



(10) **DE 600 29 804 T3** 2012.03.15

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 216 145 B2**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 29 804.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB00/01436**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 96 4561.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/021394**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.09.2000**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **29.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.06.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **02.08.2006**

(97) Veröffentlichungstag  
des geänderten Patents beim EPA: **26.10.2011**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.03.2012**

(51) Int Cl.: **B32B 5/18 (2006.01)**  
**B32B 27/12 (2006.01)**

**Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert**

(30) Unionspriorität:  
**401595**                      **22.09.1999**      **US**

(73) Patentinhaber:  
**W. L. Gore & Associates GmbH, 85640,  
Putzbrunn, DE**

(84) Benannte Vertragsanstalten:  
**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:  
**HOCHREIN, Kilian, Peter, 82211, Herrsching, DE;  
BAUER, Ambrosius, 83627, Warngau, DE**

(54) Bezeichnung: **ABDECKUNG ZUR AEROBEN BEHANDLUNG VON BIOLOGISCH ABBAUBAREM MATERIAL**



**Beschreibung****GEBIET DER ERFINDUNG**

**[0001]** Die Erfindung betrifft die aerobe Behandlung von Abfällen und anderen Materialien, die biologisch abbaubare Stoffe enthalten, wie sie bei der Kastenkompostierung gefunden wird; genauer gesagt eine Abdeckung, welche hilft, die Emission von flüchtigen Substanzen, Aerosolen und teilchenförmigen Stoffen zu steuern; genauer gesagt Geruchsschwaden und Pathogene, die während der Zersetzung des Abfalls entwickelt werden, und welche guten Luftaustausch und Wasserdampfübertragung durch die Abdeckung in einer derartigen Weise bereitstellt, dass maximale Betriebszuverlässigkeit, Produktqualität und minimale Investition und Betriebskosten erreicht werden.

**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

**[0002]** Es gibt eine Anzahl von Verfahren, die für fermentative Behandlung von organischem und industriellem Abfallmaterial in großem Volumen verwendet werden. Einschließung des Abfalls ist vorteilhaft, da sie die Steuerung der Gasemission unterstützt. Bauwerkstrukturen, wie beispielsweise bei der Kastenkompostierung verwendete Kästen, werden gegenwärtig in einem zunehmenden Ausmaß verwendet.

**[0003]** Diese Strukturen benötigen Ventilation, um die Fermentationsprozesse und/oder eine Arbeitsumgebung aufrecht zu erhalten. Die resultierende Abluft wird manchmal behandelt, um Emissionen zu verringern. Gewöhnliche Praxis für diese geruchsbeladenen Luftströme ist die Verwendung von Biofiltern. In der Vergangenheit hat sich erwiesen, dass Biofilter etwas unvorhersagbar in der Leistung und manchmal kostspielig zu installieren sind. Insgesamt erhöht die Hinzufügung von Biofiltern zu irgendeinem Typ von Einschließungsbauwerkstrukturen die bereits hohen Kosten von Installation und Betrieb/Wartung.

**[0004]** Kastenkompostierung zum Beispiel verwendet Abdeckungsplanen mit gesteuerter Gasdurchlässigkeit. Dieser Aufbau vereinfacht weitestgehend die Installation und Betriebsanstrengung, die für umweltmäßig gesunde Behandlung derartiger Abfallströme notwendig sind, indem alle Mittel am Ende des Verfahrens zum Verringern von Emissionen obsolet gemacht werden.

**[0005]** Während der Kastenkompostierung werden die Abfälle, die kompostiert werden, in eine Struktur, ähnlich einem horizontalem Silo, eingeführt. Eine oder mehrere Seiten dieser Struktur und speziell das Dach, sind mit einer Abdeckungsplane konstruiert, um einen Gasraum über den Fermentierungsrohstoffen in Bezug zur Außenluft zu definieren. Die Kastenkompostierungsstruktur schließt geeignete Ventilationsvorrichtungen ein, welche vollen oder teilweisen Fluss von Frischluft und/oder Umluft durch die Fermentierungsmasse gestatten, um die Fermentierungsmasse mit Sauerstoff zu beliefern, um den Fermentationsprozess aufrecht zu erhalten und um freigesetztes Kohlendioxid und andere Fermentationsgase weg zu transportieren.

**[0006]** Die Abdeckungsplane stellt eine Sperrschicht zwischen dem Gasraum und der Außenluft bereit. Eine wirksame Plane sollte das Fermentierungsprodukt vor extremem Austrocknen bei trockenen und heißen klimatischen Bedingungen schützen. Sie sollte auch die Fermentierungsstoffe während des Niederschlags vor dem Befeuchten schützen, wenn sie in einer Struktur installiert ist, so dass die Plane die äußerste Hülle ist. Sowohl Austrocknen als auch übermäßiges Befeuchten würden den Fermentationsprozess und die Ergebnisse nachteilig beeinflussen.

**[0007]** Große Mengen von Niederschlag führen ebenfalls zu unverhältnismäßig hohen Volumina von Versickerung mit einer hohen Belastung von gelösten oder suspendierten organischen Substanzen. Diese Versickerung ist eine bedeutende Umweltgefährdung, die sehr kostspielig in einer kontrollierten Weise zu beseitigen ist.

**[0008]** Darüber hinaus sollte die Abdeckungsplane dazu dienen, unerwünschte riechende Substanzen zurückzuhalten, die in bedeutenden Mengen aus dem Fermentierungsprodukt herauskommen. Adäquate Geruchszurückhaltung ist häufig entscheidend, um die notwendigen Genehmigungen für Installationen biologischer Abfallbehandlung zu erhalten. Dies trifft besonders in Deutschland und vielen anderen europäischen Ländern zu, wo es überwachende und regulative Verfahrensweisen hinsichtlich Geruchsemissionen und -imissionen gibt.

**[0009]** Die Abdeckungsplanen sollten in vielen Fällen auch sicherstellen, dass keine gesundheitsrelevanten Mikroben oder Sporen aus dem Fermentationsprozess emittiert werden. Die Abdeckungsplane sollte auch verhindern, dass die Oberfläche des Fermentierungsmaterials übermäßig abgekühlt wird. Dies würde den aeroben Fermentationsprozess einschränken und vollständige Zerstörung von Unkräutern und Pathogenen, wie durch



Regulierungen in vielen Ländern erforderlich, verhindern. Abdecken des Fermentierungsmaterials mit einer luftdurchlässigen Plane und Belüften mit Ventilationsvorrichtungen erreicht Unkraut- und Pathogenzerstörung, ohne die Fermentierungsmasse mehrere Male während des Prozesses wenden und mischen zu müssen. So verringert Abdecken Emissionen im Vergleich zur Kompostierung im offenen Haufen bedeutend, ebenso wie es Betriebskosten spart. Durch Schützen des Fermentierungsproduktes vor Tageslicht, speziell UV-Strahlung, kann die Oberfläche des fermentierten Produkts mit UV-empfindlichen Pilzen besiedelt werden, welche in individuellen Phasen der Fermentation für den Prozess entscheidend sind.

**[0010]** Um imstande zu sein, die aerobe Natur des Fermentationsprozesses aufrecht zu erhalten, ist ein bestimmter Grad von Ventilation durch die Plane für adäquate Sauerstoffbelieferung der Fermentierungsorganismen notwendig. Um die biologisch benötigte Sauerstoffbelieferung mit der geringsten Menge von Energie und Kosten zu erreichen, muss der Luftstrom so gleichmäßig wie möglich mit dem geringsten Druckverlust des Gesamtsystems in den Haufen eingeleitet werden.

**[0011]** Die Erfahrung zeigt auch, dass der Luftstrom beginnt, deutliche Kanäle in der Fermentierungsmasse in Anwendungen zu erzeugen, wo die Fermentierungsmasse selbst den dominierenden Druckverlust des Luftstroms durch das Gesamtsystem erzeugt. Kanalbildung führt zu ungleichmäßiger Sauerstoffzuführung und fördert anoxische oder anaerobe Zonen in der Fermentierungsmasse, was ungewünschte Emissionen von Methan, Ammoniak und Gerüchen verursacht. Dies bedeutet, dass die Plane selbst der dominierende Druckverlust in dem System sein muss. Mit anderen Worten muss die Plane die niedrigste Luftdurchlässigkeit aller Systemkomponenten entlang des Stroms von Luft haben.

**[0012]** Ein anderer wichtiger Grund, die Luftdurchlässigkeit der Plane zu begrenzen, ist die Steuerung des Fermentierungsprozesses. Um Feuchtigkeits- und Sauerstoffzufuhr wirksam zu handhaben, müssen die Voreinstellungen der Ventilationsvorrichtungen genau mit dem resultierenden Luftstrom korrelieren. Extrem hohe Luftdurchlässigkeit der Plane vermeidet, dass sich irgendein messbarer Überdruck unterhalb der Plane aufbaut. So hängt der resultierende Luftstrom von dem Druckabfall, verursacht durch die Fermentierungsmasse, ab. Es ist bekannt, dass der Druckabfall in der Fermentierungsmasse größtenteils von ihrer Struktur und dem Feuchtigkeitshalt abhängt. Von beiden ist bekannt, dass sie von Ansatz zu Ansatz und sogar über die Zeit, während welcher ein einzelner Ansatz verarbeitet wird, bedeutend variieren. So kann der Prozess nicht zuverlässig hinsichtlich Feuchtigkeit und Sauerstoffzufuhr gesteuert werden, wenn die Luftdurchlässigkeit des kompostierenden Systems nicht durch die Plane beherrscht wird.

