



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 10 663 T2** 2005.05.19

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 152 866 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 10 663.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/00798**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 902 399.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 00/41850**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.01.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **20.07.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.11.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.05.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.05.2005**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B24D 3/00**

**B24D 3/32, B24D 7/02, B24D 11/00,**

**B24D 11/04, D04H 1/54**

(30) Unionspriorität:

**231263 15.01.1999 US**

**264495 08.03.1999 US**

**401938 23.09.1999 US**

**480800 10.01.2000 US**

(74) Vertreter:

**derzeit kein Vertreter bestellt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:

**3M Innovative Properties Co., St. Paul, Minn., US**

(72) Erfinder:

**LUX, Ronald E., Saint Paul, US**

(54) Bezeichnung: **BESTÄNDIGES VLIESTOFF-SCHLEIFERZEUGNIS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung**

**[0001]** Diese Erfindung liefert ein dauerhaftes Vliesstoff-Schleifprodukt mit einer erheblich längeren Ge-  
brauchszeit des Produkts, verglichen mit konventionellen, jedoch ähnlichen Schleifprodukten.

**[0002]** Vliesstoff-Schleifprodukte mit niedriger Dichte, die aus einem einheitlichen lockeren Gewebe aus kontinuierlichen, dreidimensional gebundenen Polyamidfilamenten hergestellt sind, wie jene Schleifprodukte, die in US-A-4,227,350 (Fitzer) beschrieben sind, werden mit Erfolg zur Behandlung oder Konditionierung verschiedener Oberflächentypen verwendet. Diese Anwendungen schließen teilweise das Entfernen von Walzzunder von Stahl-Coilmaterial, Mischen von Schweißlinien, Vorbereitung von Oberflächen zum Streichen oder anderem Beschichtungsverfahrensschritt und Entfernen verschiedener Oberflächenbeschichtungen in Reparatur- und Wartungsvorgängen ein. Diese Erfolge haben das unumgängliche Streben vorangebracht, dem Endanwender derartige Schleifprodukte mit höherem Wert und insbesondere mit verbesserter Gebrauchsdauer des Produkts anzubieten.

**[0003]** WO 98/53956 beschreibt einen Schleifartikel mit niedriger Dichte, der ein Vliesstoffgewebe und eine Mehrzahl von Schleifpartikeln umfasst, die mittels eines fest haftenden Bindemittels an das Vliesstoffgewebe gebunden sind. Brauchbare Schleifpartikel gemäß WO 98/53956 haben Partikelgrößen zwischen etwa Stufe 4 und Stufe 36 und sind aus einem Schleifmaterial mit einer Mohs-Härte von weniger als etwa 8 gefertigt. Die Schleifpartikel sind vorzugsweise aus synthetisch hergestelltem, geschmolzenem Mullit hergestellt.

**[0004]** Wenn aktuelle Schleifprodukte mit niedriger Dichte beispielsweise in einem Kraftfahrzeugkarosseriereparaturbetrieb in Form von Scheiben mit 4 bis 6 Zoll (10,1 bis 15,2 cm) Durchmesser verwendet werden, können diese Scheiben auf viele scharfe Kanten treffen, wenn diese Scheiben zur Reinigung oder Vorbereitung von Kraftfahrzeugoberflächen für Beschichten, Füllen, Schweißen und andere Vorgänge verwendet werden. Scharfe Kanten schließen jene ein, die zu gebogenem Metallblech, Befestigungselementen, Befestigungsköpfen, rostperforiertem Metallblech und dergleichen gehören. Obwohl diese Oberflächentypen durch die Schleifscheibe mit niedriger Dichte effektiv gereinigt oder vorbereitet werden, fordern Reinigungs- und Vorbereitungsvorgänge um scharfe Kanten herum ihren Tribut, wodurch die Gebrauchsdauer des Produkts mit niedriger Dichte (die Zeit, die benötigt wird, um das Schleifprodukt von seinem Anfangsdurchmesser auf einen Durchmesser gleich demjenigen seiner mittigen Befestigungsvorrichtung abzunutzen) viel niedriger als erwünscht ist. Unter extremen Bedingungen kann die Nutzungsdauer des Schleifprodukts so kurz wie eine Minute oder weniger sein.

**[0005]** Verwandte Überlegungen zur Lebensdauer des Produkts oder Gebrauchsdauer des Produkts entstehen auch aus der Praxis, ein Werkstück durch Verwendung der Fläche dieser Scheiben anstelle der Verwendung des Umkreises der Scheibe abzuschleifen. Verfahren, die die Fläche dieser Scheiben verwenden, beinhalten zwangsläufig das Biegen, Durchbiegen oder anderweitige Einwirken von Lateralkräften auf die Schleifscheibe, in einigen Fällen bis zu einem extremen Durchbiege- oder Biegegrad.

**[0006]** Die vorliegende Erfindung liefert ein verbessertes Vliesstoff-Schleifprodukt, umfassend ein offenes, poröses, lockeres Gewebe mit einem Coilgewicht von 1,097 bis 1,808 kg/m<sup>2</sup> (17 bis 28 g/24 Quadratzoll), das aus einer Mehrzahl von dreidimensional gewellten Filamenten mit einem Durchmesser von 0,355 bis 0,508 mm (14 bis 20 Millizoll) besteht, die aus einem organischen thermoplastischen Material geformt sind, wobei benachbarte Filamente ineinander greifen und autogen verbunden sind, wo sie einander berühren, und eine Mehrzahl von Schleifkörnern über die Filamente des Gewebes fein verteilt und an die Filamente des Gewebes durch ein Bindemittelmaterial fest haftend gebunden sind. Das verbesserte Schleifprodukt hat ein poröses lockeres Gewebe aus mehreren Schichten aus zusammengerollten, autogen verbundenen thermoplastischen Filamenten, Bindemittelharzen, Schleifkörnern und Leimharz, und zeigt in der Regel eine mindestens doppelt so hohe Produktlebensdauer wie konventionelle, jedoch ähnliche Schleifprodukte. Die vorliegende Erfindung liefert ein poröses lockeres Gewebe, das vor Zugabe von Bindemittelharz, Schleifkörnern oder Leimharz ein Coilgewicht im Bereich zwischen 1,097 und 1,808 kg/m<sup>2</sup> (17 bis 28 g/24 Quadratzoll) und vorzugsweise im Bereich zwischen 1,162 bis 1,486 kg/m<sup>2</sup> (18 bis 23 g/24 Quadratzoll) aufweist.

**[0007]** Überdies wird ein poröses lockeres Gewebe beschrieben, das periodische Coil-Dichtevariationen in Maschinenrichtung mit einer Größenordnung zwischen 10 und 20 mm zeigt, die in dieser Beschreibung als "Farbverlauf" bezeichnet werden.

**[0008]** Zusätzlich wird ein poröses lockeres Gewebe aus mehreren Schichten von zusammengerollten, autogen verbundenen, thermoplastischen Filamenten, Bindemittelharzen, Schleifkörnern und Leimharz beschrie-

ben, das bei einer Durchbiegung von 1,52 cm (Mittelwerte) eine gemessene Belastung von mehr als 3,20 kg aufweist.

**[0009]** In anderen bevorzugten Ausführungsformen der beanspruchten Erfindung hat das poröse lockere Gewebe einen einheitlichen Querschnitt von mindestens einer Schicht aus Filamenten. Jede Schicht aus Filamenten schließt eine Mehrzahl kontinuierlicher, dreidimensional gewellter Filamente ein, die aus extrudiertem thermoplastischem Material hergestellt sind, wobei benachbarte Filamente ineinander greifen und autogen verbunden sind, wo sie einander berühren. Diese gewellten Filamente sind vorzugsweise aus Polyamidpolymeren hergestellt und haben Durchmesser von 0,355 bis 0,508 mm (14 bis 20 Millizoll). Wenn das poröse, lockere Gewebe Farbverläufe aufweist, schließen brauchbare Farbverlaufmengen jene mit Farbverlaufabständen (Abstand zwischen Dichte-Peaks) zwischen 10 und 20 mm ein. Das poröse lockere Gewebe wird mit zähem Bindemittelharz imprägniert oder beschichtet, das sowohl eine Mehrzahl von Schleifkörnern einheitlich über das Gewebe bindet und als auch des Weiteren benachbarte Filamente aneinander bindet. In bevorzugten Ausführungsformen wird ein weiteres Leimharz auch imprägniert oder als Beschichtung über dem Gewebe, dem Bindemittelharz und den Schleifkörnern aufgebracht, um die Schleifkörner weiter an das Gewebe zu binden.

**[0010]** Weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung ist in [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) veranschaulicht und beschrieben.

**[0012]** [Fig. 1](#) ist eine schematische Veranschaulichung des zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Schleifprodukts verwendeten Verfahrens.

**[0013]** [Fig. 2](#) bis [Fig. 4](#) sind perspektivische Ansichten, die drei Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Schleifprodukts illustrieren.

