

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 692 114 A5

51 Int. Cl.⁷: D 04 H 001/70
E 04 B 001/80

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 **PATENTSCHRIFT A5**

21 Gesuchsnummer: 02168/96

22 Anmeldungsdatum: 02.09.1996

24 Patent erteilt: 15.02.2002

45 Patentschrift veröffentlicht: 15.02.2002

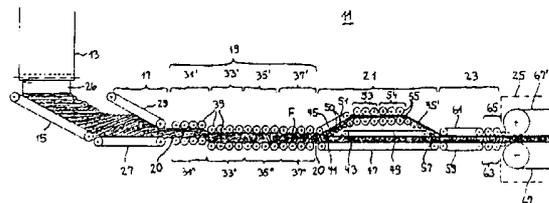
73 Inhaber:
Flumroc AG, Industriestrasse,
8890 Flums (CH)

72 Erfinder:
Peter Wyss, Woelbrueti 3,
7320 Sargans (CH)
Fredy Zimmermann, Staatsstrasse 113,
8887 Mels (CH)

74 Vertreter:
Dr. Conrad A. Riederer, Patentanwalt,
Bahnhofstrasse 10, 7310 Bad Ragaz (CH)

54 **Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung einer Mineralfaserplatte.**

57 Eine Vorrichtung zur Herstellung von ein- oder mehrschichtigen Platten besitzt ein Aufsammeiband (15) zur Aufnahme eines Vlieses (20), eine Vorkomprimierungsstufe (17) zur Komprimierung eines Vlieses (20), eine Komprimierungseinrichtung (19) mit Förderern (31, 33, 35, 37) mit jeweils zwei einander gegenüberliegenden Rollengruppen mit zwei oder mehreren Rollen zur Längs- oder Längs/Dickenkomprimierung des Vlieses, eine Mehrschichtenanlage (21) zur Bildung von Schichten unterschiedlicher Dichte und einen Härteofen (25) zur Fixierung des komprimierten Vlieses. Die Verdichtung erfolgt vorzugsweise durch Längskomprimierung, wobei nach der Komprimierungseinrichtung (19) keine weitere Dickenkomprimierung erfolgt. Die auf der Vorrichtung hergestellten Platten besitzen eine weitgehend zufällige Faserorientierung, wobei die Fasern wellenförmig angeordnet sind, und gute mechanische Eigenschaften wie hohe Tritt-, Druck-, Durchstich- und Zugfestigkeit bei vergleichsweise geringem Raumgewicht.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. 29, ein Verfahren zur Herstellung einer Mineralfaserplatte gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 32 sowie eine Mineralfaserplatte gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 51.

In den letzten Jahren sind verschiedene Verbesserungen bei der Herstellung von Mineralfaserplatten bekannt geworden. Eine wesentliche Verbesserung der Mineralfaserplatten kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Fasern im Herstellungsprozess umorientiert werden, sodass diese vorherrschend senkrecht zu den grossen Flächen der Platte ausgerichtet sind. Dadurch lässt sich die Drucksteifigkeit und die Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene wesentlich erhöhen.

Die Umorientierung von Fasern in einem kontinuierlichen Herstellungsprozess durch Stauchen einer Faserbahn ist beispielsweise durch die DE-A-1 635 620 bekannt geworden. Gemäss dieser Offenbarung kann durch eine Stauchung um bis zu 35% die Drucksteifigkeit, die Abschälfestigkeit und das Erholungsvermögen der fertigen Faserflächenbahnen wesentlich verbessert werden. Die in der DE-A-1 635 620 angeführten Beispiele beschreiben eine vorgängige Dickenkomprimierung und eine anschliessende, relativ geringe Längskomprimierung bei gleicher oder grösser werdender Schichtstärke.

Ein Problem bei der Längskomprimierung eines Vlieses ist die unerwünschte Faltenbildung an der Filzoberfläche. Die WO 91/14 816 erwähnt, dass durch eine einstufige Kompression von mehr als 30% an der Oberfläche des Filzes bereits Falten erscheinen. Um die Faltenbildung zu vermeiden, wird der Einsatz von wenigstens zwei Fördererelementen, deren Einflussbereiche sich gegenseitig überlappen, vorgeschlagen. Die Fördererelemente sind Nockenwellen mit Nockenscheiben. Es wird gelehrt, 4 bis 12 hintereinander angeordnete Fördererelemente einzusetzen und die Geschwindigkeit von einem Fördererelement zum nächsten in Förderrichtung jeweils um 10 bis 20% zu vermindern, sodass eine kontinuierliche Geschwindigkeitsreduzierung resultiert. In einer bevorzugten Variante wird der Filz auf etwa 70% der Nominalstärke komprimiert und dann durch die Fördererelemente geleitet, welche v-förmig angeordnet sind, sodass sich ein in Transportrichtung sich erweiternder Transportweg ergibt.