**[0013]** Darüber hinaus bedeutet Steuern des Luftstroms Steuern der Emission von Gerüchen. Der Gasraum zwischen der Fermentierungsmasse und der Plane ist schwer mit riechenden Substanzen belastet, von welchen ein großer Teil in der Gasphase vorhanden ist. Jedes Hindurchdringen von Gas aus dem Gasraum durch die Plane in die Atmosphäre stellt daher eine Emission von Geruchsstoff dar. Durch Verwendung einer Abdeckung mit begrenzter Luftdurchlässigkeit kann der Strom von mit Geruch belastetem Gas, der in die Atmosphäre hindurchdringt, minimiert werden, während die entsprechende Menge von Luft bereitgestellt wird, die notwendig ist, um den Fermentationsprozess aufrecht zu erhalten. Wenn die Luftdurchlässigkeit der Abdeckung zu hoch ist, wie vorstehend beschrieben, können Luftstrom und so Geruchsemissionen nicht minimiert werden.

**[0014]** Daher gibt es ein optimales Fenster von Luftdurchlässigkeit der Abdeckungsplane, das aufrecht erhalten werden muss. Die untere Grenze ist im wesentlichen, die Kosten niedrig zu halten, während ein vernünftiges Verfahrensfenster geöffnet wird. Die obere Grenze sichert die Steuerung von Geruchsemissionen ebenso wie einen stabilen und gleichmäßigen Fermentationsprozess, indem die Bildung von Kanalströmen im Inneren der Fermentierungsröhstoffe vermieden wird und eine ziemlich genaue Korrelation zwischen Voreinstellungen der Ventilationsvorrichtungen und resultierenden Luftaustauschgeschwindigkeiten aufrecht erhalten wird.

**[0015]** Erfahrung mit Abdeckungen zur Kastenkompostierung zeigt, dass während kalten Wetters und/oder Niederschlags die wirksame Luftdurchlässigkeit der bekannten Planen sich deutlich vermindert und die Bildung von Versickerung und Kondensat in dem Fermentationsraum deutlich ansteigt. Dies bedeutet, dass der Fermentationsprozess während der Wintermonate in Temperaturbreiten oder kalten Gegenden nicht zufriedenstellend funktionieren kann, wenn bekannte Planen verwendet werden. Große Mengen von organisch belasteten Sickerwässern werden dann erzeugt, welche zu kostspieliger Sickerwasserbehandlung geschickt werden müssen und daher eine ungünstige Auswirkung auf die Betriebskosten der Installation haben. Außerdem ist unter diesen Bedingungen die Qualität des fermentierten Produkts typischerweise beeinträchtigt und erfordert zusätzliche Anstrengung und Kosten in der Nachbehandlung.



**[0016]** Zu gewöhnlich verwendeten Abdeckungen zur Kastenkompostierung gehören mehrschichtige textile Schichtstoffe entsprechend den folgenden Strukturen; Textilgewebe oder Vlies auf der Außenseite – mikroporöse Zwischenschicht – Textilgewebe, Vliesstoff oder gestricktes Gewebe auf der Innenseite. Die bisher zur Kastenkompostierung verwendeten textilen Schichtstoffe waren größtenteils identisch mit den zum Abdecken von Komposthaufen verwendeten Schichtstoffen. Derartige Schichtstoffe zum Abdecken von Haufen sind zum Beispiel in der deutschen Patentschrift DE 4231414 A1 beschrieben.

**[0017]** Die Textil-/Vliesschichten dieser Planen dienen zur Erreichen der notwendigen mechanischen Eigenschaften (Zugfestigkeit, Abriebbeständigkeit, Verwitterungsschutz usw.), während die mikroporöse Schicht als Sperrschicht für Gerüche, Keime und Niederschlagswasser dient. Gleichzeitig bestimmt jedoch die mikroporöse Schicht auch die Luft- und Wasserdampfdurchlässigkeit. Aufgrund der Geometrie und Thermodynamik des Kastenkompostierungsprozesses sind die Anforderungen für Kastenabdeckungsschichtstoffe deutlich von denjenigen für Haufenabdeckungen verschieden.

**[0018]** Um einen Haufen von Kompost abzudecken, werden typischerweise 1,0 bis 2,0 m<sup>2</sup> Plane für jeden m<sup>3</sup> von Fermentierungsrohstoffen verwendet. Im Gegensatz dazu erlaubt die Geometrie von Kompostierungskästen nur zwischen 0,5 bis 1,0 m<sup>2</sup> Plane für jeden m<sup>3</sup> von Fermentierungsstoffen.

**[0019]** Weil der spezifische Sauerstoffbedarf der Fermentierungsrohstoffe größtenteils unabhängig von dem Kompostierungsaufbau ist, so lange wie er bedeckt ist, müssen Kastenkompostierungsschichtstoffe eine Luftdurchlässigkeit zeigen, die bedeutend höher ist als die der Haufenkompostierungsschichtstoffe. DE 4231414 A1 beansprucht eine Luftdurchlässigkeit von 1 bis 15 l/m<sup>2</sup>/s bei 10 mbar. Dies ist äquivalent zu 0,7 bis 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h bei 200 Pa. 200 Pa ist hinsichtlich der Kostenkontrolle die maximale wünschbare Druckhöhe für Kastenkompostierung. Es wurde gefunden, dass im Handel erhältliche Haufenkompostierungsschichtstoffe, getestet auf Luftdurchlässigkeiten, in dem Bereich von 0,5 bis 3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h bei 200 Pa Druckgradient, angewendet senkrecht auf die Plane, liegen.

**[0020]** Aufgrund der für Kastenkompostierung erwähnten spezifischen Anforderungen muss die Luftdurchlässigkeit bei 200 Pa 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h überschreiten, um den begünstigten intermittierenden Belüftungsmodus überall in dem Bereich von Luftaustauschgeschwindigkeiten zu erlauben, der notwendig ist, um den Prozess zu betreiben und wirksam zu steuern.

**[0021]** Während Experimenten unter Verwendung einer Abdeckung mit einer Luftdurchlässigkeit von 80 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h, gemessen bei 200 Pa, konnte kein Druckaufbau von mehr als 50 Pa in dem Gasraum unterhalb der Plane beobachtet werden. Dies traf über den vollen Bereich relevanter Luftaustauschgeschwindigkeiten zu, während ein vergleichsweise feinkörniges Rohmaterial verwendet wurde. Sogar mit grobem Ausgangsmaterial von Fermentierungsmasse, das wahrscheinlich die geringste Tendenz zur Bildung von Kanälen des Luftstroms zeigt, wie beispielsweise geschredderte Baumrinde oder Holzschnitzel, sollte die Luftdurchlässigkeit 100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h bei 200 Pa nicht überschreiten, um die Bildung von Kanälen zu vermeiden und den Druckaufbau unterhalb der Plane zu sichern. Vorzugsweise sollte die Luftdurchlässigkeit unter 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h bei 200 Pa liegen. Dies sichert, dass der Prozess sogar bei niedrigen Luftaustauschgeschwindigkeiten steuerbar ist.

**[0022]** Trotz einer Temperatur des Fermentierungsprodukts von bis zu 80°C oder so ist die Temperatur in dem Gasraum unter der Plane eng mit der Umgebungstemperatur verknüpft. Das Gas, das aus dem Fermentierungsprodukt in den Gasraum herauskommt, ist mit Feuchtigkeit gesättigt. Bei Außentemperaturen unter 10°C erfolgt in dem Gasraum bedeutende Kondensation und Nebelbildung, mit dem Ergebnis, dass die textile Innenseite der bekannten Planen, wie beispielsweise in DE 4231414 A1 beschrieben, mit Flüssigkeit durchtränkt wird. Dies vermindert die Luftdurchlässigkeit des Schichtstoffs. Da das wässrige Kondensat typischerweise eine Anzahl von oberflächenaktiven organischen Verbindungen umfasst, zeigt es eine stärkere Tendenz als Wasser, die mikroporöse Schicht zu benetzen, zumindest die Oberfläche der porösen Schicht, die den Fermentierungsstoffen gegenüber liegt, zu benetzen. Dies kann insbesondere erfolgen, wenn sich nach einiger Zeit Bestandteile des organischen Kondensats in der mikroporösen Schicht abgelagert haben, was die Oberflächeneigenschaften der mikroporösen Struktur verändert. Dies verringert die Benetzungsbeständigkeit und den Flüssigkeitseintrittsdruck der mikroporösen Schicht in einem Ausmaß, dass die Luftdurchlässigkeit nachteilig beeinflusst wird, speziell unter kalten Bedingungen.

**[0023]** Die Oberflächenspannung eines Kondensats, gesammelt von einem Kastenkompostierungsversuch im Pilotmaßstab, wurde analysiert und betrug 42 mN/m, was beträchtlich niedriger als die von Wasser ist. Es ist bekannt, dass ein akzeptables Niveau von Abstoßungsvermögen für Flüssigkeiten mit Oberflächenspannungen um 40 mN/m auf einer Oberfläche vorhanden ist, die einen Ölwert gleich oder größer als 1 zeigt.



**[0024]** Altern der mikroporösen Schicht erfolgt oft innerhalb einiger Monate des Feldgebrauchs, wenn die poröse Schicht auch aus Polymeren besteht, die anfällig für Zersetzung, verursacht durch Wetter, UV-Licht, Hydrolyse oder mikrobiellen Angriff, sind, zum Beispiel eine Polyurethanbeschichtung oder Polyethylenmembran, wie beispielsweise in DE 4231414 A1 beschrieben. Dieser Typ von Altern schließt auch häufig ein, dass Wasser- und Regendichtigkeit derartiger Abdeckungen gefährdet sind. All dies führt zu Betriebsproblemen und erhöhten Kosten.

