

HS Emden/Leer ■ Constantiaplatz 4 ■ 26723 Emden

Auskunft erteilt

Name: Prof. Dr. Martin Sohn
E-Mail: martin.sohn@hs-emden-leer.de
Tel.: 04927/807-1507
Fax:

Ihr Zeichen
Ihre Nachricht (Datum)

(Bei Antwort angeben)
Mein Zeichen
(MEIN ZEICHEN)

Emden, 26/ März 2012

Physikalische Struktur und Oberflächenbeschaffenheit der katalytisch aktiven, nicht brennbaren Platte „FriBreeze“

Mittels licht- und elektronenmikroskopischer Untersuchungen wurden die physikalische Struktur und die Oberflächenbeschaffenheit der Platte FriBreeze der Firma FriTec ermittelt. Das Trägermaterial besteht aus einer lockeren, offenzelligen Struktur aus sphärischen, agglomerierten Teilchen. Diese wiederum sind im Inneren des Materials geschlossen und hohl. An der Oberfläche hingegen sind die Kugeln/Blasen aufgebrochen und haben eine kraterartige Landschaft hinterlassen. Durch die Wärmebehandlung im Herstellungsprozess sind die Partikel an der Oberfläche zusammengesintert und haben so eine geschlossene, dem Anschein nach nicht diffusionsoffene Fläche erzeugt. Im Inneren werden die sphärischen Partikel durch Glasfasern durchzogen, die dem Kompositmaterial zusätzliche Stabilität verleihen. Bei hohen Temperaturen im Sinterprozess sind die Glasfasern an der Oberfläche geschmolzen. Die hohe Porosität lässt eine sehr gute Wärme- und Schallisolation bei gleichzeitig geringem Gewicht erwarten. Aufgrund der Brandschutzeigenschaften erscheint das Material ein sehr guter Baustoff im Schiff- und Hausbau zu sein.

Die Beschichtung des Trägers mit Katalysatormasse ergibt das Verkaufsprodukt FriBreeze. Die katalytische Beschichtung erweitert die Funktionalität auf belastete Innenräume. Die Oberflächenstruktur von FriBreeze ist durch die Beschichtung geprägt und vom Beschichtungsprozess abhängig. Je nach Aufstrich der Paste ergibt sich eine geschlossene, unregelmäßig geformte Katalysatorschicht. Der katalytische Effekt wurde nicht untersucht.

1.2 Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhabens ist die physikalisch-chemische Untersuchung von katalytisch beschichteten Oberflächen zum Abbau von Schadstoffen in der Innenraumluft. Dem Katalysatorträger kommt zusätzlich die Aufgabe eines Baustoffes zu, an den Anforderungen bez. mechanischer Stabilität, Brandlast, ökologische Unbedenklichkeit, u.a. gestellt werden.

In einer Vorstudie wurde die nicht brennbare Platte FriBreeze der Firma FriTec untersucht. Es erfolgte die Charakterisierung der physikalischen Struktur und der Oberflächenbeschaffenheit mittels Licht- und Elektronenmikroskopie. Die katalytischen Eigenschaften wurden nicht untersucht.

1.3 Fragestellung

Die beispielhaft untersuchte, nicht brennbare, katalytisch beschichtete Platte FriBreeze wurde von der Firma FriTec GmbH, Emden, entwickelt (FriBreeze 1125 OF und FriBreeze 150). Sie soll insbesondere im Schiffbau als Innenverkleidung verbaut werden. Sie dient dem Brandschutz, der Wärme- und Schalldämmung sowie dem Abbau von Schadstoffen. Weitere Anwendungsgebiete im Baubereich werden eruiert. Ein Brandschutzzertifikat sowie die EU-Baumusterprüfbescheinigung (Zulassung Schiffbau) wurden erfolgreich beantragt. FriBreeze wurde von der Firma FriTec zum Patent angemeldet (DE, EP).