Gemäss der EP-A-0 133 083 können Produkte mit verbesserten mechanischen Eigenschaften erhalten werden, wenn das Vlies wenigstens zwei Längskomprimierungsvorgängen unterworfen wird. Der Kompressionsgrad jeder Kompressionsstufe wird dabei auf einen Wert begrenzt, der geringer ist, als derjenige bei dem sich die Flächenausbildung der Mineralfaserlage beeinflussende Falten bilden würden. Zur Durchführung des Verfahrens wird die Verwendung von relativ langen Bandförderern vorgeschlagen. Vom Einsatz von Rollenförderern wird abgeraten, da diese gerne verstopfen. Im Unterschied zur DE-A-1 635 620 lehrt die EP-A-0 133 083 einen wesentlich grösseren totalen

Längskompressionsgrad, nämlich von bis zu 15, wobei bei jeder Längskomprimierungsstufe vorzugsweise derselbe Längskomprimierungsgrad eingestellt ist. Die Längskomprimierung des Filzes geht gemäss der EP-A-0 133 083 vorzugsweise einher mit einer gleichzeitigen Dickenkomprimierung. Um die gewünschte Drucksteifigkeit der in der Praxis am häufigsten verwendeten Fertigprodukte (30 bis 150 kg/m³) zu erreichen, muss die komprimierte Faserbahn am Eingang des Trockenofens einer abschliessenden Dickenkomprimierung unterworfen werden. Die nach dem in der EP-A-0 133 083 gelehnten Verfahren hergestellten Produkte besitzen eine weitgehend isotrope Faserorientierung.

Gemäss der US 4 567 078, welche sich auf die Herstellung von Glasfaserplatten bezieht, können Glasfasern nicht befriedigend in einer Stufe komprimiert werden, da sich ansonsten eine gewellte Faserstruktur ergibt. Eine gefaltete Struktur kann gemäss der Lehre der US 4 567 078 jedoch vermieden werden, wenn die Längskomprimierung mittels Bandförderern in zwei oder mehreren Stufen vollzogen wird. Die Bandförderer müssen gemäss dieser Lehre jedoch genügend lang sein, um die Glasfasern fassen zu können.

Die EP-A-365 826 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von Mineralfaserplatten mit einer gefalteten Faserstruktur. Beim genannten Verfahren wird eine Mineralfaserlage mittels Rollen zuerst in ihrer Dicke vorkomprimiert und anschliessend in ihrer Länge in mehreren hintereinander angeordneten Stufen komprimiert, sodass eine allmähliche Ausbauchung der Mineralfaserlage resultiert. Zwischen zwei aufeinander folgenden Längskomprimierungsstufen ist eine freilaufende Zwischenstufe in Form eines Rollenpaares vorgesehen, welche auf die Mineralfaserlage keine Vorschubkraft ausübt.

Die oben beschriebenen Verfahren haben alle den Nachteil, dass durch diese lediglich entweder gefaltete Produkte oder solche mit einer isotropen Faserorientierung hergestellt werden können.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung und ein Verfahren bereitzustellen, um Produkte mit verbesserten Eigenschaften herstellen zu können. Ziel ist es, insbesondere die Effizienz der Herstellungsverfahren von Mineralfaserplatten weiter zu verbessern, d.h. es sollen Produkte mit bestimmten physikalischen Eigenschaften, wie verbesserter Drucksteifigkeit und Zugfestigkeit und besseren Isolationswerten, mit einem geringeren Ressourceneinsatz hergestellt werden können. Die Produkte sollen ein möglichst homogenes Raumgewicht aufweisen. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, um die physikalischen Eigenschaften der hergestellten Produkte in einem möglichst breiten Bereich variieren zu können. Es sollte möglich sein, Produkte mit zufälliger Faserorientierung und nach Möglichkeit auch Produkte mit gefalteter Struktur auf einer einzigen Anlage herzustellen.

Erfindungsgemäss wird dies durch eine Vorrichtung gemäss Kennzeichen von Anspruch 1 oder 29 realisiert. Obwohl in der Literatur Rollen- und Bandförderer zur Komprimierung von Mineralfaservlies als gleichwirkend angesehen werden, wurde überrra-

schenderweise gefunden, dass durch den Einsatz einer Komprimierungseinrichtung mit einer Mehrzahl von hintereinander angeordneten Rollengruppen mit jeweils zwei oder mehr Rollen Produkte mit signifikant besseren Eigenschaften hergestellt werden können. Im Unterschied zu bekannten längs-/höhenkomprimierten Produkten zeichnen sich die neuen Produkte durch ein besonders homogenes Raumgewicht aus. Die Fasern sind gleichmässig verfilzt und eine bevorzugte Faserorientierung ist nicht auszumachen (Fig. 11.) In vergrössertem Massstab zeigt sich, dass die zufällig orientierten Fasern teilweise wellenförmig angeordnet sind. Diese Art der Faserstruktur wird von den Erfindern als «Wellfaserstruktur» bezeichnet.

Im Gegensatz zur Vorrichtung der EP-A-0 365 826 kommen keine freilaufenden Zwischenstufen zum Einsatz und eine allmähliche Ausbauchung der Vliesbahn ist auch nicht erwünscht. Eine kontinuierliche Geschwindigkeitsabstufung, wie dies die WO 91/14 816 lehrt, ist ebenfalls keineswegs notwendig. Vielmehr können die Rollen zu Rollengruppen mit zwei oder mehr Rollen zusammengefasst sein, deren Rollen mit derselben Geschwindigkeit angetrieben sind. Im Unterschied zur WO 91/14 816 sind die einander gegenüberliegenden Rollengruppen vorzugsweise parallel oder in bestimmten Fällen relativ geneigt zueinander angeordnet, sodass sich eine in Transportrichtung sich verjüngende Vliesbahn ergibt.

