

# FAQ

Häufig gestellte Fragen und Antworten bzgl.  
des verbundlosen **THERMOMASS®**  
Verankerungssystems

Die Themen beinhalten:

- Allgemeine Fragen
- Thermische Leistungen
- Ankerinformationen
- Dämm- und Waddickenanforderungen
- Wandoberflächen
- Details
- Technische Informationen
- Zugfestigkeiten
- Schubfestigkeiten
- Verbundverhalten
- Thermische Zyklen
- Standard-Montageverfahren
- Prüfergebnisse

**November 2006 – 7te Auflage**



**THERMOMASS®**  
**BUILDING INSULATION SYSTEMS**  
By Composite Technologies Corporation

# Allgemeine Fragen

## Was ist das THERMOMASS® Verankerungssystem?

Das THERMOMASS Verankerungssystem ist ein patentiertes Anker- und Dämmsystem für in Aufrichtbauweise erstellte, vorgefertigte, modular vorgefertigte und ortbetonierte Betonwände in Sandwichbauweise.

Die hochfesten, mit geringer Leitfähigkeit und chemisch beständigen Anker verbinden zwei Betonschalen durch vorgebohrte extrudierte Polystyrol Hartschaumdämmung (Wärmedurchlasswiderstand von  $0.35 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  pro mm Dicke). Bei Anwendungen, die vertikale Schalungen einsetzen, sorgen die Anker zudem für die Positionierung der Dämmtafeln während des Betoniervorgangs.

Die Composite Technologies Corporation (CTC) als Hersteller liefert beide Komponenten des Systems – die Ankerstäbe sowie die vorgebohrten Dämmplatten über den offiziellen globalen Systempartner Construction Systems Marketing GmbH Ltd. in Bensheim (CSM). CTC ist zudem so ausgestattet, dass sie die komplette Dämmungsausführungszeichnungen sowie präzise geschnittene Schaum-Tafeln liefert, die sowohl Bohrungen als auch Randbedingungen beinhalten. Zusätzlich können wir qualifizierte Wandtafelhersteller in unserem Vertriebsraum empfehlen.

## Warum sollten wir das THERMOMASS® Verankerungssystem einsetzen?

THERMOMASS setzt hochqualitative Dämmstoffe zwischen zwei Betonschalen und verankert die drei Lagen zu einer tragfähigen Konstruktion. Dies verbessert beträchtlich den Wärmedurchlasswiderstand R der Wandtafel im Vergleich zu reinem Beton. Eine nicht gedämmte Betonwand mit einer Dicke von 200 mm erreicht einen Wärmedurchlasswiderstand R von  $0.113 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  verglichen mit  $0.881 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  für nur 25mm extrudierte Polystyrol-Dämmung.

Um einen überlebensfähigen Baustoff in den meisten heute energiebewussten Regionen darzustellen, muss eine Betonwand gedämmt werden. Das THERMOMASS Verankerungssystem bietet dem Bauherrn ein kosteneffektives, dauerhaftes und energetisch effizientes Bauwerk.

## Wie unterscheidet sich THERMOMASS von anderen isolierten Betonwandtafelsystemen?

Der Entwurf des Systems steigert den „erstandenen“ Wärmedurchlasswiderstand durch Beseitigung von Wärmebrücken, die sonst durch hochleitfähige metall Verankerungen und massive Betonabschnitte gebildet werden. Durch den Einsatz des THERMOMASS Verankerungssystems kann eine Betonwand in einem Atemzug gedämmt werden bei Aufrechterhaltung von mehr als 99% des Wärmedurchlasswiderstands der Wärmedämmung.

## Weshalb ist es wichtig die Dämmung zwischen den Betonlagen zu positionieren?

Die Betonschalen stellen eine thermische Masse dar, d.h. der Beton ist in der Lage, beträchtliche Mengen an thermischer Energie zu speichern und die Wärme zeitversetzt durch die Wände des Bauwerks abzugeben. Entsprechend des Grundlagenwerks der Amerikanischen Gesellschaft der Heizungs-, Kühl- und Klimaingenieure (ASHRAE), führt dieser Zeitversatz zu drei wichtigen Ergebnissen:

- Die lange Reaktionszeit mäßigt die Fluktuationen der Innentemperatur während den Schwankungen der Außen- temperatur.
- Im Vergleich zu einem Bauwerk mit geringer Masse wird der Energieverbrauch sowohl in warmen als auch in kühlen Klimata beträchtlich gesenkt.
- Aufgrund der Tatsache, dass die Masse an das Bauwerksinnere grenzt, kann die Nachfrage an Energie zu Zeitpunkten mit geringeren Energieanforderungen verschoben werden, da die Energiespeicherung durch korrekte Bemessung der Masse und der Wechselwirkung mit der Heiz-, Lüftung- und Klimaanlage gesteuert wird.

