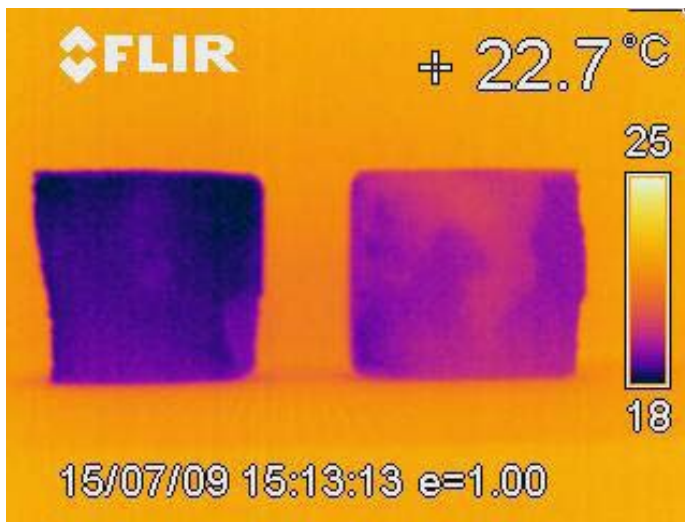
Diese Erscheinungen wurden im Labor nachgestellt um den positive Einfluss von Hydrophobierungsmitteln auf die Mauerziegel nachzuweisen.

Für den Versuch wurden Löcher in Tonziegel gebohrt. Wie in einer realistischen Bausituation wurden Materialien auf Basis von Silan in diese Löcher eingebracht. Die Ziegel konnten dann mehrere Wochen trocknen, um die Diffusion (Verteilung) und die Reaktion der Silanformulierung zu gewährleisten. Dieselbe Versuchsanordnung wird noch einmal erstellt. Zwei Emulsionen werden getestet, einmal mit 60% und einmal mit 7.5% Silangehalt. In die Ziegel wurde eine identische Menge Silan eingebracht, indem von der stärker verdünnten Emulsion eine entsprechend größere Menge eingespritzt wurde. 3 g der 60%-igen Silanemulsion wurden in 4 mm große Löcher eingebracht und 24 g der 7.5%-igen Emulsion in 7 mm Löcher.

In der Realität werden größere Mengen verwendet. Nach einem Monat wurden die Ziegel über Nacht in einem Wärmeofen getrocknet und dann getestet. Zuerst wurden die Ziegel in ein Becken gelegt, dass 2cm hoch mit Wasser gefüllt war. Der untere Bereich der Ziegel befand sich im Wasser, um so die Wasseraufnahme mittels Kapillaranstieg zu ermöglichen (siehe Abbildung 6). Sowohl behandelte als auch unbehandelte Ziegel wurden untersucht, um den Einfluss der Behandlung auf die Wasseraufnahme und den Wärmeverlust durch Verdunstung zu bestimmen.



**Abbildung 6:** Wasseraufnahme von Tonziegeln, injiziert wurde DOWSIL™ IE 6682 Emulsion, als 60%-ige und 7.5%-ige Silanemulsion. Das Foto zeigt die Versuchsanordnung zur Bestimmung der Wasseraufnahme durch Kapillaranstieg.



**Abbildung 7:** Bilder mit Foto- und Infrarotkamera von Ziegeln, die mit 60%-iger (oben rechts) oder 7.5%-iger (unten rechts) Silanemulsion behandelt wurden. Aufnahmen nach Wässerung, um den Kapillaranstieg zu ermöglichen und Lagerung über einige Stunden bei Zimmertemperatur. In der linken Bildhälfte sind die unbehandelten Proben zu erkennen.

Nach 24-stündigem Kapillaranstieg, wurden die Ziegel aus dem Becken genommen und für einige Stunden bei Zimmertemperatur aufbewahrt, damit Wasser verdunsten konnte. Zur genauen Untersuchung der Ziegel wurden Fotos (Abbildung 7) mit einer normalen Kamera und einer Infrarotkamera aufgenommen. Die Infrarotbilder zeigen deutlich, dass die Testziegel, die mehr Wasser aufgenommen haben, deutlich kälter sind, als die behandelten Ziegel. Die unbehandelten Ziegel nehmen mehr Wasser auf und werden kälter, da an der Ziegeloberfläche auch mehr Wasser verdunstet.

## 5. Der Einfluss Von Feuchtigkeit Auf Die Wärmeleitfähigkeit Von Bauwerkstoffen

Feuchte Baumaterialien haben eine größere Wärmeleitfähigkeit als trockene.

Wir wollten untersuchen, wie stark eine Beimischung von Silan/Siloxan den Anstieg der Wärmeleitfähigkeit verhindert.

Zwei Versuchsanordnungen wurden vorbereitet. Einmal blieb der Mörtel unbehandelt und beim anderen Testmuster wurde dem Mörtel 0.5% SHP 50 und SHP 60 (beide pulverförmige Hydrophobierungsmittel) beigemischt.

