



(10) DE 10 2011 086 104 A1 2013.05.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2011 086 104.1

(51) Int Cl.: **B01D 39/16 (2011.01)**

(22) Anmeldetag: 10.11.2011

*B01D 29/21 (2011.01)*

(43) Offenlegungstag: 16.05.2013

*B01D 46/52 (2011.01)*

(71) Anmelder:

**MAHLE International GmbH, 70376, Stuttgart, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	197 31 860	C1
DE	38 12 849	A1
DE	101 44 867	A1
DE	102 21 694	A1
DE	10 2007 027 268	A1
DE	10 2008 035 934	A1
DE	10 2009 050 447	A1
DE	10 2010 014 060	A1
DE	299 07 699	U1
DE	20 2009 003 669	U1
DE	601 11 554	T2
DE	695 12 088	T2
DE	699 10 660	T2
US	2005 / 0 235 619	A1

(74) Vertreter:

**BRP Renaud & Partner, 70173, Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Renz, Birgit, 71672, Marbach, DE; Steppe,  
Markus, 71272, Renningen, DE; Disson, Ralf,  
71397, Leutenbach, DE; Neubauer, Bernd, 73635,  
Rudersberg, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

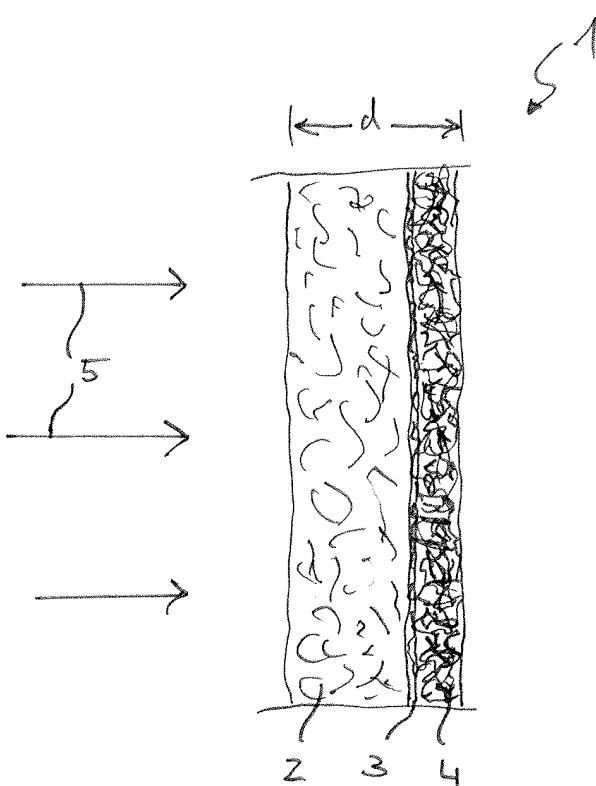
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Filtermaterial**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Filtermaterial, insbesondere für einen Luftfilter. Erfindungswesentlich ist dabei,

- dass das Filtermaterial (1) in Durchströmungsrichtung (5) eine degressive Porengröße aufweist,
- dass das Filtermaterial (1) eine anströmseitige Trägerschicht (2) und eine abströmseitige Feinfaserschicht (4), insbesondere eine Meltblown-Lage, aufweist, wobei zwischen der Trägerschicht (2) und der Feinfaserschicht (4) ein Verbindungsreich (3) angeordnet ist,
- dass das Filtermaterial (1) eine Dicke (d) von  $d > 0,35$  mm aufweist.

Hierdurch kann ein besonders leistungsstarkes Filtermaterial (1) geschaffen werden, das die Vorteile der einzelnen Schichten (2, 4) kombiniert.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Filtermaterial, insbesondere für einen Luftfilter, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Aus der DE 299 07 699 U1 ist ein Filtermaterial, umfassend mindestens eine Trägermateriallage und mindestens eine Faservlieslage, bekannt. Die mindestens eine Faservlieslage weist dabei eine Nanofaservlieslage mit einem durchschnittlichen Faserdurchmesser von 10 bis 1000 Nanometer und weiteren nanofaser-spezifischen Parametern auf. Die Trägermateriallage ist dabei aus einem Filterpapier aufgebaut.