Mit Hilfe von Verfahren nach ASHRAE und anderen führenden energiewissenschaftlichen Institutionen, die durch das US-amerikanische Regierungsbüro für Energiefragen (DOE) bestätigt wurden, kann die Composite Technologies Corporation die gesteigerte Wirkung auf den Wärmedurchlasswiderstand der Masse für Ihre Projekte quantifizieren.

### Aus welchem Werkstoff werden die Anker hergestellt?

Die Verbundanker werden aus einem Faserverbundwerkstoff hergestellt, der aus zusammenhängenden Glasfasern und einem Vinylester Polymer besteht. Die Werkstoffe wurden eingehend geprüft und es wurde nachgewiesen, dass sie äußerst dauerhaft und fest sind.

### Wie werden die Anker hergestellt?

Die Anker werden hergestellt unter Beachtung eines strengen Qualitätssicherungsverfahrens (durch unabhängige Dritte im Sinne des International Code Council-Evaluation Service) mittels firmenspezifischer Verfahren, bei denen die Glasfasern durch einen wärmeaushärteten Harzbad und einer temperaturgesteuerten Matrix gezogen werden. Das Harz wird zwecks Einleitung einer chemischen Reaktion zur Bindung der Fasern untereinander erwärmt. In einem gesonderten Vorgang wird eine Polymermanschette um den Verbundanker spritzgegossen.

### Weswegen können die Anker nicht aus einem anderen Werkstoff gefertigt werden?

Der Ankerwerkstoff muss vergleichbar mit Beton sein, thermisch effizient und besonders fest sein. Eine Kompatibilität ist nicht gegeben wenn der Verbundanker empfindlich gegen alkalischen Angriff oder hydrophil ist bzw. dessen Wärmeausdehnungskoeffizienten wesentlich größer als der von Beton ist.

Verbundanker, die aus nicht kompatibelem Werkstoff hergestellt werden, können Ausbrüche in der dünnen äußeren Betontafel verursachen. Es ist zudem möglich, dass die Verbundanker an Tragfähigkeit verlieren. Die THERMOMASS Anker wurden sorgfältig entworfen, so dass sie kompatibel zu Beton sind und nicht an Tragfähigkeit verlieren.

### Weswegen wird ein Faserverbundwerkstoff eingesetzt anstelle von Stahl?

Der Faserverbundstab, der im Thermomass Verankerungssystem eingesetzt wird, weist eine Wärmeleitfähigkeit von  $0.469 \text{ W}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}$  auf.

Verglichen hierzu gelten die jeweiligen Werte von  $40.68 \text{ W}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}$  für Edelstahl und  $81.59 \text{ W}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}$  für Flussstahl sowie  $2.79 \text{ W}\cdot\text{mm}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}$  für Beton.

Aus diesem Grund beseitigen die THERMOMASS Faserverbundanker die Bauteilkomponenten, die ansonsten Wärmebrücken bilden würden.

### Wird die Alkalität des Betons die Stäbe angreifen?

Nein. Die Vinylester-Harzmatrix schützt die Glasfasern des Stabs vor chemischen Angriff. Unabhängige Untersuchungen haben gezeigt, dass die Anker der Alkalität des Betons bis zu 100 Jahren widerstehen können.

### Wie halten die Verbundanker die Wandtafeln zusammen?

Die Kerben in den flexiblen, hochfesten Ankern entwickeln eine Kerbwirkung in den Betonwandtafeln. Die Auszugsfestigkeiten der eingebauten Verbundanker sind wesentlich höher als die bei üblichen Belastungsbedingung erfahrenen Lasten.

### Seit wann wird THERMOMASS bei Sandwichwand-Anwendungen eingesetzt?

Das erste Gebäude, das mit diesem System erstellt wurde, war ein neunstöckiges Appartementhaus, das 1980 fertiggestellt wurde.