**[0014]** [Fig. 5](#) ist eine Querschnittansicht eines erfindungsgemäßen Schleifprodukts.

**[0015]** Es hat eine Reihe von Ansätzen zur Bereitstellung eines Vliesstoff-Schleifprodukts mit niedriger Dichte und hervorragender Gebrauchsdauer des Produkts gegeben. Beispielsweise waren Versuche zur Verwendung von von Polyamidfilamenten verschiedenen thermoplastischen Filamenten zur Herstellung des lockeren Gewebes erfolglos. Versuche zur Herstellung eines zäheren dichteren Schleifprodukts durch Verwendung feinerer Filamente führten zu Verfahrensproblemen, da die zahlreicheren feinen Filamente einen Schattiereffekt verursachten, der zu unzureichendem Eindringen von Harz und Mineral in die Dicke des lockeren Gewebes führte. Weitere Versuche zur Verwendung größerer Filamentdurchmesser führten zu einem Schleifprodukt, das infolge der höheramplitudigen Oszillationen der geschmolzenen Filamente, wenn sie zu einem Gewebe integriert wurden, größere Hohlräumen in dem lockeren Gewebe aufwies.

**[0016]** Erfindungsgemäß führen geringe Erhöhungen der Gewebe- und/oder Beschichtungsgewichte zusammen mit einem speziellen Farbverlaufsniveau in dem Gewebe und einem höheren gemessenen Belastungs/Durchbiegungs-Wert zu dramatischen Anstiegen der Lebensdauer des Produkts.

**[0017]** Farbverläufe oder das Auftreten von Dichtevariation in der Maschinenrichtung ist schon lange als Fertigungsmangel von Schleifprodukten mit niedriger Dichte angesehen worden, die aus einem einheitlichen lockeren Gewebe kontinuierlicher, dreidimensional gebundener Filamente hergestellt ist. Farbverlauf ist mindestens teilweise eine Funktion von Extrusionsrate, Schmelztemperatur, Quenchtankgeometrie, Quenchfluidtemperatur oder harmonischen mechanischen Bewegungen der Walzen, die während der Fertigung auftreten. Unter konventionellen oder typischen Betriebsbedingungen ist der Farbverlauf nicht visuell erkennbar. Unter Bedingungen hoher Extrusionsraten und Straßengeschwindigkeiten wird der Farbverlauf visuell erkennbar, und wurde als zu einem inakzeptablen Gewebe führend angesehen. Diese empirische Beobachtung diente zur Begrenzung von Produktionsgeschwindigkeiten, die zur Herstellung solcher Schleifartikel praktikabel sind.

**[0018]** Die Biegesteifheit von Schleifprodukten mit niedriger Dichte, die aus einem einheitlichen lockeren Gewebe kontinuierlicher, dreidimensional gebundener Polyamidfasern hergestellt sind, die durch Messen einer Belastung bei 1,52 cm Durchbiegung ermittelt wird, ist lange als einen relativ niedrigen brauchbaren Maximalwert aufweisend angesehen worden, in der Regel weniger als 3,20 kg. Dieser niedrige Maximalwert ist aufgrund der unerwünschten Vibrationskräfte im Betrieb aufrechterhalten worden, auf die man in der Regel trifft, wenn solche Schleifartikel mit niedriger Dichte bei Durchbiegungswerten von 1,52 cm mit einer gemessenen

Belastung von mehr als 3,20 kg verwendet werden. In einigen Anwendungen, wie der Reinigung von Schweißlinien, verwendet der Endanwender solche Artikel nicht als Rad, wo die Abnutzung am Umkreis des Artikels induziert wird, sondern stattdessen als Scheibe, wo die Abnutzung an einer Fläche der Scheibe stattfindet. Solche Anwendungen, bei denen ein Werkstück mit der Fläche der Scheibe abgeschliffen wird, führen dazu, dass erhebliche Lateralkräfte auf den Schleifartikel einwirken. In extremen Fällen können diese Verwendungstypen dazu führen, dass der Artikel während jeder Umdrehung um nahezu 90° aus der Ebene heraus gebogen wird, wodurch sich der Artikel aufheizt und eine wesentliche Verkürzung der Gebrauchsdauer des Produkts auftritt.

**[0019]** Die vorliegende Erfindung nutzt die unerwartete Erkenntnis vorteilhaft, dass die Erhöhung des Coilgewichts des Schleifprodukts mit niedriger Dichte die Gebrauchsdauer des Schleifprodukts erheblich erhöht. In einigen Fällen wird die Lebensdauer des Schleifprodukts mehr als verdoppelt, verglichen mit der Produktlebensdauer konventioneller Schleifprodukte mit niedriger Dichte. Es wird auch die überraschende Feststellung ausgenutzt, dass Farbverlauf oder periodische Dichteviation in dem Gewebe entlang seiner Maschinenrichtung zwischen 10 mm und 20 mm in der Tat die Gesamtintegrität des Gewebes erhöht, wie durch Zugtestergebnisse in Maschinenrichtung und Querrichtung gezeigt wird. Die vorliegende Erfindung liefert ferner auch ein Schleifprodukt mit niedriger Dichte, das einen erheblichen Anstieg der Gebrauchsdauer des Schleifprodukts zeigt, wenn bei einem Durchbiegungswert von 1,52 cm die gemessene Belastung größer als 3,20 kg ist.

**[0020]** "Coil" bezieht sich auf das Gewebe der gewellten polymeren Filamente vor der Aufbringung jeglicher Beschichtungen oder Partikel. "Farbverlauf" bezieht sich auf eine unaufhörliche periodische Variation der Gewebedichte (Coil-Dichte), die sich aus Fertigungsverfahrenbedingungen ergibt und als alternierende "Streifen" oder "Schlieren" mit höherer und niedriger Dichte ("Farbverlaufmuster") manifestiert, die das Gewebe in Richtung quer zur Maschinenrichtung durchlaufen, wobei die Periodizität in Maschinenrichtung auftritt.

**[0021]** Verfahren, die zur Herstellung erfindungsgemäßer Schleifprodukte mit niedriger Dichte verwendet werden, sind in der US-A-4,227,350 beschrieben.

**[0022]** Das Schleifprodukt kann in einem kontinuierlichen Verfahren gebildet werden, gewünschtenfalls praktisch direkt aus den Grundbestandteilen, d.h. aus Polyamidfilament bildendem Material, flüssigem härtbarem Bindemittelharz und Schleifkörnern. Das heißt, dass das Polyamidfilament bildende Material direkt zu einem lockeren, offenen, porösen Filamentgewebe extrudiert werden kann. Schleifkörner, Bindemittel und Leimharze werden dann auf das Gewebe aufgetragen, um das fertige Schleifprodukt zu liefern. In dem erfindungsgemäß verwendeten Gewebeherstellungsverfahren wird Polyamidfilament bildendes Material in einen Extruder eingebracht, der mit einem Spinddüsenkopf ausgestattet ist, der eine Mehrzahl von Öffnungen gleichförmig beabstandet in mindestens einer Reihe aufweist, vorzugsweise eine Mehrzahl beabstandeter Reihen mit einheitlich beabstandeten Öffnungen. Die Reihe oder Reihen geschmolzener Filamente werden dann abwärts extrudiert, einen kurzen Abstand durch einen Luftraum frei fallen gelassen und dann in ein Quenchbad fallen gelassen. Wenn die Filamente in das Quenchbad eintreten, beginnen sie, sich zusammenzurollen und Wellen zu bilden, wodurch dem Fluss der geschmolzenen Filamente ein gewisser Widerstandsgrad entgegengesetzt wird, was dazu führt, dass die geschmolzenen Filamente unmittelbar oberhalb der Badoberfläche oszillieren. Der Abstand der Extrusionsöffnungen, aus denen die Filamente geformt werden, ist so, dass benachbarte Filamente einander berühren, wenn die geschmolzenen Filamente sich an der Badoberfläche zusammenrollen und Wellen bilden. Die sich aufrollenden und Wellen bildenden Filamente sind, wenn dies erfolgt, noch ausreichend klebrig, und wo sich die Filamente berühren, kleben die meisten aneinander, wodurch autogene Bindung herbeigeführt wird, um ein lockeres, offenes, poröses Filamentgewebe zu produzieren.