Die Platte besteht aus einem feuerfesten Trägermaterial der Fa. [REDACTED] das mit einem Katalysator der Fa. [REDACTED] beschichtet ist. Die genaue Zusammensetzung des Katalysatormaterials ist patentrechtlich geschützt und nicht bekannt. Es wurden zwei verschiedene FriBreeze-Platten untersucht, die sich im Herstellungsprozeß unterscheiden. Während die eine bei 150°C hergestellt wurde, wurde bei der zweiten die Temperatur bis auf 1125°C erhöht. Zunächst wurde nur das Trägermaterial alleine (ohne Beschichtung betrachtet), dann die katalytisch beschichtete Platte.

2.1 Experimentelle Arbeiten

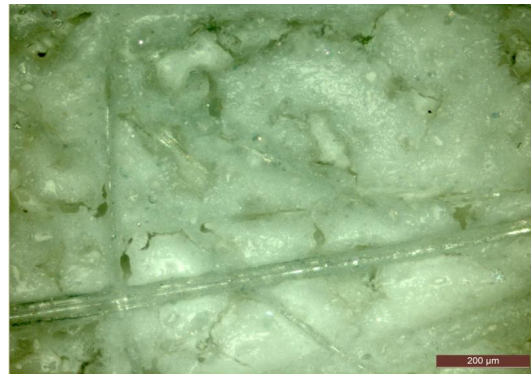
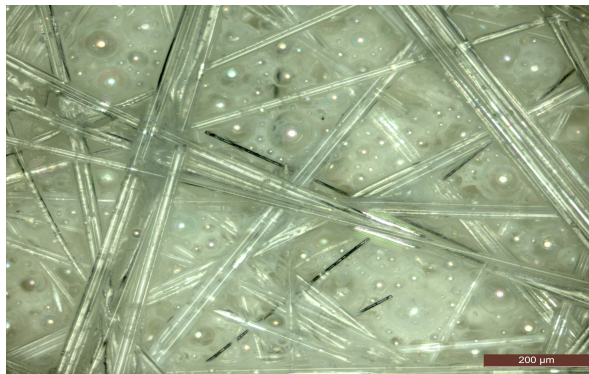
Untersuchung der Oberflächenbeschaffenheit von FriBreeze mittels:

- 1) Lichtmikroskopie
- 2) Rasterlektronenmikroskopie (REM)

2.1.1 Lichtmikroskopie

Unter dem Lichtmikroskop (Leica DM4000 M) zeigt sich bei 40x und 100x Vergrößerung zunächst die Grobstruktur des Träger-Kompositmaterials. Der Träger besteht aus Glasfasern und Trägermasse, die eine sphärische Matrixstruktur bilden. Diese wurde durch Schnitte unter dem Elektronenmikroskop näher betrachtet. An der Oberfläche ist deutliche Blasenbildung

erkennbar, die unter dem Elektronenmikroskop ebenfalls näher untersucht wurde (Abb. 1: 100x der Trägeroberfläche der 150°C-Probe). Der aufgebrauchte Katalysator bildet eine eigene Phase (Abb. 2).