Es hat sich gezeigt, dass aufgrund der geringen Adhäsion ein gewisser Schlupf zwischen den Rollen und dem Vlies besteht, welcher das Vlies beim Komprimieren über die Rollen rutschen lässt. Dabei wird das Vlies über eine bestimmte Strecke durchgewalkt, d.h. mehrfach expandiert und zusammengepresst. Es wird angenommen, dass dieser Effekt ein Grund für die markante Verbesserung der erzielten Produkteigenschaften ist. Die erfindungsgemässe Vorrichtung sorgt für eine intensive Verdichtung der Faserfilzes im Innern und an der Oberfläche.

Wesentlich an der vorliegenden Erfindung erscheint, dass das Vlies oder der Faserfilz mittels einer Vielzahl von Rollen oder Walzen einer Optimierung, insbesondere einer Längs- oder Längs-/Dickenkomprimierung, unterworfen wird. In der erfindungsgemässen Vorrichtung kann die Komprimierung des Faserfilzes allmählich und über eine längere Strecke erfolgen als z.B. in Bandförderern. Dabei scheint eine Komprimierung des Faserfilzes über eine angemessene Strecke von Bedeutung zu sein. In der beim Komprimierungsvorgang sich bildenden Kompressionszone wird der Faserfilz permanent durchgewalkt, was sich positiv auf die Mikrorohndichte auswirkt.

Überraschenderweise haben die mit der erfindungsgemässen Vorrichtung hergestellten Produkte denn auch eine sehr homogene Mikrorohndichte (Dichteverteilung in einer kleinen Volumeneinheit) und sehr gute mechanische Eigenschaften, wie Druck-, Durchstich- und Zugfestigkeit bei einem im Vergleich mit herkömmlichen Produkten um 15 bis 25% geringerem Gewicht, wodurch bedeutende Ressourceneinsparungen möglich sind.

Vorteilhaft ist der Rollendurchmesser und der gegenseitige Abstand der Rollen in Förderrichtung dergestalt, dass ein Ausbrechen oder ein Falten des Vlieses weitgehend verunmöglicht ist. Durch die Komprimierung mittels einer kompakten Rollenanordnung mit Rollen eines relativ kleinen Durchmessers können Produkte mit einer Wellfaserstruktur erhalten werden. Die zur Erzeugung der Wellfaserstruktur nötigen Abmessungen und Abstände der Rollen hängen unter anderem auch von der Faserart und der Faserlänge ab. Zweckmässigerweise beträgt der Rollendurchmesser zwischen ungefähr 60 und 160 mm, vorzugsweise zwischen 80 und 120 mm. Der Abstand zwischen benachbarten Walzen ist zweckmässigerweise so gewählt, dass ein Entweichen des Faserfilzes nicht möglich ist. Vorzugsweise ist der Abstand zwischen zwei benachbarten Rollen daher zwischen 1 und ungefähr 50 mm, zweckmässigerweise zwischen 2 und 30 mm, und ganz besonders bevorzugt kleiner als 20 mm. Der zulässige Rollenabstand hängt im Wesentlichen von der Vliesdichte, vom Ausmass der Längskomprimierung in der Komprimierungseinrichtung und der Dicke der herzustellenden Platte ab. Zweckmässigerweise beträgt der Rollendurchmesser 90 mm und der Mittenabstand zweier benachbarter Rollen 95 mm. Mit einem kleinen Rollenabstand können Produkte unterschiedlicher Dicke und hoher Dichte hergestellt werden.

Obwohl beispielsweise drei bis zehn Rollenfördererpaare vorgesehen sein können, die jeweils zwei bis zehn Rollen aufweisen, sind in einer bevorzugten Ausführungsform drei bis sechs Fördererpaare mit jeweils drei bis acht Rollen, vorzugsweise vier Fördererpaare mit Rollengruppen von je vier Rollen, vorgesehen. Obwohl der Einsatz von vier Fördererpaaren mit Rollengruppen von je vier Rollen eine ein- oder mehrfache Geschwindigkeitsabstufung erlaubt, können die verbesserten Produkteigenschaften in vielen Fällen bereits mit einer einstufigen Längskomprimierung erzielt werden. Durch den Einsatz von vier Fördererpaaren wird ausserdem auch eine ausreichend lange Komprimierungsstrecke zur Verfügung gestellt.

Vorteilhaft sind die Fördererpaare unabhängig voneinander höhenverstellbar. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist die Lage der einander gegenüberliegenden Rollengruppen wenigstens eines Fördererpaares relativ zur Lage der Rollengruppen des oder der nachfolgenden Fördererpaare individuell einstellbar. Dadurch können im Unterschied zu den bekannten Vorrichtungen neben Produkten mit zufälliger Faserorientierung auch solche mit gefalteter Faserstruktur hergestellt werden. Zweckmässigerweise ist zur Herstellung von im Wesentlichen gefalteten Produkten der Abstand der einander gegenüberliegenden Rollengruppen eines Fördererpaares auf ungefähr den 0,5- bis 0,1fachen Abstand der Rollengruppen des nachfolgenden Fördererpaares einstellbar und der durch die beiden Fördererpaare definierte Förderweg ist im Wesentlichen ungefähr fluchtend angeordnet.