**[0023]** Das Gewebe wird dann zwischen sich gegenüberliegenden Walzen in das Quenchbad geführt, die in einem Abstand unter der Oberfläche des Quenchbades angeordnet sind, wo die Filamente der integrierten Matte noch ausreichend plastisch sind, um permanent verformt zu werden, wenn sie zwischen ihnen hindurchgeführt werden. Diese Walzen arbeiten mit der gleichen Geschwindigkeit, jedoch in entgegengesetzten Richtungen, um das geformte Filamentgewebe von dem Bereich wegzuziehen, wo sich die Filamente anfangs zusammenrollen und miteinander verbinden. Die Walzen sind beabstandet, um die Oberflächen des Gewebes mit leichtem Druck zu kontaktieren, der ausreicht, um jegliche unebenen Oberflächenschlaufen oder -wellen zu glätten, um ein Gewebe mit im Allgemeinen ebenen Oberflächen zu liefern. Der Walzenkontakt liefert keine höhere Dichte der Filamente an irgendeiner Oberfläche des Gewebes. Stattdessen hat das Gewebe eine definierte Dicke, nachdem es zwischen den Walzen hindurchgeführt wurde. Zu diesem Zweck sind die Oberflächen der Walzen vorzugsweise glatt, um die allgemein ebene Oberfläche zu produzieren. Da brauchbare Schleifprodukte auch andere als ebene Oberflächen haben können, können die Walzenoberflächen andere Konfigurationen aufweisen, um ein Schleifprodukt mit einer modifizierten Oberfläche zu liefern. Eine Walze mit geriffelter Oberfläche produziert beispielsweise Gewebe mit geriffelter Oberfläche. Alternativ kann die Wal-

zenoberfläche auf ihrer Oberfläche einheitlich angeordnete Dornen aufweisen, um eine sicherere Handhabung des Gewebes zu liefern. Die Walzen arbeiten mit einer Oberflächengeschwindigkeit, die wesentlich unter der Extrusionsgeschwindigkeit liegt, damit die Filamente ausreichend Zeit haben, um sich aufzurollen und Wellen zu bilden und ein lockeres Gewebe mit einem hohen Wellenbildungsgrad in jedem Filament zu bilden. Dieses Verfahren produziert ein Gewebe, bei dem jedes Filament über seine Länge zusammengerollt und gewellt ist.

**[0024]** Die Wellen jedes Filaments sind in der Regel unregelmäßig, obgleich es möglich ist, das Verfahren so einzustellen, dass regelmäßige, helixförmig aufgerollte Filamente produziert werden. Unregelmäßige Filamentwellenbildung ist durch statistische Schleifenbildung, Knicken oder Biegen der Filamente durch das Gewebe hindurch in einem Muster gekennzeichnet, das im Allgemeinen durch das Muster der Öffnungen der Spinnöse definiert ist.

**[0025]** Es sei darauf hingewiesen, dass ein Gewebe mit Schichten aus zusammengerollten und gewellten Filamenten hergestellt wird, wenn mehr als eine Reihe von Filamenten extrudiert wird, wobei jede Schicht für eine Reihe extrudierter Filamente steht. Jede Schicht ist in dem Gewebe sichtbar, manchmal mit großer Mühe. Die benachbarten Filamente zwischen den Schichten sind auch größtenteils autogen miteinander verbunden, wo sie einander berühren. Dieser Aspekt eines Mehrschichtgewebes ist in [Fig. 5](#) gezeigt, die vier Reihen **41**, **42**, **43** und **44** gewellter Filamente **45** illustriert. Es sollte darauf geachtet werden, dass die äußeren Reihen **41** beziehungsweise **45** im Wesentlichen ebene Oberflächen **46** beziehungsweise **47** haben.

**[0026]** Wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist, wird Polyamidfilament bildendes Material auf einen geschmolzenen Zustand erhitzt und aus einer Extrusionsspinnöse **10** extrudiert, die mindestens eine Reihe von Öffnungen enthält, um ein Bündel frei fallender Filamente **11** zu liefern. Filamente **11** werden durch einen Luftraum frei in ein Quenchbad **12** fallen gelassen, wo sie sich an oder nahe der Oberfläche von Bad **12** zusammenrollen und Wellen bilden, um ein autogen gebundenes Gewebe **13** zu bilden. Während Gewebe **13** noch ausreichend plastisch ist, um permanent verformt zu werden, wird es dann zwischen sich gegenüberliegende Walzen **14** und **15** mit glatter Oberfläche geführt, die ein Muster einheitlich beabstandeter Dornen aufweisen können, die aus der Walzenoberfläche herausragen, die angeordnet sind, um ein Gewebe mit im Wesentlichen ebener Oberfläche zu liefern. Gewebe **13** wird dann um eine der Walzen, z.B. Walze **15**, gezogen, um aus Quenchbad **12** entfernt zu werden. Gewebe **13** gelangt dann über Mitläuferwalze **16** zwischen Führungswalzensatz **17** und wird in einem Umluftofen **18** getrocknet, um restliche Quenchflüssigkeit zu entfernen. Das Gewebe wird auf einer Rolle aufgewickelt und etwa 4 Wochen gelagert, um Einstellung des morphologischen Gleichgewichts zu ermöglichen.

**[0027]** Das Gewebe wird dann durch Walzbeschichtungsstation **19** geführt, wo flüssiges härtbares Bindemittelharz **20** auf Gewebe **13** aufgebracht wird. Es können andere konventionelle Gewebebeschichtungstechniken zur Beschichtung des Gewebes verwendet werden, solange diese Techniken eine im Wesentlichen einheitliche Bindemittelharzbeschichtung liefern. Beispielsweise können auch Tauchbeschichtungs- oder Sprühbeschichtungstechniken verwendet werden. Die Bindemittelharzbeschichtung sollte ausreichen, um einheitliche Beschichtung des Gewebes mit Schleifkörnern zu ermöglichen. Danach wird das feuchte beschichtete Gewebe unter eine erste Schleifkörnerfallstation **21** geführt, um eine Seite des Gewebes mit Schleifkörnern zu beschichten, und in einer S-förmigen Anordnung um geeignete Mitläuferwalzen **21a**, **21b**, **21c**, **21d** und **21e** entwickelt, um die Gewebeoberflächen umzukehren (das heißt, die untere Seite nach oben zeigen zu lassen). Die andere Oberfläche des Gewebes wird dann unter einer zweiten Schleifkörnerabsetzstation **22** hindurchgeführt, um ein Gewebe zu liefern, das auf beiden Gewebeoberflächen mit Schleifkörnern beschichtet worden ist. Andere Schleifkornaufbringungen oder Beschichtungsvorrichtungen können ebenfalls verwendet werden, die Schleifkörner können z.B. durch Sprühverfahren, wie sie in einem Sandstrahler verwendet werden, nur unter mildernden Bedingungen, mittels elektrostatischer Beschichtungsverfahren und dergleichen aufgebracht werden. Das mit Schleifkörnern beschichtete Gewebe wird dann durch Umluftofen **23** geführt, um die erste Bindemittelharzbeschichtung zu härten, und dann wird eine zweite Beschichtung aus Leimharz mit einer geeigneten Vorrichtung wie Sprühstation **24** aufgebracht, die simultan obere und untere Oberflächen des Gewebes mit einer Menge Leimharzmaterial besprüht, die die Schleifkörner an die Oberfläche des Gewebes bindet. Die Menge der Leimharzbeschichtung sollte begrenzt werden, so dass die Schleifkörner nicht bedeckt oder maskiert werden. Das Gewebe wird, nachdem es beschichtet wurde, dann durch Umluftofen **25** und schließlich in Umformungsstation **26** geführt, wo es in gewünschte Formen **27** geschnitten wird.

**[0028]** Typische Formen des erfindungsgemäßen Schleifprodukts schließen jene ein, die in den [Fig. 2](#), [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) gezeigt sind. [Fig. 2](#) zeigt ein rechteckiges Schleifprodukt **30**, während [Fig. 3](#) ein ringförmiges Schleifprodukt **50** zeigt. [Fig. 4](#) zeigt eine weitere Ausführungsform, die durch Stapeln mehrerer Schichten des Gewebes nach der zweiten Auftragung von Bindemittelharz, jedoch vor der zweiten Härtungsstufe, Komprimie-

ren des Stapels und Härten hergestellt wird, um ein relativ verdichtetes Schleifprodukt zu liefern, das zu irgendeiner von vielen verschiedenen Formen geschnitten werden kann, wie einem Zylinder.

**[0029]** Das Filament bildende Material, das extrudiert wird, um das lockere Gewebe zu bilden, das in dem erfindungsgemäßen Schleifprodukt mit niedriger Dichte enthalten ist, wird aus einem thermoplastischen Polyamidmaterial gebildet, das durch Extrusionsöffnungen extrudiert werden kann, um Filamente zu bilden. Besonders brauchbare Polyamidmaterialien zur Bildung der Filamente des Gewebes des erfindungsgemäßen Schleifprodukts sind Polycaprolactam und Poly(hexamethylenadipamid) (z.B. üblicherweise als Nylon 6 und Nylon 6,6 bezeichnet). Andere brauchbare Filament bildende Materialien können Polyolefine (z.B. Polypropylen und Polyethylen), Polyester (z.B. Polyethylenterephthalat), Polycarbonate und dergleichen einschließen.

