

**Haacke Cellco GmbH**

**Patentierete kapillaraktive homogene Naturdämmplatte**

**Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt  
gefördert unter dem Az: 32315/01-24/2 von der  
Deutschen Bundestiftung Umwelt**

**von**

**Dipl. rer. pol (techn.) Wolfgang Haacke**

**Celle Januar/Mai 2016**

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

Az **32315/01**Referat **24/2**

Fördersumme

**86.645 €****Antragstitel** Patentierte kapillaraktive homogene Naturdämmplatte**Stichworte** Naturdämmplatte

Projektbeginn

**18.12.2014**

Projektende

**18.12.2015**

Projektphase(n)

Zwischenberichte

**Bewilligungsempfänger** Haacke Cellco GmbH  
29221 Celle  
Speicherstrasse 14

O5141-2791086  
Fax O5141-2791131

Projektleitung  
Wolfgang Haacke  
Bearbeiter  
Wolfgang Haacke

**Kooperationspartner****Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens**

Korkeichen – Wälder werden von mittelständischen Bauernhöfen in Portugal bewirtschaftet. Die Korkrinden als Ernte werden örtlich gemahlen, aufgebläht (expandiert). Die so als Schüttungen oder Platten hergestellten natürlichen Kork-Wärmedämmprodukte haben durch den Austritt des Eigenharzes beim Warmexpansionsvorgang keine kapillare Leitfähigkeit. Diese wird jedoch für Bauten aus Holztragwerken (z.B. Fachwerkhäusern) benötigt, weil eine Innendämmung im Rahmen der deutschen Verordnungen zur Energieeinsparung erforderlich ist. Eine übliche Außendämmung ist wegen der historischen Schmuckfassaden nicht möglich. Innendämmungen müssen die Wohnfeuchte als Diffusion oder in der Nähe der Taupunkte durch kapillare Leitung von innen nach außen ableiten. Die durch die patentierte Erfindung gefundene Lösung, natürliche Korkdämmplatten durch Injektion von geeigneten Materialien homogen und kapillaraktiv zu modifizieren, schafft bisher nicht bekannten, natürlichen und homogene Wärmedämmplatten für die Wärmedämmung besonders für die historischen geschützten Fachwerkbauten. Das geförderte Projekt hat das Forschungsziel, diese homogenen kapillaraktiven Naturdämmplatten zu entwickeln und die erforderlichen amtlichen Zulassungen zu erreichen.

**Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Das zu erreichende Forschungs- und Entwicklungsziel soll in 4 Schritten erreicht werden.

1. Schritt Grunduntersuchungen im Labor
2. Schritt Lösungsversuche auf Pilotebene
3. Schritt 0.-Serie für MPA- Messungen
4. Schritt Antragstellung zur Zulassung durch Institut für Bautechnik Berlin

## Inhaltsverzeichnis

Titelblatt	Seite 1
Projektkennblatt	Seite 2
Inhaltsverzeichnis	Seite 3
Verzeichnis Bilder, Zeichnungen, Tabellen	Seite 4
Zusammenfassung	Seite 5
Einleitung	Seite 6 – 8
Hauptteil	Seite 9 – 16
Fazit	Seite 17 – 18
Anhänge	Seite 19 – 45

## **Verzeichnis der Bilder, Zeichnungen, Tabellen**

<b>Bild 1</b>	<b>Fachwerk mit Ziegelsichtmauerwerk</b>	<b>Seite 6</b>
<b>Bild 2</b>	<b>Fachwerk mit Strohlehm -Stakung</b>	<b>Seite 6</b>
<b>Bild 3</b>	<b>Tabelle der Wettbewerbsprodukte</b>	<b>Seite 8</b>
<b>Bild 4</b>	<b>Bild Wärmedämmkork</b>	<b>Seite 9</b>
<b>Bild 5</b>	<b>Bild Kapillardämmkork</b>	<b>Seite 9</b>
<b>Bild 6</b>	<b>Bild Solar - Warmluftanlage</b>	<b>Seite 10</b>
<b>Bild 7</b>	<b>Bild Trockenanlage</b>	<b>Seite 10</b>
<b>Bild 8</b>	<b>Bild Artofex Knetter</b>	<b>Seite 11</b>
<b>Bild 9</b>	<b>Bild Mischbecken mit Turbo-Rührer</b>	<b>Seite 11</b>
<b>Bild 10</b>	<b>Bild Penetrations- Versuchsplatten</b>	<b>Seite 11</b>
<b>Bild 11</b>	<b>Bild Ergebnisse Flaschenrüttler</b>	<b>Seite 11</b>
<b>Bild 12</b>	<b>Bild Abstreifvorrichtung</b>	<b>Seite 15</b>
<b>Bild 13</b>	<b>Das Ergebnis : Dir kapillaraktive Naturdämmplatte</b>	<b>Seite 15</b>

# Haacke Cellco GmbH

## Zusammenfassung Entwicklungsprojekt AZ: 32315/01-24/2

### Patentierter Kapillaraktive homogene Naturdämmplatte

Die Arbeiten für das obige Projekt wurden am 18. Dezember 2014 in Celle begonnen.

Die geforderte Aufgabenstellung war, expandierte Kork-Dämm-Platten durch Injektion mit kapillaraktiven Materialien, deren abweisenden Oberflächenzustand ihrer Partikel gegenüber Feuchteleitung -hervorgerufen durch bei Erhitzung ausgetretene Eigenharze - zu beenden. Die natürlichen Wärmedämm-Eigenschaften des expandierten Korkmaterials sollen dabei so wenig wie möglich beeinträchtigt werden, um ein wettbewerbsfähiges Produkt für die innere Wärmedämmung von Fachwerkbauten zu erhalten. Aus diesem Grunde muss das Injektionsmaterial natürlich, offenporig und preiswert sein.

Es ist durch eine wässrige Mischung aus Bimslava, Bläherlit und Ton gelungen, ein Füllmaterial so herzustellen, dass dieses in die Zwischenräume einzelner PlattenKorkpartikel durch Vibration eindringt und haften bleibt. Durch das anschließende Solare-Trocknungs-Verfahren wird eine dauerhafte Haftung an den ca. 10-12 mm eigenharzverklebten Korkpartikeln hergestellt.

Um auf der einen Seite die Wärmeleitfähigkeit der Korkplatten möglichst gering durch Gewichtszunahme zu beeinträchtigen und auf der andern Seite eine maximale lineare Feuchte-Leitfähigkeit zu erhalten, musste eine Optimierung zwischen diesen beiden widerstrebenden Komponenten erreicht werden.

Der Kork im Lieferzustand von 100 kg/cbm wurde mit einer Injektionslösung im trockenen Zustand von ebenso 100 kg versehen. Bei diesem Mischungsverhältnis im Gewicht von eins zu eins wurden bei dem sich nun ergebenden Raumgewicht im trockenen Zustand von 200 kg/cbm optimale Ergebnisse erzielt.

Diese vom FIW München gemessenen, überraschenden Ergebnisse einer kapillaraktiven Korkplatte mit einer Wärmeleitzahl  $\lambda$  von 0,0473 und einer Ausgleichsfeuchte von 4,0 Masse - % und einer gewünschten Erhöhung des Diffusionswiderstandes auf 30,5 bei einem Verbleib im Raumgewicht von 200 kg/Kubikmeter ließen die Fachwelt aufhorchen.

Diese kapillaraktive Naturdämmplatte wurde für die innere Wärmedämmung der hausumschließenden Bauteile von Fachwerkbauten zur Erfüllung der gesetzlichen energetischen Verbesserung gesucht.

Die stabilen Dämmplatten, im trockenen Zustand auch noch leicht elastisch, bieten neben den überzeugenden technischen Werten auch dem verarbeitenden Handwerk problemloses Handling beim Anbringen an die inneren Seiten der Außenwände. Ende der Entwicklungsarbeiten 18.12.2015.

Die damit erreichte Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes durch Ersparnis von Heizkosten, der Einsatz von natürlichen Materialien der Erdkruste im Verbund mit nachwachsenden Kork bäuerlicher Betriebe ist ein bedeutender Beitrag zum Schutz unserer Umwelt und Schaffung eines gesunden Wohnklimas.

# Haacke Cellco GmbH

Einleitung Entwicklungsprojekt AZ: 32315/01-24/2

## Patentierte kapillaraktive homogene Naturdämmplatte

3,5 Millionen Fachwerkhäuser der Bundesrepublik Deutschland prägen als Baudenkmale unsere Kulturlandschaft in Städten und Dörfern. Die Deutsche Fachwerkstraße und die Arbeitsgemeinschaft deutscher Fachwerkstädte dokumentieren die besondere Bedeutung dieses Kulturgutes.

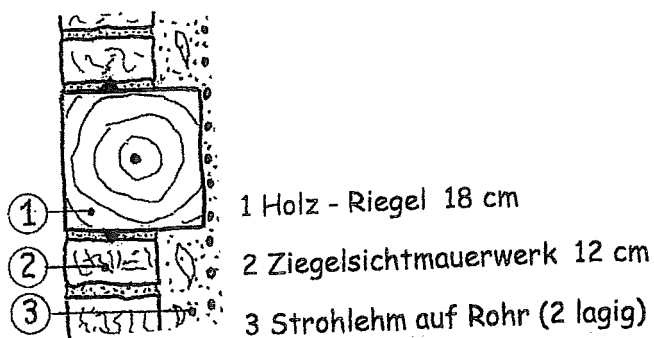
Die Holz-Tragwerke mit ihren Schmuckfassaden sind erhaltenswertes, Jahrhunderte altes geschütztes Kulturgut, welches durch die energetischen Anforderungen zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes des Gebäudebestandes gefährdet ist.

Die CO<sub>2</sub>- Ausstoß-Minderung von Gebäuden wird durch die Einschränkung der Wärmeverluste über die hausumschließenden Bauteile und neu entwickelte Verfahrenstechnik der Wärmeerzeuger erzielt. Die europäischen Behörden und die Bundesregierung haben Energieeinspar- Forderungen zum Erreichen von 20 % Verbrauchs- Minderung zum Jahre 2020 erlassen.

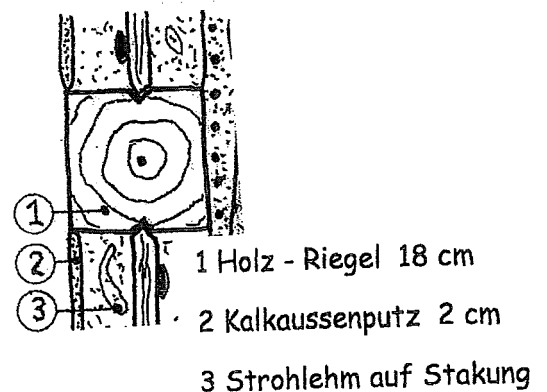
Nicht nur die Verbesserung des Wärmeschutzes von Außenwänden der Fachwerkgebäude sondern auch das Nutzerverhalten in Holzfachwerkgebäuden durch Feuchtluft und dichte Fenster, bei gleichzeitiger Abkehr von früherer Schornstein-Lüftung, bringt bauphysikalische Probleme, in deren Folge Gesundheitsschäden zum Beispiel durch Schimmelbildung zu verzeichnen sind.

Die größten Schäden werden jedoch an den Tragwerken der Gebäude gemeldet. Fäulnis des Holzfachwerkes an Ständern, Schwellen und Balkenköpfen führen zum Verlust der zulässigen statischen Tragfähigkeit und damit zum Nutzungsverbot für den Aufenthalt von Menschen.

Die in Deutschland üblichen drei Außenwände der Fachwerkbauten sind Holzständer aus Eiche oder Fichte/Tanne in 18-24 cm Stärke, ausgefacht mit Handstrichziegeln oder Strohlehm-Staken. Diese historischen Fachwerkwände wurden mit Strohlehm innen ausgeglichen und von außen mit Lehm- oder Kalkmörtel sichtverfugt bzw. verputzt. Die folgenden Skizzen zeigen den Aufbau dieser Fachwerkaußenwände.



Fachwerk-Ziegelsichtmauerwerk



Fachwerk-Strohlehm auf Stakung

Bei den heutigen Anforderungen üblicher Wohnnutzung mit 20° C. Innentemperatur bei Außen-Klimawerten von minus 10°C. weisen diese historischen Fachwerkwände eine Temperatur auf der Innenseite von 6-9 °C. auf. Diese Werte sind wohnhygienisch nicht zulässig. Es bildet sich Schwitz-Wasser, so dass auch das Holz-Tragwerk feucht wird und der Fäulnisprozess beginnt.