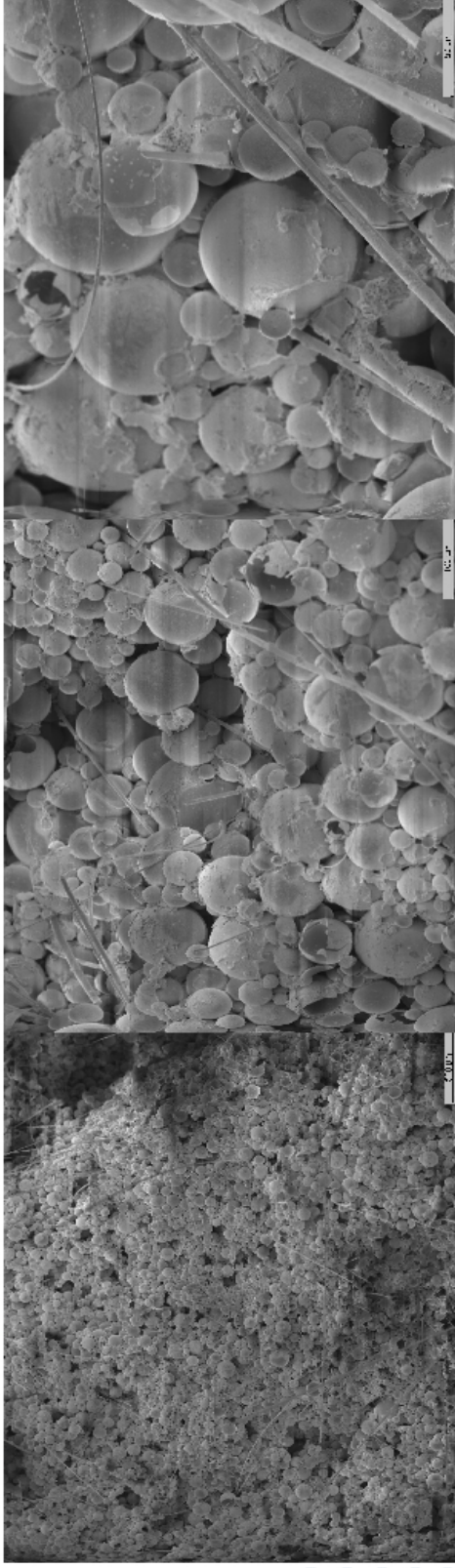


2.1.2 Rasterelektronenmikroskopie (REM)

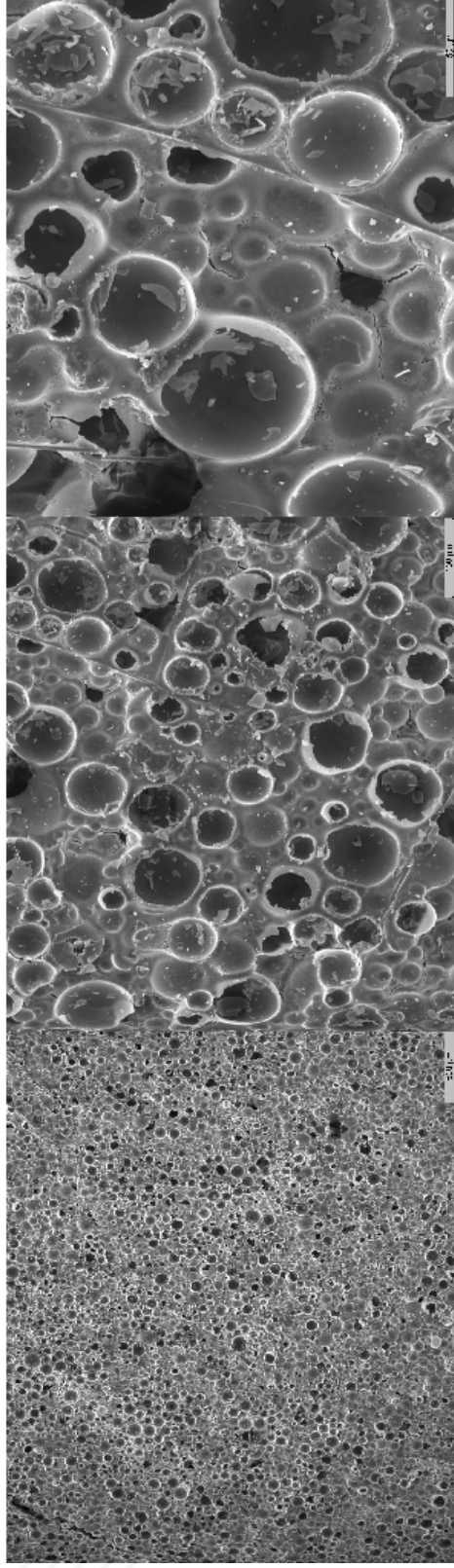
2.1.2.1 Träger

Es wurden elektronenmikroskopische Aufnahmen mit verschiedenen Auflösungen erstellt. Unter dem Elektronenmikroskop (Zeiss EVO MA 10) zeigt sich im *Schnitt* deutlich die sphärische Hohlkörperstruktur. Das Trägermaterial besteht aus unterschiedlich großen Kugeln, die ein offenzelliges Gerüst mit sehr hoher Porosität ausbilden. Die einzelnen Kugeln hingegen sind geschlossenzellig und hohl. Zwischen den Kugeln verlaufen die Glasfasern und stabilisieren das Material mechanisch über mittlere und größere Reichweite. Die Betrachtung der *Oberfläche* zeigt, dass die Kugeln aufgrund der Temperaturbehandlung im Herstellungsprozeß miteinander verschmolzen sind. Die meisten Kugeln sind desweiteren aufgebrochen, so daß sich eine geschlossene, rauhe Oberfläche ausgebildet hat, die einer Kraterlandschaft ähnelt. Das Sintern hat allerdings nur an der Oberfläche stattgefunden, während die offen Strukturen mit vielen Hohlräumen im Inneren erhalten geblieben sind, wie der Schnitt zeigt. Dies ist vermutlich auf die kurze Behandlungsdauer der Temperung zurückzuführen. Die Oberfläche erscheint undurchlässig. Desweiteren zeigt sie ein homogenes Erscheinungsbild, d.h. es liegt eine homogene Phase vor. Die bei verschiedenen Temperaturen behandelten Substrate (150°C und 1125°C) unterscheiden sich, wie zu vermuten, durch eine stärkere Oberflächensinterung im Falle der Hochtemperaturprobe. Hier sind auch die Glasfasern partiell oder weitgehend geschmolzen. Ansonsten zeigen beide Proben keine signifikanten Differenzen.

Bulk (Schnitt):



Oberfläche:

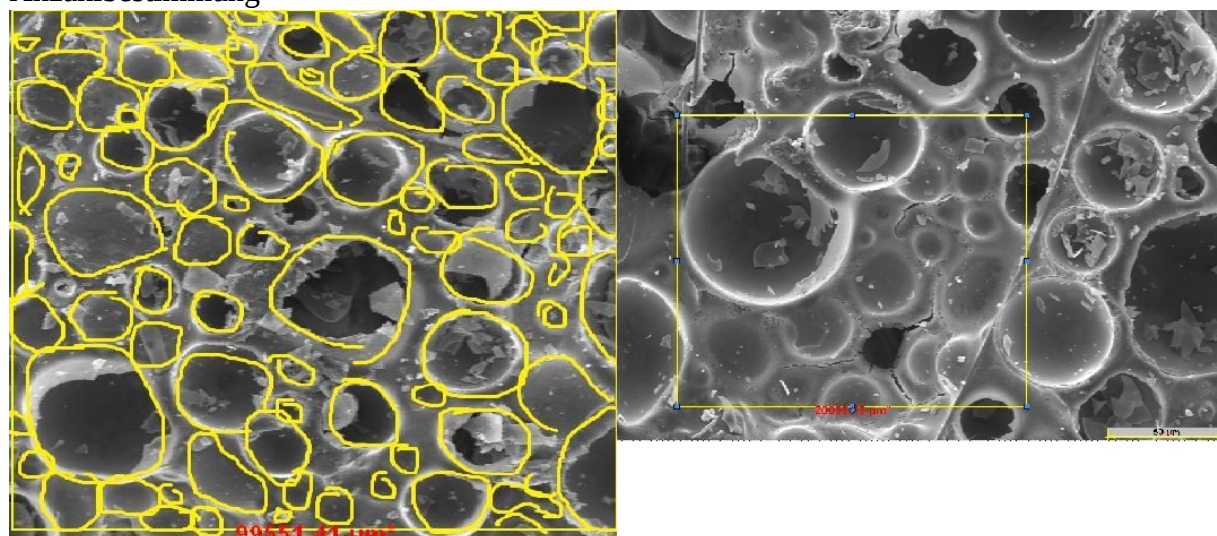


Auf Basis des REM-Bildes wurde eine Abschätzung der Anzahl und der Größenverteilung der sphärischen Partikel durchgeführt. Die mittlere Anzahl pro Flächeneinheit wurde durch Abzählen in einem 100.000 μm^2 Bereich ermittelt und auf 1 cm^2 hochgerechnet (Extrapolation um den Faktor 1000). Zur näherungsweisen Ermittlung der Größenverteilung wurden die Durchmesser der Partikel, die sich in einer 20.000 μm^2 Fläche des Bildes mit größter Vergrößerung befanden, vermessen. Die beiden Verfahren wurden mehrfach für verschiedene Bildbereiche wiederholt, dennoch handelt es sich lediglich um eine halbquantitative Methode zur Bestimmung eines Richtwertes. Aufgrund der starken Oberflächensinterung bei der 1125°C-Probe wird vor allem die 150°C-Probe betrachtet. Sowohl die mittlere Partikelzahl als auch die Größenverteilung unterscheiden sich bezüglich Bulk (Schnitt) und Oberfläche innerhalb der Fehlergrenzen nicht. Die Variation von 17% in der Anzahl gibt zum einen den Fehler der Bestimmungsmethode, aber auch die Reproduzierbarkeit des Herstellungsprozesses wider.

Partikelzahl pro cm^2 :

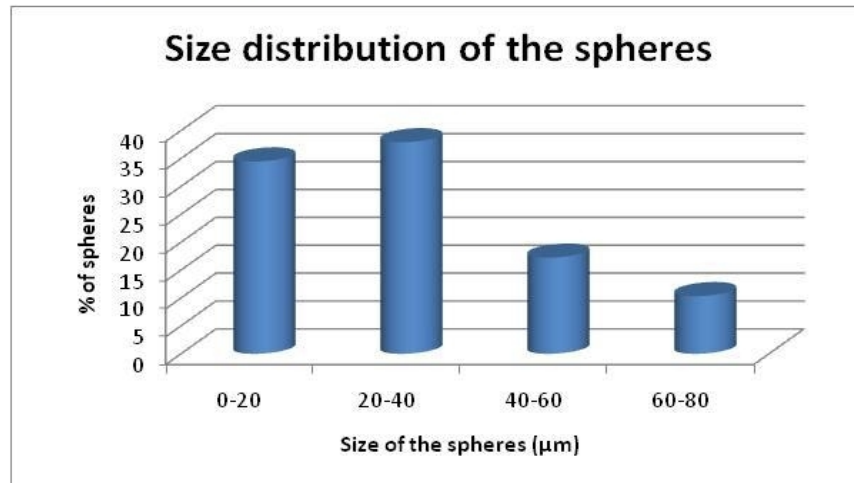
	Bulk (Schnitt)	Oberfläche
150°C Probe	115.000	95.000
1125°C Probe	110.000	105.000

Abb. 2: Markierung der Partikel und Auswahl des Oberflächenbereichs zur Anzahlbestimmung

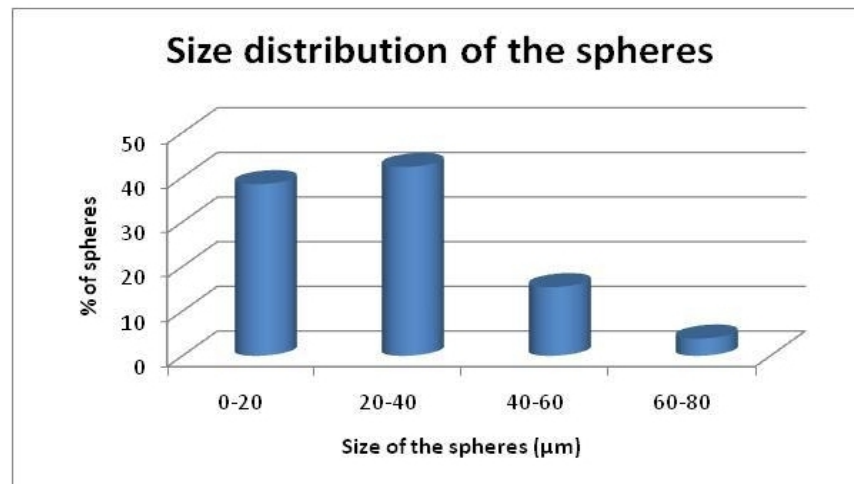


Ermittelte Partikelgrößenverteilung der 150°C-Probe (nicht statistisch signifikant):

Bulk (Schnitt):