**[0003]** Aus der DE 197 31 860 C1 ist wiederum ein mehrschichtig aufgebautes Filtermaterial bekannt, mit einer Faserschicht, die mit einer Papierträgerschicht zusammen laminiert ist.

**[0004]** Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Filtermaterial der gattungsgemäß Art eine verbesserte oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine hohe Rußaufnahmekapazität sowie einen hohen Abscheidegrad auszeichnet.

**[0005]** Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, bei einem Filtermaterial in Durchströmungsrichtung eine degressive Porengröße vorzusehen, was dadurch realisiert wird, dass eine anströmseitige Trägerschicht des Filtermaterials sowie eine abströmseitige Feinfaserschicht über einen dazwischenliegenden Verbindungsbereich miteinander verbunden sind. Die anströmseitig angeordnete Trägerschicht kann beispielsweise als offene Zelluloseschicht ausgebildet sein. Hierbei ist die Trägerschicht im Verhältnis zum gesamten Filtermaterial dick ausgeführt. Die Dicke der Trägerschicht besitzt einen Anteil von größer 75%, vorzugsweise größer 80% der Dicke des Gesamtverbunds. Die Dicke der Trägerschicht beträgt ca. 0,3 mm bis 1,0 mm, vorzugsweise ca. 0,60 mm bis 0,65 mm. Die Dicke der Trägerschicht wird bei 0,5kPa Messdruck ermittelt. Hierbei ist eine noch nicht weiter bearbeitete Trägerschicht betrachtet. Die Dicke der Trägerschicht kann sich bei diversen Bearbeitungsschritten, z.B. durch Aufwickeln, Falten, oder Kalibrieren, verringern. Weiterhin verfügt die Trägerschicht über viele offene Poren. Somit bietet die Trägerschicht durch die offenen Poren und die große Trägerschichtdicke eine hohe Rußaufnahmekapazität. Abströmseitig der Trägerschicht ist eine Feinfaserschicht aufgebracht. Die Feinfaserschicht nämlich, die beispielsweise als sogenannte Meltblown-Lage ausgebildet sein kann, weist einen hohen Abscheidegrad bei jedoch lediglich geringer Rußaufnahmekapazität auf. Hierbei verfügt die Feinfaserschicht über eine geringe Dicke von max. 25%, insbesondere 20%, Anteil der Dicke am Gesamtverbund. Bei vorteilhaften Ausgestaltungen kann die Dicke der Feinfaserschicht ca. 0,15 mm bis 0,23 mm, vorzugsweise ca. 0,19 mm betragen. Die Dicke der Feinfaserschicht wird ebenfalls bei 0,5kPa Messdruck ermittelt. Hierbei ist eine noch nicht weiter bearbeitete Feinfaserschicht betrachtet. Die Dicke der Feinfaserschicht kann sich bei diversen Bearbeitungsschritten, z.B. durch Aufwickeln, Falten, oder Kalibrieren, verringern. Insbesondere ist es möglich, dass sich die Feinfaserschicht bei nachfolgenden Bearbeitungsschritten oder Arbeitsabläufen um einen erheblichen Anteil u.U. mehr als 50%, komprimiert. Diese Komprimierung kann, insbesondere unter Wärmeeinwirkung, reversibel oder irreversibel sein. Mit den beiden über den Verbindungsbereich miteinander verbundenen, insbesondere miteinander verklebten, verschweißten oder aufgewalzten, Schichten, nämlich der Trägerschicht einerseits und der Feinfaserschicht andererseits, können die jeweiligen Vorteile der beiden Schichten, nämlich die hohe Rußaufnahmekapazität der Trägerschicht mit dem zugleich hohen Abscheidegrad der Feinfaserschicht kombiniert und dadurch ein Filtermaterial geschaffen werden, das gleichmäßig über die gesamte Tiefe beladen wird. Durch die gleichmäßige Beladung des Filtermaterials soll insbesondere verhindert werden, dass die Schmutzaufnahmekapazität der einen Filterlage vor der anderen erschöpft ist. Generell ist dabei anzumerken, dass die in diesem Absatz erstmalig und nachfolgend weiter genannte Rußaufnahmekapazität generell stellvertretend für die Aufnahmekapazität für herauszufilternde Partikel steht. Die gleichmäßige Beladung bei gleichzeitig äußerst hoher Filterkapazität wird auch durch die sich in Durchströmungsrichtung verengende Porengröße sichergestellt. Auch die vorgegebene Dicke von zumindest 0,35 mm, vorzugsweise 0,5–1,0 mm, sichert die langfristig hohe Filterleistung des erfindungsgemäß Filtermaterials. Verwendung findet ein derartiges Filtermaterial beispielsweise in plissierten Filterelementen, welche ringförmig geschlossen oder flach ausgeführt sind, aber auch in gewickelten Einsätzen mit wechselseitig verschlossenen Kanälen, insbesondere zur Reinigung der Ansaugluft einer Brennkraftmaschine.