**[0025]** Eine ähnliche Verringerung der Luftdurchlässigkeit erfolgt, wenn die textile Außenseite der Abdeckungsplane mit Niederschlagswasser durchtränkt ist. Die resultierende Wasserschicht führt einerseits direkt zu einer Verringerung der Luftdurchlässigkeit der Außenschicht. Andererseits verursacht die Kühlwirkung des Niederschlags eine Zunahme des Kondensationsniveaus im Gasraum, so dass zunehmende Befeuchtung der Planeninnenseite mit einer entsprechenden Verringerung der Luftdurchlässigkeit erfolgt. Benetzung der Außenseite kann erfahrungsgemäß durch wasserabstoßende Textilimprägnierung nicht dauerhaft verringert werden, da diese Imprägnierungen keine adäquate Wetterbeständigkeit zeigen.

**[0026]** Weiterhin spezifiziert DE 4231414 A1 keinen Wassereintrittsdruck. Es ist bekannt, dass, um Niederschlag heraus zu halten, ein minimaler Wassereintrittsdruck von mehr als 20 kPa, vorzugsweise von mehr als 50 kPa, über die Lebenszeit der Plane aufrecht erhalten werden muss.

**[0027]** Es ist bekannt, dass viele Ausgangsmaterialien für Kompostierung oder aerobe Abfallbehandlung, speziell aus nach Ausgangsstoff getrennter Sammlung von organischen Haushaltsabfällen, Mengen von Feuchtigkeit enthalten, die weder für irgendein Bodenverbesserungsprodukt noch für irgendeine unbehälterte Verarbeitung akzeptabel sind. Jede behälterte aerobe Behandlung muss daher das Potential haben, eine bedeutende Verringerung in der Feuchtigkeit des Fermentierungsrohmaterials zu erreichen. Bei der Kastenkompostierung kann Feuchtigkeit entweder durch die Plane diffundieren oder mit dem Luftstrom, der durch die Plane hindurch geht, herausbefördert werden. Die Diffusion hängt von den Temperaturen und dem Gradienten des Wasserdampfpartialdrucks senkrecht zu der Plane ab und ist durch die Resistance to Moisture Vapor Transmission (Beständigkeit gegenüber der Übertragung von Feuchtigkeitsdampf) (Ret) der Plane begrenzt. Die Konvektion wird durch den Gesamtdruckgradienten senkrecht zu der Plane angetrieben und ist durch die Luftdurchlässigkeit der Abdeckung begrenzt.

**[0028]** Abdeckungsmaterialien, wie in DE 4231414 A1 beschrieben analysiert, haben Ret-Werte zwischen 13 bis 40 m<sup>2</sup> Pa/W gezeigt. Speziell während kalter Umgebungsbedingungen erlaubt diese hohe Beständigkeit gegenüber Wasserdampfdurchdringung nicht, dass genug Feuchtigkeit aus dem System herauskommt. Vergrößern der Luftdurchlässigkeit der Abdeckung auf ein andauerndes höheres Niveau allein stellt unter kalten/feuchten Bedingungen keinen Betriebsmodus bei geringsten Kosten bereit. So lange wie diffusive Feuchtigkeitsdampfübertragung durch hohe Ret beeinträchtigt wird, würde eine massive Zunahme im Luftstrom benötigt werden, um übermäßige Feuchtigkeit hinaus zu transportieren. Dies würde proportional die Betriebskosten ebenso wie das Risiko des Abkühlens der Rohstoffe durch Einführen übermäßiger Volumina kalter Luft zu sehr erhöhen. Mit den existierenden Abdeckungen sind derartige hohe Luftströme bei den maximalen anwendbaren Drucken nicht machbar, weil die Luftdurchlässigkeit der Abdeckungen zu niedrig ist. Daher muss eine Abdeckung, die eine erhöhte Luftdurchlässigkeit gemäß dieser Erfindung aufweist, Ret-Werte unter 15 m<sup>2</sup> Pa/W, vorzugsweise unter 10 m<sup>2</sup> Pa/W, haben, um die Diffusion zu erhöhen und den Luftstrom auf die Menge zu minimieren, die benötigt wird, um nur den Sauerstoffbedarf der Fermentierungsstoffe zuzuführen. Verringern des Luftstroms minimiert auch die Emission riechender Substanzen, die mit dem Gasstrom, der durch die Plane hindurch geht, heraustransportiert werden.

**[0029]** Ein wachsendes Problem bei der fermentativen Behandlung von organischen Abfällen ist die Emission potentiell pathogener Mikroben, wie beispielsweise lebensfähige Bakterien, Pilze, ihre Sporen und einige von ihren Fragmenten. Es ist am der Praxis von Biologie und Hygiene bekannt, dass diese Keime in Teilchengrößen vorkommen, die typischerweise größer als 0,5 Mikrometer sind. Es ist daher vernünftig anzunehmen, dass ein System, das mehr als 98% der teilchenförmigen Stoffe von mehr als 0,5 Mikrometern am einem Gasstrom zurückhält, hinreichend Schutz bereitstellt. Es ist am der Membranfiltration von Staub am Gasströmen bekannt, dass eine poröse Folie mit einer mittleren Porengröße von 10 Mikrometern Zurückhaltung von mehr als 98% der teilchenförmigen Stoffe erlaubt, die größer als 0,5 Mikrometer sind. Weiterhin ist es aus in medizinische Vorrichtungen installierten Membranbelüftungen bekannt, dass diese Belüftungen zugelassen sind, um sterile Filtration für Luft hinsichtlich HIV und Hepatitisviren bereitzustellen, so lange wie die Porengröße der porösen Schicht, gemessen als Coulter MFP, unter 3 Mikrometern liegt.



**[0030]** WO 97/15378 betrifft einen offenen Biofilter für Gasreinigung, wobei eine Abdeckung aus einem Schichtstoff gemacht ist, der mindestens eine mikroporöse funktionelle Schicht und eine Trägerschicht, auf welcher die funktionelle Schicht sicher befestigt ist, umfasst. Die funktionelle Schicht kann eine expandierte Polytetrafluorethylenmembran sein und die Trägerschicht kann auf beide Seiten der funktionellen Schicht aufgebracht sein. Die funktionelle Schicht oder der Schichtstoff ist für Gas oder Luft durchlässig und gegenüber Wasser undurchlässig, derart, dass alle herausgehende Luft aus dem Biofilter durch den Schichtstoff hindurchgehen kann, während die Feuchtigkeit in dem Biofilter zurückgehalten wird.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0031]** Die Abdeckungsmaterialien dieser Erfindung überwinden die Unzulänglichkeiten gegenwärtiger Abdeckungsmaterialien, die in der aeroben Behandlung von biologisch abbaubaren Stoffen verwendet werden.

**[0032]** Die Abdeckungsplanen dieser Erfindung stellen bereit:

1. Optimale spezifische Luftdurchlässigkeit bei niedrigen Überdrücken, aufrecht erhalten unter einer breiten Vielfalt klimatischer Bedingungen: Dies sichert gute und gleichmäßige Sauerstoffzuführung in die Fermentierungsrohstoffe bei niedrigen Betriebskosten und minimalen Investitionen für konstruktive Gasdichtigkeit.
2. Hohe Wasserdampfdurchlässigkeit, um feuchte Typen von Abfall (zum Beispiel Biokanister) schnell zu dem Feuchtigkeitsgehalt zu trocknen, bei welchem eine nachfolgende Behandlung in einfachem Aufbau ohne irgendein Mittel der Einschließung machbar wird, was Investitions- und Betriebskosten minimiert.
3. Zuverlässige Aufrechterhaltung betrieblich relevanter Eigenschaften des Schichtstoffs, um Wartungs- und Betriebskosten, ebenso wie umweltmäßig relevante Emissionen, auf einem Minimum zu halten und Sichern von stabilem steuerbaren Betrieb unabhängig von den Umgebungsbedingungen.
4. Hohe Geruchszurückhaltung in dem Gasraum unterhalb der Plane: Dies macht, daß Installationen mit hohen Durchsätzen zur Verwendung an emissionsempfindlichen Standorten in Frage kommen.
5. Zurückhaltung von Mikroben, Sporen und/oder refraktären mikrobiellen Stoffen, um infektiöse und sensibilisierende biologischen Emissionen zu minimieren.
6. Wasserdichtigkeit bis zu dem Grade, dass kein Niederschlag durch die Plane eintreten kann, wenn sie installiert ist, so dass die Abdeckung direkt der Atmosphäre ausgesetzt ist.
7. Eine adäquate Zugfestigkeit, um den Kräften von innerem Überdruck ebenso wie Belastungen, verursacht durch Wind, Regen und Schnee, zu widerstehen, wo auch immer die Abdeckung installiert ist.

**[0033]** Diese Ziele werden durch die Abdeckungen der Erfindung nach Anspruch 1 erreicht. Die Abdeckungen umfassen einen Schichtstoff aus

- 1) einer porösen polymeren Schicht, geklebt auf
- 2) mindestens ein ausgewähltes Gewebe oder Strickgewebe oder einen Vliesstoff, in welchem der Schichtstoff
  - a) eine Luftdurchlässigkeit zwischen 10 und 100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/Stunde bei 200 Pa Druckdifferenz, vorzugsweise 15 bis 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/Stunde bei 200 Pa
  - b) einen Ret von weniger als 15 m<sup>2</sup>·Pa/W, vorzugsweise zwischen 2 und 10 m<sup>2</sup>Pa/W, aufweist.