Alle Baumärkte bieten heute Dämmstoffe an, deren Wärmedämmwerte durch vorzügliche Wärmeleitahlen dokumentiert sind und deren Preise in günstigen Bereichen von ca. 100 € /cbm liegen. Nach heutigen Normvorschriften würde der reine Dämmstoffwert bei einer außen Dämmung zwischen 10 und 20 €/qm ohne Nebenmaterialien, Verkleidung und Montage liegen. Kunststoff-Schaumstoffe und mineralische Faserstoffe sind die Renner am Markt.

Bei Innendämmungen üblicher Mauerwerks-Bauten der Fünfzigerjahre der Nachkriegszeit sind bei ca. 36 cm starken Ziegelwänden mit Innen- und Außenputz von der Bauphysik schon die ersten Vorbehalte angemeldet. Die Luftfeuchtigkeit in den Räumen wegen dichter Bauteile darf nicht über 60-70 % ansteigen. Die Wärme-Kältebrücken der in die Räume eindringenden Bauteilen wie Betonkragarme von Decken, Balkonen, Tragstützen, Fensterstürzen u.a. müssen besonders gedämmt werden.

Fachkundig gepflegte Holz- Tragwerke haben Jahrhunderte lang Bestand. Wird dagegen verstoßen, versagt auch das beste Eichenholz nach wenigen Jahren seinen Dienst. Holz darf nicht ständiger Feuchtigkeit verbunden mit Wärme ausgesetzt werden. Die Gleichgewichtsfeuchte des Holzes liegt im Bereich 12-15 %. Eine Dauerbelastung von über 20 % Feuchte und deutlich über 20°C. Wärme haben Schäden zur Folge.

Die Ursache: Diffusionsoffene innere Wärmedämmung der Fachwerk-Außenwände!  
Aufgeschreckt durch wenige Fachleute bewilligte der Bund ein bedeutendes Forschungsvorhaben mit dem Thema "Sanierung von Fachwerkbauten", welches mit grundlegenden Erkenntnissen im Status Seminar Fachwerk 1990 in Fulda der Fachwelt vorgestellt wurde.

Ergebnis: Die innere Wärmedämmung reduziert die Temperaturen des äußeren Holz Tragwerks, so dass eine Feuchte-Abtrocknung reduziert wird. Die Wohnfeuchte der Innenräume diffundiert im Winter von innen nach außen und unterschreitet im Bereich des kalten Holz-Tragwerk den Taupunkt , sodass Wasser ausfällt. Ist das Holz zusätzlich noch von Dichtstoffen umschlossen, die den Trockenvorgang erschweren oder unterbinden, so sind Fäulnisschäden vorprogrammiert.

Das Ergebnis der wissenschaftlichen Untersuchungen ergab die besondere Bedeutung des Lehms für die Umhüllung von Holz Tragwerken. Der Lehm entzieht mit seiner Gleichgewichtsfeuchte von 2-5 % das in das Holz eingedrungene Wasser. Holz und Lehm sind unzertrennliche Geschwister im Fachwerkbau! Es war somit zum Ende des letzten Jahrhunderts wissenschaftlicher Grundsatz und Forderung der Fachwelt:

„Fachwerk-Außenwände müssen homogen, aus kapillarleitfähigen, natürlichen Baustoffen ohne Dampfsperren ausgebildet sein. Die Materialien müssen natürliche Bewegungen der Holz-Konstruktionen elastisch aufnehmen, um Rissbildung zu vermeiden.“

Die Bauphysiker erkannten auch die Schäden einer erst jetzt definierten Umkehrdiffusion in den Außenbauteilen und die damit durch Tauwasser auftretenden inneren Feuchte-Niederschläge.

In der Fachwelt nahm als Folge der bedeutenden Schäden mit hohem Sanierungsaufwand die fachliche Diskussion über die richtige Sanierung einen breiten Raum ein. Durch die Entwicklung von Rechenprogrammen zur Abbildung des Feuchteverlaufes (Simulation) in Bauteilen wurde dieses Thema eindeutig definiert und Lösungen aufgezeigt.

Daraus folgert die Anforderung an Wärmedämm-Materialien für die energetische Verbesserung von Holz-Bauteilen, um die Vorschriften der neuen Energieeinsparverordnungen zu erfüllen. Sie müssen holzverträglich, natürlich, hochdämmend, kapillarleitfähig, elastisch und dabei gleichzeitig kostengünstig sein.

Die Arbeitsgruppe Fachwerkinstandsetzung der „wissenschaftlich-technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V. (WTA) hat im Rahmen ihrer Arbeiten W.T.A.-Merkblätter „Bauphysikalische Anforderungen an Fachwerkfassaden“ und „Innendämm-Systeme“ herausgegeben. Diese Merkblätter sind als „Stand der Technik“ anerkannt.

Für die Bewertung von Innen - Dämm Systemen werden folgende Materialien genannt, die im Wettbewerb zur zu entwickelnden kapillaraktiven homogenen Naturdämmplatte stehen werden.

Bewertungs-Kriterien	Kapillarität	natürlich	elastisch	homogen	Dämmwert	Preis cbm
Holzwohle Leichtbau-Platten	nein	ja	nein	nein	mittel	100
Calcium-Silicat-Platten	ja	ja	nein	ja	mittel	800
Leichtlehm-Platten	ja	ja	nein	ja	gering	400
Wärmedämmlehm-Platten	ja	ja	ja	ja	mittel	900
Holzweichfaserdämm-Platten	nein	ja	ja	nein	hoch	200
Mineraldämm-Platten	ja	ja	nein	ja	mittel	500
Schilfdämm-Platten	nein	ja	ja	nein	mittel	200
<b><u>Zielvorgabe Projekt</u></b>	<b><u>ja</u></b>	<b><u>ja</u></b>	<b><u>ja</u></b>	<b><u>ja</u></b>	<b><u>mittel/hoch</u></b>	<b><u>500</u></b>

Tabelle der Wettbewerbsprodukte

Ziel dieses Forschungsvorhabens muss es sein, ein Produkt zu entwickeln, welches sich im Wettbewerb zu den obigen Produkten behauptet und zusätzliche Vorteile bietet.



## Patentierter kapillaraktive homogene Naturdämmplatte

### Hauptteil Abschlussbericht

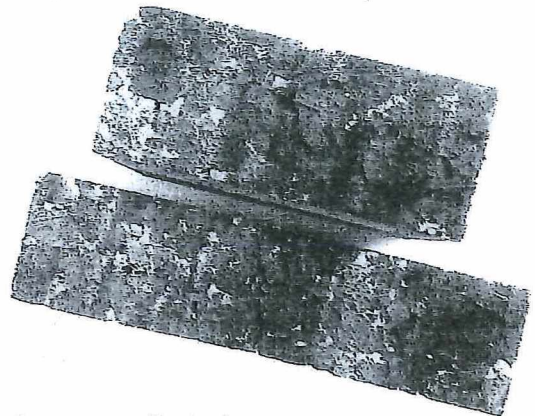
Am Anfang stand das Rohprodukt des handelsüblichen Wärme-Dämmkork.

Am Ende der Entwicklung steht der kapillaraktive patentierte Kapillar- Dämmkork.

**Bild 1 Wärme Dämmkork**



**Bild 2 Kapillar Dämmkork**



Um unsere Ziele zu erreichen, haben wir diese in 4 Teilaufgaben untergliedert.

1. Teilaufgabe " natürlich und elastisch"
2. Teilaufgabe " homogen und kapillar- leitfähig"
3. Teilaufgabe " hoher Dämm- Wert"
4. Teilaufgabe "günstiger Preis"

1. Firma Haacke beschäftigt sich seit über 130 Jahren mit der Verarbeitung von Rinden der Korkeiche aus den Ursprungsländern Spanien, Portugal , Italien, die im Werk Celle zu Korksteinplatten verarbeitet wurden. Die Korkrinde ist ein nachwachsendes Naturprodukt. Sie sichert bäuerlichen Familienbetrieben ihre Lebensgrundlage. Die Schälung „Refugo“ ist elastisch und unter einem geringen Radius geformt. Bei fehlenden ausreichend ebenen Flächen zum Beispiel für die Flaschenkorkenherstellung nicht geeignet. Das zu Körnungen zerkleinerte Material „Refugo“ wird durch anschließendes Erhitzen unter Luftabschluss von Pilz- und Schimmelsporen befreit und sterilisiert. Diese Arbeitsgänge werden heute in den Ursprungsländern in kontrollierter Qualität ausgeführt. Der für den Dämmbereich ausgesuchte Kork ist natürlich und elastisch.

2. Im Expansionsvorgang unter Erhitzung blähen die rohen Korkkörnungen in geschlossenen, stabilen Formen auf. Dabei treten die korkeigenen Harze durch die hohen Temperaturen geschmolzen an die Oberfläche der Korkpartikel. Der durch diesen Expansion Prozess entstehende Druck presst die Korkpartikel gegeneinander, die dann bei Abkühlung des Harzes an den Oberflächen miteinander verkleben.

Es verbleiben Hohlräume mit Verbindung zur Außenluft, so dass eine Homogenität nicht gegeben ist. Die jeweiligen Begrenzungsflächen der Hohlräume bilden die Oberflächen der Korkpartikel mit ihren Überzügen korkeigener Harze. Diese unterbinden jedoch die kapillare Leitung von Feuchtigkeit. Somit sind im Rahmen der Entwicklung labormäßig die Quantität der Hohlräume in % zur Korkmasse im Litermass zu bestimmen. Dieses geschieht durch Ausmessung mit entspanntem Wasser.

Die Füllmaterialien für die Hohlräume aus natürlichem Kapillar-Material wie z.B. Ton, Kieselgur und Bimsmehl werden in ihren Anteilen unter Beigabe von Wasser variiert und festgelegt.

Sodann wird im Labor die Füllung der Korkhohlräume durch diese Mischung untersucht.

Die Rezepturen der Kapillar Rohstoffe und die Anteile Wasser bei verschiedenen Wasser- Pril-Spannungen werden in kleinen Versuchen ermittelt. Die Ergebnisse: Die Luftvolumina in Würfeln  $10 \times 10 \times 10$  cm Kork ergaben im Mittel 44,4 % zu füllender Luftraum. Die Versuche mit Wasser verschiedener Härten zeigten keinerlei Unterschied in der Penetration der Füllmasse. Bei der Füll-Massen mussten der Anteil Bimsmehl und ebenso Ton um 50% gesenkt werden, um ein deutlich leichteres, natürliches kapillar leitendes Material zum Einsatz zu bringen.

Die dokumentierte Grundrezeptur ist 81 kg illitischer Ton, 46,5 kg Bimsmehl, 7,5 kg Filterperlit bei 120 kg Wasser der Härte 8.

Die Prüfungen auf rissfreies Trockenverhalten, Festigkeit gegen Handling, Trocken-Zeit und Wassersaug –Verhalten werden wurden im Wasserbecken bzw. Trockenschrank durchgeführt.

Zur Orientierung angesetzte Vorfeldsuche liessen erhebliche Schwierigkeiten beim Einbringen des Füllmaterials in die Korkzwischenräume erwarten.

Die im erteilten Patent beschriebenen Versuche durch Anlegen von Vakuum oder Druck oder am einfachsten durch gewichtseigene Penetration zeigten leider ihre Untauglichkeit, um ein Benetzen der Hohlräume der porigen Korkwände zu erreichen.

Wir kamen dann über vier Schritte zum gewünschten Erfolg. 1. Schritt 5 min hin und her bewegen der Korkplatte  $500 \times 200 \times 50$  mm brachten Verbrauch 180 g trocken Mörtel. 2. gleicher Ansatz mit Rüttel- Motor 5 min 680 g. 3. gleicher Ansatz als Whirlpool mit Luftinjektion 5 min 400 g. 4. ein Versuch mit dem Flaschen Rüttler zeitabhängig zwischen 1 und 5 min bei  $500 \times 200 \times 50$  mm Grössen das gut 10 fache an Materialaufnahme gegenüber 1.-3. So beschafften wir einen elektrisch betriebenen Flaschenrüttler auf Leihbasis an. Diese, bei der Betonverarbeitung üblichen Rüttelgeräte, sollen die Luft aus den Mischungen treiben. Leider war die Grösse zu gewaltig und auch die Frequenz zu hoch. Die weitere Suche nach einem geeigneten Vibrator brachte uns einen Pressluft getriebenen Flaschenrüttler unserer Wunschdaten Gewicht 6 Kg, Flaschenlänge 310 mm, Drehzahl 13.000 upm bei 6 bar Druck. Mit diesem neuen Gerät konnten wir bei eine Zeiteinsatz von im Durchschnitt 2-3 Minuten bei 50 mm Platten 2,5 KG Trockensubstanz einbringen und uns dem günstigen Rungewicht der gewünschten Kapillarkorkplatte von ca. 200 KG /cbm zu nähern. Auch der Zeiteinsatz bei einer theoretischen Gleichzeitigkeit von ca. 10 Platten war diskutabel.