### Welche sind die Anwendungen des THERMOMASS® Verankerungssystems?

- Ortbeton - *Baustellenbeton, vertikal geschalt*
- Fertigteil - *Fertigteilbeton, horizontal geschalt*
- Vorgespannt - *Fertigteilbeton, einschließlich Hohlkerne und Doppel-T, horizontal geschalt*
- Aufrichtbauweise - *Ortbeton, horizontal geschalt*
- Modulare Fertigteile – *Ort- oder Fertigteilbeton, 4 oder 5-seitige monolithische Module, vertical geschalt*

## Welche Bauwerkstypen sind für das THERMOMASS System geeignet?

Der Werkstoff Beton stellt einen architektonisch bedeutsamen Baustoff dar, der virtuell jede Erscheinung annehmen kann. Das THERMOMASS-System erlaubt es dem Entwerfer, Vorteile dieser Stärke zu gewinnen und dem Bauherrn eine energetisch hoch effiziente Anlage zur Verfügung zu stellen.

Das System wurde seit 1980 bei einer Vielzahl von Bauwerkstypen eingesetzt und sollte für jedes Bauwerk Berücksichtigung finden, bei dem geringe Energiekosten, hohe Dauerhaftigkeit, geringe Instandhaltung, niedrige Brandversicherungsprämien und geringe Baukosten von Wichtigkeit sind. Bei den fertiggestellten Anlagen handelt es sich um eine breite Auswahl von Bauwerkstypen wie Kaufhäuser, Einkaufszentren, Kirchen, Schulen, Krankenhäuser, Vollzugsanstalten, Verarbeitungs- und Vertriebszentren, Lagerhäuser, Kühl-/Gefrierhäuser, Holzbrennöfen, Landwirtschaftsgebäude, Wohnhäuser und -anlagen sowie Sporteinrichtungen.

## Gibt es Projekte „außergewöhnlicher Nutzung“, bei denen dieses System die erste Wahl sein sollte?

In den letzten Jahren wurde THERMOMASS umfassend bei Justizvollzugsanstalten in gewöhnlicher Fertigteilbauweise, Aufrichtbauweise und modularer Fertigteilbauweise eingesetzt, bei denen geringe Betriebskosten, Feuerwiderstand und Dauerhaftigkeit starke Berücksichtigung fanden. THERMOMASS wurde zudem auch führend bei der Erstellung von Kühl-/Gefrierhäuser in Betonbauweise, für die Energieeffizienz und Dauerhaftigkeit äußerst wichtig sind.

## Thermische Leistung

### Wenn nur geringe Mengen an Beton und Stahl die Dämmung kreuzen, sollten deren Auswirkungen nicht vernachlässigt werden?

Nein. Stahl leitet Energie 1700 mal schneller als Dämmung. Beton leitet Energie 300 mal schneller als Dämmung und ist ein schlechter Isolator. Die den Auswirkungen von Stahl- und Betonwärmebrücken zuzuordnenden Energieverluste können sich auf mehr als 70% belaufen.

### Warum ist die Auswirkung von Stahl und Beton so groß?

Die Wärme fließt von warmen zu kälteren Bereichen hin. Wie zuvor dargestellt, bilden Stahl und Beton Wärmebrücken mit hohem Wärmedurchsatz beim Kreuzen durch die Wärmedämmung. In einer wärmegeprägten Wand mit Wärmebrücken wird die Energie dazu tendieren, in Weg parallel zur Dämmung zu fließen bis sie die Wärmebrücken erreicht hat und schnell von der warmen auf die kalte Seite der Wärmebrücke geleitet wird. Da die Energie effektiv von einem großen Bereich um jede Wärmebrücke fließt, ist der gesamte betroffene Bereich wesentlich größer als der Durchmesser der Wärmebrücke selbst.

### Können die Auswirkungen von Wärmebrücken gemessen und vorausgesagt werden?

Ja. Es wurden wichtige Forschungsarbeiten im Fachbereich Energie des Oak Ridge National Laboratory mittels „guarded hot box“-Prüfung zur Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstands durchgeführt. Es wurden im realen Maßstab erstellte Bauwerke üblicher Bauweisen, einschließlich gedämmter Betonsandwich-Elemente geprüft. Die Messwerte verifizierten die prognostizierte Wärmebrückenauswirkung mittels modifizierter isothermische Ebenen-Analyseverfahren, wie sie im Grundlagenwerk der ASHRAE veröffentlicht wurde.