Obwohl in der Regel die Rollengruppen eines Fördererpaares mit derselben Umfangsgeschwindigkeit angetrieben sind, kann es von Vorteil sein, die

Umfangsgeschwindigkeit der Rollen jeder einzelnen Gruppe unabhängig von der Geschwindigkeit der Rollen in jeder anderen Gruppe zu kontrollieren und einen separaten, regelbaren Antrieb vorzusehen.

Vorteilhaft besitzt die Komprimierungseinrichtung eine Tragkonstruktion, an welcher die Fördererpaare angeordnet sind. Durch die Tragkonstruktion erhält die Komprimierungseinrichtung eine kompakte Bauweise. Die Komprimierungseinrichtung lässt sich auch bei bestehenden Anlagen nachträglich einbauen. Vorteilhaft sind die Rollengruppen wenigstens eines Fördererpaars jeweils unabhängig voneinander senkrecht zur Förderrichtung an der Tragkonstruktion verschiebbar angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass unter anderem auch die Herstellung von gefalteten Produkten möglich ist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass wenigstens zwei Rollengruppen jeweils an einem separaten Rahmen angeordnet sind, welcher senkrecht zur Förderrichtung am Tragkonstruktion verstellbar ist. Dadurch vereinfacht sich der Aufbau und die Steuerung der Komprimierungseinrichtung. Zweckmässigerweise ist der Rahmen an der Tragkonstruktion schwenkbar angeordnet. Dadurch wird eine gleichzeitige Dicken- und Längskomprimierung ermöglicht. Die einzelnen Verstellmöglichkeiten sind vorteilhaft mittels Spindeln realisiert. Es können jedoch auch Zahnstangen und Ritzel, Schneckenradgetriebe oder dergleichen eingesetzt werden. Zur Realisierung eines Parallelantriebs können zwei oder mehrere Spindeln mit Wellen verbunden sein, wodurch sich die Anzahl der notwendigen Antriebe verringert.

Vorteilhaft sind die Umlaufgeschwindigkeiten wenigstens der Fördererpaare und die Abstände der einander gegenüberliegenden Förderer individuell einstellbar. Zweckmässigerweise stehen die Antriebsmittel der Förderer und die Mittel zur Einstellung des Abstandes zwischen den Förderern mit einer Mikroprozessorsteuerung in Verbindung. Besonders vorteilhaft besitzt die Mikroprozessorsteuerung wenigstens zwei Ables-/Eingabeeinheiten, deren eine im Bereich der Komprimierungseinrichtung und deren andere beispielsweise in einem Kontrollraum angeordnet ist. Dadurch kann eine Optimierung eines Verfahrens direkt vor Ort vorgenommen oder in den Verfahrensablauf eingegriffen werden. Die Mikroprozessorsteuerung kann Speichermittel besitzen, um die Verfahrensparameter wie die Geschwindigkeiten und den Abstand der Förderer, abzuspeichern, sodass kundenspezifische Produkte jederzeit reproduziert werden können.

Vorteilhaft sind vor der Komprimierungseinrichtung Mittel vorgesehen, beispielsweise eine Isotopenanlage, um die Fasermenge pro Flächeneinheit zu bestimmen. Diese Mittel zum Bestimmen der Fasermenge können mit der Fasererzeugungsanlage oder mit der Mikroprozessorsteuerung in Verbindung stehen, sodass die Fasermenge pro Flächeneinheit kontrolliert und verstetigt werden kann.

Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist zwischen der Komprimierungseinrichtung und der Bindestation eine Trenneinrichtung zum Trennen des Vlieses in zwei oder mehrere Teilbahnen vorgesehen, wenigstens eine Komprimierungsstufe zur Dicken- und/oder Längskomprimierung wenigstens einer Teilbahn, und Förderer, um ein Ausbrechen des komprimierten Vlieses zwischen der Komprimierungseinrichtung und der Bindestation zu verhindern. Mit dieser Vorrichtung können mehrschichtige Produkte hergestellt werden. Die Komprimierungsstufe zum Komprimieren der wenigstens einer Teilbahn besitzt vorteilhaft wenigstens zwei unabhängig voneinander angetriebene Fördererpaare. Dadurch kann neben der Dickenkomprimierung auch eine Längskomprimierung vorgenommen werden.