Im Nachfolgenden Bilder der eingesetzten Gerätschaften für die beschriebenen Schritte

Bild 3 Der Artofex Kneiter

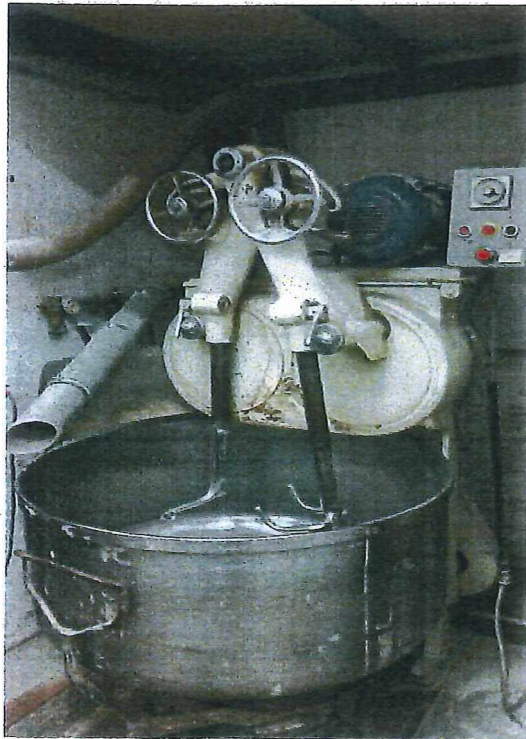


Bild 4 Die Mischbecken mit Turbo Rührer



Bild 5 Penetrations Versuchspatten auf Hordenwagen

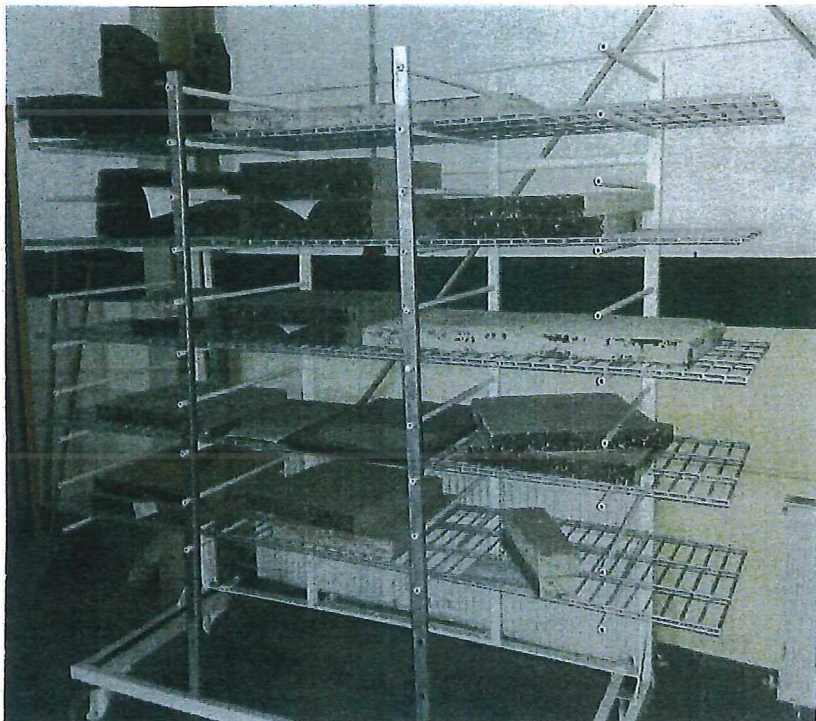


Bild 6 Ergebnisse Flaschenrüttler



3. Das ganz entscheidende Ziel unserer Entwicklung ist neben der Kapillarität der hohe Dämmwert des Produktes. Dieser wird bestimmt von der Wärmeleitfähigkeit  $0,037$  der zu behandelnden Korkplatte und der Menge je  $\text{cbm}$  des einzubringenden Kapillarmaterials mit einem spezifischen Gewicht von ca.  $1,3$ . Der theoretisch zu füllende Luftraum beträgt  $44,4\%$  des Gesamtvolumens. Wir sind im Durchschnittswert der neuen Platte eingerüttelt auf  $200 \text{ Kg/cbm}$  trocken gekommen, sodass dieses Ergebnis nur nahezu  $20\%$  der theoretischen Ausfüllmöglichkeit ergab. Dieses war zwar noch nicht der gedachte Zielwert einer zu erreichenden Vollfüllung. Im Hinblick auf die zu erstrebende gute Wärmeleitfähigkeit des neuen Produktes und dem Erkennen bei Schnittproben, der vielen nicht unterbrochenen Brücken an Kapillarverbindungen im gesamten Querschnitt der Platten, haben wir entschieden, diese Platten mit dem RG von ca.  $200 \text{ KG/cbm}$  zur Messung dem Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.v. nach München vorzustellen.

Die Vorstellung des Produktes beim Institutsleiter Prof. Dr. ing. Holm zeigte eine sehr positive erste Beurteilung durch die Bauphysik-Fachleute unseres führenden Institutes für den Wärmeschutz. Es wurden die Messung der Wärmeleitfähigkeit nach Norm, die der Gleichgewichtsfeuchte und des Diffusionswiderstandsfaktor trocken/nass in Auftrage gegeben.

Die Ergebnisse sind im Verzeichnis der Dokumente als Gutachten vom 1.10.2015 aufgezeigt. Eine Wärmeleitfähigkeit von  $0,0473$  trocken, ein Ausgleichsfeuchtegehalt von  $4$  Masse % und Wasserdampfdurchlässigkeit von  $30,5$  trocken und  $23,3$  nass sind für uns erstrebte „Traumwerte“ über die auch die Fachleute des Institutes voll Freude waren. (Wir hatten in den Überlegungen zum Antrag  $30\%$  „schlechter“ geschätzt). Damit sind wir sehr zufrieden, weil diese Forschungsergebnisse eine gute Marktausgangsposition für die energetische Ertüchtigung historischer Fachwerkhäuser verspricht.

4. Die Voraussetzungen für einen günstigen Marktpreis sind geringer Materialeinsatz, geringer Zeitbedarf für die Fertigung und damit geringe Personalkosten und niedrige, aber angemessene Generalien. Von dem Vorhandensein der Generalposition kann bei gut organisierten und marktaktiven Betrieben des Mittelstandes ausgegangen werden. Die Voraussetzungen des Materialeinsatzes sind durch die Ergebnisse dieses Forschungsauftrages erfüllt.

Der Materialeinsatz Kork ist bei kapillaraktiven Korkplatten vorbestimmt durch den Bezugspreis der Kork-Wärme-Dämmplatten aus den Ursprungsländern Spanien, Portugal und Marokko sowie den Transportkosten. Dieser ist zu einem geringen Teil mengenabhängig sonst aber vorbestimmt durch die Kostensituation des Lieferlandes.

Die Fertigungszeit bestehend aus Einbringen und Trocknen der Füllmassen und Verpacken der Platten sind in üblichen Zeitabläufen zu erledigen. Die Höhe der Personalkosten sind durch tarifliche Bindungen festgeschrieben. Ein nach Refa-Vereinbarung zu ermittelnder Zeitbedarf konnte aus der Pilotfertigung wegen fehlender Losgrößen noch nicht ermittelt werden. Ebenso der Zeitbedarf für die Trocknung, weil die neue Wärmestromanlage solar betrieben werden soll und dazu ein ca.  $100 \text{ m}$  langer Trockentunnel zu erstellen ist, deren Wärmebedarf über die Sonne befriedigt wird. Darum muss die zu trocknende Menge grösser sein als bei Trocknung auf Basis fossiler Energien.

Der Kostenüberschlag für die kapillaraktiven –homogenen-Natur- Dämmplatten als Ausgangsbasis für die Marktchance mit ca. € 486 je cbm konnte durch die Arbeiten an diesem Projekt in dem Titel Kapillarfüllung von € 60 nahezu halbiert werden. Die anderen Positionen müssen jetzt nach dem Erfolg dieses ersten Schrittes genau erarbeitet werden. Es kann aber schon heute festgestellt werden, dass der erstrebte Marktpreis von € unter 500 je cbm Wärmedämmlehm durchaus zu erreichen ist.

**Die einzelnen Schritte zum Erreichen des Zieles konnten über die Summe der 4 vorgezeichneten Positionen Grunduntersuchungen Labor, Lösungsversuche auf Pilotebene, Testfertigung der O-Serie für die MPA- Messungen und Antragstellung und Prüfungen zur Zulassung ohne Unterbrechung folgerichtig gegangen werden. Der genannte Kostenrahmen wurde saldiert über die Einzelschritte nicht überschritten. Lediglich die endgültigen Kosten des Institutes für Bautechnik Berlin, welches die Bundeszulassung erteilt, liegen noch nicht vor, da die Beurteilung in den unterschiedlich tagenden Fachgremien noch abgewartet werden muss. Der in der Anlage dokumentierte Schriftverkehr zeigt aber den positiven Stand und die amtliche Kostenschätzung des Institutes auf.**

#### **Gewonnene Erkenntnisse**

Die Untersuchungen an den Korkwürfeln ergaben einen deutlichen Aufschluss über die zur Verfügung stehenden offenen, nicht von Korkpartikeln in Anspruch genommenen Räumen. Die einzelnen Kapillarkomponenten wurden in verschiedenen Raumteilen gemischt und zu pastösen Massen unter Zugabe von Wasser aufbereitet. Das gewünschte Fließverhalten im Korkwürfel und die Verteilung der Kapillarmasse konnte erkannt und das sich ergebende neue Raumgewicht festgelegt werden.

Die Lösungsversuche auf Pilotebene unter Verwendung der Korkplatten Wärmeleitfähigkeit 0,037 im Format 1000 × 500 mm, den Kapillarfüllungen aus Tonmehl, Kieselgur, Bimsmehl unter weiterer Zugabe von Filterperlit brachten die notwendigen Erkenntnisse für die einzelnen Mengen der Komponenten der Kapillar- Mischung.

Nach der Installation und dem Zusammenfügen konnten auf den beschafften Fertigungsanlagen die verschiedenen Variationen der Einbringung mit ersten Zeit Beobachtungen gewonnen werden. Das Trockenverhalten in den Testräumen unter Einsatz der neu beschafften Solaranlage, die Warmluftströme wurden im Testlauf erprobt. Für die Jahreszeit September/Oktober waren die erzeugten Temperaturen von 30 ° C. bei einem 10 fachen Luftwechsel zunächst zufriedenstellend. Eine Temperatur-AusgleichsLösung , bei fehlender Sonne über mehrere Tage , um die Trockenprozesse innerhalb des Dämmstoffes nicht zum Erliegen zu bringen, muss noch gefunden werden.

Die Testfertigung konnte die Entscheidung für die erste Meßserie zur Bestimmung von Wärmeleitfähigkeit, Gleichgewichtsfeuchte und Dampfdiffusionswiderstand mit Raumgewichtsfeststellungen ermöglichen. Die Bestätigung über die Verteilungen der Kapillarfüllung wurde gefunden. Daraufhin konnten die ersten Messprodukte der Institutsleitung des FIW München, Herrn Professor Dr. Ing. Holm vorgestellt werden, der unverzüglich dieses neue Material für die Messungen akzeptierte und ein beschleunigtes Verfahren in seinem Hause ermöglichte. Da zu diesem Zeitpunkt noch nicht entschieden werden konnte, ob weitere Versuche mit folgenden Messungen notwendig werden, waren wir als Antragsteller für diese positive Unterstützung sehr dankbar. Die ersten Messergebnisse lagen dann zum 1. Oktober 2015 vor.