Nähere Informationen finden Sie unter: <http://www.ornl.gov/sci/roofs+walls/awt/ref/techhome.htm>

### Sollte es durchgängige Betonverbindungen an den Tafelkanten, Einlegeteilen oder Öffnungen geben?

Nein. Lediglich die THERMOMASS Verbundanker sollten die beiden Betontafeln verbinden. Die Dämmung sollte auf alle Tafelkanten projiziert werden, so dass Wärmebrücken beseitigt werden. Durchgängige Betonverbindungen sorgen nicht nur für Wärmebrücken, sie führen zudem zu Zwangsbeanspruchungen der äußeren Betonschale bei Temperaturveränderungen.

# Verbundanker

## Welcher ist der Abstand zwischen den Verbundankern?

Üblicherweise werden die Verbundanker zentrisch in einem Abstand von 400 mm in beiden Richtungen gesetzt. Je nach Abmessungen der Wandtafeln und der Beanspruchungsbedingungen können spezielle Abstände spezifiziert werden.

## Wie wird dieser Abstand vor Ort bzw. im Fertigteilwerk erreicht?

Alle Dämmplatten, die mit dem THERMOMASS Verankerungssystem geliefert werden, verfügen über Stanzlöcher im spezifizierten Abstand. Es liegen Vorschriften vor, ob und wenn zusätzliche Bohrungen vorzusehen sind.

## Was bedeutet die Verbundankerbezeichnung?

Es liegen zwei Reihen von Verbundankern vor: MC (Metric Common) and MS (Metric Short). Die Anker aus der MC Reihe weisen eine Verankerungstiefe von 50 mm sowohl in der inneren als auch in der äußeren Betonschale auf, während die MS Reihe über Verbundanker mit einer Verankerungstiefe von 38 mm verfügen.

Die vier Ziffern, die der zwei-Buchstaben Bezeichnung folgen, weisen auf die Dicke der Dämmung hin. Die erste Zahl ist die Dicke der Dämmung in Zoll multipliziert mit 10. Die zweite Zahl stellt die Dicke der Dämmung in Millimeter dar.

Ein MS 20/50 Verbundanker würde zum Beispiel über eine Verankerungstiefe von 38 mm verfügen und würde für eine Dämmung mit einer Dicke von 50 mm (2 inch) eingesetzt.

## Wie bestimme ich, welcher Verbundanker einzusetzen ist?

Alle Verbundanker verfügen über eine gegossene Manschette mit einer, der Wärmedämmungsdicke entsprechenden Länge. Die MS-Reihe ist für Tafeln entworfen, bei denen eine oder beide Betonschalen 50 mm bis 63 mm dick sind (minimal empfohlene Dicke). Wenn beide Betonschalen dicker als 63 mm sind oder die Tiefe der Laibungen in den Tafeln eine Netto-Dicke von 50 mm oder größer aufweist, dann sollten Anker der MC Reihe verwendet werden.

# Dicke der Isolierung und der Tafel

## Welche Dämmungsdicke kann eingesetzt werden?

Es wurde Dämmungen mit Dicken von 25 mm bis 250 mm erfolgreich eingesetzt. Die minimal empfohlene Dicke beträgt 38 mm für horizontal gegossene Tafeln und 50 mm für vertikal gegossene Wände. Für eine Dicke größer 75 mm, besteht die Dämmung üblicherweise aus mehreren Lagen. Die erforderliche Dicke kann mittels thermischer Analyse ermittelt werden, die die Bauwerksnutzung, den Standort und die Sorptionsisothermen berücksichtigt.

## Welche ist die minimale Dicke einer typischen Außentafel?

Eine Mindestdicke von 50 mm wird empfohlen. Dies sorgt für eine Deckung von 13 mm des Endes der kurzen Anker (MS). Die Mindestdicke der Tafel sollte um das Maß erhöht werden, das von der Dicke von Laibungen oder Verzierungen herrührt.