**[0030]** Die nach dem oben beschriebenen Verfahren hergestellten Gewebe sind besonders für Schleifprodukte geeignet, weil sie extrem offen, porös und locker sind, was verlängerten Gebrauch des Schleifprodukts zur Konditionierung (beispielsweise von Oberflächen, wo große Mengen Abriebmaterial produziert werden) ermöglichen kann, ohne das Gewebe zu füllen und somit die Eigenschaften des Schleifprodukts zu stören. Der Offenheits- und Lockerheitsgrad wird durch das Leerraumvolumen des Gewebes deutlich, das in der Regel mindestens etwa 80 % (vorzugsweise etwa 85 % bis etwa 97 %) im nichtbeschichteten Zustand beträgt. Nach Beschichten mit dem Bindemittelharz hat das Gewebe auch einen erheblichen Grad an struktureller Integrität, der verlängerten Gebrauch des Schleifartikels zulässt. Die ebene Wirkung der Walzen liefert eine einzigartige Schleifstruktur, die an der Oberfläche in hohem Maße offen ist, dennoch eine ebene Seite hat, die sich auf ebenen Oberflächen verwenden lässt, ohne dass Biegen oder Modifikation des Gewebes nötig ist. Das Gewebe ist zudem selbst mit der Bindemittelharzbeschichtung und den Schleifkörnern flexibel und anschmiegsam und passt sich in der Regel den meisten Oberflächen an, auf denen es verwendet wird.

**[0031]** Das Gewebe kann in vielen verschiedenen Dicken hergestellt werden, die grundsätzlich durch das Design der Spinn Düse, durch die es extrudiert wird, und den Spalt zwischen Walzen **14** und **15**, in [Fig. 1](#) illustriert, begrenzt werden. Typische Gewebedicken, die für Schleifprodukte brauchbar sind, variieren zwischen 1/4 Zoll und 3 Zoll (0,63 cm bis 7,6 cm). Der Filamentdurchmesser der Filamente in dem Gewebe, das nach dem oben beschriebenen Verfahren hergestellt ist, kann durch Modifikation des Gewebeherstellungsprozesses variiert werden. Der Filamentdurchmesser für ein geeignetes Gewebe liegt in der Größenordnung von 0,355 bis 0,508 mm (14 bis 20 Millizoll). Spinnextrusionsöffnungen von 0,355 bis 0,508 mm (14 bis 20 Millizoll) produzieren solche Gewebe. Die Öffnungen in der Spinn Düse liegen, wie bereits gesagt, in Reihen vor und sind um mindestens etwa 2,54 mm (0,1 Zoll) getrennt, um befriedigende Ergebnisse zu produzieren. Die Öffnungen in benachbarten Reihen können voneinander versetzt sein, obwohl die Spinn Düse in geeigneter Weise arbeitet, wenn die Öffnungen in den Reihen ausgerichtet sind.

**[0032]** Es sei darauf hingewiesen, dass man nicht notwendigerweise ein Filament in dem gequenchten Gewebe erhalten muss, das mit dem Durchmesser der Extrusionsöffnung identisch ist, aus der es extrudiert wurde. Es kann eine gewisse Verdickung des geschmolzenen Filaments nahe der Spinn Düsenöffnungen geben, die durch Oberflächenspannung verursacht wird, die dazu neigt, den Durchmesser des Filaments zu erhöhen. Es kann auch eine gewisse Abnahme des Filamentdurchmessers geben, die durch Dünnerwerden in der Freifallzone zwischen der Spinn Düse und der Quenchbadoberfläche verursacht wird, wobei das Dünnerwerden sich verstärkt, wenn die Höhe des freien Falls zunimmt. Die Höhe des freien Falls kann zwischen 5,08 und 50,8 cm (2 und 20 Zoll) variieren, um ein befriedigendes Produkt zu produzieren. Die Höhe des freien Falls liegt in der Regel in der Größenordnung von 12,7 bis 38,1 cm (5 bis 15 Zoll).

**[0033]** Wenn die Gewebeproduktionsraten erhöht werden, um mehr Pfund Gewebe pro Stunde zu ergeben, entsteht ein Farbverlaufmuster oder periodische sinusförmige Dichtevariation in dem Gewebe. Farbverlaufschwankungen manifestieren sich als Periodizität der Dichtevariation. Der Peak-zu-Peak-Abstand dieser Periodizität nimmt zu, wenn die Produktionsrate steigt. Die Frequenz der Periodizität steigt, wenn die Produktionsrate vermindert wird. Der Farbverlauf kann analytisch nachgewiesen werden, bei einer gewissen Mindestamplitude oder einer gewissen Maximalfrequenz kann dieses Muster jedoch visuell als sichtbar schwerere Schlieren erkannt werden, die das Gewebe in einer Richtung quer zur Maschinenrichtung durchlaufen.

**[0034]** Es wäre im Allgemeinen zu erwarten, dass die Zugfestigkeit des Gewebes in Maschinenrichtung (in der Richtung senkrecht zu derjenigen der Schlieren) sich auf diejenige der leichteren Bereiche mit niedrigerer Dichte verringert. Es wird jedoch das entgegengesetzte Ergebnis erhalten. Die Zugfestigkeit in Maschinenrichtung zeigt einen beachtlichen Anstieg, verglichen mit Geweben ohne Farbverlauf.

**[0035]** Es scheint drei eigene, empirisch beobachtete Bereiche in dem Produktionsverfahren zu geben, die



verwendet werden können, um den Farbverlauf der Gewebe bezogen auf Gewebeproduktionsraten oder Straßengeschwindigkeit für ein gegebenes gewünschtes Gewebegewicht (z.B.  $1,36 \text{ kg/m}^2$ ) zu variieren oder zu steuern, wobei andere Variablen des Düsensdesigns, der Extrusionstemperaturen, des Quenchfluids, der Quenchtankgeometrie, der Quenchfluidtemperatur, des Designs des Gewebetransportmittels, des Materials und der Additive alle konstant bleiben. Die Straßengeschwindigkeit wird variieren gelassen, um das gewünschte Gewebegewicht zu produzieren. Diese drei Produktionsverfahrensbereiche für die Produktion von  $1,36 \text{ kg/m}^2$ -Gewebe sind: 1) derjenige von früheren Produktionsraten von etwa  $214 \text{ kg/h}$  ( $470 \text{ pfund pro Stunde}$ ), wobei der Farbverlaufabstand weniger als  $10 \text{ mm}$  beträgt; 2) derjenige von erhöhten Produktionsraten von etwa  $318 \text{ kg/h}$  ( $700 \text{ pfund pro Stunde}$ ), wobei der Farbverlaufabstand zwischen  $10$  und  $20 \text{ mm}$  liegt; und 3) derjenige von sehr hohen Extruderausstoßraten von mehr als  $318 \text{ kg/h}$  ( $700 \text{ Pfund pro Stunde}$ ), wobei der Farbverlaufabstand übermäßig wird, d.h. größer als  $20 \text{ mm}$ . Der zweite Bereich ist für den Betrieb am günstigsten, um  $1,36 \text{ kg/m}^2$ -Gewebe zu produzieren.

**[0036]** Zu den möglichen Wechselwirkungen, die zu Farbverlauf führen, gehören harmonische Störungen infolge von lokalem Sieden des Quenchfluids (und werden daher durch Extruderausstoß, Extrusionsdüsensdesign, Extrusionstemperaturen, Quenchbedingungen sowie Materialien und Additive beeinflusst), bewegungsindizierte stehende Wellen in dem Quenchtank (die daher mindestens teilweise von dem Design und den Abmessungen des Quenchtanks abhängen), asynchroner Betrieb der verschiedenen Walzen, die das Gewebe kontaktieren, und/oder eine Kombination der obigen. Es kann noch andere Wechselwirkungen geben, die unter bestimmten Betriebsbedingungen diese Dichtevationen verursachen oder mindestens zu ihnen beitragen.

**[0037]** Um die erfindungsgemäßen Charakteristika der langen Lebensdauer zu realisieren, liegt das resultierende Gewebegewicht oder das Gewicht des zusammengerollten Substrats zwischen  $1,097$  und  $1,808 \text{ kg/m}^2$  ( $17$  und  $28 \text{ g/24 Quadratzoll}$ ), und wiegt vorzugsweise zwischen  $1,162$  und  $1,486 \text{ kg/m}^2$  ( $18$  bis  $23 \text{ g/24 Quadratzoll}$ ). Geringere Gewichte liefern nicht die erhöhte Gebrauchsdauer des resultierenden Schleifprodukts. Schwerere Gewebegewichte führen zu einem Produkt, das sich nicht ausreichend anschmiegt, um glatt gegen ein typisches Werkstück bewegt zu werden. Für längste Lebensdauer des Endprodukts ist Farbverlauf vorhanden. Der bevorzugte Farbverlaufabstand liegt zwischen  $10$  und  $20 \text{ mm}$  (Peak-zu-Peak). Die Breiten der buntscheckigen Bereiche mit höherer Dichte liegen in der Regel zwischen etwa  $5$  und  $10 \text{ mm}$ .