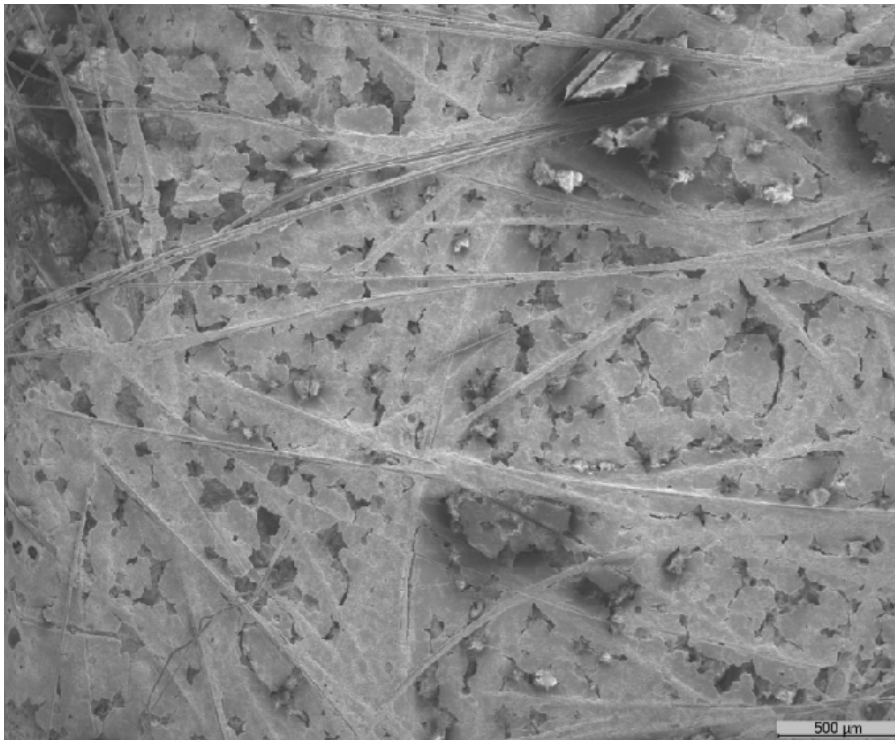
Oberfläche:



2.1.2.1 Katalytisch beschichtete Platte

Während die Bulk-Struktur von unbeschichteter (nur Träger) und beschichteter Platte identisch sind, die Oberfläche der beschichteten Platte durch den Katalysator und seinen Aufbringungsprozeß charakterisiert. Der Katalysator wird mechanisch (von Hand) aufgestrichen.

Die Oberflächenstruktur von FriBreeze ist durch die Beschichtung geprägt und vom Beschichtungsprozeß abhängig. Je nach Aufstrich der Paste ergibt sich eine geschlossene, unregelmäßig geformte Katalysatorschicht. Die Glasfasern sind meist noch deutlich zu erkennen, z.T. sind sie aber von Katalysatormasse bedeckt.



3.1 Interpretation der Ergebnisse

Die hohe Porosität des Trägers läßt auf eine sehr gute Wärme- und Schallisolation bei gleichzeitig niedrigem Gewicht schließen. Das Material ist weich, aber relativ druck- und bruchfest. Wegen der sehr geringen Brandlast eignen sich die Platten also gut für Zwischenwände im Schiffbau, aber auch für den Einsatz im privaten und gewerblichen Hausbau. Leichte Brandschutzanwendungen sind ebenfalls denkbar. Der Wärmeleitfähigkeitskoeffizient ist nicht bekannt. Zur Vermarktung sollte er – neben anderen bauphysikalischen Größen – bestimmt werden. Da die Oberfläche aufgrund der Wärmebehandlung versiegelt ist, ist der Baustoff dem Anschein nach nicht diffusionsoffen. Da die Platte mit Katalysatormaterial beschichtet wird, ist dies im Falle von FriBreeze unerheblich.