Bild 7 Warmluft Solaranlage



Bild 8 Trockenraum



Den zunächst letzten praktischen Schritt in der Entwicklung dieser neuen kapillaraktiven Dämmplatte widmeten wir **dem Design dieses neuen Marktproduktes.** In der Farbe hatten wir uns schon für das hellgraue Naturoker entschieden. Jetzt ging es um die Oberfläche. Durch den Tauchimprägnier-Vorgang zeigte die Oberfläche Unebenheiten und Hohlstellen sowie an den Kanten Tropfnasen. Dieses würden die Abnehmer, das verarbeitende Handwerk und die Endverbraucher negativ bewerten. So konstruierten wir eine glättende Abstreichvorrichtung mit Auffangwanne. Dadurch konnten wir eine glatte Oberfläche erzielen und auch das überschüssige Kapillarmaterial wieder gewinnen.

Bild 9 Die Abziehvorrichtung für die Platte

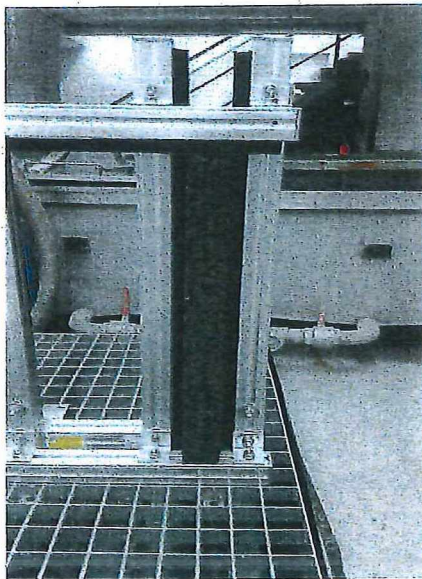
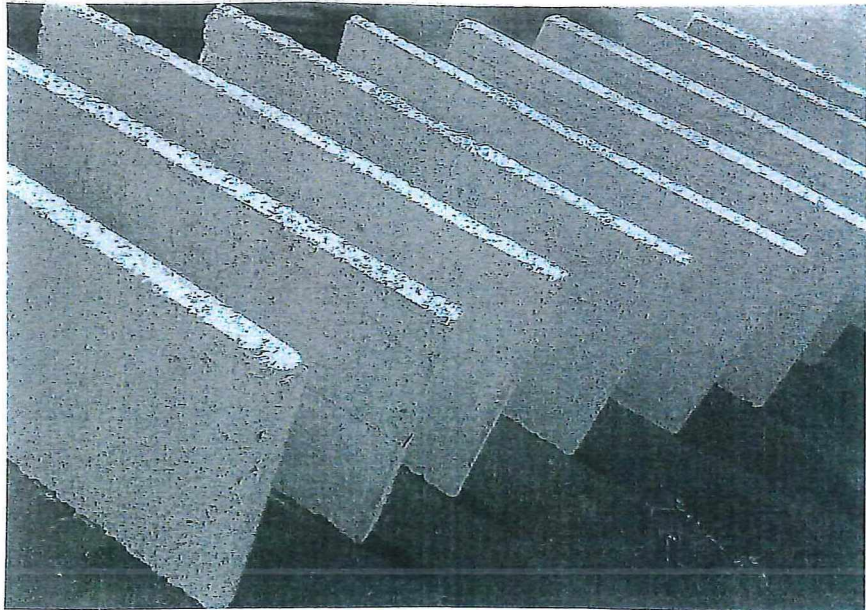


Bild 10 Die entwickelten Naturdämmplatten



Natürlich kamen dabei auch gleich Gedanken über die Verpackung. Um die nicht so robuste Plattenware in den verschiedenen Dicken 40, 50 und 60 mm und im Format 1.000 X 500 mm während des Transportes etwas elastisch zu lagern, kam der Vorschlag Wellpappe – Karton, möglichst in der ansprechenden Farbe weiss und schwarzen Aufdruck und bunten Einstreuungen. Bis dahin sind aber noch ein paar Wochen Zeit, die die „Werbeleute“ zu nutzen haben.

So erfreulich der Erfolg einer neuen patentierten Entwicklung ist, so hängt die Einsatzmöglichkeit eines neuen Produktes für den Wärmeschutz von Bauteilen für die Wohnung von Menschen von der Genehmigung der obersten Baubehörde der Deutschen Länder ab. Die Voraussetzung für die Erteilung einer Zulassung, haben die Länder an das Deutsche Institut für Bautechnik als Bundeszulassungsstelle für Bauprodukte übertragen.

Hier haben wir für die neue Platte „Kork-Lehm-Gemisch als Wärmedämmstoff“ unter der Bezeichnung „CELLCO-Wärmedämmlehm-Platte“ die Ergänzung unserer bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-23.11-1678 vom April 2014 am 07.12.2015 beantragt und die Genehmigung zur Ergänzung wurde mit Schreiben des Instituts vom 13.1.2016 in Aussicht gestellt. Eine erfreuliche Entwicklung für die Bausaison 2016.

Die Dokumente des FIW München vom 1. Oktober 2015 und des DBIP Berlin vom 7.12.15 und 13.1.16 haben wir als Anhang diesem Bericht im Anhang beigefügt



## **Fazit der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten**

### **Patentierete kapillaraktive homogene Naturdämmplatte**

Die energetische Sanierung unseres deutschen Gebäudebestandes und der Erhalt unseres deutschen Kulturerbes sind Grundforderungen unserer heutigen Gesetze.

Zum Gebäudebestand der Bundesrepublik Deutschland gehören ca. 3,5 Millionen Fachwerkhäuser. Diese Bauten erfordern eine besondere Rücksichtnahme bei der thermischen Sanierung wegen ihres Tragwerkes Holz im Unterschied zu Tragwerken aus Stahl, Beton oder Mauerwerk. Holz ist ein natürlicher nachwachsender Rohstoff, der bei nichtfachgerechten Konstruktionen gegen Feuchtigkeit, Schädlinge oder Pilze empfindlich ist.

Fachwerkgebäude prägen unsere Kulturlandschaft in zahlreichen Städten und Dörfern und sind in der Regel unter Denkmalschutz stehendes zu schützendes Kulturerbe.

Durch die nicht fachgerechte thermische Sanierung von Fachwerkbauten sind Bauschäden in Millionen Euro Höhe entstanden. Dieser Verlust an Kulturgut veranlasste den deutschen Bundestag, Haushaltsmittel zur Erforschung der bauphysikalisch bedenklichen Tatbestände bereitzustellen..

Deren Ergebnisse brachten Ende des letzten Jahrhundert die Erkenntnis, dass wärme-dämmende Lehmbaumstoffe („Wärmedämmlehm“) für den Erhalt des Fachwerktragwerkes einzusetzen sind.

Wärmedämmlehm wurde vor 35 Jahren von Haacke Cellco mit Unterstützung des Landes Niedersachsen entwickelt und in den technischen Fachgremien historisches Fachwerk eingeführt.

Lehm und Holz sind Geschwister , die sich - nebeneinander verbaut - von Natur aus Jahrhunderte gesund erhalten. Lehm entzieht dem Holz überschüssige Feuchte (konserviert es praktisch), sodass Holzschädlinge keine Lebensgrundlage im Holz finden.

Die eingesetzten Wärmedämmlehm Produkte sind den handelsüblichen Dämmstoffen wie Faserstoffen, Schaumkunststoffen oder losen, porigen Schüttungen im Preis unterlegen. Der Verbraucher entscheidet sich aus Preisgründen für diese, für historische Fachwerkbauten ungeeigneten, nicht homogenen, luftdurchströmten und deshalb nur mit Sperrschichten einzubauenden Stoffe für die thermische Sanierung. Das Ergebnis sind schon nach wenigen Jahren beträchtliche Schäden mit der Folge statischen Tragversagens des Fachwerkgerüsts.

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt hat das Projekt der Entwicklung einer patentierten kapillaraktiven homogenen Naturdämmplatte unterstützt, um damit einen Beitrag zur Gewinnung einer fachlich einwandfreien , gutachterlich bestätigten, preislich günstigen Lösung zur gesetzlich geforderten thermischen Sanierung der Fachwerkbauten zu ermöglichen.

**Eine Verlängerung des Projektes durch die DBU wurde bis zum 18. Mai 2016 im Rahmen der bewilligten Projektsumme genehmigt.**

**In dieser Zeit konnten die hygrothermischen Werte der neuen Platte im Institut für Bauklimatik der Tu Dresden ermittelt werden. Die offene Porosität, die Wärmekapazität und der Wasseraufnahmekoeffizient zur Bestimmung der Feuchtetransport-Eigenschaften wurden wissenschaftlich ermittelt. Dadurch konnte das Feuchtesimulations-Programm „Cond“ mit den Kennwerten der neuen Kapillar-Dämmkork-Platte ergänzt werden. (Prüfbericht vom 4.5.2016 als Anhang 8 angefügt ).**

**Ebenso wurden beim Materialprüfamt der TU-Hannover in der Verlängerungszeit beobachtende Prüfungen im „Egnerschen Brandschacht“ zur Beurteilung des Brandverhaltens der neuen Kapillar DämmLehm-Platte durchgeführt. Es konnte ermittelt werden, dass durch Auftrag einer Putzbeschichtung aus Lehm zur möglichen Feuerseite die Einstufung in die Klasse „Schwerentflammbar B2“ erreicht werden kann. Das Nachglimmverhalten der Korkpartikel konnte unterbunden werden. Die Temperatur- und Rauchkurve entwickelte sich während der intensiven Gasbeflammung des Normtest im äusserst günstigen Bereich. (Prüfbericht vom 12.5.2016 als Anlage 9 angefügt).**

**Somit sind die Ziele mit Abschluss des von der DBU geförderten Forschungsvorhabens gelungen. Die kapillaraktive, homogene Naturdämmplatte ist in den technischen Werten und im kaufmännischen Preis deutlich günstiger, als die am Markt angebotenen, bisherigen Wärmedämmlehm Platten. Diese zusammen nahezu halbierte Kostensumme für die technisch erprobte Sanierung der Aussenwände von historischen Fachwerkgebäuden ist ein bedeutender Schritt nach vorn.**

**Die Darstellung in der Woche der Umwelt 2016 beim Bundespräsidenten in Berlin und eine gut organisierte Kampagne von Fachvorträgen und darstellenden Fachunterlagen durch die anerkannte bauphysikalische Wissenschaft und Facharchitekten begleiten die Markteinführung dieses neuen Produktes für die Bundesrepublik Deutschland . Die neue Wärmedämmlehm-Platte wird eine beachtliche Aufmerksamkeit in den Fachkreisen zum Erhalt historischer Fachwerkhäuser finden und dafür einen erweiterten Markt erschliessen.**

**Die Förderung durch die Deutschen Bundesstiftung Umwelt hat diese Entwicklung ermöglicht.**

**Haacke Cellco GmbH**

**Abschlussbericht – Anhänge**

- Anhang 1     FIW München Wärmeleitfähigkeit trocken  25.11.2015
- Anhang 2     FIW München Wärmeleitfähigkeit nach Klimalagerung  25.11.2015
- Anhang 3     FIW München Bezugsfeuchtegehalt  01.10.2015
- Anhang 4     FIW München Wasserdampfdurchlässigkeit  02.10.2015
- Anhang 5     FIW München Wasserdampfdurchlässigkeit feucht  02.10.2015
- Anhang 6     DIBT Berlin Änderung Zulassung Cellco-Wärmedämmlehmplatte 02.12.2015
- Anhang 7     DIBT Berlin Antrag auf Änderung und Ergänzung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung mit Gebührenerhöhung € 3.000,-- Brief vom 13.01.2016
- Anhang 8     Prüfbericht Bestimmung hydrothermischer Materialeigenschaften und – Funktionen an der Cellco Wärmedämmlehmplatte für die Verwendung mit der Simulationssoftware COND. IBK TU Dresden vom 04.05.2016
- Anhang 9     Prüfbericht über Brandbeobachtungsversuche im „Egnerschen Brandschacht“ Materialprüfamt TU Hannover vom 18.05.2016 der Cellco Korkdämmlehmplatte

## Wärmeleitfähigkeit nach EN 12667

Prüfbericht Nr: F.2-4294a/15

**Antragsteller:** Haacke Cellco GmbH, 29221 Celle  
**Materialbezeichnung:** " Cellco Kapillar-Dämmkork "  
**Materialbeschreibung:** Plattenförmiger Wärmedämmstoff auf Basis von expandiertem Kork mit lehmhaltigen Zuschlägen.  
 (lt. Antragsteller) Dicke des Materials: ca. 60 mm  
**Probenahme:** Durch den Antragsteller im Juli 2015 übersandt.  
**Wareneingang:** Nr. 1096 vom 27.07.2015  
**Prüfeinrichtung:** Gerät für das Zweiplattenverfahren nach EN 12667:  
 Heizplatte 300 x 300 mm mit Heizring 500 x 500 mm  
**Vorbereitung und Einbau:** Einbaudicke<sup>+)</sup> : 0.0608 m Einbaumasse<sup>+)</sup> : 2.989 kg  
 Probenfläche: 0.2500 m<sup>2</sup> Rohdichte<sup>+)</sup> : 197 kg/m<sup>3</sup>  
**Bemerkung:** Die Probekörper wurden nach Trocknung bei 105° C bis zur Massekonstanz in die Messapparatur eingebaut.