**[0007]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäß Lösung, weisen die Poren der Trägerschicht einen Poredurchmesser zwischen 65 und 85 µm, insbesondere einen Poredurchmesser von ca. 74 µm, auf. Vorzugsweise liegen dabei 40 bis 80 % der Poren im Bereich eines Poredurchmessers von ca. 65 bis

85 µm, wodurch eine vergleichsweise offenporige Trägerschicht mit einer hohen Luftdurchlässigkeit und einer hohen Rußaufnahmekapazität erreicht werden kann. Als Werkstoff für die Trägerschicht kommt beispielsweise ein Polymervlies oder Zellulose mit oder ohne Kunst-Faseranteil in Frage. Durch den Zusatz von polymeren Kunstfasern kann die Zelluloseschicht beispielsweise schweißbar ausgestaltet werden. Ein Zusatz aus Glasfasern in der Zellulose bewirkt eine höhere Kapazität des Filtermediums, da die Porosität größer gewählt werden kann. Weiterhin kann die Trägerschicht über eine Imprägnierung verfügen, welche die Materialeigenschaften beeinflusst. Hierbei ist beispielsweise eine Imprägnierung als Flammschutz zu nennen. Weiterhin kann eine Imprägnierung auch die Materialstabilität positiv beeinflussen. Somit erhalten eingeprägte Strukturen, wie z.B. Rillen oder Nocken zur Faltenbeabstandung, eine höhere Formbeständigkeit. Grundsätzlich können härtbare Imprägnierungen, welche unter Wärmeeinwirkung eine Vernetzung ausbilden, oder nicht härtbare Imprägnierungen (NC: non curing), welche auch ohne Wärmeeinwirkung selbstvernetzend sind, verwendet werden. Geeignete Imprägnierungen sind beispielsweise Phenolharze, Acrylate oder Epoxidharze. Im Gegensatz zur Trägerschicht können die Poren der Feinfaserschicht einen Poredurchmesser zwischen 30 und 40 µm aufweisen, wobei ebenfalls ca. 40 bis 80 % der Poren in diesem Bereich liegen. Durch die vergleichsweise sehr kleine Porengröße besitzt die Feinfaserschicht zwar eine geringe Rußaufnahmekapazität, jedoch einen vergleichsweise hohen Abscheidegrad. Die Fasern der Feinfaserlage können beispielsweise aus Polyamid (PA), aus Polyethylen (PE), Polyester oder aus Polypropylen (PP) ausgebildet sein, wobei selbstverständlich auch ummantelte oder gänzlich anders ausgebildete Fasern denkbar sind. Ein Faserdurchmesser der Fasern in der Feinfaserschicht liegt ca. zwischen 1,5 und 5 µm, insbesondere zwischen 1,9 und 3,4 µm, wobei ein durchschnittlicher Faserdurchmesser bei ca. 2,9 µm liegt. Das Flächengewicht der Feinfaserschicht liegt dabei erheblich unter demjenigen der Trägerschicht, wobei die Trägerschicht beispielsweise ein Flächengewicht von ca. 138 g/m<sup>2</sup> aufweisen kann, wogegen das Flächengewicht der Feinfaserschicht lediglich ca. 20 g/m<sup>2</sup> beträgt.