## Welche ist die typische Stärke einer tragenden Wandtafel?

Die Dicke ist abhängig von der Bauweise und von den Bauwerksbelastungen. Eine Rücksprache mit dem Hersteller der Wandtafeln ist bei Fertigteilen erforderlich. Bei Aufrichtbauweisen kann die Ausgangsdicke durch Multiplikation der nicht ausgesteiften Tafellänge mit dem Kehrwert der Schlankheitsverhältnisse zu 50 ermittelt. Die endgültige Dicke ist durch den Tragwerksplaner unter Berücksichtigung der Errichtungs-, Eigengewichts- und Querkräfte zu ermitteln.

# Oberflächenausbildung der Wände

## Welche sind die möglichen Arten von Betonoberflächenausbildungen?

Dies hängt von den Möglichkeiten Ihres lokalen Wandherstellers ab. Das THERMOMASS Verankerungssystem kann für jede Art und jeden Typ von Schalungssystemen eingesetzt werden, mit und ohne Schattenfugen. Die Oberflächenausbildung kann Sichtbeton, Farbanstrich, Feinputz, sandgestrahlte Oberfläche, Waschbeton, gefärbter Beton, schmale Riemchen oder andere Arten der Betonbehandlung sein. Die zusätzlichen Baustoffe bedürfen der Sicherung an der Wandtafel mittels Betonanker.

## Wie steht es mit anderen Entwurfsbetrachtungen?

Es bestehen keine Grenzen bei den Entwurfsmöglichkeiten bzgl. des Einbauens einer Schale in eine Schalung. Laibungen, Ornamente, eingeprägte Logos und Kräuselungen stellen lediglich einige Beispiele dar. Tatsächlich kann Composite Technologies Corporation Kunststoffformen liefern zur Nachbildung nahezu jeglicher Logos mittels CAD-Zeichnung.

## Details

### Beeinflussen massive Betonkanten die Wandtafel?

Die massiven Betonkanten werden Wärmebrücken verursachen, wie es oben dargestellt wurde. Vielleicht ist es von höherer Bedeutung, dass sie jedoch die unabhängigen Bewegungen der äußeren Schale von der inneren Schale aufgrund von Temperaturveränderungen einschränken. Daraus ergeben sich Spannungen in der äußeren Schale, die sich durch nichttragende Risse bemerkbar machen und Beulen der Tafel verursachen können.

### Was kann ich tun, wenn ich einen massiven Betonabschnitt haben muss?

Es liegen eine Vielfalt von Möglichkeiten vor zur Reduzierung des Potentials zweier Schalen, monolithisch verbunden zu werden. Sie erhalten solche Lösungen für spezifische Bedingungen über unseren technischen Dienst.

### Was überdeckt die exponierte Dämmung bei Öffnungen?

Die Fenster und die Türpfosten können eingesetzt werden, um die Dämmung dort zu überdecken, wo es möglich ist. Sie können an einer (üblicherweise die innere) Tafel angeschlossen werden. Die anderen Fugen sollten abgedichtet werden, so dass deren Bewegung möglich ist. Weitere Optionen erhalten Sie für spezifische Bedingungen über unseren technischen Dienst.

## Ingenieurwesen

### Wer konstruiert die Wandtafeln?

Der Abstand des Ankersystems wird durch Composite Technologies Corporation vorkonstruiert. Die Tragfähigkeit der Tafeln oder die Dicke der Schalen sollten durch den projektspezifischen Tragwerksplaner ermittelt werden.

## Zugfestigkeit

### Wie hoch ist die Zugfestigkeit des in den Ankern eingesetzten Verbundwerkstoffs?

Die Zugfestigkeit des Ankerverbundwerkstoffs ist höher als 827 Mpa.

### Wie hoch ist die Tragfähigkeit eines Verbundankers?

Ein einzelner Verbundanker kann bis zu 1100 kg Beton tragen.

### Wie hoch ist die Zugkraft, die ein Anker in einer typischen Wand unterworfen wird?

Ein typischer Anker wird mit einer Last von ca. 0.5 kN während des Hebens einer Schale aus dem Betonierfeld beansprucht. Diese Kraft kann für eine 75 mm Tafel berechnet werden:

	<b>kPa</b>
Schalengewicht (bezogen auf Normalbeton)	1.8
Sog	1.2
Gesamt	3.0
Zugordnete Fläche pro Anker	0.165 m <sup>2</sup>
Daraus Zugkraft pro Anker	0.5 kN

Die Unsicherheiten bzgl. des Betonbaus sowie weitere Faktoren wie die ungleiche Verteilung der Lasten während des ersten Anhebens erfordern Sicherheitsbeiwerte, wie sie in dem System implementiert sind.