**[0038]** Das zur Herstellung des vorliegenden Schleifprodukts verwendete bevorzugte Bindemittelharz liegt im flüssigen Zustand vor, um eine als Beschichtung verwendbare Zusammensetzung zu liefern, kann jedoch gehärtet werden, um ein zähes haftendes Material zu bilden, das die Schleifkörner selbst unter aggressiven Gebrauchsbedingungen festhaftend an das Gewebe binden kann. Das Bindemittel hat vorzugsweise, wenn es gehärtet ist, eine Zugfestigkeit von mindestens  $2,06 \times 10^4 \text{ kPa}$  ( $3000 \text{ psi}$ ) sowie eine spezifische Dehnung von mindestens  $180 \%$  und eine Shore D-Härte von mindestens  $40$ . Das momentan bevorzugte Harzbindemittelmaterial ist ein Polyurethan, das aus kommerziell erhältlichen Isocyanat-Präpolymermaterialien hergestellt werden kann, wie Materialien, die unter dem Handelsnamen ADIPRENE Typ L angeboten werden, beispielsweise L-83, L-100, L-167 und L-315 (kommerziell von Crompton & Knowles Corporation, Stamford, CT, USA, erhältlich), die mit beispielsweise p,p'-Methyldianilin (MDA) gehärtet werden können. Die reaktiven Isocyanatgruppen dieser Materialien können mit Blockiermitteln wie Ketoxim oder Phenol blockiert werden, um ein flüssiges Material zu ergeben, das mit MDA gehärtet werden kann. Diese Materialien härten bei Erwärmen auf den Temperaturbereich von  $104^\circ$  bis  $160^\circ \text{ C}$ , um gehärtetes Bindemittelharz mit den erforderlichen physikalischen Eigenschaften zu produzieren, die dennoch am Anfang flüssig sind und eine ausreichende Topfzeit für die Verwendung in dem vorliegenden Verfahren haben, um brauchbare Schleifprodukte zu produzieren. Die ungehärteten, nicht-blockierten Präpolymermaterialien haben einen nominellen NCO-Gehalt von etwa  $3 \%$  bis  $10 \%$ , eine nominelle Viskosität bei  $30^\circ \text{ C}$  von etwa  $6000$  bis  $30.000 \text{ cps}$  und ein spezifisches Gewicht von etwa  $1,03$  bis  $1,15$  bei  $25^\circ \text{ C}$ . Die Menge an Bindemittelharz reicht aus, um die Schleifkörner festhaftend über das gesamte Gewebe zu binden, um ein langlebiges Schleifprodukt zu liefern, ist jedoch begrenzt, so dass die Schleifkörner selbst nicht abgedeckt oder maskiert werden. Da die Größe der Schleifkörner variiert, ist möglicherweise eine gewisse Modifizierung der verwendeten Menge des Bindemittelharzes erforderlich. Kleinere Schleifkörner erfordern beispielsweise möglicherweise weniger Bindemittelharz. Neben dem Binden der Schleifkörner an die Oberflächen der Filamente der Gewebe sorgt das Bindemittelharz auch für zusätzliche Filament-an-Filament-Bindung in dem Gewebe selbst. Obwohl diese Filamente während des Gewebebildungsverfahrens autogen miteinander verbunden worden sind, können sie dennoch getrennt werden, insbesondere wenn große mechanische Kräfte auf das Schleifprodukt einwirken. Für erfindungsgemäße Schleifprodukte mit überraschend längerer Lebensdauer sollte das Bindemittelharz jedoch in einer Menge zwischen  $0,310$  und  $1,050 \text{ kg/m}^2$  ( $4,8$  bis  $16,2 \text{ g/24 Quadratzoll}$ ) (trocken) aufgebracht werden. Eine geringere Menge Bindemittelharz liefert nicht die lange Lebensdauer. Schwerere Beschichtungen führen dazu, dass das Schleif-

produkt zu steif zum Gebrauch in einigen Anwendungen ist, was zu Vibrationen während des Betriebs führt. Problematisches "Schmieren" oder Übertragung von Bindemittelharz auf die Oberfläche des Werkstücks ist bei höheren Beschichtungsgewichten auch wahrscheinlicher.

**[0039]** Geeignete Schleifkörner können beliebige bekannte Schleifpartikel oder Materialien sein, die üblicherweise in den Schleifartikeln verwendet werden. Die Größe der Schleifkörner kann von 10 Grit bis 600 Grit (mittlerer Durchmesser 2 bis 0,01 mm) variieren, und die Mohs-Härte der Mineralien, die die Schleifkörner bilden, kann von 4 bis 10 variieren. Beispiele für Mineralien, die brauchbare Schleifkörner liefern, schließen Bimsstein, Topas, Granat, Aluminiumoxid, Korund, Siliziumcarbid, Zirkoniumdioxid, keramisches Aluminiumoxid und Diamant ein. Agglomerierte Körner aus Schleifpartikeln und einem Bindemittel können auch brauchbar sein. Es können sogar andere organische Partikel, wie zerkleinerte Nusschalen und gemahlene thermoplastische oder duroplastische Polymerpartikel von Nutzen sein, insbesondere wenn relativ weiche Werkstücke und/oder Beschichtungen behandelt oder konditioniert werden. Das Schleifprodukt kann auch Mischungen mehrerer Korngrößen, unterschiedliche Schleifmaterialien, die gleichförmig darin eingebaut sind, oder unterschiedliche Schleifgrößen, Härten oder Materialien auf jeder Oberfläche enthalten. In Hinsicht auf die vorliegende Erfindung ergibt es sich leicht, das Schleifprodukt für eine spezielle Anwendung durch Auswahl des passenden Schleifmaterials zu modifizieren. Das erfindungsgemäße Schleifprodukt kann in anderen Weisen modifiziert werden, ohne den Schutzzumfang der Ansprüche zu verlassen. Üblicherweise bekannte Additivmaterialien können beispielsweise in der Harzbindemittelbeschichtung verwendet werden, wie Metallbearbeitungsschmierstoffe (z.B. Schmierfette, Öle und Metallstearate). Solche Additive werden in der Regel während des zweiten Bindemittelbeschichtungsvorgangs zugefügt, um die Adhäsion der Körner an den Filamenten nicht zu stören.

**[0040]** Um die verlängerte Lebensdauer des erfindungsgemäßen Produkts zu realisieren, sollten Schleifkörner in einer Menge zwischen 2,092 und 6,280 kg/m<sup>2</sup> (32,4 bis 97,4 g/24 Quadratzoll) aufgebracht werden.

**[0041]** Um die Schleifkörner weiter an dem Gewebe zu verankern, kann eine zweite oder "Leim"-Beschichtung aus Harz auf das Schleifprodukt aufgebracht werden. Leimharze, die für diese Leimbeschichtungen geeignet sind, sind konstitutionell die gleichen wie jene, die für die Anfangsbeschichtung verwendet wurden, und werden in der gleichen Weise aufgebracht und gehärtet. Bevorzugte Beschichtungsgewichte für Leimharze liegen zwischen 0,400 und 1,170 kg/m<sup>2</sup> (6,2 und 18,2 g/24 Quadratzoll).

**[0042]** Erfindungsgemäße Schleifprodukte haben ein Gesamtgewicht einschließlich aller Beschichtungen zwischen 3,9 und 10,4 kg/m<sup>2</sup> (60,4 bis 159,8 g/24 Quadratzoll).

**[0043]** Erfindungsgemäße Schleifprodukte zeigen Farbverlaufabstände von 10 bis 20 mm, das bedeutet, dass die Peaks mit hoher Dichte 10 bis 20 mm voneinander entfernt erscheinen. Dieses Farbverlaufniveau ist bei einem Schleifprodukt wahrscheinlich für das Auge nicht wahrnehmbar, lässt sich mit instrumentellen Verfahren jedoch leicht erkennen.

**[0044]** Die erfindungsgemäßen Schleifprodukte können in beliebigen von vielen unterschiedlichen Formen vorliegen, wie sie in der Regel bei Vliesstoff-Schleifprodukten vorliegen. Geeignete Formen sind beispielsweise sowohl rechteckige Kissen als auch scheibenförmige Kissen, die zur Befestigung einer Welle zur Rotation eine mittige Öffnung haben können. Sie können alternativ zu Formen wie rechteckigen Formen geschnitten werden und um den Umkreis einer drehbaren Nabe herum befestigt sein, um eine Lamellen-Schleifscheibe zu liefern. Andere Formen sind auch vorgesehen. Während der Umformungsschritte wird nicht besonders darauf geachtet, irgendein spezielles Farbverlaufmuster, irgendeine Anzahl oder Farbverlaufabstände einzuschließen oder zu meiden. Das erfindungsgemäße Schleifprodukt kann an andere Schichten laminiert sein, um einen modifizierten Schleifartikel zu liefern. Das Schleifprodukt kann beispielsweise auf eine Schaum- oder Schwamm-schicht laminiert sein, um doppelte Reinigungsfunktionen zu liefern, oder um eine Polsterschicht zu liefern. Es können auch beliebige von vielen unterschiedlichen Befestigungsvorrichtungen oder Griffen für das Schleifprodukt verwendet werden, um ein Arbeitsgerät zu liefern, das einen entfernbar oder permanent befestigten Griff aufweisen kann.