**[0008]** In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Rußaufnahmekapazität in Gramm je m<sup>2</sup> sowie der Abscheidegrad in Prozent sowohl des zusammengesetzten Filtermaterials als auch der einzelnen Schichten bei einer Beaufschlagung mit Ruß aus einer Öllampe bei einer Beladungsgeschwindigkeit von 17,7 cm/s und 30 mbar Differenzdruckanstieg aufgeführt. Dabei ist ersichtlich, dass in der Trägerschicht die Rußaufnahmekapazität mit 5 g/m<sup>2</sup> deutlich über der Rußaufnahmekapazität der Feinfaserschicht, beispielsweise des Meltblown, liegt, da bei diesem die Rußaufnahmekapazität lediglich bei 0,6 bis 0,7 g/m<sup>2</sup>, das heißt ca. einem Zehntel liegt. Der Abscheidegrad hingegen ist bei der Feinfaserschicht im Vergleich zur Trägerschicht höher, wobei das als Gesamtverbund gesehene Filtermaterial, bestehend aus der Trägerschicht und der damit über den Verbindungsreich verbundenen Feinfaserschicht eine deutlich gesteigerte Rußaufnahmekapazität sowie einen deutlich gesteigerten Abscheidegrad im Vergleich zu den einzelnen Schichten besitzt.

Medium	Rußaufnahmekapazität [g/m <sup>2</sup> ]	Gravimetrische Abscheidung [%]
Filtermaterial	6,7	97
Trägerschicht	5,0	69
Feinfaserschicht	0,6–0,7	71

Tab. 1: Filtrationsverhalten des erfindungsgemäßen Filtermaterials und dessen einzelner Schichten bei Beaufschlagung mit 17,7cm/s und Ruß aus Öllampe (Beladung bis +30mbar Differenzdruckanstieg)

**[0009]** In der nachfolgenden Tabelle 2 sind nochmals spezifische Kennwerte, wie beispielsweise Poredurchmesser, Dicke und Flächengewicht sowohl der einzelnen Schichten, als auch des gesamten Filtermaterials aufgeführt, wobei diese selbstverständlich rein exemplarisch zu sehen sind.

Eigenschaft	Trägerschicht	Feinfaserschicht	Filtermaterial
Luftdurchlässigkeit [l/(m <sup>2</sup> s)]	840	645	355
Flächengewicht [g/m <sup>2</sup> ]	138	20	164
größte Pore [µm]	83	39	32
viele Poren [µm]	74	34	26
Faserdurchmesser [µm]	-	1,9–3,4	-
Dicke [mm] (bei 0,5kPa)	0,65	0,19	0,77 *)

Tab. 2: Materialeigenschaften

**[0010]** Zu der in der Tabelle 2 mit \*) gekennzeichneten Dicke ist zu sagen, dass aufgrund des Materialeintrags in die benachbarte Schicht der Gesamtverbund (Filtermaterial) dünner ist, als die Summe der einzelnen Schichten.