## Schubtragfähigkeit

### Wie hoch ist die Schubtragfähigkeit der Anker?

Die Schubtragfähigkeit jedes einzelnen Ankers beträgt zweischnittig ca. 4 kN und ca. 2 kN einschnittig.

### Wie hoch ist die Scherbeanspruchung eines Ankers bei einem typischen Einsatz?

Die Last eines Verbundankers mit einer Schalendicke der Attika von 75 mm beträgt nach folgender Berechnung 0.30 kN:

	<b>kPa</b>
Schalengewicht (bezogen auf Normalbeton)	1.8
Sog	n.v.
Gesamt	1.8
Zugordnete Fläche pro Anker	0.165 m <sup>2</sup>
Daraus Zugkraft pro Anker	0.3 kN

### Welche Attikaverschiebung ist zu erwarten, wenn die Wandtafel abgehängt wird?

Eine 75 mm abgehängte Wandtafel mit völlig zerstörtem Beton/Dämmungsverbund würde eine Durchbiegung der Außenschale von ca. 1.05 mm im Bezug auf die Hinterschale bei einer Dicke der Dämmung von 50 mm aufweisen.

### Kann eine schwere abgehängte Attika-Schale getragen werden?

Im Falle, dass eine Attika-Schale mit einer Stärke größer 125 mm an der Hinterschale abgehängt wird oder wenn die Verschiebung aufgrund von Auflasten der Außenschale kleiner 2.54 mm beschränkt werden müssen, können spezielle großflächigere Verbundanker mit höherer Schubtragfähigkeit in bestimmten Reihen gesetzt werden. Der Anker dient der Verschiebungsreduzierung der Außenschale.

### Wie hoch ist eine annehmbare zulässige Verschiebung der Außenschale?

Die konstruktiven Betrachtungen bei Fugen zwischen den Tafeln, bei Türen und bei Fenstern erfordern die Beschränkung der Gesamtaußenschalenverschiebung auf 2.54 mm bezogen auf die Hinterschale. Die Projektgenieure oder –architekten sollten die aktuellen Entwurfsparameter bestimmen.

# Verbundwirkung

## Agiert das THERMOMASS Verankerungssystem im Verbund?

Während die Composite Technologies Corporation ein Dämmsystem herstellt, das die Verbundwirkung erlaubt, gilt das für unser verbundloses THERMOMASS Dämmsystem nicht.

Ein hoher initialer Verbund zwischen Beton und Dämmung liegt vor, der jedoch signifikant über die Zeit abnimmt. Aus diesem Grund raten wir, die Tafeln unter Gebrauchslast als verbundlos zu bemessen.

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Anker und die Dämmung weiterhin Schubkräfte zwischen den beiden Schalen auch nach dem Verbundbruch übertragen. Eine Kombination aus Biegung der Anker und einer Druck-/Reibkraft in der Dämmung hält relativen Verschiebungen zwischen den Betonschalen stand und hilft das Gewicht der Außenschale abzufangen.

## Besitzen die Anker die Tragfähigkeit den Kräften zu widerstehen, beim Anheben sowie bei der Handhabung, wenn der Verbund zur Dämmung gebrochen ist?

Ja. Die Schubtragfähigkeit der Anker ist um ein Vielfaches höher als das Gewicht der Außenschale.

## Können beide Schalen zur Aufnahme der Bemessungslasten herangezogen werden?

Beide, unabhängig voneinander wirkenden Schalen können herangezogen werden, um die Windlasten aufzunehmen. Lediglich eine Schale sollte herangezogen werden, um die vertikalen Lasten (z.B. aus Dach- bzw. Deckenlast) aufzunehmen. Dies ist im Regelfall die innere (dickere) Schale, die äußere Schale kann genauso eingesetzt werden.

# Thermische Wechselbeanspruchung

## Wie groß sind die zu erwartenden temperaturveränderungsbedingten Verschiebungen?

Der Wärmeausdehnungskoeffizient von Beton beträgt  $10 \times 10^{-6}$  mm/mm/°C. Eine 12,20 m lange Wandtafel, die an einem Ende gezwängt und einer Temperaturbeanspruchung von 56 °C unterzogen wird, wird sich schätzungsweise um 6,7 mm ausdehnen.