**Messwerte:**

Versuch	Wärmestrom	Temperatur		Mitteltemperatur	Temperatur-	Wärmeleitfähigkeit
		warmen	kalten			
Nr	W	°C	°C	°C	K	W/(m·K)
1	2.502	19.1	1.5	10.3	17.6	0.0473
2	1.657	28.5	17.1	22.8	11.4	0.0485
3	1.889	46.6	34.1	40.3	12.5	0.0500
4	----	----	----	----	----	----
5	----	----	----	----	----	----

Messunsicherheit: < 2%

Angaben über das Material nach der Messung bis 46.6 °C Warmseite:

<sup>+)</sup>  Mittelwerte (zwei Probekörper)

Ausbaudicke<sup>+)</sup> : 0.0608 m  
 Rohdichte<sup>+)</sup> : 197 kg/m<sup>3</sup>

Ausbaumasse<sup>+)</sup> : 2.989 kg  
 Masseänderung: 0.0 %

Bemerkung: --

**Ergebnisse:**

Mitteltemperatur °C	10	20	30	40	---	---	---	---	---
Wärmeleitfähigkeit W/(m·K)	0.047	0.048	0.049	0.050	---	---	---	---	---

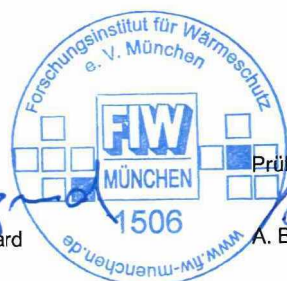
**Beurteilung:** Die Messwerte der Wärmeleitfähigkeit gelten für den trockenen Zustand des geprüften Materials. Sie stellen keine Bemessungswerte im Sinne der DIN 4108-4 dar.

**Bemerkung:** -----

Gräfelfing, den 25.11.15

Sachgebietleiter:

Dipl.-Ing. C. Sprengard



Prüfer:

A. Bergler

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Wiedergabe des Prüfberichts ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

## Wärmeleitfähigkeit nach EN 12667

Prüfbericht Nr: F.2-4411a/15

**Antragsteller:** Haacke Cellco GmbH, 29221 Celle  
**Materialbezeichnung:** " Cellco Kapillar-Dämmkork "  
**Materialbeschreibung:** Plattenförmiger Wärmedämmstoff auf Basis von expandiertem Kork mit lehmhaltigen Zuschlägen.  
 (lt. Antragsteller) Dicke des Materials: ca. 60 mm  
**Probenahme:** Durch den Antragsteller im Juli 2015 übersandt.  
**Wareneingang:** Nr. 1096 vom 27.07.2015  
**Prüfeinrichtung:** Gerät für das Zweiplattenverfahren nach EN 12667;  
 Heizplatte 300 x 300 mm mit Heizring 500 x 500 mm  
**Vorbereitung und Einbau:** Einbaudicke<sup>+)</sup> : 0.0614 m Einbaumasse<sup>+)</sup> : 3.097 kg (nach Trocknung bei 23 °C)  
 Probenfläche: 0.2550 m<sup>2</sup> Rohdichte<sup>+)</sup> : 198 kg/m<sup>3</sup>  
**Bemerkung:** Die Probekörper wurden nach Lagerung im Klima bei 23°C, 80% rel. Luftfeuchte gemäß DIN 52620 in die Messapparatur eingebaut.

**Messwerte:**

Versuch Nr	Wärmestrom W	Temperatur der warmen kalten Probenoberfläche		Mitteltemperatur der Probe °C	Temperatur- differenz an der Probe K	Wärmeleitfähigkeit W/(m·K)
		°C	°C			
1	1.229	13.7	5.3	9.5	8.4	0.0489
2	1.085	24.3	17.1	20.7	7.2	0.0502
3	1.152	41.4	34.0	37.7	7.4	0.0522
4	----	----	----	----	----	----
5	----	----	----	----	----	----

Messunsicherheit: < 2%

Angaben über das Material nach der Messung bis 41.4 °C Warmseite:

<sup>+)</sup>  Mittelwerte (zwei Probekörper)

Ausbaudicke<sup>+)</sup> : 0.0614 m  
 Rohdichte<sup>+)</sup> : 198 kg/m<sup>3</sup>

Ausbaumasse<sup>+)</sup> : 3.097 kg  
 Masseänderung: 0.0 %

**Bemerkung:** Der Feuchtegehalt betrug 3.6 Masse-%.

**Ergebnisse:**

Mitteltemperatur °C	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	---	---	---	---	---
Wärmeleitfähigkeit W/(m·K)	<b>0.049</b>	<b>0.050</b>	<b>0.051</b>	<b>0.052</b>	---	---	---	---	---

**Beurteilung:** Die Messwerte der Wärmeleitfähigkeit gelten für den angegebenen Feuchtegehalt des geprüften Materials.  
 Sie stellen keine Bemessungswerte im Sinne der DIN 4108-4 dar.

**Bemerkung:** -----

Gräfelfing, den 25.11.15

Sachgebietsteiter:

Dipl.-Ing. C. Sprengard

Prüfer:

A. Bergler



Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände.

Eine auszugsweise Veröffentlichung oder Wiedergabe des Prüfberichts ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

**BEZUGSFEUCHTEGEHALT NACH EN ISO 12571 - EN 12429**

**Prüfbericht Nr. P.6-26/15**

**Antragsteller:** Haacke Cellco GmbH, Speicherstraße 14, 29221 Celle

**Produktbezeichnung:** Cellco Kapillar Dämmkork

**Produktbeschreibung:** Plattenförmiger Wärmedämmstoff auf Basis von expandiertem Kork mit lehmhaltigen Zuschlägen

**Probenahme:** Durch den Antragsteller an das FIW München gesandt. WE 1096 vom 27.07.2015

**Mittlere Abmessungen der Probekörper:** ---

**Mittlere Rohdichte im trockenen Zustand:** 181,0 kg/m<sup>3</sup>

**Prüfmethode:** Ermittlung des Feuchtegehalts bei Absorption nach Lagerung im Klima 23°C, 80 % rel. Luftfeuchte

**Prüfzeitraum:** August - September 2015

**Trocknungstemperatur:** 105° C

**Messwerte:**

Probe-Nr.	Volumen cm <sup>3</sup>	Trocken- rohndichte* kg/m <sup>3</sup>	Probenmasse		Bezugsfeuchtegehalt	
			feucht g	rückgetrocknet g	massebezogen %	volumenbezogen %
1	102,7	141,0	15,103	14,440	4,59%	0,65%
2	103,1	193,1	20,658	19,900	3,81%	0,74%
3	104,1	171,6	18,579	17,830	4,20%	0,72%
4	104,4	201,4	21,793	21,020	3,68%	0,74%
5	104,1	165,3	17,932	17,200	4,26%	0,70%
6	102,5	213,8	22,655	21,920	3,35%	0,72%
Mittelwert	103,5	181,0	19,5	18,7	4,0%	0,7%

\*die Trockenrohndichte wird mit der Einbaumasse bestimmt

**Mittlerer Bezugsfeuchtegehalt massebezogen**  $u_{m,80} = 4,0 \%$

**Mittlerer Bezugsfeuchtegehalt volumenbezogen**  $u_{v,80} = 0,7 \%$

Gräfelfing, den 01.10.2015

Sachgebietsleiter

Dipl.-Ing. Christoph Sprengard




Prüfer

Michael Zimmermann



Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht in Druckschriften ist nur mit schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

## Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach DIN EN 12086

Prüfbericht Nr.: R-105/15

- Antragsteller:** Haacke Cellco GmbH, Speicherstraße 14, 29221 Celle
- Produktbezeichnung:** Cellco Kapillar-Dämmkork
- Produktbeschreibung:** (nach Angabe) Plattenförmiger Wärmedämmstoff auf Basis von expandiertem Kork mit lehmhaltigen Zuschlägen
- Probennahme:** Durch den Antragsteller an das FIW München gesandt. Wareneingang Nr.: 1096 vom 27.07.2015.
- Prüfmethode:** Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach DIN EN 12086 Prüfbedingungen nach Abschnitt 7.1 Satz A: 23-0/50 (Trockenbereichsverfahren)
- Probekörper:** zylindrisch, Durchmesser 130 mm
- Probenvorbehandlung:** mindestens 6 h bei  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- Ergebnisse:** An den 5 Probekörpern mit einer mittleren Rohdichte von  $205 \text{ kg/m}^3$  wurden folgende Werte der Diffusionswiderstandszahl  $\mu$  und der entsprechenden Wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke  $s_d = \mu \cdot d$  ermittelt:

Probekörper Nr.	Dämmschichtdicke d mm	Rohdichte kg/m <sup>3</sup>	Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu$	Wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d$ m
1	60,8	211,5	34	2,08
2	61,1	208,0	31	1,89
3	60,8	203,9	33	1,99
4	60,9	210,3	28	1,70
5	60,6	189,5	26	1,60
<b>Mittel</b>	<b>61</b>	<b>205</b>	<b>30</b>	<b>1,9</b>

**Erläuterung:** Die ermittelten Werte gelten ausschließlich für die geprüften Proben mit der Dämmschichtdicke d für das gewählte „Trockenbereichsverfahren“.

Gräfelfing, den 02.10.2015

Sachgebietsleiter



Dipl. Ing.(FH) Stefan Kutschera



Prüfer



Michael Zimmermann

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung oder eine Bezugnahme auf den Prüfbericht ist nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des FIW München zulässig.

Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München  
Lochhamer Schlag 4 · 82166 Gräfelfing

Telefon +49 (0)89 8 58 00 -0 · Telefax +49 (0)89 8 58 00 - 40  
info@fiw-muenchen.de · www.fiw-muenchen.de

**Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach  
E DIN EN ISO 12572**

Prüfbericht Nr.: R-106/15

**Antragsteller:** Haacke Cellco GmbH, Speicherstraße 14, 29221 Celle  
**Produktbezeichnung:** Cellco Kapillar-Dämmkork  
**Produktbeschreibung:** Plattenförmiger Wärmedämmstoff auf Basis von expandiertem Kork mit lehmhaltigen Zuschlägen  
**Probennahme:** Durch den Antragsteller an das FIW München gesandt. Wareneingang Nr.: 1096 vom 27.07.2015.  
**Prüfmethode:** Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach E DIN EN ISO 12572:2015 Prüfbedingungen nach Abschnitt 7.1 Satz E: 23°C-50/100%  
**Probekörper:** zylindrisch, Durchmesser 130 mm  
**Probenvorbehandlung:** mindestens (23 ± 5) °C bei (50 ± 5) %

**Ergebnisse:** An den 5 Probekörpern mit einer mittleren Rohdichte von 194 kg/m<sup>3</sup> wurden folgende Werte der Diffusionswiderstandszahl  $\mu$  und der entsprechenden Wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke  $s_d = \mu \cdot d$  ermittelt:

Probekörper Nr.	Dämmschicht- dicke d mm	Rohdichte kg/m <sup>3</sup>	Wasserdampf- diffusionswider- standszahl $\mu$	Wasserdampf- diffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d$ m	Wasserdampfdiffusions- Durchlasskoeffizient W kg/ (m <sup>2</sup> ·s·Pa)
1	60,9	199,7	27	1,66	$7,59 \cdot 10^{-12}$
2	60,5	210,2	23	1,37	$9,18 \cdot 10^{-12}$
3	60,6	186,2	23	1,41	$8,87 \cdot 10^{-12}$
4	60,6	181,2	17	1,03	$1,21 \cdot 10^{-11}$
5	60,6	193,6	19	1,14	$1,10 \cdot 10^{-11}$
<b>Mittel</b>	<b>61</b>	<b>194</b>	<b>22</b>	<b>1,3</b>	<b><math>9,7 \cdot 10^{-12}</math></b>

Die Standardabweichung vom Mittelwert der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke  $s_d$  beträgt  $s=0,246$  m.