**[0034]** In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die Wasserdichtigkeit gegen Niederschlag und Zurückhaltung pathogener oder sensibilisierender mikrobieller Emissionen bereitstellt, wird der Schichtstoff einen Wassereintrittsdruck von mindestens 20 kPa, vorzugsweise größer als 50 kPa, aufweisen und kann der Wassereintrittsdruck so hoch wie ein 1 MPa sein und wird die poröse Schicht eine Porengröße zwischen 0,2 bis 10 µm, vorzugsweise 0,3 bis 3 µm, wie durch den nachstehend beschriebenen Coulter-Test bestimmt, aufweisen. Ein Gewebe wird ausgewählt, um eine Zugfestigkeit des Schichtstoffes bereitzustellen, die 1000 N/5 cm, vorzugsweise mehr als 2000 N/5 cm, überschreitet.

**[0035]** Beim Gebrauch liegt die Seite der porösen Schicht des Schichtstoffes den Fermentierungsstoffen gegenüber, während das Gewebe außen ist und der Atmosphäre ausgesetzt ist. Jedoch kann in Fällen, wo mechanische Belastungen auf die Seite des Schichtstoffes, die den Fermentierungsstoffen gegenüber liegt, angewendet werden können, eine zweite Gewebesicht auf die Innenseite aufgebracht werden, vorzugsweise eine offen gestricktes Gewebe, bestehend aus groben Filamenten, um so die Kapillarität auf der Seite, die den Fermentierungsstoffen gegenüber liegt, zu minimieren.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0036]** [Fig. 1](#) zeigt einen SEM-Querschnitt von Schichtstoff 1, wie in den Beispielen beschrieben. Es wird gezeigt, dass die poröse Schicht (Boden) auf ein Gewebe geklebt ist.



**[0037]** Fig. 2 zeigt einen SEM-Querschnitt von Schichtstoff 3, wie in den Beispielen beschrieben. Es wird gezeigt, dass die poröse Schicht (Mitte) zwischen ein Gewebe und ein gestricktes Gewebe (Boden) geklebt ist.

**[0038]** Fig. 3 zeigt einen SEM-Querschnitt von Schichtstoff 4, wie in den Beispielen beschrieben. Es wird gezeigt, dass die oleophob beschichtete poröse Schicht (Boden) auf ein Gewebe geklebt ist.

**[0039]** Fig. 4 zeigt einen SEM-Querschnitt von Schichtstoff 5, wie in den Beispielen beschrieben. Es wird gezeigt, dass die oleophob beschichtete poröse Schicht (Mitte) zwischen ein Gewebe (Oberseite) und ein gestricktes Gewebe (Boden) geklebt ist.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0040]** Die Abdeckungen dieser Erfindung kombinieren den richtigen Grad von Luftdurchlässigkeit mit einer geringen Beständigkeit gegenüber Verdunstungsübertragung Ret. Aufgrund dieser Kombination können die biologischen Prozesse aerober Zersetzung durch Einstellen der Luftaustauschgeschwindigkeit über einen breiten Bereich gesteuert werden, ohne die Steuerung der Feuchtigkeitsübertragung, genauer gesagt die Steuerung aller Trocknungsprozesse der Fermentierungsstoffe zu beeinträchtigen.

**[0041]** Dies ist besonders wichtig bei niedrigen Umgebungstemperaturen, typischerweise 5°C oder weniger, die nicht gestatten, dass bedeutende Mengen von Feuchtigkeit konvektiv mit dem hindurchtretenden Gasstrom durch den Schichtstoff transportiert werden. Eine Luftaustauschgeschwindigkeit, die zu einem bedeutenden konvektiven Feuchtigkeitstransport durch die Abdeckung führt, würde ungewünschte Kühlung des Fermentierungsmaterials verursachen, weil große Volumina von kalter Umgebungsluft in das Fermentierungsmaterial eingeleitet werden würden. Unter diesen Bedingungen muss die Feuchtigkeitsübertragung, die benötigt wird, um das Ziel des Verfahrens zu erreichen, vorwiegend durch Diffusion realisiert werden. Dies ist nur bei Ret-Werten unter 15 m<sup>2</sup>Pa/W, vorzugsweise von weniger als 10 m<sup>2</sup>Pa/W, möglich.

**[0042]** Wenn der konvektive Gasstrom nicht benötigt wird, um die Feuchtigkeitsübertragung zu steuern, kann er optimal eingestellt werden, um den aeroben Prozess zu steuern, und so die Produktqualität optimieren, die Verweilzeit verringern oder die Betriebskosten minimieren.

**[0043]** Die geringe Beständigkeit gegenüber Verdunstungsfeuchtigkeitstransport Ret der Abdeckungen dieser Erfindung wird durch Weglassen oder Minimieren der inneren Textilschicht, benötigt beim Haufenkompostieren für mechanischen Schutz der porösen Schicht, erreicht.

**[0044]** In Anwendungen, wo extrem niedrige Ret erforderlich ist, kann dies durch Minimieren der Dicke der Gewebeschicht durch die Verwendung von Fasern mit hoher Zugfestigkeit, wie beispielsweise, ohne aber darauf begrenzt zu sein, Kohlefaser und Polyamidfaser, erreicht werden.

**[0045]** In einer bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung, wo das Abdeckungsmaterial bei der Kastenkompostierung verwendet wird, wird die Zurückhaltung mikrobieller Pathogene und Reizstoffe durch Verwendung einer mittleren Porengröße der porösen Schicht von nicht mehr als 10 Mikrometern, wie durch die Coulter-Messung definiert, vorzugsweise weniger als 3 Mikrometern, erreicht. Ausschluss des Infiltrierens von Regen und anderem Niederschlag in das Fermentierungsmaterial wird durch Bereitstellen eines Abdeckungsmaterials erreicht, das einen Wassereintrittsdruck von mehr als 20 kPa, vorzugsweise mehr als 50 kPa, aufweist.

**[0046]** In einer bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung wird Benetzung der Innenseite der Abdeckungsplane verhindert oder verringert, indem es keine innere Textilschicht, die in Abdeckungen des Standes der Technik vorhanden ist, gibt oder indem ein hinreichend offenes gestricktes Gewebe verwendet wird, das, um mit einem Oil Rating (Ölwert) von mehr als 1, vorzugsweise mehr als 5, oleophob zu werden, durch auf dem Fachgebiet der Textilveredlung bekannte Verfahren behandelt wird. Diese innere Textilschicht kann auch durch ein weitmaschiges Netz oder Gitter ersetzt werden, welches an die tatsächliche Planenabdeckung angenäht oder daran angeklammert werden kann. Derartiges Netz- oder Gittermaterial kann auch an die poröse Schicht durch Klebstoff oder thermoplastische Mittel gleichmäßig über ihre gesamte Oberfläche gebunden werden.

**[0047]** Einen Ölwert von 1 kann erreicht werden, indem eine poröse Membran, hergestellt aus expandiertem Polytetrafluorethylen, verwendet wird. Außerdem kann die poröse Struktur der Schicht behandelt werden, um sie oleophob genug zu machen, um einen Ölwert > 1 zu haben, so dass Benetzung und Kontamination mit organischen Substanzen dauerhaft verhindert wird. Derartige Behandlung und Mittel sind in der deutschen Patentanmeldung P 43083692 beschrieben. Bevorzugt sind Ölwerte von mehr als 1; idealerweise würde ein



Ölwert von mehr als 5 eine sehr gute Flüssigkeitsabstoßung und Beständigkeit gegen Kontamination mit organischen Substanzen bereitstellen. Ölwerte gleich oder größer als 5 können auf gestricktem Gewebe erreicht werden, wobei im Handel erhältliche, in der Textilveredlung bekannte Fluorkohlenstoffbeschichtungen verwendet werden.

**[0048]** Übermäßige Benetzung des äußeren Gewebes der Abdeckung durch Regen kann verhindert werden, indem ein inhärent hydrophobes polymeres Material für das Garn verwendet wird, das verwendet wird, um das Gewebe herzustellen. Zu derartigen Polymeren gehören zum Beispiel Polypropylen, Polyacrylat, Polytetrafluorethylen oder andere Fluorpolymere. Das Garn wird gewebt, so dass maximale Flüssigkeitsabstoßung ohne eine in starkem Maße nachteilige Auswirkung auf die Luftdurchlässigkeit erreicht wird.

**[0049]** In der Erfindung wird die betriebliche Zuverlässigkeit von Kompostinstallationen wesentlich vergrößert und die Betriebskosten werden minimiert, weil die Bildung einer versperrenden Flüssigkeitsschicht auf oder in derartigen Abdeckungen vermieden oder minimiert wird. Dies wird ausgeführt, indem ein wasserabstoßendes Gewebe als äußeres Material verwendet wird und eine hydrophobe/oleophobe oder hydrophob/oleophob beschichtete poröse Schicht, gegenüberliegend dem Fermentierungsprodukt, verwendet wird, ebenso wie jedes dichte oder kapillare Textil auf der Seite, gegenüberliegend dem Fermentierungsprodukt, weggelassen oder minimiert wird. Wenn eine Textilschicht auf der Seite, gegenüberliegend dem Fermentierungsprodukt, verwendet wird, kann sie behandelt werden, um Wasser- und Ölabstoßung bereitzustellen. Infolgedessen erhalten die Abdeckungen dieser Erfindung eine hohe Luftdurchlässigkeit unter kühleren und feuchteren Wetterbedingungen als früher möglich aufrecht.