**[0011]** Generell kann die Feinfaserschicht auch sogenannte Nanofasern aufweisen, die insbesondere aus beliebigen Kunststoffen, bevorzugt aus Thermoplasten, wie zum Beispiel Polyamid (PA) oder aus Polyurethan (PU) gebildet werden. Bei der Verwendung eines Polymervlieses für die Trägerschicht kann generell ein textiles Flächengebilde aus einzelnen Fasern geschaffen werden, die beispielsweise trocken oder nass gelegt sind. Vorzugsweise wird dabei ein sogenanntes Wirrlagenvlies eingesetzt, bei dem die einzelnen Fasern hinsichtlich ihrer Orientierung frei angeordnet sind. Die Trägerschicht kann selbstverständlich auch als sogenanntes Spunbond ausgebildet sein, worunter man allgemein ein Spinnvlies versteht, bei welchem beispielsweise ein Polymer in einem Extruder erhitzt und auf einen hohen Druck gebracht wird. Das Polymer wird anschließend in genauer Dosierung mittels Spinnpumpen durch eine Matrize, die sogenannten Spinndüsen, gepresst. Auf der anderen Seite tritt das Polymer als feiner Faden (Filament) aus der Düsenplatte in noch geschmolzener Form aus und wird anschließend durch einen Luftstrom abgekühlt. Auf einem sich daran anschließenden Förderband, das als Sieb ausgebildet ist, und bei welchem eine Absaugung unter dem Sieb angeordnet ist, werden die einzelnen Fäden fixiert und es entsteht ein sogenanntes Wirrlagenvlies, das anschließend noch verfestigt, beispielsweise gewalzt wird. Dabei werden üblicherweise beheizte Walzen (Kalander) verwendet oder aber ein Dampfstrom, wodurch ein zumindest bereichsweises Verschmelzen der einzelnen Filamentfasern und damit eine besonders gleichmäßige Verteilung des Flächengewichts und eine homogene Gestaltung der Trägerschicht erreicht werden können.

**[0012]** Der Verbindungsreich kann durch zusätzliches Material, z.B. einen Kleber, Lösungsmittel oder eine Faserschicht, und/oder durch eine spezielle Behandlung der Schichten, z.B. durch verpressen, verschweißen oder vernadeln, gebildet werden. Bei der Verwendung eines zusätzlichen Materials verbindet sich dieses sowohl mit der Trägerschicht, als auch mit der Feinfaserschicht. Hierbei kann das zusätzliche Material z.B. als Klebepartikel oder Klebefasern mit adhäsiven Eigenschaften ausgebildet sein. Bei anderen Ausgestaltungen ist das zusätzliche Material als zusätzliche Verbindungsfaserschicht ausgebildet, welche unter thermischer Einwirkung eine Verbindung mit der Trägerschicht und der Feinfaserschicht eingehen. Hierbei können die Fasern der Verbindungsfaserschicht aufgeschmolzen und mit Fasern der Trägerschicht und/oder der Feinfaserschicht verschweißt werden. Alternativ können die aufgeschmolzenen Fasern der Verbindungsfaserschicht auch einen mechanischen Verbund mit der Trägerschicht und/oder der Feinfaserschicht eingehen. Hierbei dringt die Schmelze der Verbindungsfasern z.B. in die Poren der Trägerschicht ein und bildet nach dem Erkalten die mechanische Verbindung. Bei der Verwendung eines Klebers verbinden die Klebepartikel bzw. Klebefasern die Trägerschicht mit der Feinfaserschicht. Die Ausgestaltung mit zusätzlichem Verbindungsmedium ist vorteilhaft, da durch das Eindringen des Verbindungsmediums in die Trägerschicht eine Reduzierung der Porengröße im Trägermaterial erfolgt und so die degressive Porengröße in Durchströmungsrichtung erreicht wird. Bei der Verbindung der Trägerschicht mit der Feinfaserschicht mittels eines Lösungsmittels, werden Fasern und/oder Bereiche angelöst und miteinander verpresst, wodurch sich diese Fasern/Bereich der Schichten miteinander verbinden. Bei einer Verbindung ohne zusätzliches Material verbindet sich die Trägerschicht direkt mit der Feinfaserschicht. Hierbei können Fasern oder Bestandteile der Feinfaserschicht in die Trägerschicht oder aus der Trägerschicht in die Feinfaserschicht eingetragen werden, um einen Verbund zu bilden. Dies kann durch einen Verbindungs-Arbeitsgang mit/ohne Wärmeeintrag erreicht werden. Durch den Material-Eintrag in die jeweils andere Schicht wird die Porosität in diesem Verbindungsreich verändert. Im Verbindungsreich wird die Porosität der Trägerschicht reduziert und/oder der Feinfaserschicht vergrößert. Somit wird ein kontinuierlicher degressiver Porenverlauf über das Filtermedium erreicht.