**Bemerkung:** Die ermittelten Werte gelten ausschließlich für die im FIW geprüften Probekörper.

Gräfelfing, den 02.10.2015

Sachgebietsleiter



Dipl.-Ing.(FH) Stefan Kutschera



Prüfer



Michael Zimmermann



Achtung neue Postfachadresse

DIBt | Postfach 15 03 40 | D-10665 Berlin

HAACKE CELLCO GmbH  
Herrn Wolfgang Haacke  
Speicherstraße 14  
29221 Celle

EINGEGANGEN

4. DEZ. 2015

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern  
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts  
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Bearbeitung: Frau Stopp

Tel.: +49 30 78730-402

Fax: +49 30 78730-11402

E-Mail: vst@dibt.de

Datum:

02.12.2015

Geschäftszeichen:

II 51-1.23.11-623/15

### Eingangsbestätigung

Ihr Schreiben vom 21. November 2015 - Kork-Lehm-Gemisch als Wärmedämmstoff  
"CELLCO-Wärmedämmlehm trocken"  
"CELLCO-Wärmedämmlehm plastisch"  
"CELLCO-Wärmedämmlehm-Platten"

Sehr geehrter Herr Haacke,

wir bestätigen hiermit den Eingang Ihres o. g. Schreibens, das wir nicht als Zulassungsantrag werten.

Sollten Sie die Änderung Ihrer bestehenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-23.11-1678 wünschen, so senden Sie uns bitte einen Änderungs- bzw. Ergänzungsantrag. Bitte nutzen Sie hierfür das beigefügte Formular und listen Sie die gewünschten Änderungen und/oder Ergänzungen auf.

Mit freundlichen Grüßen



Stopp

EINGEGANGEN

17. JAN. 2016

Deutsches  
Institut  
für  
Bautechnik

DIBt

**Achtung neue Postfachadresse**

DIBt | Postfach 15 0340 | D-10665 Berlin

HAACKE CELLCO GmbH  
Herrn Wolfgang Haacke  
Speicherstraße 14  
29221 Celle

**Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten**

**Bautechnisches Prüfamt**

Eine vom Bund und den Ländern  
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts  
Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Bearbeitung: Frau Stopp

Tel.: +49 30 78730-402

Fax: +49 30 78730-11402

E-Mail: [vst@dibt.de](mailto:vst@dibt.de)

Datum:

13.01.2016

Geschäftszeichen:

II 51-1.23.11-623/15

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-23.11-1678 für Kork-Lehm-Gemisch als  
Wärmedämmstoff**

"CELLCO-Wärmedämmlehm trocken"

"CELLCO-Wärmedämmlehm plastisch"

"CELLCO-Wärmedämmlehm-Platten"

Ihr Antrag vom 7. Dezember 2015

Sehr geehrter Herr Haacke,

wir bestätigen den Eingang Ihres o. g. Antrags auf Änderung und Ergänzung der allgemeinen  
bauaufsichtlichen Zulassung.

Bitte übersenden Sie uns die Rezeptur des Gesamtprodukts in Form des beigefügten DIBt-  
Stoffdatenblattes.

Wir machen darauf aufmerksam, dass die geplante Rezepturumstellung auch eine Erstprüfung des  
Bauprodukts bedingt. Im Folgenden nennen wir Ihnen die zur Beurteilung der relevanten  
Eigenschaften des Bauprodukts durchzuführenden Prüfungen an Material einer Charge.

- (1) Maße, DIN EN 822 und DIN EN 823
- (2) Rohdichte, DIN EN 1602
- (3) Schüttdichte des Korkgranulats, DIN EN 1097-3
- (4) Wärmeleitfähigkeit, DIN EN 12667, 3  $\lambda$ -Trocken-Messungen und 3  $\lambda$ -Feucht-Messungen  
(nach Klimalagerung bei 23 °C/80 % r. F.).
- (5) Feuchteaufnahme bei 23 °C und 80 % rel. Feuchte, DIN EN ISO 12571
- (6) Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene, DIN EN 1607
- (7) Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl, DIN EN 12086
- (8) Schwinden entsprechend Anlage 1 der Z-23.11-1678
- (9) Brandverhalten, DIN 4102-1 oder DIN EN 13501-1. Der Prüfplan ist unter Berücksichtigung  
der geänderten Korngröße und des neuen unteren Rohdichtegrenzwertes vorab mit dem  
DIBt abzustimmen.

**Deutsches Institut für Bautechnik**

Kolonnenstraße 30 B | D-10829 Berlin | Tel.: +49 30 78730-0 | Fax: +49 30 78730-320 | E-Mail: [dibt@dibt.de](mailto:dibt@dibt.de) | [www.dibt.de](http://www.dibt.de)

Postbank IBAN DE32 1001 0010 0240 8501 03 | BIC PBNKDEFFXXX | Sparkasse IBAN DE74 1005 0000 0250 0104 02 | BIC BELADEBEXXX

Sie hatten uns bereits einige Auszüge aus diversen Prüfzeugnissen zugesandt. Da diesen Auszügen nicht alle erforderlichen Angaben zu entnehmen sind bitten wir um die Zusendung der vollständigen Prüfberichte.

Die Gebühr für die Änderung und Ergänzung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung beträgt voraussichtlich etwa 3000,-- €; die Kosten für Auslagen (Prüfungen, Gutachten und Reisekosten) sind hierin nicht enthalten. Wir weisen zudem darauf hin, dass die vorgenannte Gebühr nach dem derzeit geltenden Gebührenverzeichnis vorbehaltlich künftiger Gebührenänderungen und vorbehaltlich sonstiger gebührenerhöhender Tatbestände (z. B. Antragsänderungen und Antragsergänzungen) ermittelt wurde.

Mit freundlichen Grüßen



Stopp

## PRÜFBERICHT

Projekt-Nr.: 2016/ 250401/ 11593

Gegenstand: Bestimmung hygrothermischer Materialeigenschaften und -funktionen an der Cellco Wärmedämmlehmplatte für die Verwendung mit der Simulationssoftware COND

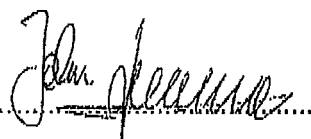
Materialbezeichnung: Kapillar- Dämmkork

Auftraggeber: Haacke Cellco GmbH  
Herr Wolfgang Haacke  
Speicherstraße 14  
29221 Celle

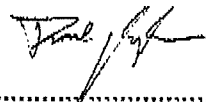
Gesamtumfang: 12 Seiten einschl. 1 Anlage

Auftragnehmer: GWT- TUD GmbH  
Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer  
der TU Dresden mbH  
Fachbereich Industrie  
Blasewitzer Straße 43  
01307 Dresden  
Telefon: +49 (0) 351 / 46 33 28 73  
Fax: +49 (0) 351 / 46 33 26 27

Datum: Dresden, 04.05.2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'John Grunewald', written over a horizontal dotted line.

Prof. Dr.-Ing. John Grunewald  
Professur Bauphysik  
Institut für Bauklimatik (IBK) der TU Dresden  
Kostenstellenleiter bei der GWT-TUD GmbH

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Frank Meißner', written over a horizontal dotted line.

Dipl.-Ing. (FH) Frank Meißner  
Bearbeiter Labor  
Institut für Bauklimatik (IBK) der TU Dresden

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Aufgabenstellung.....	3
2	Arbeitsprogramm.....	3
2.1	AP 1 – Materialauswahl.....	3
2.2	AP 2 – Messung der hygrothermischen Kennwerte.....	3
3	Allgemeine Anforderungen.....	4
3.1	Wasseraufnahmekoeffizient (nach EN ISO 15148).....	4
3.2	Wärmekapazität.....	4
4	Allgemeine hygrothermische Charakterisierung des Materials Kapillar-Dämmkork.....	5
4.1	Basisdaten.....	5
4.1.1	Trockenraumdicke und Gesamtporosität.....	5
4.1.2	Wärmekapazität.....	7
4.2	Feuchtetransporteigenschaften.....	9
4.2.1	Wasseraufnahmekoeffizient und kapillare Sättigung.....	9
5	Referenzen.....	11
6	Normen.....	11
	Anlage – Übersicht Materialkennwerte COND.....	12

## 1 Aufgabenstellung

Die Haacke Cellco GmbH zählt zu den innovativen Unternehmen auf dem Gebiet der Baustoffentwicklung und -herstellung. Das zu untersuchende Produkt ist das Ergebnis einer langjährigen Entwicklungsarbeit.

Die GWT TUD GmbH wurde im Rahmen der F&E-Aktivitäten des AG beauftragt, das Produkt **Kapillar- Dämmkork** auf seine hygrothermischen Eigenschaften hin zu untersuchen und zu beurteilen. Dies erfolgte mit Unterstützung des IBK Forschungs- und Entwicklungslabors der Technischen Universität Dresden.

## 2 Arbeitsprogramm

### 2.1 AP 1 – Materialauswahl

Durch den Auftraggeber wurden verschiedene Dämmstoffplatten aus dem o.a. Material in drei verschiedenen Stärken zur Verfügung gestellt. Daraus wurden im IBK Forschungs- und Entwicklungslabor verschiedene Probekörper hergestellt:

- 16 Proben in den Dimensionen (45\*45)mm \* Plattenstärke (Trockenraumdichte, Porosität und kapillare Wasseraufnahme)
- 3 Proben in den Dimensionen (500\*500)mm \* Plattenstärke (Wärmekapazität)

Alle Proben wurden metrisch ausgemessen und bei 45°C getrocknet. Die Proben für die Wasseraufnahme wurden in Vorbereitung der Messungen mit wasser- und dampfdichtem Material ummantelt.

### 2.2 AP 2 – Messung der hygrothermischen Kennwerte

Die vorkonditionierten Proben wurden in den Messablauf des IBK-Labors eingeschleust, um die folgenden relevanten hygrothermischen Kennwerte zu messen:

- Basiseigenschaften: Trockenraumdichte, gesamte und offene Porosität
- thermische Eigenschaften: Wärmekapazität
- hygrische Eigenschaften: Wasseraufnahmekoeffizient

Die zur Benutzung des COND-Programmes benötigten Kennwerte :

- Wärmeleitfähigkeit
- hygriische Sorption
- Wasserdampfdiffusion

wurden vom Auftraggeber bereitgestellt.

### **3 Allgemeine Anforderungen**

#### **Definitionen**

Baustoffe und Systeme werden dann als tauglich eingestuft, wenn diese ein geeignetes und aufeinander angepasstes Spektrum an Materialeigenschaften besitzen. Die beauftragten Untersuchungen an dem Kapillar- Dämmkork sind im Folgenden beschrieben.

#### **3.1 Wasseraufnahmekoeffizient (nach EN ISO 15148)**

Bei hoher relativer Luftfeuchte erfolgt der gesamte Feuchtetransport dominant in der Flüssigphase. Dieser Fall liegt vor, wenn ein Baustoff in Wasser getaucht oder auch durch Schlagregen stärker befeuchtet wird. Der Wasseraufnahmekoeffizient charakterisiert dabei die Eigenschaft eines weitgehend trockenen Baustoffes, Wasser von der Oberfläche her aufzusaugen und flüssiges Wasser in tiefer liegenden Porenraum zu transportieren. Während der Messung durchläuft die Materialprobe unterschiedliche Feuchtezustände. Folglich ändern sich die Transportgradienten, was zu kontinuierlich abnehmenden Flüssen führt. Der Wasseraufnahmekoeffizient entspricht daher der Steigung der Wasseraufnahmekurve bezogen auf die Quadratwurzel der Zeit und wird üblicherweise in  $\text{kg m}^{-2}\text{s}^{-0.5}$ , bzw.  $\text{kg m}^{-2}\text{h}^{-0.5}$  angegeben. Am Ende des Wasseraufnahmeexperimentes stellt sich in einer Probe ein typischer Feuchtegehalt ein, der als kapillarer Wassergehalt,  $\theta_{\text{cap}}$ , [ $\text{m}^3/\text{m}^3$ ] bezeichnet wird.