**[0050]** Die poröse polymere Schicht kann aus einem Polymer bestehen, welches inhärent hydrophob ist, wie beispielsweise ein Fluorpolymer, oder kann eine Membran sein, die nicht inhärent hydrophob ist, aber welche mit einem wasser- und ölabstoßenden Polymer behandelt worden sein kann, um sie hydrophob und oleophob zu machen. Die poröse Schicht kann aus einem von einer Anzahl synthetischer Polymere bestehen, welche langfristigem kontinuierlichen Kontakt mit flüssigem Wasser widerstehen können, wobei sie vorzugsweise gegen Zersetzung durch UV-Licht und mikrobiellen Angriff resistent sind. Polymere wie beispielsweise, ohne aber darauf begrenzt zu sein, Polyethylen, Polypropylen, Polyurethan oder andere Polyolefine, Polyvinylchlorid, Polyvinylidenchlorid, Polyester, Fluorpolymere und dergleichen, sind geeignet. Fluorpolymere und Polytetrafluorethylen (PTFE), Polyvinylfluorid (PVF), Polyvinylidenfluorid (PVDF) und dergleichen werden wegen ihrer charakteristischen Verarbeitungseigenschaften, der Temperaturbeständigkeit, chemischen Inertheit, Inertheit gegen mikrobiellen Angriff, Beständigkeit gegenüber UV-Strahlung und inhärenten Hydrophobie bevorzugt. Am meisten bevorzugt sind poröse Schichten von Polytetrafluorethylen.

**[0051]** Eine poröse Polytetrafluorethylenschicht, geeignet zur Verwendung in der Erfindung, kann durch auf dem Fachgebiet bekannte Verfahren hergestellt werden, zum Beispiel durch Verfahren mit Strecken oder Ziehen, durch Papierherstellungsverfahren, durch Verfahren, in welchen Füllstoffmaterialien mit dem PTFE-Harz eingebracht werden und welche nachfolgend entfernt werden, um eine poröse Struktur zu hinterlassen, oder durch Pulversinterverfahren. Vorzugsweise ist die poröse Polytetrafluorethylenschicht eine poröse expandierte Polytetrafluorethylenschicht mit einer Struktur von untereinander verbundenen Knoten und Fibrillen, wie in der US-Patentschrift 3953566, USP 4187390 und USP 4838406 beschrieben, welche das bevorzugte Material und Verfahren zu ihrer Herstellung beschreiben.

**[0052]** Wie früher festgestellt kann die Struktur, definierend die Poren der porösen Schicht, und/oder die poröse Trägerschicht der porösen Abdeckung mit einem wasser- und ölabstoßenden organischen Polymer beschichtet werden. Es sind keine besonderen Begrenzungen auf das Polymer gelegt, so lange wie es akzeptable Niveaus von Wasser- und Ölabstoßung bereitstellt und aufgebracht werden kann, um eine Beschichtung auf mindestens einem Teil der Struktur, definierend die Poren der porösen Schicht oder des Trägermaterials, zu erzeugen, ohne wesentliche Verringerung des Porenvolumens der Schicht oder des Trägermaterials zu verursachen oder den Luftstrom durch die Materialien bedeutend zu vermindern. Bevorzugte Polymere oder Copolymere sind diejenigen mit wiederkehrenden anhängenden fluorierten organischen Seitenketten oder diejenigen mit fluorhaltigen Hauptketten.

**[0053]** Auch wenn die poröse Schicht der Abdeckung aus einem inhärent hydrophoben Polymer bestehen kann, kann es wünschenswert sein, die Schicht mit wasser- und ölabstoßendem Material zu behandeln, um ihre Ölabstoßung zu erhöhen. Der Grund für dieses ist, dass wasserlösliche Verbindungen, wie beispielsweise Alkohole, Fettsäuren, Lipide, aromatische Verbindungen, wasserlösliche Öle und dergleichen, typischerweise in den organischen Fermentierungsrohstoffen vorhanden sind oder in den Gasen, erzeugt durch Zersetzung der Materialien, vorhanden sein können. Derartige Verbindungen sind in der Gasphase oder gelöst in dem Wasser,



kondensierend auf der inneren Oberfläche der Abdeckung, nachgewiesen worden. Sie können vorzugsweise aus dem Kondensat eluieren, um die porösen Oberflächen zu benetzen und zu beschichten, wobei so die freie Oberflächenenergie der Struktur, definierend die Poren, verändert wird und die Schicht durch flüssiges Wasser benetzbar gemacht wird. Flüssiges Wasser, vorzugsweise in der Form von Kondensat, enthaltend die oberflächenaktiven organischen Verbindungen, kann dann in die Poren der Schicht eindringen, Teile des Porenvolumens besetzen und Luft- und Gasdurchlässigkeit durch die Membran bedeutend verringern. Sogar ohne Eindringen in die Poren erleichtern derartige oberflächenaktive Stoffe die Benetzung der äußeren Oberfläche der Membran. Dies kann eine oberflächliche Wasserschicht auf der Oberfläche der porösen Schicht erzeugen. Diese oberflächliche Wasserschicht versperrt den Gaseintritt, indem die Luftdurchlässigkeit verringert wird.

**[0054]** Durch Beschichten der Oberflächen der Struktur, definierend die Poren, um die Oberflächen oleophob zu machen, wird verhindert, dass die oberflächenaktiven Stoffe die Oberflächen, definierend poröse Struktur, kontaminieren und wird verhindert, dass das Kondensat die Oberflächen, definierend die poröse Struktur, oder die Oberfläche der porösen Schicht benetzt.

**[0055]** Die beschriebene Schicht und das äußere Gewebe, vorzugsweise ein Polyester- oder Polypropylen- oder Polytetrafluorethylengewebe, werden durch Laminierungsmittel aneinander gebunden. Dies kann durch Erweichen, d. h. teilweises Schmelzen der Fasern des Textils, wenn bestehend aus thermoplastischem Polymer, und sein Binden an die Membran ausgeführt werden, oder es kann unter Verwendung von Klebstoffen, aufgebracht zum Kleben zwischen Gewebe und Membran, ausgeführt werden. Die typischerweise verwendeten Klebstoffe sind aus den Klassen von Polyurethanen, Siliconen oder Polyacrylaten, vorzugsweise vernetzte, UV-stabile reaktive Polyurethanschmelzkleber. Klebeaufbringung kann mittels Drucken, Schmierbeschichtung oder Schmelzblasen erreicht werden. Außerdem können Heißschmelzklebstoffe in der Form von Geweben verwendet werden. Bevorzugt wird die Aufbringung der reaktiven Polyurethanheißschmelzklebstoffe durch Gravur-Punkt- oder Gravur-Gitter-Laminierung. Alternativ kann die poröse Schicht auf das Gewebe in der Form von auf Wasser basierender oder Lösungsmittel basierender Latex oder Dispersion oder einer reaktiven Lösung oder durch ein Phaseninversionsverfahren unter Verwendung eines der erwähnten Polymere, geeignet für die Bildung der beschriebenen porösen Schicht, aufgebracht werden.

**[0056]** Die textile Seite des so hergestellten Schichtstoffes kann nachfolgend für dauerhafte Wasserabstoßung behandelt werden, indem eine Beschichtung auf wässriger Basis aus einem wasserabstoßenden chemischen Stoff, bestehend aus Fluorkohlenstoffen oder Siliconen, vorzugsweise Fluorkohlenstoffen, mit Vernetzungsmitteln aufgebracht wird, derart, um die Dauerhaftigkeit der wasserabstoßenden Wirkung zu maximieren.

## TESTBESCHREIBUNGEN

### Luftdurchlässigkeit – Gurley-Zahl-Methode

**[0057]** Die Beständigkeit von Proben gegenüber dem Luftstrom wurde durch einen Gurley-Luftdurchlässigkeitsprüfer (ASTM D726-58), hergestellt von W. & L. E. Gurley & Sons, gemessen. Die Ergebnisse sind in Form der Gurley-Zahl angegeben, welche die Zeit in Sekunden für 100 Kubikzentimeter Luft ist, um durch einen Quadratzoll einer Testprobe bei einem Druckabfall von 4,88 Zoll Wasser hindurchzugehen.

### Luftdurchlässigkeit – Textest-Methode

**[0058]** Luftdurchlässigkeiten, zitiert in  $\text{m}^3/\text{h}$  Luftstrom pro  $\text{m}^2$  Planenfläche, wurden unter Verwendung des Luftdurchlässigkeits-Prüfgeräts Textest FX 3300 mit einem Kopfteil von  $100 \text{ cm}^2$  gemessen. Dieses Gerät ist gestaltet und wird verwendet in Übereinstimmung mit DIN-ISO-EN 9237 (1995). Die Drucke, verwendet in dieser Anwendung, reichen von 100 bis 1000 mbar. Der Druck wird so ausgewählt, dass ein Luftstrom innerhalb des Meßbereichs der Apparatur erreicht wird. Die Probe wird straffsitzend auf den Probenhalter gezogen und in die Apparatur eingeklammert. Eine grüne LED zeigt an, wann die Ablesung von dem digitalen Display vorzunehmen ist. Die erste Messung wird mit einer luftdurchlässigen Probe für sich allein in dem Probenhalter ausgeführt, die zweite wird mit einem luftundurchlässigen Flächengebilde auf der Durchdringungsseite der Probe, eingeklammert in die Vorrichtung, zusätzlich ausgeführt. Diese zweite Messung wird ausgeführt, um das seitliche Ausströmen von Luft durch die Hohlräume in der Textilstruktur zu bestimmen, die nicht durch Zuklammern verschlossen werden können. Die tatsächliche Luftdurchlässigkeit wird dann abgeleitet, indem der Ausströmfluss von dem Gesamtfluss, gemessen in der ersten Messung, subtrahiert wird. Abhängig von dem verwendeten Druck wird das Ergebnis dann linear in die entsprechende Luftdurchlässigkeit bei 200 Pa umgewandelt.