## Können die Anker diese Verformung aufnehmen?

Es wurden Untersuchungen an Anker in einer Wand mit einer 50 mm dicken Dämmung durchgeführt. Die Schalen wurden um 11,2 mm während 2000 Zyklen ohne Degradation der Anker oder Verfall deren Festigkeit verschoben. Dies entspricht der Aussetzung an die Bewitterung von über 150 Jahren in einem Klima mit hohen Temperatursprüngen.

# Montage

## Wie wird das THERMOMASS System montiert?

Die Fertigteil-, vorgespannte und in Aufrichtbauweise gefertigten Systeme werden in nahezu identischen Abläufen installiert:

- Die untere Betonschicht wird in die Schalungen eingebracht. Dieser Vorgang beginnt wenn die Schalungen gesichert wurden, die Oberflächen gereinigt sowie mit einem Trennmittel behandelt wurden und die Bewehrung eingesetzt wurde. Die Bewehrung der dünneren (äußeren, unteren) Betonschale entspricht in etwa einer Lagermatte Q188A.
- Die vorgebohrte Dämmung wird dann über den Frischbeton gelegt (welcher bei einem Setzfließmaß von 12 bis 17 mm eingebaut wird). Dies sollte unmittelbar nachdem die untere Lage verdichtet und abgezogen wurde geschehen, jedoch stets nach max. 15 bis 20 Minuten nach Einbau, um von einer plastischen Mischung ausgehen zu können.

- Die Anker sollten umgehend in die vorgebohrten Bohrungen durchgeführt werden.
- Der Beton um die Anker sollte dann verdichtet werden. Das Begehen der Dämmung in der Nähe jedes Ankers und ein Fußabdruck auf jeder Seite des Ankers können dies effektiv ermöglichen. Dies würde den Beton dazu führen, in den Spalt auf die unteren Seite des Ankers zu fließen. Bei Fertigteilbetonagen kann eine zusätzliche Verdichtung mittels Schalungsrüttler erfolgen. Zusätzlich hierzu liefert die Composite Technologies Corporation ein Rüttelgerät für Dämmungen mit einer Dicke stärker 75 mm.
- Die Bewehrung und die Beschläge der zweiten Betonschale sollten eingesetzt werden.
- Schließlich wird die obere Betonschale eingebaut. (Anmerkung: Wenn die obere Betonschale nicht sofort eingebaut werden kann, sollte sie erst dann eingebaut werden, wenn die untere Betonschale völlig abgebunden ist).

Kontaktieren Sie die Construction Systems Marketing oder die Composite Technologies Corporation für Einbauanleitungen bei spezifischen Anwendungen.

### Was ist das Wichtigste beim Einbau der Anker?

Es muss eine Betonverdichtung um die Kerben der Anker vorliegen, damit die Festigkeit sich entwickeln kann.

### Wie kann eine gute Verdichtung erzielt werden?

Durch begehen oder durch Fußabdruck auf beiden Seiten der Anker (häufig auch als "THERMOMASS Shuffle" bezeichnet) erlaubt es, den plastischen Frischbeton um die Kerben des Ankers zu fließen. Eine gute Verdichtung kann erreicht werden durch Positionieren der Dämmung, den Anker setzen und die Dämmung unmittelbar nach Einbringen der unteren Betonschale "betreten" (unter normalen Bedingungen binnen 20 Minuten).

Anmerkung: Die Abbindezeit hängt von vielen Faktoren ab, einschließlich (aber nicht ausschließlich) von der Betonrezeptur, -temperatur, Umgebungs- und Schalungstemperatur sowie von der Mischzeit. Der Betonbauer muss sicherstellen, dass der Beton vor Einbau der Anker noch nicht mit der Erstarrung begonnen hat.

### Was ist, wenn eine Reihe Bohrungen beim Anpassen der Dämmung entfernt worden ist?

Eine neue Reihe von Bohrungen sollte in die Dämmung mittels eines Bohrers mit einem Durchmesser von 11 mm erstellt werden. Die neue Bohrlochreihe sollte nicht näher als 100 mm und nicht entfernter als 200 mm vom Rand der Dämmung sein.