**[0045]** Die erfindungsgemäßen Schleifprodukte sind aggressiv behandelnde oder konditionierende Arbeitsgeräte, die sich in beliebigen von vielen unterschiedlichen Situationen einsetzen lassen. Sie sind viel offener als die meisten kommerziell erhältlichen Vliesstoff-Schleifprodukte und widerstehen somit der Beladung mit Schleifabfall oder andern Restmaterialien, die bei Gebrauch produziert werden. Sie können somit für viel längere Zeiträume als konventionelle Vliesstoff-Schleifprodukte verwendet werden. Diese Schleifprodukte entfernen beispielsweise dicke, harte, zähe Beschichtungen aus Reflexfolienmaterial von Straßenschildern und entfernen Anlass- oder Wärmebehandlungsoxide von Metalloberflächen. Die erfindungsgemäßen Schleifproduk-



te haben eine optimale Ausgewogenheit von Filamentfestigkeit, Harzfestigkeit und Schleifmineraladhäsion, so dass sie eine Abriebrate haben, die konstant frische Schleifmineralpartikel freilegt, so dass sich das Produkt während seiner gesamten Lebensdauer konsistent verhält. Es hat sich herausgestellt, dass die erfindungsgemäßen Schleifprodukte sich, verglichen mit konventionellen Vliesstoff-Schleifprodukten, in den folgenden Situationen in überlegener Weise verhalten, wie Entfernung von Anstrich von Metall- und Holzoberflächen, Entfernung von Wärmebehandlungs- oder Anlassoxiden von Grobdraht- und Kreissägeblättern, Entfernung von dicken schützenden Schmierfettbeschichtungen und Oxidbeschichtungen von Boiler-Wärmetauschrohren vor dem Schweißen, Entfernen von Rost, Schmutz und Verunreinigung von Stahlcoils während Aufarbeitungsverfahren, Entfernung von Reflexfolienmaterialien von Straßenschildern während Aufarbeitungsverfahren, Entfernung von Schlacke und Oxid von der Oberfläche geschweißter Teile und Entfernung der Schutzpapierbeschichtung und Hartkunststoffbeschichtungen während der Rückgewinnung von Kunststofffolien wie jenen, die aus LEXAN-Polymer gebildet sind. Diese Schleifprodukte erzeugen auch ein dekoratives Finish auf Metallteilen wie Rohren aus rostfreiem Stahl und Blechmaterialien.

**[0046]** Die vorliegende Erfindung wird durch die folgenden, nicht-einschränkenden Beispiele weiter veranschaulicht, worin sich alle Teile auf das Gewicht beziehen, wenn nicht anders angegeben.

#### Testverfahren

##### Verschleißtest

**[0047]** Die Leistung der erfindungsgemäßen Beispiele wurde durch einen Verschleißtest bewertet. Beim Verschleißtest wurde eine scheibenförmige Probe des vorliegenden Schleifprodukts über einen Zeitraum von vier Minuten gegen einen Siebabschnitt aus rostfreiem 304-Stahl rotiert. Der Siebabschnitt bestand aus einem 1,90 mm dicken Blech aus rostfreiem Stahl mit einer hexagonal dichtest gepackten Gruppierung von Löchern mit 7,92 mm Durchmesser, die 1,25 cm (Mitte zu Mitte) voneinander entfernt angeordnet waren. Die bewerteten Schleifscheiben bestanden aus einer Scheibe des Schleifprodukts mit 21,5 cm Durchmesser, die zwischen Halteflanschen mit 7,6 cm Durchmesser komprimiert wurde, um eine zylindrische Schleifoberfläche zu erzeugen. Die komprimierte Scheibe wurde auf einer rotierenden Welle mit einer Rate von 2500 UpM mit einer Kraft von 6,8 kg zwischen sich selbst und dem Siebabschnitt rotiert. Als die Scheibe rotiert wurde, wurde der Siebabschnitt in linearer Richtung entlang der Gruppierung von Löchern oszilliert, wobei die Gruppierung von Löchern in 12 Sekunden-Zyklen 13,9 cm in der Längsrichtung bewegt wurde. Bei jeder Auswertung wurde eine Scheibe getestet. In dem Verschleißtest wurde das Gesamtgewicht des Abschnitts vor und nach dem Test gemessen, um die Menge des Materials zu ermitteln, das von dem Siebabschnitt abgeschnitten oder entfernt wurde (in der Tabelle in Gramm als "Schnitt" angegeben), um eine Angabe der relativen Schneidfähigkeit des Schleifprodukts zu geben. Ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Schleifprodukt hat einen Schnitt von mindestens 5 Gramm in dem oben angegebenen Test. Der Gewichtsverlust der Schleifscheibe wurde auch ermittelt und ist auch in Tabellen 3, 5 und 6 als Scheibenverlust (g) (Gewichtsverlust an Material während des Tests, gemessen in Gramm) angegeben. Der Gewichtsverlust für ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Schleifprodukt beträgt weniger als 40 Gramm.

##### Farbverlauffest

**[0048]** Unbeschichtete Gewebetestprobestücke wurden zu Abmessungen von ungefähr 10 cm × 15 cm (4 Zoll × 6 Zoll) geschnitten und auf einem schwarzen Kissen angeordnet, um den Kontrast zu maximieren. Eine Videoapparatur, die aus einem Videomikroskop (INFINIVAR, erhältlich von Infinity Photo-Optical Company, Boulder, CO, USA), einer CCD-Kamera (Modell 4810, erhältlich von Cohu, Incorporated, Electronics Division, San Diego, CA, USA) und einem Videoanzeigergerät bestand, wurde auf das Probestück gerichtet und so angeordnet, dass das angezeigte Sichtfeld etwa die Größe des Probestücks hatte. Die von der Seite einfallende Beleuchtung wurde so eingestellt, dass der beste Bildkontrast zur Erkennung der Farbverlaufstruktur in den Geweben erhalten wurde. NIH IMAGE Software (erhältlich von the National Institutes of Health, Washington, DC, USA), die mit einer Bildfangschaltung QUICKCAPTURE (Data Translation, Incorporated, Marlboro, MA, USA) zusammenarbeitete, wobei beide auf einem Macintosh "Power Mac 8100/100" Computer liefen, wurde zur Erfassung der Bilder aus einem gewählten Bereich des angezeigten Bildes verwendet. Ein Bild eines Lineals wurde separat, jedoch unter identischen Bedingungen genommen, um die Bilder zu berechnen. Die Bilder wurden an eine MATHCAD (Mathsoft., Inc., Cambridge, MA, USA) Software-Routine exportiert. Die Routine erzeugt aus jedem Bild ein Intensitätsprofil (proportional zu der Faserdichte) entlang der Maschinenrichtung. Aus dem Profil wurde die erste Ableitung der Daten erzeugt, und der Farbverlaufabstand wurde aus dem Graphen der ersten Ableitung als Abstand zwischen benachbarten positiven Peaks berechnet. Es wurden verschiedene Bereiche in den Bildern analysiert, um Mittelwerte und Standardabweichung für den Farbverlaufab-

stand zu ergeben.

#### Belastungs/Durchbiegungs-Test

**[0049]** Aus jedem der getesteten Materialien wurden sowohl in Maschinenrichtung als auch in Querrichtung des Gewebes Proben ( $5,1 \times 17,8 \times 1,27$  cm) ( $2,0 \times 7,0 \times 0,5$  Zoll) geschnitten. Drei bis fünf Proben wurden unter Verwendung einer Dreipunkt-Biegebefestigung an einem SINTECH (MTS Systems Corporation, Eden Prairie, MN, USA) Lastrahmen unter Verwendung von ASTM Standardtestverfahren D790 getestet. Die Proben wurden zwischen zwei Trägern mit 2,54 cm (1,00 Zoll) Radius gehalten, die 15,2 cm (6,0 Zoll) Abstand voneinander hatten, und wurden mit einer Umformgeschwindigkeit von 25,4 cm/Min (10 Zoll/Min) unter Verwendung einer Belastungsnase mit einem Radius von 1,27 cm (0,5 Zoll) 2,54 cm (1 Zoll) gebogen. Diese rasche Umformgeschwindigkeit überschritt diejenige, die in ASTM D790 angegeben ist, näherte sich jedoch den Beanspruchungen besser an, die bei der Verwendung des Materials auftreten. Die Daten wurden unter Verwendung eines computergestützten Datensystems erfasst und analysiert. Es wurden gemessene Belastungs/Durchbiegungs-Werte aufgezeichnet. Die durchschnittliche Belastung jedes Beispiels bei 1,524 cm (0,60 Zoll) Durchbiegung wird in Tabelle 6 wiedergegeben.