Eine Mischung aus 54 g trockenem Sand, 18 g Zement (CEM II) und 0.36 g Hydrophobierungspulver (0.5 % SHP 50 oder SHP 60 bezogen auf Trockenmasse) wurde per Hand zu einer homogenen Masse verrührt. Neun Gramm (9 g) Wasser wurden zugegeben und nach weiterem 2-minütigem Mischen entstand eine homogene Mörtelmasse.

Diese Masse wurde in eine 25x25x10 mm große Form gegossen. Die Mörtelstücke wurden nach 24 Stunden aus der Form entfernt und weitere 7 Tage bei einer Temperatur von 25°C und einer relativen Luftfeuchte von 100% weiter getrocknet.

Die Wärmeleitfähigkeit der drei verschiedenen Mörteltestkörper wurde mit einem Mathis Hot Disk Analysegerät gemessen. Messergebnisse der Testkörper und modifizierten Testkörper sind in Tabelle 1 ersichtlich.

Die drei Mörtelstücke wurden für 2 Stunden gewässert. Überschüssiges Wasser wurde mit einem Lappen entfernt und die Wärmeleitfähigkeit nochmals gemessen. Tabelle 1 enthält die Werte der Wärmeleitfähigkeit der Mörtelproben.

Es ist offensichtlich, dass feuchter Mörtel über eine größere Wärmeleitfähigkeit verfügt. Der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit ist abhängig von der Menge des aufgenommenen Wassers. Durch die Beimischung von SHP 50 oder SHP 60 in die Mörtelmasse reduziert sich die Menge des aufgenommenen Wassers und somit die Wärmeleitfähigkeit. Bei unbehandeltem Mörtel ist ein Anstieg der Wärmeleitfähigkeit von über 30% zu verzeichnen, bei modifiziertem Mörtel liegt der Anstieg lediglich bei 5-10%.

Material	Wärmeleitfähigkeit (W/mK)	Wärmeleitfähigkeit (W/mK)	Anstieg der Wärmeleitfähigkeit (%)
	Trockenes Muster	Feuchtes Muster	
Referenz-Mörtel	2.62	3.57	36
Mörtel modifiziert mit 0.5% SHP 50	2.47	2.59	5
Mörtel modifiziert mit 0.5% SHP 60	2.78	3.06	10

**Tabelle 1:** Wärmeleitfähigkeit von hydrophobierten Mörtelmustern und als Referenz ein unbehandeltes Mörtelmuster.

## 6. Schlussfolgerung

Die in diesem Bericht zusammengefaßten Ergebnisse zeigen den positive Einfluß von hydrophobierenden Bauschutzprodukten auf die Wasseraufnahme und so auch die Auswirkungen auf den Energieverbrauch von Gebäuden. Dadurch ergibt sich neben der eigentlichen Schutz- und Erhaltungsfunktion von Hydrophobierungsmitteln bei Bauwerken auch ein weiterer, nicht zu unterschätzender Vorteil einer deutlichen Einsparung von Energie !

Hydrophobierungen von Bauwerkstoffen können sowohl nachträglich als auch schon während der Herstellung (sogenannte „Admixtures“) von diesen ausgeführt oder angewendet werden.

---

#### **HAFTUNGSBESCHRÄNKUNG – BITTE SORGFÄLTIG LESEN**

Die in dieser Broschüre enthaltenen Angaben werden aufgrund der bei Dow durchgeführten Forschung nach bestem Wissen gemacht. Da Dow keinen Einfluss auf die Verwendungsart der Produkte und auf die Bedingungen hat, unter denen sie eingesetzt werden, ist trotz dieser Produktinformationen vor dem Einsatz der Produkte unbedingt die Durchführung von Tests erforderlich, um sicherzustellen, dass unsere Produkte im Hinblick auf Leistung, Wirkung und Sicherheit für die spezifische Verwendung durch den Kunden geeignet sind. Vorschläge zur Produktverwendung sind nicht als Anstiftung zu Patentrechtsverletzungen zu verstehen.

Dow gewährleistet nur, dass unsere Produkte der zur Zeit der Lieferung aktuellen Produktbeschreibung entsprechen.

Gewährleistungsansprüche des Kunden und die entsprechenden Gewährleistungspflichten von Dow beschränken sich auf die Lieferung von Ersatz oder die Rückerstattung des Kaufpreises für ein Produkt, das der Gewährleistung nicht entspricht.

**M GESETZLICH ZULÄSSIGEN UMFANG LEHNT JEDE WEITERE AUSDRÜCKLICHE ODER IMPLIZIERTE GEWÄHRLEISTUNG DURCH DOW, EINSCHLIESSLICH DER VERKÄUFLICHKEIT UND VERWENDUNGSEIGNUNG, IST AUSGESCHLOSSEN.**

**DOW ÜBERNIMMT KEINE HAFTUNG FÜR ZUFALLS- ODER FOLGESCHÄDEN.**

®TM Marke von The Dow Chemical Company ("Dow") oder verbundenen Unternehmen

© 2019 The Dow Chemical Company. Alle Rechte vorbehalten.

S2D 91081/E26531

Form No. 63-1180-03 B