#### **3.2 Wärmekapazität**

Die Wärmekapazität [ $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ ] repräsentiert das Wärmespeichervermögen eines Baustoffes und zeigt an, wie viel Wärmeenergie pro kg Baustoff und Grad Kelvin gespeichert werden können. Die Wärmeleitfähigkeit liefert die Energiemenge, die durch eine definierte Materialdicke bei einem definierten Temperaturgradienten transportiert werden kann [ $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ]. Zur Messung können unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen. In der Regel wird die Wärmeleitfähigkeit mittels Heat-Pulse-Technologie ermittelt. Dazu wird ein definierter Wärmepuls über einen elektrischen Heizwiderstand in einer Sonde erzeugt und in den Probenkörper geleitet. Die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und der volumetrischen

Wärmekapazität basiert auf periodischen Temperaturmessungen als Funktion der Zeit einer, der jeweiligen Plattenstärke entsprechenden Materialprobe.

## 4 Allgemeine hygrothermische Charakterisierung des Materials Kapillar- Dämmkork

### 4.1 Basisdaten

#### 4.1.1 Trockenraumdichte und Gesamtporosität

Die Bestimmung der Trockenraumdichte und der Gesamtporosität erfolgte im Labor an den Einzelproben, an denen zuvor die Probengeometrie an 4 verschiedenen Positionen je Probe bestimmt wurde. Die Streuung der untersuchten Materialproben geben die Standardabweichung mit den Bereichsgrenzen Minimal- und Maximalwert wieder. Sie sind ein Indikator für die Homogenität einer Probenherstellung.

Tabelle 1: Trockenraumdichte und Gesamtporosität Kapillar- Dämmkork (d = 40mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standardabweichung	Minimal-Wert	Maximal-Wert
Trockenraum-dichte	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	184,62	2,6	181,07	189,36
Gesamt-porosität	$\theta_{por}$	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0,9303	0,0010	0,9285	0,9317

Tabelle 2: Trockenraumdichte und Gesamtporosität Kapillar- Dämmkork (d = 50mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standardabweichung	Minimal-Wert	Maximal-Wert
Trockenraum-dichte	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	203,15	2,4	199,05	206,87
Gesamt-porosität	$\theta_{por}$	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0,9233	0,0009	0,9219	0,9249



Tabelle 3: Trockenraumdichte und Gesamtporosität  
Kapillar- Dämmkork (d = 60mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimal- Wert	Maximal- Wert
Trockenraum- dichte	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	154,53	2,7	151,53	159,79
Gesamt- porosität	$\theta_{por}$	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0,9417	0,0010	0,9397	0,9428

Die angeführten Messungen ergaben leicht abweichende Dichten der unterschiedlich starken Kapillar- Dämmkorkplatten, wobei die Platte mit 50mm Stärke die größte Dichte aufweist. Die Abweichungen ergeben sich daraus, dass Kork als inhomogenes Material nicht vollständig gleichmäßig in der Platte verteilt ist.

Werden alle Plattenstärken gemittelt, so ergeben sich für das Produkt Kapillar- Dämmkork folgende Werte:

Tabelle 4: Trockenraumdichte und Gesamtporosität  
Kapillar- Dämmkork (alle Stärken)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimal- Wert	Maximal- Wert
Trockenraum- dichte	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	181,59	20,3	151,53	206,87
Gesamt- porosität	$\theta_{por}$	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0,9315	0,0076	0,9219	0,9428

#### 4.1.2 Wärmekapazität

Die Wärmekapazität bezieht sich auf die einzelnen Messungen (pro Dämmstoffstärke vier Einzelmessungen) am getrockneten Material

- $c_{\text{trocken}}$ , Heat-Puls-Technik mit Plattensensoren
- (Messbereich 0,04 – 0,3 W/mK)

Tabelle 5: Gemessene Wärmekapazität Kapillar- Dämmkork (d = 40mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard-ab- weichung	Minimal- wert	Maximal- wert
Wärme- kapazität	$c_{\text{trocken}}$	J/kg*K	1173	31,1	1154	1219

Tabelle 6: Gemessene Wärmekapazität Kapillar- Dämmkork (d = 50mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard-ab- weichung	Minimal- wert	Maximal- wert
Wärme- kapazität	$c_{\text{trocken}}$	J/kg*K	1141	86,1	1058	1236

Tabelle 7: Gemessene Wärmekapazität Kapillar- Dämmkork (d = 60mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard-ab- weichung	Minimal- wert	Maximal- wert
Wärme- kapazität	$c_{\text{trocken}}$	J/kg*K	1450	123,8	1307	1598

Die einzelnen Dämmstoffstärken weichen aufgrund ihrer unterschiedlichen Dichte auch in ihrer Wärmekapazität voneinander ab, auch hier liegt die auftretende Streuung in dem unterschiedlichen Korkgehalt am jeweiligen Messpunkt begründet. Über alle Dämmstoffstärken gemittelt, ergibt sich folgende Wert für die Wärmekapazität:

Tabelle 8: Gemessene Wärmekapazität Kapillar- Dämmkork (alle Stärken)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard- ab- weichung	Minimal- wert	Maximal- wert
Wärme- kapazität	$c_{\text{Trocken}}$	J/kg*K	1254	165,6	1058	1598

## 4.2 Feuchtetransporteigenschaften

### 4.2.1 Wasseraufnahmekoeffizient und kapillare Sättigung

Die Bestimmung erfolgt in Anlehnung an EN ISO 15148, wobei die Feuchteaufnahme kontinuierlich und automatisch durch eine Überkopfwage und einen Datenlogger aufgezeichnet werden. Auch bei dieser Messung wurden alle drei Plattenstärken separat untersucht.

Tabelle 9: Kapillarer Wassergehalt und Wasseraufnahmekoeffizient  
Kapillar- Dämmkork (d = 40mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard-ab- weichung	Minimal- wert	Maximal- wert
kapillarer Wassergehalt	$\theta_{cap}$	$m^3/m^3$	0,0231	0,0178	0,0094	0,0485
Wasser aufn. koeff.	$A_w$	$kg/m^2s^{0.5}$	0,0255	0,0158	0,0116	0,0481
Wasser aufn. koeff.	w	$kg/m^2h^{0.5}$	1,5323	0,9451	0,6939	2,8871

Tabelle 10: Kapillarer Wassergehalt und Wasseraufnahmekoeffizient  
Kapillar- Dämmkork (d = 50mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard-ab- weichung	Minimal- wert	Maximal- wert
kapillarer Wassergehalt	$\theta_{cap}$	$m^3/m^3$	0,0515	0,0311	0,0157	0,0720
Wasser aufn. koeff.	$A_w$	$kg/m^2s^{0.5}$	0,0222	0,0046	0,0184	0,0273
Wasser aufn. koeff.	w	$kg/m^2h^{0.5}$	1,3296	0,2775	1,1010	1,6384

Tabelle 11: Kapillarer Wassergehalt und Wasseraufnahmekoeffizient  
Kapillar- Dämmkork (d = 60mm)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard-ab- weichung	Minimal- wert	Maximal- wert
kapillarer Wassergehalt	$\theta_{cap}$	$m^3/m^3$	0,0328	0,0304	0,0110	0,0675
Wasser aufn. koeff.	$A_w$	$kg/m^2s^{0.5}$	0,0226	0,0042	0,0201	0,0274
Wasser aufn. koeff.	$w$	$kg/m^2h^{0.5}$	1,3534	0,2522	1,2054	1,6446

Die Wassergehalte während der Wasseraufnahmemessung schwanken innerhalb der einzelnen Plattenstärken und auch zwischen den unterschiedlichen Dämmstoffdicken. Dies liegt vor allem in der Verwendung von Kork als Hauptbestandteil der Dämmplatten begründet. Gemittelt über alle Dämmplattenstärken ergeben sich für den Kapillar- Dämmkork folgende Messwerte für den kapillaren Wassergehalt und den Wasseraufnahmekoeffizienten:

Tabelle 12: Kapillarer Wassergehalt und Wasseraufnahmekoeffizient  
Kapillar- Dämmkork (alle Stärken)

Parameter	Symbol	Einheit	Mittelwert	Standard-ab- weichung	Minimal- wert	Maximal- wert
kapillarer Wassergehalt	$\theta_{cap}$	$m^3/m^3$	0,0356	0,0089	0,0116	0,0481
Wasser aufn. koeff.	$A_w$	$kg/m^2s^{0.5}$	0,0234	0,0262	0,0094	0,0720
Wasser aufn. koeff.	$w$	$kg/m^2h^{0.5}$	1,4070	0,5348	0,6939	2,8871

## 5 Referenzen

- GRUNEWALD, J. & P. HÄUPL 2003: *Gekoppelter Feuchte-, Luft-, Salz- und Wärmetransport in porösen Baustoffen*. Bauphysik Kalender 2003 (S. 377 - 434), Ernst & Sohn Berlin 2003.
- PLAGGE, R., G. SCHEFFLER & J. GRUNEWALD 2005: *Automatische Messung des Wasseraufnahmekoeffizienten und des kapillaren Wassergehaltes von porösen Baustoffen*. Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin · Bauphysik 27 (2005), Heft 6, 315-323, 2005.
- PLAGGE, R., SCHEFFLER, G., MEISSNER, F., HÄUPL, P., FITZ, C., LENGFELD, H. & KLAUS, S. 2007: *MASEA - Material Property Database of Old and Materials for Software Tools* In: Building Construction. Proceedings of on Building Physics in Dresden, Dresden March 2007, 363 - 368.
- PLAGGE, R., M. FUNK, G. SCHEFFLER & J. GRUNEWALD 2006: *Experimentelle Bestimmung der hygrischen Sorptionsisotherme und des Feuchtetransportes unter instationären Bedingungen*. Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin · Bauphysik 28 (2006), 81-87.

## 6 Normen

- DIN ISO 11272 Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Trockenrohddichte, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Januar 2001
- DIN ISO 11274 Bodenbeschaffenheit - Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens - Laborverfahren, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Januar 2001
- DIN EN ISO 12571 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung der hygroskopischen Sorptionseigenschaften, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, April 2000
- DIN EN ISO 12664 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstandes nach dem Verfahren mit dem Plattengerät und dem Wärmestrommessplatten-Gerät - Trockene und feuchte Produkte mit mittlerem und niedrigem Wärmedurchlasswiderstand, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, Mai 2001
- DIN EN ISO 15148 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung des Wasseraufnahmekoeffizienten bei teilweisem Eintauchen, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, März 2003
- WÄRMELEITRECHENWRL Verfahren zur Festlegung eines alternativen Rechenwertes der Wärmeleitfähigkeit für Mauerwerk im Rahmen des Übereinstimmungsnachweises, Deutsches Institut für Bautechnik Berlin, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, 1999

## Anlage – Übersicht Materialkennwerte COND

für das Material Kapillar-Dämmkork

Hersteller: Haacke Cellco GmbH

<b>Material: hergestellt/geliefert:</b>	<b>Kapillardämmkork 15.03.2016</b>	<b>Bemerkung</b>
<b>ID</b>	HCD (40mm) HCM (50mm) HCS (60mm)	Messungen GWT über alle Plattenstärken gemittelt
<b>Trockenrohdichte <math>\rho</math> [kg/m<sup>3</sup>]</b>	182	Messungen GWT
<b>Porosität <math>\Theta_{por}</math> [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]</b>	0,9315	Messungen GWT
<b>Wärmeleitfähigkeit (20°C) <math>\lambda_{dry}</math> [W/m*K]</b>	0,048	Abschlussbericht DBU, 2016
<b>Wärmekapazität <math>c</math> [J/kg*K]</b>	1254	Messungen GWT
<b>Wasseraufsaugkoeffizient <math>w</math> [kg/m<sup>2</sup>h<sup>0,5</sup>]</b>	1,41	Messungen GWT
<b>Wasseraufsaugkoeffizient <math>A_w</math> [kg/m<sup>2</sup>s<sup>0,5</sup>]</b>	0,0234	Messungen GWT
<b>Kapillare Sättigung <math>\Theta_{cap}</math> [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]</b>	0,0356	Messungen GWT
<b><math>\mu</math> - Wert (50/100)</b>	22	Abschlussbericht DBU, 2016
<b><math>w_{80}</math> [m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]</b>	0,70	Abschlussbericht DBU, 2016

Haacke Cellco GmbH  
z. Hd. Herrn Haacke  
Speicherstraße 14  
29221 Celle

Nienburger Straße 3  
30167 Hannover  
Telefon (0511) 762 8708  
Telefax (0511) 762 4001  
E-Mail [office@mpa-bau.de](mailto:office@mpa-bau.de)  
Internet [www.mpa-bau.de](http://www.mpa-bau.de)  
Bearbeiterin Dipl.-Ing. C. Piechulla  
Durchwahl +49 511 762 25 86  
E-Mail [cpiechulla@mpa-bau.de](mailto:cpiechulla@mpa-bau.de)

Ihre Nachricht vom	Ihr Zeichen	Unsere Nachricht vom	Unser Zeichen	Datum
26.11.2015	Wolfgang Haacke		155726-PI	10.05.2016

Orientierende Brandschachprüfungen nach DIN 4102-16:2015-09 an Proben des Kork-Lehm-Gemisches „CELLCO-Kapillarkorkplatte“

Sehr geehrter Herr Haacke,

auf den Seiten 2 bis 6 dieses Schreibens finden Sie die Ergebnisse der von uns durchgeführten Brandschachtprüfungen nach DIN 4102-16:2015-09.