**[0013]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus der Zeichnung und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnung.

**[0014]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0015]** Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der folgenden Beschreibung näher erläutert.

**[0016]** Die einzige [Fig. 1](#) zeigt eine Schnittdarstellung durch ein erfindungsgemäßes Filtermaterial.

**[0017]** Entsprechend der [Fig. 1](#), weist ein erfindungsgemäßes Filtermaterial **1** insgesamt zumindest drei Schichten **2**, **3**, **4** auf, nämlich eine Trägerschicht **2**, eine Feinfaserschicht **4** sowie eine diese beiden Schichten **2**, **4** verbindenden Verbindungsbereich **3**. Eine Durchströmungsrichtung durch das Filtermaterial **1** ist dabei mit Pfeilen **5** dargestellt.

**[0018]** Das erfindungsgemäße Filtermaterial **1** weist in Durchströmungsrichtung **5** eine degressive, das heißt kleiner werdende Porengröße auf, wobei anströmseitig die Trägerschicht **2** und abströmseitig die Feinfaserschicht **4** angeordnet sind. Die Feinfaserschicht **4** kann beispielsweise als sogenannte Meltblown-Lage ausgebildet sein. Eine gesamte Dicke **d** des Filtermaterials **1** beträgt dabei mehr als 0,35 mm, insbesondere mehr als 0,6 mm. Durch die in Durchströmungsrichtung **5** degressive Porengröße können die Vorteile der einzelnen Schichten **2**, **4** miteinander kombiniert und somit ein Filtermaterial **1** mit gleichzeitig hoher Aufnahmekapazität und hohem Abscheidegrad erzielt werden. Die Trägerschicht **2** alleine weist eine vergleichsweise hohe Aufnahmekapazität (Rußaufnahmekapazität) auf, von beispielsweise 5,0 g/m<sup>2</sup>, wogegen die Feinfaserschicht **4** lediglich eine Rußaufnahmekapazität von 0,6 bis 0,7 g/m<sup>2</sup> besitzt. Zusammen, das heißt im Verbund zum erfindungsgemäßen Filtermaterial **1** jedoch, kann eine Rußaufnahmekapazität von 6,7 g/m<sup>2</sup> erzielt werden, wie dies beispielsweise gemäß der Tabelle 1 dargestellt ist. Auch unterscheiden sich die individuellen Abscheidegrade zwischen Trägerschicht **2** und Feinfaserschicht **4**, wobei der Abscheidegrad der Trägerschicht **2** beispielsweise 69 % und der Abscheidegrad der Feinfaserschicht **4** beispielsweise 71 % beträgt. Zusammen, das heißt im Verbund zum Filtermaterial **1** wiederum ergibt sich hieraus ein Gesamtabscheidegrad von 97 %.