Zweckmässigerweise ist wenigstens die Trenneinrichtung und der nachfolgende Förderer im Bereich der Mehrschichtenanlage höhenverstellbar. Dies hat den Vorteil, dass die Vorrichtung sowohl für die Herstellung von einschichtigen als auch mehrschichtigen Produkten eingesetzt werden kann. Obwohl die Haftung der Teilbahnen durch Härten des den Fasern anhaftenden Bindemittels normalerweise ausreichend ist, können Mittel vorgesehen sein, um die Berührungsflächen der Teilbahnen vor dem Zusammenführen mit Bindemittel zu versehen. Grundsätzlich können die zusammengeführten und durch geeignete Mittel zusammengehaltenen Bahnen noch einmal dickenkomprimiert werden. Vorteilhaft werden die Bahnen vor dem Binden jedoch längskomprimiert. Die Längskomprimierung kann dabei in einem Verhältnis von 1,1:1 bis maximal 2:1 erfolgen. Durch eine abschliessende Längskomprimierung können die Berührungsflächen vergrössert werden, sodass der Verbund der Teilbahnen verbessert wird.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Verfahren gemäss Kennzeichen von Anspruch 32. Eine vorteilhafte Verfahrensvariante sieht vor, dass zur Herstellung von im Wesentlichen gefalteten Produkten der Abstand der gegenüberliegenden Rollen eines Fördererpaars auf ungefähr den 0,5- bis 0,1fachen Abstand der Rollengruppen des nachfolgenden Fördererpaars eingestellt wird, wobei der durch die beiden Fördererpaare definierte Förderweg im Wesentlichen fluchtend angeordnet ist und die Umfangsgeschwindigkeit des nachfolgenden Förderers kleiner ist als die Umfangsgeschwindigkeit des vorhergehenden. Weiter kann wenigstens einer der Rollenförderer relativ zur Förderrichtung geneigt werden, um beispielsweise eine in Förderrichtung sich verjüngende Vliesbahn zu erzeugen. Dies kann von Bedeutung sein bei der Herstellung von Produkten mit einer Dichte kleiner als ungefähr 100 kg/m³.

Vorteilhaft wird das Vlies bereits vor dem Eintritt in die Komprimierungseinrichtung auf ungefähr die 0,8- bis 1,5fache, vorzugsweise 0,9- bis 1,3fache, Nominalstärke und ganz besonders bevorzugt auf die ungefähre Nominalstärke des Fertigprodukts vorkomprimiert, sodass durch die Rollenförderer im Wesentlichen nur noch eine Längskomprimierung erfolgt. Die eingestellte Dickenkomprimierung bezieht sich dabei auf den Abstand der gegenüberliegenden Rollengruppen. Vor dem Härteofen erfolgt vorzugsweise keine weitere Dickenkomprimierung mehr, sodass die einmal eingestellte Faserstruktur erhalten bleibt. Zweckmässigerweise besitzt das

Vlies vor dem Eintritt in den Härteofen respektive bereits in der Komprimierungseinrichtung eine Nennstärke, welche der 0,9- bis 1,3fachen, vorzugsweise der ungefähren Stärke des Fertigproduktes entspricht. Die auf diese Weise hergestellten Produkte besitzen eine sehr gute Zug- und Druckfestigkeit bei einem vergleichsweise geringen Gewicht.

Obwohl die Geschwindigkeit in Förderrichtung mehrfach abgestuft sein kann, können die meisten Produkte mit zufälliger Faserorientierung durch einstufige Geschwindigkeitsabstufung hergestellt werden. Das Mineralfaservlies wird vorteilhaft um einen Faktor 2 bis 6, vorzugsweise um einen Faktor 2,5 bis 5, und ganz besonders bevorzugt um einen Faktor von ca. 2,5 bis 3,5 in der Länge komprimiert. Lediglich bei Produkten mit einer Dichte von weniger als ungefähr 90 bis 100 kg/m³ kann eine mehrstufige Geschwindigkeitsabstufung vorteilhafter sein als eine einstufige. Der Dickenkomprimierungsgrad in der Komprimierungseinrichtung ist vorzugsweise kleiner als 2 und vorzugsweise kleiner als 1,5. Vor dem Eintritt in die Bindestation, beispielsweise ein Härteofen, besitzt das Vlies vorzugsweise eine Nennstärke von ca. 0,9 bis 1,3 des Fertigproduktes.

Bei der Herstellung von Produkten mit einer gefalteten Faserstruktur wird der Abstand der einander gegenüberliegenden Rollengruppen eines Fördererpaars vorzugsweise auf ungefähr den 0,5- bis 0,1fachen Abstand der nachfolgenden Rollengruppen eingestellt, wobei der durch die beiden Fördererpaare definierte Förderweg im Wesentlichen fluchtend angeordnet ist und die Umfangsgeschwindigkeit der nachfolgenden Rollengruppen kleiner ist als die Umfangsgeschwindigkeit der vorhergehenden Rollengruppen.

In einer besonders vorteilhaften Variante wird das Vlies nach der Längskomprimierung in Förderrichtung gestreckt. Durch die Entspannung des komprimierten Vlieses kann beispielsweise ein ungewolltes Falten der Vliesbahn, beispielsweise beim Übergang in die Bindestation, verhindert werden. Unter Umständen kann nach einer Dekomprimierung auf sonst nötige Niederhaltebänder teilweise oder ganz verzichtet werden. In vielen Fällen reicht eine Dekomprimierung bis zu ungefähr 20% bis 40% aus. Eine Dekomprimierung kann bei relativ dünnen Produkten mit hoher Dichte, beispielsweise von mehr als 140 kg/m³, von Bedeutung sein.

Eine andere Verfahrensvariante sieht vor, die Kompressionszone in gewissen Zeitabständen zu verschieben, d.h. die Längskomprimierung mittels wechselnden Fördererpaaren durchzuführen. Durch den vorhandenen Schlupf zwischen den Rollen und dem Vlies kann auf diese Weise ein gewisser Selbstreinigungseffekt erzielt und es können die Rollen von möglicherweise anhaftendem Bindemittel gereinigt werden.