Der katalytische Abbau von Schadstoffen wurde nicht untersucht. Dennoch lassen sich aus der Oberflächenstruktur Rückschlüsse ziehen. Der katalytische Effekt skaliert in erster Näherung mit der verfügbaren katalytisch aktiven Oberfläche. Da FriBreeze-Platten im Schiff- oder Hausbau großflächig verbaut werden, steht eine große katalytisch aktive Fläche zur Verfügung. Besonders hohe Oberflächen liegen auch in Kanälen und Poren vor (sog. innere Oberflächen). Die vorliegenden Platten besitzen reichlich Hohlräume im Inneren, jedoch können gasförmige Substanzen aufgrund der geschlossenen Oberfläche dort nicht hineindiffundieren. In der vorliegenden Ausführung ist der Katalysator durch Bestreichen auf die Oberfläche aufgebracht worden. Als katalytisch wirksame Oberfläche kommt somit die Katalysatorbeschichtung in Frage. Es besteht also möglicherweise noch erhebliches Potential, wenn statt der katalytischen Beschichtung der Oberfläche und der Wärmebehandlung eine Tränkung des Trägers mit Katalysatorlösung vorgenommen würde. Voraussetzung wäre allerdings, dass auf die Wärmebehandlung verzichtet oder diese bei Temperaturen unterhalb des Schmelzpunktes der Trägermasse durchgeführt werden kann, um die Oberfläche diffusionsoffen zu gestalten. Die Erweiterung der Oberfläche auf innere Oberflächen (Kanäle und Poren) stellt jedoch lediglich eine theoretische Option dar, mit der eine Aktivitäts- und Effizienzsteigerung erzielt werden könnte. Die katalytische Aktivität muß experimentell untersucht werden.

3.2 Literatur, speziell relevante Publikationen zum Antrag

Fa. [REDACTED] (Katalysator): [REDACTED]

Fa. [REDACTED] (nicht-brennbarer Träger): [REDACTED]

4 Zusammenfassung

Mittels licht- und elektronenmikroskopischer Untersuchungen wurden die physikalische Struktur und die Oberflächenbeschaffenheit der Platte FriBreeze ermittelt. Das Trägermaterial besteht aus einer lockeren, offenzelligen Struktur aus sphärischen, agglomerierten Teilchen. Diese wiederum sind im Inneren des Materials geschlossen und hohl. An der Oberfläche hingegen sind die Kugeln/Blasen aufgebrochen und haben eine kraterartige Landschaft hinterlassen. Durch die Wärmebehandlung im Herstellungsprozess sind die Partikel an der Oberfläche zusammengesintert und haben so eine geschlossene, dem Anschein nach nicht diffusionsoffene Fläche erzeugt. Im Inneren werden die sphärischen Partikel durch Glasfasern durchzogen, die dem Kompositmaterial zusätzliche Stabilität verleihen. Bei hohen Temperaturen im Sinterprozess sind die Glasfasern an der Oberfläche geschmolzen. Die hohe Porosität lässt eine sehr gute Wärme- und Schallisolation bei gleichzeitig niedrigem Gewicht erwarten. Aufgrund der Brandschutzeigenschaften erscheint das Material ein sehr guter Baustoff im Schiff- und Hausbau zu sein. Die Beschichtung des Trägers mit Katalysatormasse ergibt das Verkaufsprodukt FriBreeze. Die katalytische Beschichtung erweitert die Funktionalität auf belastete Innenräume. Die Oberflächenstruktur von FriBreeze ist durch die Beschichtung geprägt und vom Beschichtungsprozess abhängig. Je nach Aufstrich der Paste ergibt sich eine geschlossene, unregelmäßig geformte Katalysatorschicht. Der katalytische Effekt wurde nicht untersucht. Zur Ermittlung des katalytischen Effekts sollten Sorptions- und Abbauprozesse von Schadstoffen in der temperierbaren Reaktionsmeßzelle des Instituts mittels IR-Spektroskopie erfolgen. Neben der Bestimmung von Adsorptionsisothermen, der katalytischen Aktivität (Abbaugeschwindigkeiten), des Katalysatorverhaltens (chemische, mechanische und thermische Stabilität, Vergiftung, Alterung) könnten auch neue Anwendungsfelder (zusätzliche Schadstoffe, andere Einbauorte, z.B. im Wohnungsbau) eruiert werden. Neben der Fa. FriTec könnten dann auch die Hersteller des Katalysators (Fa. ██████████) und des Trägers (Fa. ██████████) sowie Kunden und Anwender (Reeder, Schiffbauer, ggf. Bundesmarine) mit einbezogen werden.