#### Herstellung des Schleifprodukts

**[0050]** Beispiele L1 bis L8 und Kontrolle: Herstellung von Vliesstoffgeweben

**[0051]** Ein kontinuierliches Filament-Vliesstoffgewebe wurde ähnlich demjenigen von Beispiel 1 aus US-A-4,227,350 hergestellt. Polycaprolactampolymer (Nylon 6, kommerziell unter dem Handelsnamen UL-TRAMID B3 von BASF Corporation, Polymers Division, Mt. Olive, NJ, USA, erhältlich), wurde mit einem Druck von  $1,93 \times 10^4$  kPa (2800 psi) durch eine 1,52 m (60 Zoll) lange Spinn Düse mit etwa 2890 zentriergebohrte angesenkte Öffnungen extrudiert, die in acht gleichen Reihen 0,2 cm (0,080 Zoll) beabstandet in einer hexagonal dichtest gepackten Gruppierung angeordnet waren, wobei jede Öffnung einen Durchmesser von 0,406 mm (0,016 Zoll) und eine Steglänge von 2,01 mm (0,079 Zoll) hatte. Die Spinn Düse wurde auf etwa 248 °C geheizt und etwa 30,48 cm (12 Zoll) über der Oberfläche eines Quenchbades positioniert, das kontinuierlich mit Leitungswasser mit einer Rate von etwa 2 Litern/Minute (0,5 Gallon/Minute) gefüllt und gespült wurde. Aus der Spinn Düse extrudierte Filamente wurden in das Quenchbad fallen gelassen, wo sie sich zwischen 1,52 m (60 Zoll) langen Walzen mit 10,16 cm (4 Zoll) Durchmesser und glatter Oberfläche wellten und aufrollten. Beide Walzen wurden in dem Bad so positioniert, dass ihre Drehachsen etwa 5,1 cm (2 Zoll) unter der Oberfläche des Bades lagen, und die Walzen wurden mit einer Rate von etwa 2,74 m/Minute (9 Fuß/Minute) Oberflächen-geschwindigkeit in entgegengesetzte Richtungen gedreht. Die Walzen waren beabstandet, um die Oberflächen des resultierenden extrudierten Gewebes leicht zusammenzudrücken, was eine eingeebnete, jedoch nicht verdichtete Oberfläche auf beiden Seiten ergab. Das Polymer wurde mit einer Rate von etwa 318 kg/h (700 Pound/h) extrudiert, was ein 1,50 m breites  $\times$  16,8 mm dickes (59 Zoll breites, 0,66 Zoll dickes) Gewebe mit 8 Reihen aufgerollter, gewellter Filamente ergab. Das resultierende Gewebe wog etwa  $1,356 \text{ kg/m}^2$  (20,99 g/24 Quadratzoll) und hatte ein Leerraumvolumen von etwa 92,6 %. Der Filamentdurchmesser lag durchschnittlich zwischen 0,406 und 0,457 mm (16 bis 18 Millizoll). Das Gewebe wurde aus dem Quenchbad um eine der Walzen herum herausgeführt, und überschüssiges Wasser wurde durch Trocknen mit einem Luftgebläsestrom bei Raumtemperatur (etwa 23 °C) von dem Gewebe entfernt. Gewebegewichte und Filamentdurchmesser wurden durch die Einstellung von Walzengeschwindigkeit, Luftstrom für den freien Fall der Filamente und Extruderausstoß variiert, um die Beispiele herzustellen.

**[0052]** Das so gebildete getrocknete Gewebe wurde später zu einer Schleifzusammensetzung verarbeitet, indem eine Bindemittelharzbeschichtung, Mineralbeschichtung und Leimbeschichtung aufgebracht wurden. Die Bindemittelharzbeschichtung enthielt den in Tabelle 1 gezeigten Bestandteil und wurde mit einem Zweiwalzenbeschichter aufgebracht. Nach der Aufbringung der Bindemittelharzbeschichtung, um etwa  $0,503 \text{ kg/m}^2$  (7,78 g/24 Quadratzoll) trockenen Zusatz zu ergeben, wurden dann SiC-Schleifkörner der Stufe 36 mit einem Tropfbeschichter auf das harzbeschichtete Gewebe aufgebracht. Das Gewebe wurde bewegt, um das Eindringen der Körner in die Zwischenräume des Gewebes zu fördern. Auf das Gewebe wurden  $2,6 \text{ kg/m}^2$  Schleifkörner aufgebracht. Die Zusammensetzung wurde dann in einem Ofen 6 Minuten auf 160 °C erhitzt. Die Beschichtungsbedingungen wurden variiert, um die verschiedenen Trockenfabrikat- und Mineralbeschichtungen herzustellen.

Tabelle 1

Komponente	Teile
Ketoxim-blockiertes Poly(1,4-butylen-glykoldiisocyanat) <sup>1</sup>	45,6
Methyldianilinlösung <sup>2</sup>	15,7
Glycidoxypropyltrimethoxysilan <sup>3</sup>	0,8
Xylol-Lösungsmittel	34,8
pyrogene Kieselsäure <sup>4</sup>	3,1

<sup>1</sup> Polydiisocyanat mit einem Molekulargewicht von etwa 1500, kommerziell unter dem Handelsnamen "ADIPRENE" BL-16 von Crompton & Knowles Corporation, Stamford, CT, USA, erhältlich.

<sup>2</sup> Härtungslösung aus 35 Teilen p,p'-Methyldianilin und 65 Teilen Ethylenglykolmonoethyletheracetat.

<sup>3</sup> Silan-Kopplungsmittel, erhältlich als "Z-6040" von Dow Corning Corporation, Midland, MI, USA.

<sup>4</sup> Viskositätsmodifizierungsmittel, erhältlich als "Cab-O-Sil" von Cabot Corporation, Cab-O-Sil Division, Tuscola, Illinois, USA.

**[0053]** Eine Leimbeschichtung mit der in Tabelle 2 gezeigten Zusammensetzung wurde dann auf die Oberseite der Zusammensetzung gesprüht und in einem Ofen 6 Minuten auf 160 °C erhitzt. Die Zusammensetzung wurde umgedreht und die andere Seite mit einer identischen Menge der Leimbeschichtung besprüht und in einem Ofen 6 Minuten auf 160 °C erhitzt. Der am Ende vorhandene Leimbeschichtungs-Trockenzusatz betrug 0,503 kg/m<sup>2</sup> (7,78 g/24 Quadratzoll). Die resultierenden Zusammensetzungen wurden für den Verschleißtest zu Scheiben verarbeitet.

Tabelle 2

Komponente	Teile
Diisocyanat-funktionales Urethan-Präpolymer <sup>5</sup>	58,8
Methylendianilinlösung <sup>6</sup>	25,3
Glycidoxypropyltrimethoxysilan <sup>7</sup>	0,9
Xylol-Lösungsmittel	12,9
Lithiumstearatpulver-Schmiermittel	2,1

<sup>5</sup> Diisocyanat-funktionales Urethan-Präpolymer, das durch Zugabe von 14,8 % 2-Butanonoxim und 11,1 % 2-Ethoxyethanolacetat blockiert wurde, kommerziell unter dem Handelsnamen "ADIPRENE" BL-31 von Crompton & Knowles Corporation, Stamford, CT, USA, erhältlich.

<sup>6</sup> Härtungslösung aus 35 Teilen p,p'-Methylendianilin und 65 Teilen Ethylenglykolmonoethyletheracetat.

<sup>7</sup> Silan-Kopplungsmittel, erhältlich als "Z-6040" von Dow Corning Corporation, Midland, MI, USA.

#### Testergebnisse

**[0054]** Die in Tabelle 3 gezeigten Daten zeigen, dass Chargen 3, 4, 5 und 6 sowie die Kontrollcharge den ausgeprägtesten Verschleiß (d.h. bei Coilgewichten von 1,20 kg/m<sup>2</sup> und weniger) zeigten. Bei höheren Coilgewichten wurde die Gebrauchsdauer von Schleifartikeln, die dieselben umfassten, dramatisch verbessert. Chargen 3 bis 6 zeigen Referenzbeispiele.

Tabelle 3

Beispiel	Coilgewicht, kg/m2	Filament- durchmesser, mm	Trocken- fabrikat, kg/m2	Mineral kg/m2	Mineralein- dringung	Schnitt (g)	Scheibenverlust (g)
L1	1,18	0,39	0,66	2,48	gut	6,62	8,40
L2	1,22	0,37	0,64	2,48	mäßig	11,21	49,40
*L3	1,15	0,34	0,66	2,42	mäßig	9,05	111,2**
*L4	1,20	0,30	0,74	2,34	schlecht	10,89	121,10
*L5	1,02	0,31	0,56	2,43	mäßig	9,66	99,3**
*L6	1,01	0,34	0,52	2,49	gut	8,10	110**
L7	1,36	0,41	0,84	2,34	gut	5,69	7,10
L8	1,44	0,47	0,86	2,46	mäßig	5,79	9,10
Kontrolle	0,97	0,38	0,47	2,57	gut	8,81	93,9**

\*\* Testprobestücke liefen nur 2,3 bis 3,0 Minuten, bevor die Scheibe bis auf die Halteflansche abgenutzt war.