**[0059]** Eine Gesamtmenge von 5 Proben, verteilt über die Breite des Materials, ist notwendig.

#### Messung des Ölerts

**[0060]** Der Ölert wird entsprechend ISO 14419 (September 1998) gemessen. Der Ölert ist eine manuelle/visuelle Messung, die durchgeführt wird, um das Benetzungsverhalten von festen, porösen oder textilen Oberflächen zu quantifizieren. Sie verwendet eine Gruppe von aliphatischen Ölen, die einen weiten Bereich von Oberflächenspannungen bieten. Der Ölert wird entsprechend der höchsten Rangordnung dieser Öle, die die Oberfläche nicht benetzt, angegeben. Die Flüssigkeiten in bezug auf die Bewertungen sind:

- 0 Keine (weißes Mineralöl versagt)
- 1 Paraffinöl hoher Viskosität
- 2 Gemisch aus 65% Paraffinöl HV und 35% n-Hexadecan
- 3 n-Hexadecan
- 4 n-Tetradecan
- 5 n-Dodecan
- 6 n-Decan
- 7 n-Octan
- 8 n-Heptan

**[0061]** Fünf ruhende Tropfen werden auf eine horizontale Probe mit einer Entfernung von jeweils 4 cm und mit einem 45°-Winkel platziert. Die Beobachtungszeit beträgt 30 s  $\pm$  2 s, wonach jeder Tropfen mit dem Bild, angegeben in dem erwähnten ISO-Standard, verglichen wird. Wenn kein Benetzen von oder Eindringen in die Probe beobachtet wird, wird die nächste höher bewertete Flüssigkeit angewendet. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis Benetzen oder Eindringen innerhalb der 30 s Testzeit beobachtet werden. Eine Bewertung ist misslungen, wenn drei oder mehr von den fünf ruhenden Tropfen vollständige Benetzung zeigen oder wenn kapillare Effekte beobachtet werden, die den Kontaktwinkel zwischen Flüssigkeit und Oberfläche zunichte machen. Der Ölert wird entsprechend dem Rang der letzten Flüssigkeit angegeben, der für alle fünf Tropfen durchlaufen wurde. In Grenzfällen kann eine halbe Note gegeben werden, d. h. 3,5. Dies ist ausführlich in dem ISO-Standard beschrieben.

#### Messung der Porengröße

**[0062]** Messungen der Porengröße werden mit dem Coulter Porometer™ (Coulter-Porometer), hergestellt von Coulter Electronics, Inc., Hialeah, FL, gemacht.

**[0063]** Das Coulter-Porometer ist ein Instrument, das automatisierte Messung der Porengrößenverteilungen in porösen Medien unter Verwendung der Flüssigkeitsverdrängungsmethode, beschrieben in ASTM Standard E1298-89, bereitstellt.

**[0064]** Das Porometer bestimmt die Porengrößenverteilung einer Probe durch Erhöhen des Luftdrucks gegen eine Seite einer Probe, welche ihre Poren mit einer Flüssigkeit gefüllt hat, und Messen des resultierenden Flusses. Diese Verteilung ist ein Maß des Grades der Gleichmäßigkeit der Membran (d. h., eine enge Verteilung bedeutet, dass es wenig Unterschied zwischen der kleinsten und größten Porengröße gibt). Sie wird gefunden, indem maximale Porengröße durch die minimale Porengröße dividiert wird. Das Porometer berechnet auch die Porengröße bei mittlerem Fluss. Der Definition nach erfolgt die Hälfte des Flüssigkeitsflusses durch das poröse Material durch Poren, die oberhalb oder unterhalb dieser Größe sind.

**[0065]** Alle Zitate von Porengrößen beziehen sich auf eine durchschnittliche Mean Flow Pore Size (Porengröße bei mittlerem Fluss) (MFP), wenn nicht explizit festgestellt.

**[0066]** Jedoch können nicht alle denkbaren Abdeckungsschichtstoffmaterialien unter Verwendung der beschriebenen Coulter-Methode gemessen werden. Dies ist auf die mechanische Struktur von einigen dieser Schichtstoffe und porösen Schichten zurückzuführen. In derartigen Fällen kann die Porengrößenmessung unter Verwendung von Mikroskopie ausgeführt werden. Durch Auswerten der Querschnitte von entweder Licht- oder Rasterelektronenmikroaufnahmen mit im Handel erhältlicher Bildverarbeitungssoftware können die Poren der porösen Schicht geometrisch gemessen werden. Die geometrische Porenbreite äquivalent zu der Porengröße bei mittlerem Fluss gemäß der Erfindung soll einen statistischen Vertrauensbereich von 90 Prozent im Hinblick auf eine Probe von 10 m<sup>2</sup> haben.



## Zugfestigkeit

**[0067]** Die Zugfestigkeit der Schichtstoffproben wird entsprechend ISO 1421 unter Verwendung einer Zugprüfmaschine INSTRON Typ 4466, ausgestattet mit einem 10-kN-Patrone und computerisierter Datenerfassung, in einem Raum, konditioniert auf ISO-2231-Standardklima (20°C, 65% relative Feuchtigkeit) gemessen. Für jedes Material werden fünf Proben jeweils in Maschinen- und Querrichtung getestet. Probenbreite ist 50 mm, Länge mindestens 350 mm, und die Probe wird mit geradem Garn bereitgestellt. Die Entfernung zwischen den Klammern beträgt 200 mm, Belastungsgrenzen, Ausdehnungen und Geschwindigkeit werden mit dem PC gesteuert. Die Schichtstoffprobe wird mit 2 N vorgespannt, wenn das Probengewicht unter 200 g/m<sup>2</sup> ist, oberhalb diesem werden 5 N Vorspannung verwendet.

## Test des Wassereintrittsdrucks (WEP)

**[0068]** Der Test des Wassereintrittsdrucks ist ein Test der hydrostatischen Beständigkeit, welcher im wesentlichen daraus besteht, Wasser gegen eine Seite eines Teststücks zu zwingen und die andere Seite der Teststücke für Anzeichen des Durchdringens von Wasser durch sie zu beobachten.

**[0069]** Das Testprüfstück wurde angeklammert und zwischen Gummidichtungen in einer Fixiervorrichtung, die die Teststücke halt, verschlossen. Die Gewebeoberfläche des Testprüfstücks war in Kontakt mit dem Wasser und die andere Seite zeigte zur genauen Beobachtung aufwärts, offen für die Atmosphäre. Luft wurde von der Innenseite der Fixiervorrichtung entfernt und Druck wurde auf die innere Oberfläche der Teststücke angewendet, wenn Wasser dagegen gezwungen wurde. Der Wasserdruck auf das Teststück wurde allmählich erhöht und die aufwärts zeigende Oberfläche des Teststücks wurde genau auf das Erscheinen von jedem Wasser, gezwungen durch das Material, bewacht. Der Druck, bei welchem Wasser auf der aufwärts zeigenden Oberfläche erscheint, wird als Wassereintrittsdruck aufgezeichnet.

## Beständigkeit gegenüber der Übertragung von Feuchtigkeitsdampf Ret

**[0070]** Der Ret-Wert ist eine spezifische Materialeigenschaft von Flächengebilde-artigen Strukturen oder Materialanordnungen, welcher den Wärmefluss „latenter“ Verdampfung durch eine gegebene Oberfläche, resultierend aus einem existierenden stationären Partialdruckgradienten, bestimmt.

**[0071]** Die Beständigkeit gegenüber Wasserdampfübertragung wird unter Verwendung der Cup Method (Bechermethode) unter Verwendung der FIH-Methode bestimmt, welche in den Standardtestregulierungen Nr. BPI 1.4, datiert September 1987, herausgegeben von dem Bekleidungsphysiologischen Institut e. V. Hohenstein, Deutschland, beschrieben ist.

## BEISPIELE

**[0072]** Verschiedene Schichtstoffe wurden unter Verwendung von zwei unterschiedlichen experimentellen Membranen, erhalten von W. L. Gore & Associates of Newark, Delaware, USA, hergestellt.

**[0073]** Beide Membrane wurden basierend auf einer expandierten Polytetrafluorethylenmembran mit einer durchschnittlichen MFP von 0,8 Mikrometern mit einer Dicke von ungefähr 50 Mikrometern und einem Flächengewicht von ungefähr 15 Gramm pro Quadratmeter hergestellt.

**[0074]** Membran 1 war vorstehend beschriebenes reines expandiertes PTFE. Für die hier beschriebenen Beispiele wurde eine Gesamtmenge von drei unterschiedlichen Produktionsansätzen der experimentellen Membran mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften hergestellt.

**[0075]** Membran 2 wurde unter Verwendung von Membran 1 und Beschichtung der Oberflächen, definierend die poröse Struktur der Membran, mit ungefähr 5 Gramm pro Quadratmeter von einem Fluoracrylat, enthaltend anhängende perfluorierte Seitengruppen, hergestellt, wobei so ein Ölwert der beschichteten Membranoberfläche von 8 erreicht wurde. Derartige Fluoracrylate können von Fluorchemikalienherstellern wie beispielsweise E. I. DuPont, Asahi Glass Chemical oder Hoechst AG erhalten werden.

**[0076]** Schichtstoff 1 wurde durch Laminieren von Membran 1 auf eine Schicht von 10/10-Gewebe mit Leinwandbindung aus gefärbtem 1100-dtex-Polyester, 220 g/m<sup>2</sup>, mit hoher Zugfestigkeit, erhalten von C. Cramer & Co., Heck-Nienborg, Germany, auf die Seite, die weg von den Fermentierungsstoffen gerichtet sein soll, hergestellt. Eine SEM eines Querschnitts von Schichtstoff 1 wird in [Fig. 1](#) gezeigt.