**[0019]** Die Trägerschicht **2** kann beispielsweise ein Polymervlies oder Zellulose mit oder ohne Kunst-Faseranteil aufweisen, wobei ein Porendurchmesser zwischen 65 und 85 µm, insbesondere im Bereich von ca. 74 µm, liegt. Die Poren der Feinfaserschicht **4** hingegen weisen einen deutlich geringeren Porendurchmesser zwischen 30 und 40 µm auf. Jeweils 40 bis 80 % der Poren liegen dabei in den jeweiligen Porendurchmesserbereichen. Die Fasern der Feinfaserschicht **4** können beispielsweise aus Polyamid (PA), aus Polyethylen (PE), Polyester oder aus Polypropylen (PP) bestehen. Der Durchmesser der Fasern der Feinfaserschicht **4** liegt vorzugsweise zwischen 1,9 und 3,4 µm, insbesondere bei ca. 2,9 µm. Selbstverständlich kann nicht nur das gesamte Filtermaterial **1** in der Strömungsrichtung **5** eine degressive Porengröße aufweisen, sondern die einzelnen Schichten **2**, **3**, **4** jeweils selbst. Das heißt, dass beispielsweise auf der Anströmseite der Trägerschicht **2** eine größere Porengröße vorliegt als auf deren Abströmseite, das heißt im Bereich des Verbindungsbereiches **3**. Die Poren des Verbindungsbereiches **3** weisen üblicherweise einen Porendurchmesser zwischen 30 und 45 µm auf, wobei der Verbindungsbereich **3** insbesondere als Klebeschicht ausgebildet sein kann. Hierbei kann der Kleber Klebepartikel oder Klebefasern aufweisen, die die Schichten **2**, **4** miteinander verbinden. Bei anderen Ausgestaltungen kann der Verbindungsbereich ohne Materialauftrag gebildet sein. Hierzu kann der Verbindungsbereich durch eine Verschweißung der Trägerschicht **2** mit der Feinfaserschicht **4** gebildet sein. Bei weiteren Ausgestaltungen kann die Feinfaserschicht **4** auch auf die Trägerschicht **2** aufgewalzt sein.

**[0020]** Die Luftdurchlässigkeit der einzelnen Schichten beträgt bei der Trägerschicht **2** beispielsweise 840 l/(m<sup>2</sup>s) und bei der Feinfaserschicht **4** ca. 645 l/(m<sup>2</sup>s). Durch die Verbindung zum erfindungsgemäßen Filtermaterial **1** beträgt dessen Luftdurchlässigkeit nur noch ca. 355 l/(m<sup>2</sup>s).

**[0021]** Mittels des erfindungsgemäßen Filtermaterials **1** kann eine gleichmäßige Beladung desselben über die gesamte Tiefe erreicht werden, wobei insbesondere ein gleichzeitiges Befüllen der einzelnen Schichten **2**, **3**, **4** erreicht werden kann. Insbesondere kann dadurch eine Sättigung einer einzelnen Schicht **2**, **3**, **4** vermieden werden, die die Gesamtfilterleistung erheblich reduzieren würde. Durch den Verbindungsbereich **3** wird zudem der Porengrößenverlauf harmonisiert, was bedeutet, dass beispielsweise durch Klebefasern bzw. Klebepartikel-Tröpfchen ein Porengrößenverlauf erzeugt wird, der einen allmählichen Verlauf der Porengröße von größer nach kleiner bewirkt. Innerhalb des Verbindungsbereiches **3** verläuft dabei die Porengröße ebenfalls vorzugsweise degressiv, das heißt anströmseitig beginnend mit einer Porengröße, die derjenigen der Trägerschicht **2** entspricht und abströmseitig mit einer Porengröße, die derjenigen der Feinfaserschicht **4** entspricht.

**[0022]** Die Trägerschicht **2** ist zudem schwer entflammbar und kann beispielsweise imprägniert ausgebildet sein. Das erfindungsgemäße Filtermaterial **1** kann insbesondere bei Luftfiltern von Brennkraftmaschinen in Automobilen eingesetzt werden, insbesondere auch für plissierte Filterelemente oder für gewickelte Einsätze mit wechselseitig verschlossenen Kanälen. Durch die Anordnung der einzelnen Schichten **2**, **3**, **4** mit degressivem Porendurchmesser kann ein insgesamt besonders leistungsfähiges Filtermaterial **1** geschaffen werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 29907699 U1 [[0002](#)]
- DE 19731860 C1 [[0003](#)]