Das Vlies kann aus Glaswolle-, Steinwollefasern oder anderen Kunstfasern bestehen. Vorzugsweise besteht das Vlies im Wesentlichen jedoch aus Steinwollefasern und enthält nichtgehärtetes Bindemittel. Der gewichtsmässige Bindemittelgehalt kann zwischen ungefähr 0,7 und 4 Prozent sein. Das

Bindemittel ist vorzugsweise in einem Härteofen härter. Das Binden des Vlieses kann jedoch auch durch Nadeln oder Verfilzen erfolgen.

Zweckmässigerweise werden Mineralfasern einer durchschnittlichen Länge zwischen ungefähr 0,3 und 50 mm, vorzugsweise zwischen ungefähr 0,5 und 15 mm, und einer Dicke zwischen ungefähr 1 bis 12 µm, vorzugsweise zwischen ungefähr 3 und 8 µm, eingesetzt. Es können jedoch auch Mineralfasern einer durchschnittlichen Länge zwischen ungefähr 1 und 10 mm, vorzugsweise zwischen ungefähr 2 und 6 mm, und einer durchschnittlichen Dicke zwischen ungefähr 2 bis 10 µm, vorzugsweise zwischen ungefähr 3 bis 6 oder 7 µm, eingesetzt werden. Die durchschnittliche Länge von Steinwollefasern, die üblicherweise kürzer als Glasfasern sind, beträgt in der Regel 2 bis 4 mm, und der durchschnittliche Durchmesser beträgt 3 bis 4 µm.

Vorteilhaft wird beim Ablegen des Vlieses auf dem Förderer die vorherrschende Orientierung der Fasern geändert, resp. teilweise ausgeglichen. Dies kann beispielsweise mittels eines in einem Winkel zur Transportrichtung schwenkbaren Spinnkörpers oder durch einen Luftschleier geschehen. Dadurch kann die Dichteverteilung des Vlieses verbessert und die Faserorientierung verändert werden, was sich günstig auf die mechanischen Eigenschaften der hergestellten Produkte auswirkt. Zweckmässigerweise wird das Primärvlies mittels eines in einem Winkel zur Transportrichtung schwenkbaren Pendelbandes in Lagen auf dem Aufsammelband abgelegt. Auf diese Weise werden die Fasern teilweise umorientiert und die Homogenität (Querverteilung) des auf dem Aufsammelband abgelegten Vlieses kann verbessert werden.

Zweckmässigerweise werden zwei bis ungefähr 60 Lagen, vorzugsweise zwischen 2 und 40 bis 50 Lagen, übereinander abgelegt. Dabei kommt es zu einer gewissen Umorientierung der Fasern.

Das Vlies kann beispielsweise transversal zur Transportrichtung umgelenkt werden, wobei gleichzeitig eine Komprimierung, insbesondere Längskomprimierung, stattfinden kann.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind auch nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Mineralfaserplatten, insbesondere solche mit einer Wellfaserstruktur.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 ein durch Dickenkomprimierung hergestelltes Mineralwolle-Produkt mit einer zur Oberfläche im Wesentlichen parallelen Faserorientierung;

Fig. 2 ein gefaltetes Produkt mit mehrheitlich senkrecht zu den Oberflächen angeordneten Fasern;

Fig. 3 ein zweischichtiges Produkt, dessen obere Schicht ein erhöhtes Raumgewicht besitzt;

Fig. 4 ein Produkt mit weitgehend homogenem Raumgewicht und zufällig orientierten Fasern;

Fig. 5 ein Produkt, bei welchem eine Schicht mit zufällig orientierten Fasern mit einer Schicht mit erhöhtem Raumgewicht kombiniert ist;

Fig. 6 ein Prinzipschema einer Vorrichtung zur

kontinuierlichen Herstellung einer mehrschichtigen Mineralfaserplatte mit unterschiedlicher Dichte

a) in einem kontinuierlichen Prozess resp. in einer kontinuierlichen Kompressionszone und

b) in einem einstufigen Prozess;

Fig. 7 eine Vorderansicht einer Komprimierungseinrichtung im Detail;

Fig. 8 eine Seitenansicht der Komprimierungseinrichtung von Fig. 7;

Fig. 9 eine Draufsicht auf die Komprimierungseinrichtung von Fig. 7;

Fig. 10 die Bruchstelle einer

a) Platte mit im Wesentlichen paralleler Faserorientierung und

b) und c) nach dem neuen Verfahren hergestellte Steinwolleplatten, welche senkrecht zur Plattenebene auseinandergerissen wurden;

Fig. 11 perspektivisch einen Schnitt durch eine zweischichtige Platte, wobei die Faserstruktur vergrössert dargestellt ist; und

Fig. 12 schematisch verschiedene mögliche Anordnungen von vier in Förderrichtung hintereinander angeordneten Förderpaaren.

Die Fig. 1 bis 5 geben einen Überblick über die in Dämmplatten häufig anzutreffenden Faserorientierungen. Platten mit parallel zur Oberfläche angeordneten Fasern (Fig. 1) haben vergleichsweise schlechte mechanische Eigenschaften. Um die Nachteile zu kompensieren, werden die Fasern häufig mit Bindemittel angereichert und das Raumgewicht erhöht.