\* Referenzbeispiel

**[0055]** Beispiele L9 bis L12: Farbverlauffeffekte Die Gewebe der Beispiele L9 bis L11 wurden in identischer Weise zu derjenigen der Beispiele L1 bis L8 hergestellt, mit der Ausnahme, dass der Ausstoß und die Straßengeschwindigkeit variiert wurden, um beispielhafte Farbverlaufmengen in den verschiedenen Geweben zu produzieren, und dass das Quenchbad mit Leitungswasser mit einer Rate von etwa 40 Litern/Minute (etwa 10 Gallon/Minute) gespült wurde. Die Gewebe von Beispiel L12 und der Kontrolle wurden in identischer Weise zu derjenigen von L1 bis L8 hergestellt, mit der Ausnahme, dass der Ausstoß und die Straßengeschwindigkeit variiert wurden, um beispielhafte Farbverlaufmengen in den verschiedenen Geweben zu produzieren. Durch Variieren nur dieser Parameter wurden Farbverlaufsniveaus von Null bis zu Extremwerten hergestellt, wobei letzteres (Beispiel L12) Dichteextremwerte aufwies, die von 0,05268 g/cm<sup>3</sup> bis 0,0611 g/cm<sup>3</sup> variierten, wobei die durchschnittliche Dichte in Beispiel L12 0,0441 g/cm<sup>3</sup> betrug. Die Zugfestigkeit wurde gemäß ASTM D1682, Bedingungen 2C–T gemessen, und die Werte sind in Tabelle 4 wiedergegeben. Die Farbverlaufniveaus wurden gemäß dem Farbverlauftest gemessen. Die Breiten der visuell unterscheidbaren Bereiche mit hoher Dichte wurden gemessen. Die Gewebe der Beispiele L9 und L11, die vorteilhaften Farbverlauf beziehungsweise einen Farbverlauf von Null zeigen, wurden wie in den Beispielen L1 bis L8 zu Schleifscheibenprodukten verarbeitet. Die Beschichtungsgewichte sind in Tabelle 5 gezeigt. Schleifscheiben wurden dann gemäß dem Verschleißtest getestet, und die Ergebnisse sind in Tabelle 5 wiedergegeben. Die Daten zeigen, dass die besseren Schleifscheiben aus Geweben mit einem mittleren Farbverlaufniveau hergestellt sind.

#### Beispiele L13 bis L16 und Vergleichsbeispiel A Belastungs/Durchbiegungs-Werte

**[0056]** Die Gewebe der Beispiele L13 bis L16 und des Vergleichsbeispiels A wurden in identischer Weise wie diejenigen der Beispiele L1 bis L8 hergestellt, mit der Ausnahme, dass die Gewichte der verschiedenen Beschichtungen wie in Tabelle 6 gezeigt variiert wurden, und dass bei den Geweben der Beispiele L13 bis L16 das Quenchbad mit Leitungswasser mit einer Rate von etwa 40 Litern/Minute (etwa 10 Gallon/Minute) gespült wurde. Vergleichsbeispiel A wurde gemäß Beispiel 9 von US-A-4,227,350 hergestellt. Die resultierenden Gewebe wurden gemäß dem Belastungs/Durchbiegungs-Test getestet, und die gemessene Belastungswerte bei 1,52 cm Durchbiegung sind in Tabelle 6 wiedergegeben, die zeigt, dass durchschnittliche Belastungswerte von mehr als 3,20 kg bei 1,52 cm Durchbiegung bei den höheren verschiedenen Beschichtungsgewichten erhalten wurden, die in den Beispielen L13 bis L16 verwendet worden waren. Schleifartikel wie Scheiben, die aus solchen Geweben mit hohen durchschnittlichen gemessenen Belastungs/Durchbiegungs-Werten hergestellt sind, zeigen überraschende Anstiege der Gebrauchszeiten, wenn sie so betrieben werden, dass Lateralkräfte auf die Schleifscheibe einwirken (d.h. die Schleifartikel während des Betriebs aus der Ebene heraus gebogen werden).

Tabelle 4

Charge	durchschnittliches Gewicht, g/24 Quadrat Zoll (kg/m <sup>2</sup> )	Durchschnittliche Dicke, Milli Zoll (mm)	Durchschnittlicher Filament- durchmesser, Milli Zoll (mm)	Durchschnittliche Zugfestigkeit in Maschinen- richtung, lb/2 Zoll Breite (kg/cm)	Durchschnittliche Zugfestigkeit in Querrichtung, lb/2 Zoll Breite (kg/cm)	Farbverlauf- abstand, mm	Breite der dichten Bereiche, mm
L9	22,3 (1,440)	697 (17,7)	17,5 (0,44)	17,6 (1,57)	28,0 (2,50)	12,8	5-9
L10	23,6 (1,524)	685 (17,4)	18,0 (0,46)	19,7 (1,76)	32,5 (2,88)	15,0	7-10
L11	21,1 (1,363)	666 (16,9)	17,0 (0,43)	15,8 (1,41)	16,0 (1,43)	7,5	3-5
L12	17,2 (1,111)	625 (15,9)	-	16,2 (1,45)	22,4 (2,00)	24	10-12



Tabelle 5

Charge	Extrusionsrate, lb/h (kg/h)	Trockenfabrikat- gewicht, Körner/24 Quadrat Zoll (kg/m <sup>2</sup> )	Mineralgewicht, Körner/24 Quadrat- zoll (kg/m <sup>2</sup> )	Trockenleim- gewicht, Körner/24 Quadrat Zoll (kg/m <sup>2</sup> )	Schnitt, Gramm	Scheibenverlust, Gramm
L9	699,1 (318)	113 (0,473)	494 (2,082)	97 (0,406)	8,7	24,0
L11	466,0 (212)	97 (0,406)	617 (2,585)	102 (0,427)	9,7	68,2

Tabelle 6

Beispiel	Coilgewicht (kg/m <sup>2</sup> )	Filament- durchmes- ser (mm)	Trocken- fabrikat (kg/m <sup>2</sup> )	Mineral (kg/m <sup>2</sup> )	Trockenleim (kg/m <sup>2</sup> )	Schnitt (g)	Scheiben- verlust (g)	Belastung bei 1,5 cm (0,60 Zoll), Durch- biegung, lb (kg)
L13	1,36	0,43	0,54	2,85	0,62	8,4	21,0	9,19 (4,17)
L14	1,36	0,43	0,98	2,76	0,62	6,0	5,9	15,73 (7,14)
L15	1,36	0,43	0,51	4,74	0,62	6,6	8,7	16,66 (7,56)
L16	1,36	0,43	0,54	2,60	1,25	5,0	4,3	15,70 (7,13)
Vergleich A	1,06	0,42	0,31	2,71	0,68	10,15	40,4	7,04 (3,20)
Kontrolle	0,97	0,38	0,47	2,57	0,50	8,81	93,9*	3,94 (1,79)

\*\* Testprobestücke liefen nur 2,3 bis 3,0 Minuten, bevor die Scheibe bis auf die Halteflansche abgenutzt war.

**Patentansprüche**

1. Schleifprodukt, umfassend ein offenes, poröses, lockeres Gewebe mit einem Coilgewicht von 1,097 bis 1,808 kg/m<sup>2</sup> (17 bis 28 g/24 Quadratzoll), das aus einer Mehrzahl von dreidimensional gewellten Filamenten mit einem Durchmesser von 0,355 bis 0,508 mm (14 bis 20 Millizoll) besteht, die aus einem organischen thermoplastischen Material geformt sind, wobei benachbarte Filamente ineinander greifen und autogen verbunden sind, wo sie einander berühren, und eine Vielzahl von Schleifkörnern über die Filamente des Gewebes fein verteilt und an die Filamente des Gewebes durch ein Bindemittelmaterial fest haftend gebunden sind.

2. Schleifprodukt nach Anspruch 1, wobei dem das Produkt bei einer Durchbiegung von 1,52 cm eine gemessene Belastung von mehr als 3,20 kg aufweist.

3. Schleifprodukt nach Anspruch 1 und 2, bei dem die Filamente extrudiertes Polyamidmaterial sind.

4. Schleifprodukt nach Anspruch 1 bis 3, wobei das Gewebe buntscheckig ist und einen Farbverlaufsabstand zwischen 10 bis 20 mm aufweist.

5. Schleifprodukt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das Gewebe mit Schleifkörnern in einer Menge zwischen 2,092 und 6,280 kg/m<sup>2</sup> (32,4 und 97,40 g/24 Quadratzoll) beschichtet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