**[0077]** Schichtstoff 2 wurde durch Laminieren von Schichtstoff 1 auf die gleiche, aber ungefärbte Polyester-leinwandbindung auf die Seite, die den Fermentierungsstoffen gegenüber liegen soll, hergestellt.

**[0078]** Schichtstoff 3 wurde unter Verwendung von Schichtstoff 1 und Laminieren eines 30-g/m<sup>2</sup>-Polyamid-Monofilament-Trikotstrickgewebes, erhalten von S & T Barnstaple Ltd., Barnstaple, North Devon, GB, darauf, auf die Seite, die den Fermentierungsstoffen gegenüber liegen soll, hergestellt. Ein Querschnitt von Schichtstoff 3 ist in der SEM von [Fig. 2](#) abgebildet.

**[0079]** Schichtstoff 4 wurde durch Laminieren von Membran 2 auf eine Schicht von 220-g/m<sup>2</sup>-Polyester-10/10-Gewebe mit Leinwandbindung, erhalten von C. Cramer & Co., Heck-Nienborg, Germany, auf die Seite, die von den Fermentierungsstoffen weg gerichtet sein soll, hergestellt. Ein Querschnitt von Schichtstoff 4 ist in der SEM von [Fig. 3](#) abgebildet.

**[0080]** Schichtstoff 5 wurde unter Verwendung von Schichtstoff 4 und Laminieren eines 30-g/m<sup>2</sup>-Polyamid-Monofilament-Trikotstrickgewebe, erhalten von S & T Barnstaple Ltd., Barnstaple, North Devon, England, darauf, auf die Seite, die den Fermentierungsstoffen gegenüber liegen soll, hergestellt. Ein Querschnitt von Schichtstoff 4 ist in der SEM von [Fig. 4](#) abgebildet.

**[0081]** Alle Laminierung wurde mit Punkt-Gravur-Drucklaminierung unter Verwendung eines vernetzten Polyurethanklebstoffes, erhalten von W. L. Gare & Associates in Newark, Delaware, USA, mit einer durchschnittlichen Klebstoffablage von 8 g/m<sup>2</sup> für Schichtstoff 2 und einer durchschnittlichen Ablage von 16 g/m<sup>2</sup> bzw. 8 g/m<sup>2</sup> auf jede der zwei Gewebeschichten für die Schichtstoffe 1, 3, 4, 5 erreicht.

**[0082]** Schichtstoff 2 wurde in zwei Fällen in einem kontinuierlichen Laminierungsverfahren unter Verwendung von zwei aufeinander folgenden Druck-/Laminierungsschritten, enthalten in einer einzigen Maschine, hergestellt. Die Schichtstoffe 1, 3, 4 und 5 wurden in einem einzigen Laminierungsdurchlauf hergestellt, während dessen die Gewebe und Membranen entsprechend umgestellt wurden, um die beschriebenen Schichtstoffe zu erhalten.

**[0083]** Im Fall der Schichtstoffe 4 und 5 wurde die Seite der Membran, auf welche die Fluoracrylatbeschichtung aufgebracht worden war, auf die Seite gerichtet laminiert, die den Fermentierungsstoffen gegenüber liegen soll.

**[0084]** Nachfolgend auf die Laminierung wurden alle Schichtstoffe mit einer auf Wasser basierenden Mischung des Inhabers von im Handel erhältlichen Fluorkohlenstoffen tauchbeschichtet, so dass beide Gewebeseiten der Schichtstoffe beschichtet wurden, um Wasser- und Ölstoßung der Gewebeschichten zu erhalten. Derartige Mischungen von Fluorkohlenstoffen sind bekannte Technik in der Textilveredlung.

Schichtstoff	Luftdurchlässigkeit [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h] bei 200 Pa	Ret [m <sup>2</sup> /Pa/W]	Porengröße [µm Coulter-MFP]	Zugfestigkeit [N/5 cm]	WEP [kPa]	Ölwert
1	43,1	6,2	0,7	2596	68	1,5
2	16,6	13,7	0,7	4023		
3	17,2	8,8	0,7	2622	69	1,5
4	38,9	5,8	0,7	2796	47	8
5	20,3	7,3	0,7	3003	58	5,5

**[0085]** Der Ölwert in dieser Tabelle bezieht sich auf die Seite des Schichtstoffes, die dem sich zersetzenden Material gegenüber liegt.

### Patentansprüche

1. Abdeckung, welche einen Schichtstoff für die aerobe Behandlung von biologisch abbaubarem Material umfasst, wobei der Schichtstoff eine poröse polymere Schicht umfasst und eine innere Schicht und eine äußere Schicht aufweist, wobei

a) die innere Schicht dem biologisch abbaubaren Material gegenüber liegen soll und die innere Schicht hydrophob und oleophob ist und aus der porösen polymeren Schicht oder einer Textilschicht gebildet ist, und



b) die äußere Schicht aus mindestens einem an der porösen polymeren Schicht haftenden Gewebe, Vliesstoff oder Strickgewebe gebildet ist, wobei der Schichtstoff:

i) eine Luftdurchlässigkeit bei einer Druckdifferenz von 200 Pa zwischen 10 und 100 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/Stunde aufweist, und

ii) eine Wasserdampfdurchlässigkeit aufweist, die von einem Ret-Wert von weniger als 15 m<sup>2</sup> Pa/W definiert ist, wobei die hydrophobe und oleophobe innere Schicht die Bildung einer versperrenden Flüssigkeitsschicht auf oder in der Abdeckung verhindert oder minimiert.

2. Abdeckung nach Anspruch 1, wobei der Schichtstoff eine Zugfestigkeit von mehr als 1000 N/5 cm aufweist.

3. Abdeckung nach Anspruch 1, wobei das Gewebe einen Polyester, ein Polyacrylat, Polypropylen oder Fluorpolymer umfasst.

4. Abdeckung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die poröse polymere Schicht aus Polyolefinen, Polyestern, Polyvinylchlorid, Polyvinylidenchlorid, Polyurethan oder einem Fluorpolymer ausgewählt ist.

5. Abdeckung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei es sich bei der porösen polymeren Schicht um poröses Polytetrafluorethylen handelt.

6. Abdeckung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Luftdurchlässigkeit bei einer Druckdifferenz von 200 Pa zwischen 15 und 50 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/Stunde liegt, der Wassereintrittsdruck größer als 50 kPa ist, der Ret-Wert zwischen 2 und 10 m<sup>2</sup>/Pa/W beträgt und der durchschnittliche Porendurchmesser der porösen polymeren Schicht zwischen 0,3 und 3 Mikrometer liegt.

7. Abdeckung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die innere Schicht des dem biologisch abbaubaren Material gegenüber liegenden Schichtstoffes einen Ölwert von mindestens 1 aufweist.

8. Abdeckung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die innere Schicht des dem biologisch abbaubaren Material gegenüber liegenden Schichtstoffes einen Ölwert von mindestens 5 aufweist.

9. Abdeckung nach Anspruch 1, wobei die poröse polymere Schicht eine durchschnittliche Porengröße zwischen 0,2 und 10 Mikrometer aufweist.

10. Abdeckung nach Anspruch 1, wobei der Schichtstoff einen Wassereintrittsdruck von mehr als 20 kPa aufweist.

11. Abdeckung nach Anspruch 1, wobei die äußere Schicht des Schichtstoffes aus einem Wasser abstoßenden Gewebe besteht.

12. Abdeckung nach Anspruch 1, wobei die poröse polymere Schicht oder Textilschicht, welche die innere Schicht bildet, behandelt wird, um Wasser- und Ölabstoßung zu vermitteln.

13. Verwendung einer Abdeckung nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei der aeroben Kompostierung, um Abfallmaterial abzudecken, in welcher die hydrophobe und oleophobe innere Schicht des Schichtstoffes dem biologisch abbaubaren Material gegenüber liegt.

14. Verfahren zum Behandeln von biologisch abbaubaren Stoffen bei der aeroben Kompostierung, wobei eine Abdeckung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 über die biologisch abbaubaren Stoffe platziert wird und die hydrophobe und oleophobe innere Schicht dem biologisch abbaubaren Material gegenüber liegt.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