### Was ist zu tun, wenn ein Anker einen Bewehrungsstahl oder ein Zuschlagkorn trifft?

Entfernen Sie den Anker und führen Sie ihn erneut so unter einen Winkel ein, dass er die Störung umgeht.

### Wird die Nachbehandlungswärme das THERMOMASS Verankerungssystem beeinflussen?

Die Anker werden nicht beeinflusst. Einzelne Dämmungen werden jedoch bei ca. 71 °C aufweichen. Extrudierte Polystyrole werden sich ausdehnen und geschäumte Polystyrole können schmelzen. Die Nachbehandlungstemperaturen (die Kombination aus Hydratationswärme und aufgebrachte Nachbehandlungswärme) in der unteren Betonschale sollten sorgfältig in der Nähe des Tafelmittelpunkts überwacht werden. Die Temperaturen dürfen 60 bis 65°C nicht überschreiten.

## Prüfungen

### Welche Art von Prüfungen wurden den Verbundanker und den Wandtafeln unterzogen?

Die Anker wurden unabhängig auf Zug-, Druck- und Scherfestigkeit geprüft, Ermüdungs- und Wechselbelastungen, sowohl hoch- als auch Tieftemperaturspannungen, Brandbeanspruchungen und Biegebelastungen unterzogen.

### **Wurden Prüfungen zur Bestätigung des Alkaliwiderstands durchgeführt?**

Es wurden Prüfungen an den Stäben gemäß allgemein angenommenen Richtlinien zur Simulation von 100 Jahren Alkaliaussetzung durchgeführt. Es wurde kein signifikanter Abfall der Stabfestigkeiten festgestellt.

### **Ist das THERMOMASS System tragwerksseitig nachgewiesen?**

THERMOMASS wurde sowohl im Prüflabor als auch im Feldversuch nachgewiesen. Die Construction Technology Laboratories (CTL) in Skokie, Illinois, haben Biegezugprüfungen am Grundwandaufbau 1984 durchgeführt. Seitdem sind viele Jahre erfolgreicher Anwendungen sowie zusätzlicher Tragfähigkeits- und Brandversuche bei CTL, bei der Iowa State University, bei der Universität Kaiserslautern, bei der Stork Twin City Testing Corporation sowie beim Southwest Research Institute vergangen, die die hervorragende Tragfähigkeit des THERMOMASS Verankerungssystems nachgewiesen haben.

### **Was leisten die Verbundanker im Brandfall?**

Während eines Brandversuchs bei einem führenden Brandschutzinstitut in den USA wurde eine, mit THERMOMASS Faserverbundanker versehene Wandtafel einer Beanspruchung mit Temperaturen von 1900 °C über vier Stunden ohne Leistungsabfall unterzogen. Die auf der brandabgekehrten Seite der Wand gemessenen Temperatur stieg lediglich um 20.8 °C während der Prüfdauer. Der Standard zum Bestehen der Brandprüfung war eine Temperaturerhöhung um 121 °C. Das THERMOMASS Verankerungssystem steigerte den Gesamtbrandwiderstand der Wand im Vergleich zu einer massiven Betonwand.

In einzelnen Prüfungen wurden THERMOMASS-Verbundanker in nur 75 mm Beton eingebaut und einem Standardtemperaturprofil unterworfen während sie hohen Zugbeanspruchungen unterzogen wurden. Auch unter diesen extremen Bedingungen haben die Verbundanker mehr als eine Stunde Brandbeanspruchung überstanden!

### **Wie sehen die Wärmedurchlasswiderstände R zur Bekräftigung Ihrer Behauptungen aus?**

Die meist umfassende Studie, die je zu diesem Thema erstellt wurde, wurde am THERMOMASS Verankerungssystem durch das Construction Technology Laboratory in Skokie, Illinois, durchgeführt.

**Zusätzliche FAQ Broschüren sind erhältlich für Verbundtafeln und Ortbetonanwendungen.**

**Wählen Sie (06251) 790890 für zusätzliche Details.**

**Construction Systems Marketing GmbH Ltd.**

**PF 30 75 , 64614 Bensheim , Deutschland**

**Tel.: +49-6251-790890 , Fax: +49-6251-790806**

**Email: [info@thermomass.de](mailto:info@thermomass.de) , Internet: [www.thermomass.de](http://www.thermomass.de)**