Produkte mit senkrecht zur Oberfläche angeordneten Fasern können erhalten werden, wenn eine Platte gemäss Fig. 1 in Streifen geschnitten, die Streifen um 90 Grad gedreht und dann gebündelt werden. Diese Herstellungsart ist aufwändig und entsprechend unwirtschaftlich. Gemäss einer anderen Herstellungsart wird das Vlies gefaltet (pleating process, Fig. 2). Diese Produkte besitzen eine wesentlich bessere Druck- und Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene als Platten gemäss Fig. 1. Platten mit gefalteten Fasern lassen sich biegen und können daher zur Isolation von Rohren oder zur Auskleidung von Rundungen eingesetzt werden. Nachteilig hingegen ist, dass diese Produkte entlang der Falten gerne brechen und die Durchstichfestigkeit ungenügend ist. Ein weiterer Nachteil der bekannten Produkte dieser Art ist, dass innerhalb der Platte relativ grosse Unterschiede im Raumgewicht vorhanden sein können.

Fig. 3 zeigt ein zweischichtiges Produkt, dessen obere Schicht ein erhöhtes Raumgewicht aufweist. Diese Produkte sind für Anwendungen geeignet, für die eine erhöhte Trittfestigkeit oder ein verstärkter Oberflächenschutz gefordert wird. Dank dem erhöhten Raumgewicht der oberen Schicht kann das durchschnittliche Raumgewicht reduziert werden.

Fig. 4 zeigt ein Produkt mit weitgehend isotroper Faserorientierung, bei der die Fasern zufällig orientiert sind. Diese Produkte besitzen ausgezeichnete mechanische Eigenschaften wie eine hohe Druck-, Tritt- und Durchstichfestigkeit sowie eine hohe Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene auf. Sie brechen nicht und ihre Wärmeleitfähigkeit entspricht

weitgehend derjenigen von Produkten gemäss Fig. 1. Insgesamt sind diese Produkte leichter als vergleichbare mit im Wesentlichen parallel angeordneten Fasern bei vergleichbaren oder verbesserten mechanischen Eigenschaften.

Fig. 5 zeigt ein Produkt, bei welchem die Vorteile von einem erhöhten Raumgewicht der oberen Schicht und der Faserstruktur gemäss Fig. 4 kombiniert sind. Ziel der Erfindung ist es, insbesondere die Eigenschaften von Produkten gemäss Fig. 4 und 5 weiter zu verbessern.

Die in Fig. 6 gezeigte Vorrichtung 11 zur Herstellung von Mineralfaserplatten besitzt im Wesentlichen in Förderrichtung F hintereinander angeordnet ein Pendelband 13 und ein Aufsammelband 15 zur Ablage respektive Aufnahme der von einer nicht näher gezeigten Fasererzeugungsanlage erzeugten Fasern, sowie eine Vorkomprimierungsstufe 17 und eine Optimierungs- oder Komprimierungseinrichtung 19 zur Bildung eines Filzes oder Vlieses 20 mit optimierter Faserorientierung und Homogenität. An die Komprimierungseinrichtung 19 zur Optimierung der Kompression schliesst sich eine optionale Mehrschichtenanlage 21 an, welche für die Herstellung von mehrschichtigen Mineralfaserplatten einsetzbar ist. Nach der Mehrschichtenanlage 21 sind Transportmittel 23 vorgesehen, welche das komprimierte Vlies an den gegenüberliegenden grossen Flächen eingespannt halten und einer Bindestation, z.B. einem Härteofen 25, zuführen.

Die bereits erwähnte Fasererzeugungsanlage dient der kontinuierlichen Herstellung von Fasern nach einem der bekannten Verfahren, wie z.B. dem Kaskadenspinnverfahren. Die erzeugten Fasern, auch Primärvlies genannt, werden mit einem Bindemittel besprüht (nicht gezeigt) und gelangen über einen ebenfalls nicht gezeigten Förderer in das Pendelband 13. Das Pendelband 13 befindet sich oberhalb des Aufsammelbandes 15 und pendelt quer zur Transportrichtung des Aufsammelbandes 15. Eine andere Ausrichtung der Pendelbewegung, z.B. in Transportrichtung, ist jedoch ebenfalls denkbar. Durch die Pendelbewegung wird das Primärvlies 26 auf dem vorwärts bewegten Aufsammelband 15 – je nach Geschwindigkeit desselben und Frequenz der Pendelbewegung – in Lagen, wie dies aus der Fig. 6 ersichtlich ist, abgelegt. Es sind jedoch auch andere Mittel, z.B. Gasdüsen, zur Erzeugung einer möglichst zufälligen Faserorientierung auf dem Aufsammelband einsetzbar. Durch die Vorschubbewegung des Aufsammelbandes 15 ist die Orientierung der Fasern überwiegend in einem Winkel zur Transportrichtung. Von oben gesehen verlaufen die Fasern zweier übereinander angeordneten Vlieslagen im Wesentlichen übers Kreuz.