**Patentansprüche**

1. Filtermaterial (1), insbesondere für einen Luftfilter einer Brennkraftmaschine,  
**dadurch gekennzeichnet,**
  - dass das Filtermaterial (1) in Durchströmungsrichtung (5) eine degressive Porengröße aufweist,
  - dass das Filtermaterial (1) eine anströmseitige Trägerschicht (2) und eine abströmseitige Feinfaserschicht (4), insbesondere eine Meltblown-Lage, aufweist, wobei zwischen der Trägerschicht (2) und der Feinfaserschicht (4) ein Verbindungsbereich (3) angeordnet ist,
  - dass das Filtermaterial (1) eine Dicke (d) von  $d > 0,35$  mm aufweist.
2. Filtermaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerschicht (2) ein Polymervlies oder Zellulose mit oder ohne Kunst-Faseranteil aufweist.
3. Filtermaterial nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Poren der Trägerschicht (2) einen Parendurchmesser zwischen 65 und 85 µm, insbesondere von ca. 74 µm aufweisen.
4. Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Poren der Feinfaserschicht (4) einen Parendurchmesser zwischen 30 und 40 µm aufweisen.
5. Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Feinfaserschicht (4) Fasern aus Polyamid (PA), aus Polyethylen (PE), Polyester oder aus Polypropylen (PP) aufweist.
6. Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Feinfaserschicht (4) Fasern mit einem Durchmesser zwischen 1,5 und 5 µm, vorzugsweise 1,9 und 3,4 µm, insbesondere von ca. 2,9 µm aufweisen.
7. Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerschicht (2) und/oder die Feinfaserschicht (4) und/oder der Verbindungsbereich (3) in Durchströmungsrichtung (5) eine degressive Porengröße aufweisen/aufweist.
8. Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,
  - dass Poren des Verbindungsbereiches (3) einen Parendurchmesser zwischen 30 und 35 µm aufweisen, und/oder
  - dass der Verbindungsbereich (3) als Klebeschicht ausgebildet ist.
9. Filtermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,
  - dass eine Luftdurchlässigkeit der Trägerschicht (2) ca. 840 l/m<sup>2</sup>s, beträgt, und/oder
  - dass eine Luftdurchlässigkeit der Feinfaserschicht (4) ca. 645 l/m<sup>2</sup>s, beträgt, und/oder
  - dass eine Luftdurchlässigkeit des Filtermaterials (1) ca. 355 l/m<sup>2</sup>s, beträgt.
10. Filterelement mit einem Filtermaterial (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet,
  - dass das Filterelement als Wickelfilter mit wechselseitig verschlossenen Kanälen ausgebildet ist, oder
  - dass das Filterelement als plissiertes, ringförmig geschlossenes oder flaches Filterelement ausgestaltet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

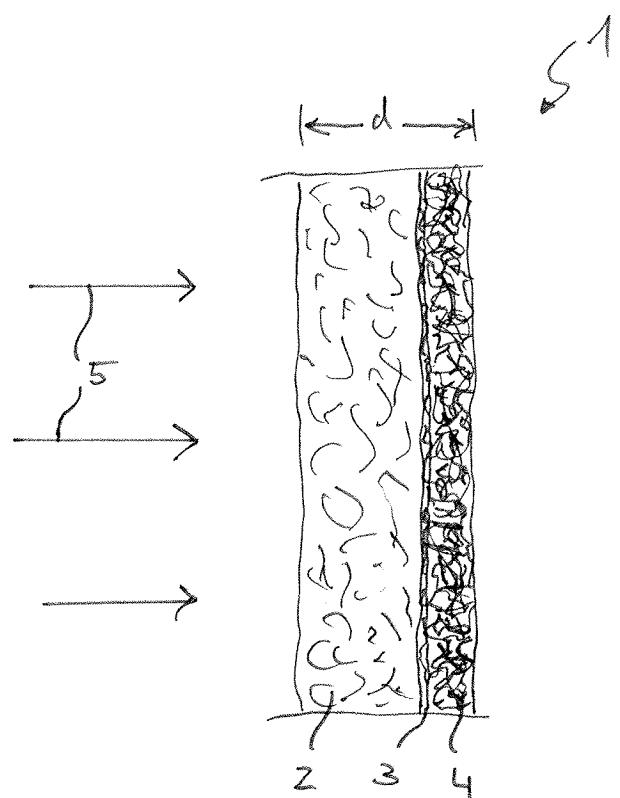


Fig. 1