Mit freundlichen Grüßen  
Leiter der Prüfstelle



(ORR Dipl.-Ing. Restorff)



## 1 Probenmaterial

1.1 Bezeichnung: „CELLCO-Kapillarkorkplatte“

### 1.2 Entnahme, Einlieferung und Beschreibung

Probenahme: durch Auftraggeber

Probeneinlieferung: durch Auftraggeber

Probeneingang am	Probe	Probenmenge	Probengröße mm	Wesentliche Bestandteile (Angaben des Auftraggebers)
30.11.2015	1	4	1000 x 190 x 40	Korkplatte mit injizierter Lehm/Bimsmehl/Perlite-Mischung
	2	4	1000 x 190 x 50	
	3	4	1000 x 190 x 60	
01.02.2016	4	5	1000 x 190 x 40	Korkplatte mit Kali-Wasserglas-Imprägnierung
17.03.2016	5	4	1000 x 190 x 60	Korkplatte mit injizierter Lehm/Bimsmehl/Perlite-Mischung + extra aufgetragener Lehm/Bimsmehl/Perlite-Mischung auf der Innenseite (Brandseite)

## 2 Prüfungen

### 2.1 Bestimmung der Dicke, der flächenbezogenen Masse und der Rohdichte

Probeneingang am	Probe	Probendicke mm	Flächenbezogene Masse kg/m <sup>2</sup>	Rohdichte (incl. Tränkung und Beschichtung) kg/m <sup>3</sup>
30.11.2015	1	39,8	8,40	211
	2	49,8	11,00	221
	3	59,8	12,42	208
01.02.2016	4	40,3	8,05	200
17.03.2016	5	60,0	18,98	316

### 2.2 Brandschachtprüfung

Die Prüfungen erfolgten nach DIN 4102-1:2015-09.

Das Material wurde freihängend ohne angrenzende Baustoffe geprüft.

Anzahl der Versuche: 3

Die Ergebnisse der Prüfungen sind in der nachfolgenden Tafel enthalten.

Beobachtungen und Messungen	Probekörper			
	A	B	C	
Datum der Prüfung	14.12.2015	24.02.2016	13.04.2016	
Probe Nr.	3	4	5	
Maximale Flammenhöhe Zeitpunkt nach Versuchsbeginn	cm min:s > 100 00:55	100 02:01	60 03:31	
Durchbrennen nach Versuchsbeginn	min:s —	—	—	
Flammen auf der Probekörperrückseite nach Versuchsbeginn	min:s —	—	—	
Brennendes Abfallen / Abtropfen nach Versuchsbeginn	min:s —	—	—	
Umfang Weiterbrennen auf dem Siebboden	min:s —	—	—	
Restlängen:				
Einzelwerte	cm	0	0	31
	cm	0	0	30
	cm	0	0	28
	cm	0	0	28
Mittelwerte	cm	0	0	29
Gesamtmittelwert der Restlänge	—			
Maximum der Rauchgastemperatur nach Versuchsbeginn	°C min:s 197 01:35	183 04:05	132 10:00	
Nachbrennen nach Versuchsende	min:s 01:10	—	00:18	
Rauchentwicklung:				
Maximale Lichtschwächung	% 9	10	1	
Integralwert I	min-% 11	27	5	

10 min

Der Integralwert  $I = \int_0^{10 \text{ min}} S \cdot dt$  wurde aus den in Bild 2 dargestellten Lichtschwächungskurven ermittelt.

0

Der Verlauf der Rauchgastemperaturen ist in Bild 1, das Aussehen der Proben nach den Versuchen in den Bildern 3 bis 5 wiedergegeben.

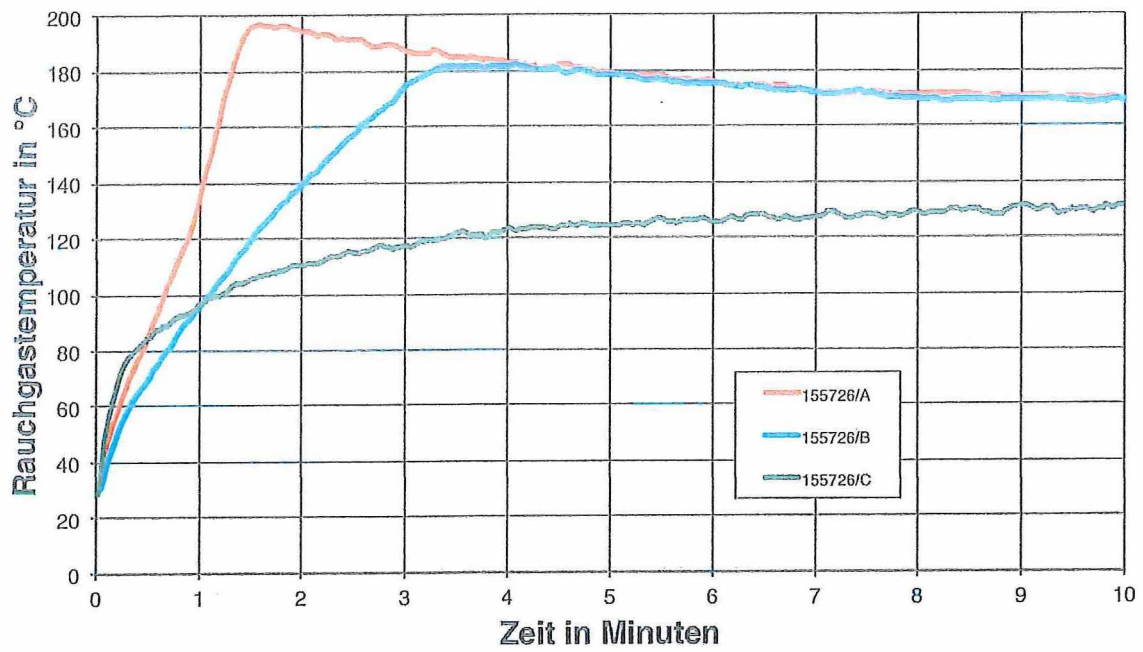


Bild 1: Verlauf der Rauchgastemperatur

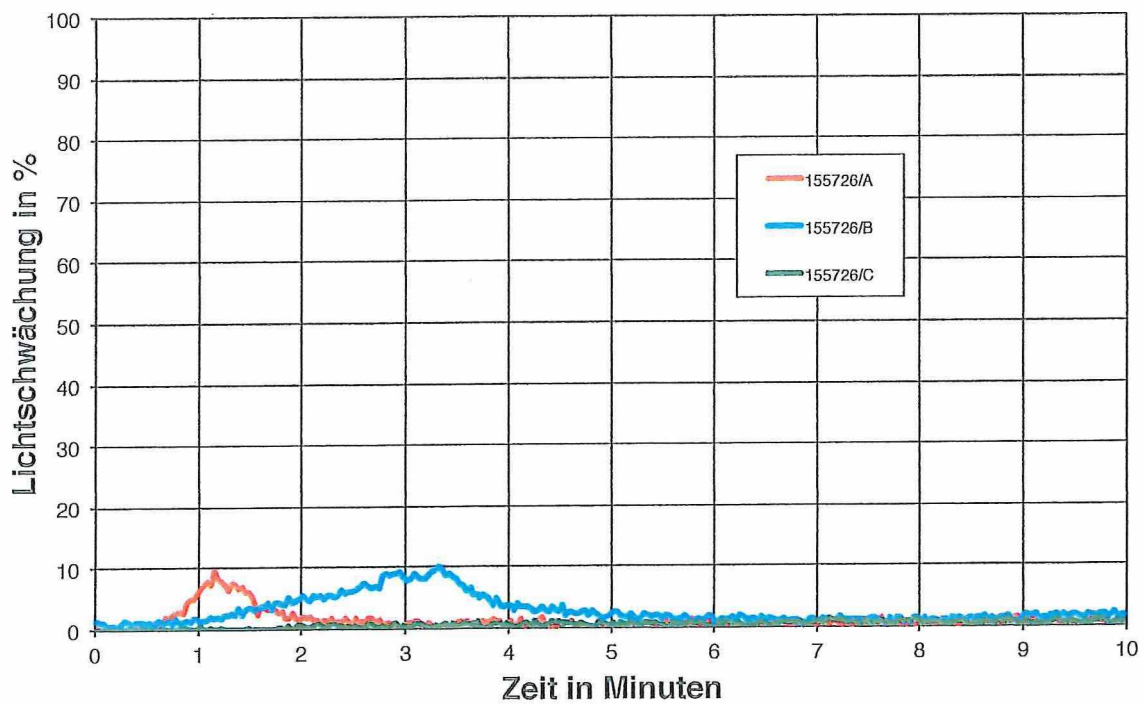


Bild 2: Verlauf der Lichtschwächung

155726-A

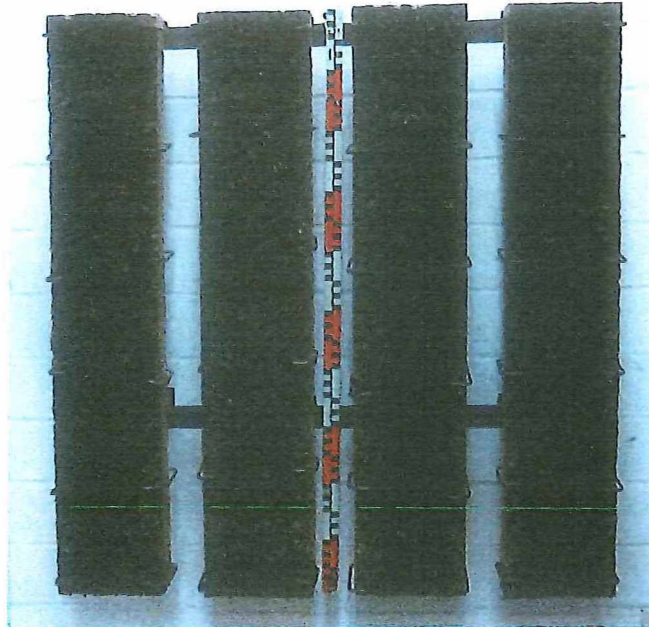


Bild 3: Aussehen des Probekörpers A nach 10-minütiger Beflammung

155726-B

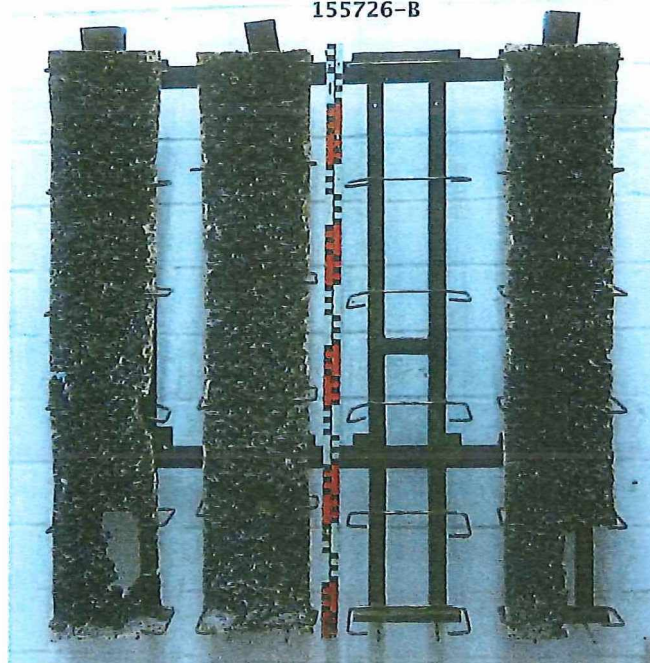


Bild 4: Aussehen des Probekörpers B nach 10-minütiger Beflammung



Bild 5: Aussehen des Probekörpers C nach 10-minütiger Beflammung