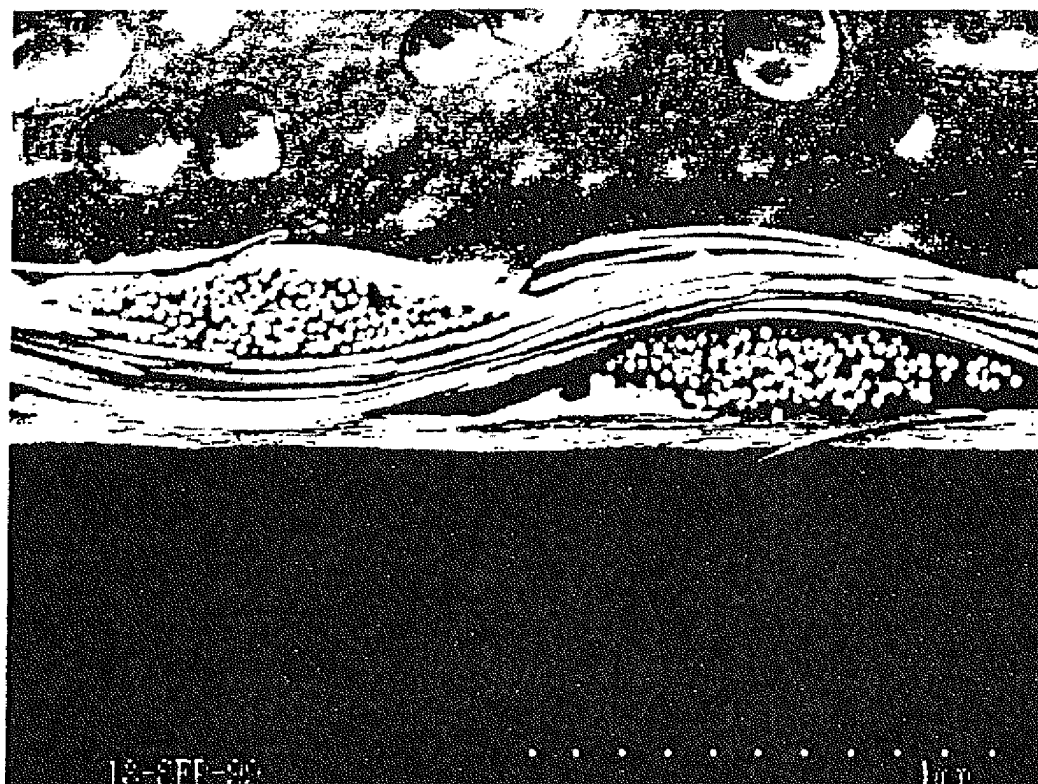


FIG. 1



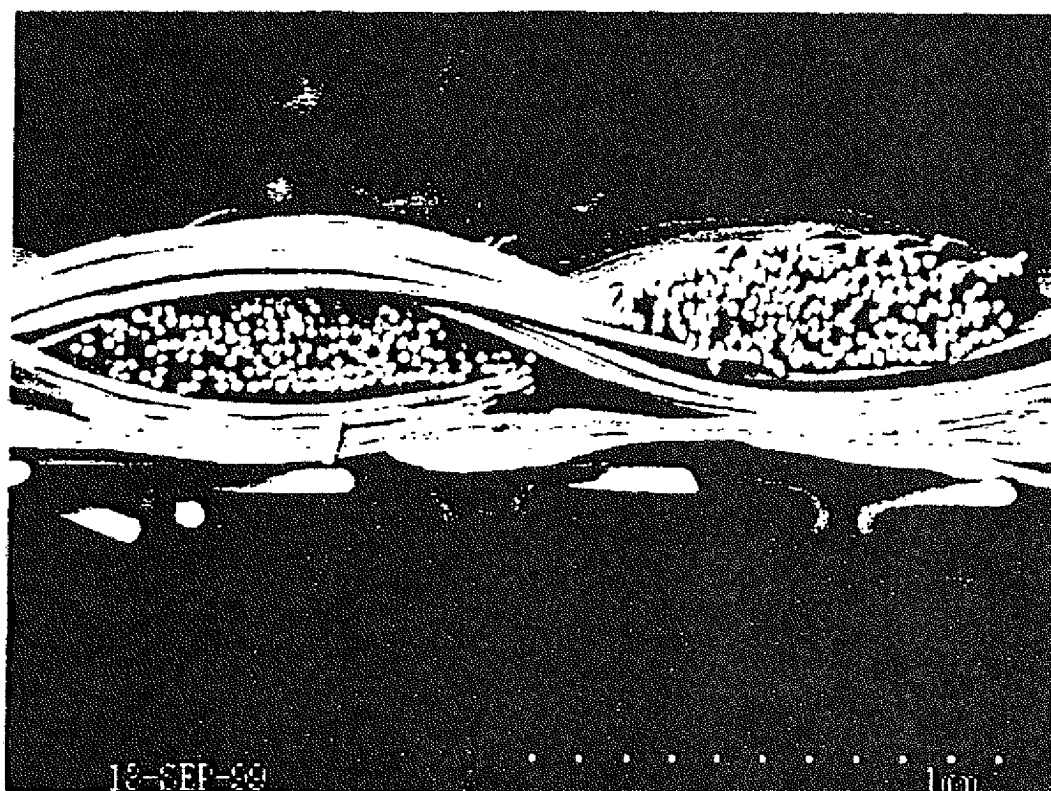


FIG. 2



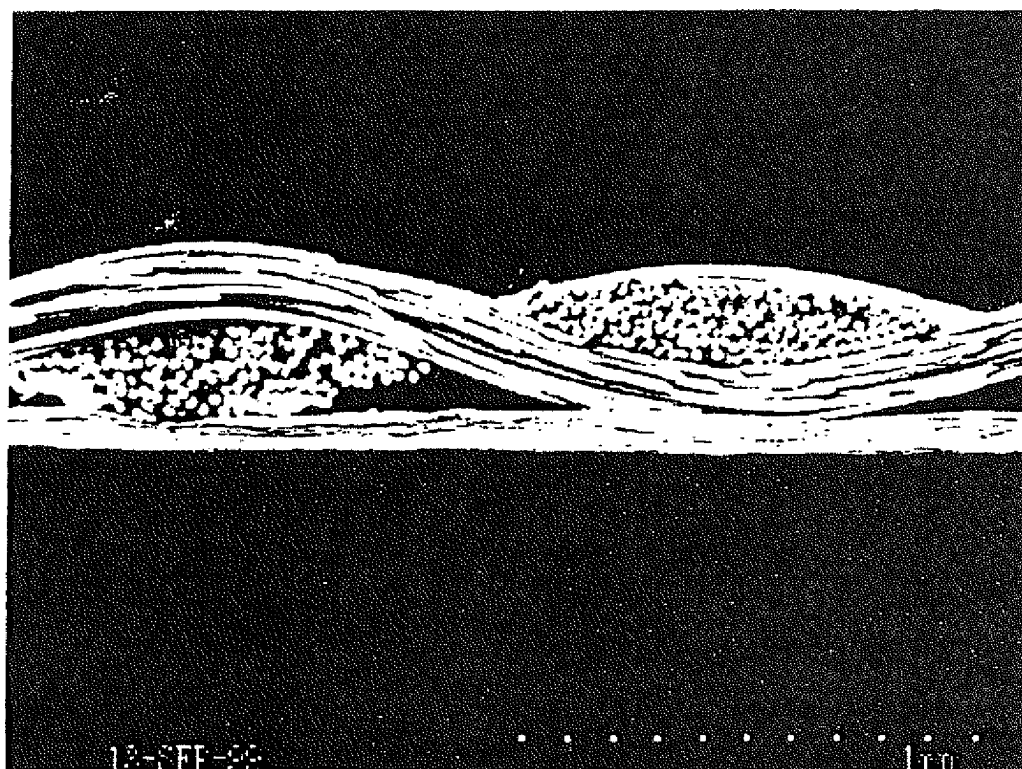


FIG. 3



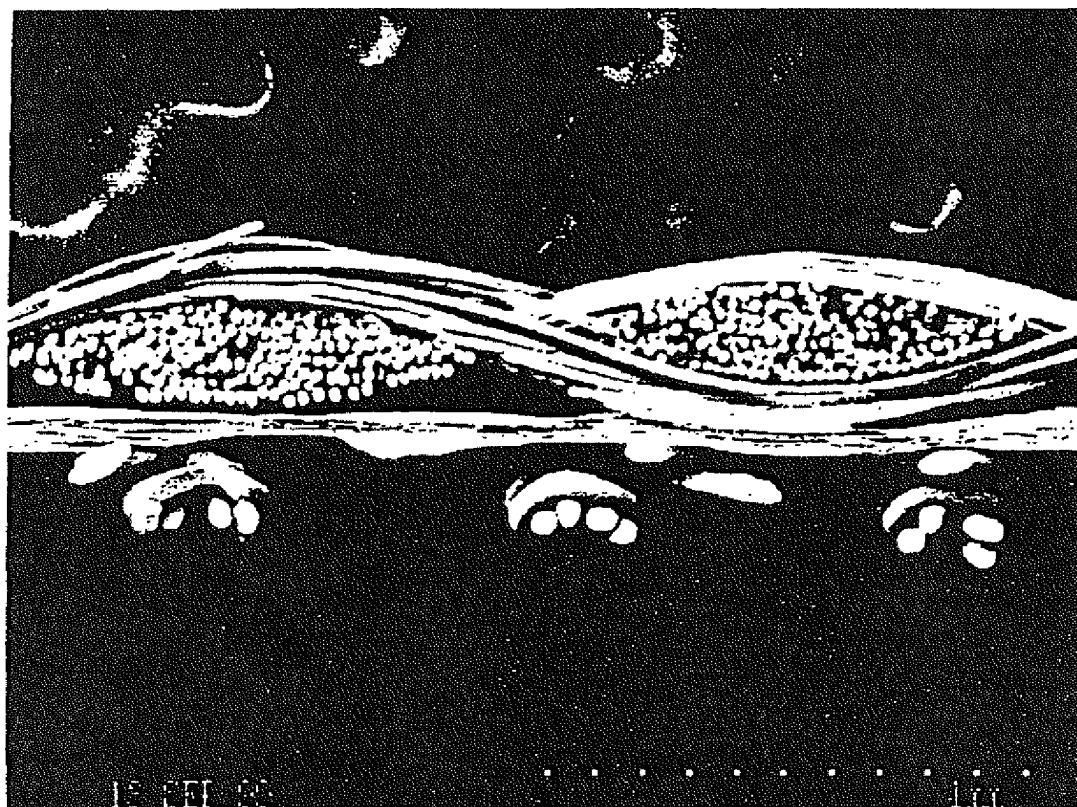


FIG. 4