Die Vorkomprimierungsstufe 17 besteht aus einem unteren Transportband 27 und einem Pressband 29. Das Pressband 29 ist höhenverstellbar, sodass das Vlies 26 unterschiedlich stark vorkomprimiert werden kann. Die Vorkomprimierungsstufe 17 sorgt für eine Vorkomprimierung und gewisse Homogenisierung des relativ lockeren Vlieses 20, bevor dieses in die Komprimierungseinrichtung 19 eingebracht wird. Beide Bänder 27, 29 besitzen vorzugsweise einen eigenen unabhängigen Antrieb,

sodass diese mit unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten angetrieben werden können.

Die Komprimierungseinrichtung 19 besteht gemäss dem gezeigten Ausführungsbeispiel aus mehreren Förderern respektive Fördererpaaren 31, 33, 35, 37. Jedes Fördererpaar 31, 33, 35, 37 besitzt eine untere und eine obere Rollengruppe 31'', 33'', 35'', 37'' resp. 31', 33', 35', 37' mit je vier Rollen 39. Der lichte Abstand zwischen den einzelnen Rollengruppen 31', 31''; 33', 33''; 35', 35''; 37', 37'' ist einstellbar. Ausserdem sind die Rollengruppen vorzugsweise in Transportrichtung relativ zueinander neigbar. Die letztere Eigenschaft ermöglicht es, das Vlies 20 beim Passieren eines Fördererpaars 31, 33, 35, 37 kontinuierlich in der Dicke zu komprimieren oder zu dekomprimieren.

Durch die Möglichkeit, den Abstand der einander gegenüberliegenden Rollengruppen einzustellen und deren Geschwindigkeiten zu variieren, lässt sich eine Vielzahl unterschiedlicher Rezepturen für die Vliesoptimierung realisieren. Dadurch können die Produkteigenschaften recht unterschiedlich sein. Auch kann dank dieser Einstellmöglichkeiten die Faserstruktur gezielt optimiert und beispielsweise eine nicht erwünschte Faltenbildung an der Vliesoberfläche verhindert werden.

Wenigstens die untere und obere Rollengruppe 31'' resp. 31' des ersten Fördererpaars 31 sind unabhängig voneinander in der Höhe verstellbar. Dadurch kann das Vlies einer Knickung unterworfen werden, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist, um beispielsweise die Vliesoberfläche zu glätten und zu verdichten. Eine besonders interessante Verfahrensvariante kann realisiert werden, wenn z.B. der Abstand der Rollengruppen 31', 31'' des ersten Förderers 31 auf ungefähr den 0,6- bis 0,1fachen Abstand der nachfolgenden Rollengruppen 33', 33'' eingestellt ist und der durch die Fördererpaare 31, 33 definierte Förderweg fluchtend angeordnet ist (Fig. 12: Mittellinie 69). Ist die Geschwindigkeit des nachfolgenden Fördererpaars 33 kleiner als die des Fördererpaars 31, so können Produkte mit gefalteter Faserstruktur hergestellt werden, wobei die Faltung zwischen den Förderern 31 und 33 erfolgt.

Die oberen und unteren Rollengruppen 31', 31''; 33', 33''; 35', 35''; 37', 37'' der Fördererpaare 31, 33, 35, 37 besitzen jeweils einen separaten in der Fig. 6 nicht näher dargestellten Antrieb. Die eingesetzten Antriebe sind vorzugsweise in einem bestimmten Bereich stufenlos regelbar, sodass z.B. die oberen und unteren Rollengruppen unterschiedliche Umfangsgeschwindigkeiten aufweisen können. Eine leicht höhere Umfangsgeschwindigkeit der oberen Rollengruppe ist beispielsweise nötig, wenn diese nicht horizontal sondern in einem Winkel zur unteren Rollengruppe angeordnet ist.

Die Fig. 7 bis 9 zeigen ein Ausführungsbeispiel einer Komprimierungseinrichtung 19, bei welcher die Förderer mit den Rollen 39 aufweisenden Rollengruppen 31', 31''; 33', 33''; 35', 35''; 37', 37'' an einer Tragkonstruktion 71 angeordnet sind. An einem Ende der Rollen 39 sind jeweils Kettenräder 115 (Fig. 9) vorgesehen. Je vier bzw. fünf Rollen 39 stehen über Antriebsketten (nicht eingezeichnet) miteinander in Verbindung und bilden eine Rollengruppe. Für jede Rollengruppe ist ein Antrieb 117', 117'', 117''', 117''''; 118', 118'', 118''', 118'''' vorgesehen.

Die obere und die untere Rollengruppe 31', 31'' des in Förderrichtung (Fig. 8, Pfeil F) gesehen ersten Fördererpaars 31 sind vertikal verstellbar. Der Höhenverstellung der oberen Rollengruppe 31' dient ein Antriebsorgan 81, welches über die Kardanwellen 77, 77' die Spindeln 73, 73' antreibt.

Der Höhenverstellung der unteren Rollengruppe 31'' dient ein Antriebsorgan 83, welches über die Kardanwellen 79, 79' die Spindeln 75, 75' antreibt.

Im Unterschied zu den ersten Rollengruppen 31', 31'' ist die Lage der verbleibenden Rollengruppen nicht (unten) oder nur gemeinsam verstellbar (oben). Wie insbesondere aus den Fig. 7 und 8 hervorgeht, sind die in Förderrichtung gesehen hinteren drei unteren Rollengruppen 33'', 35'', 37'' an einem stationären Rahmen 85, die oberen drei Rollengruppen 33', 35', 37' an einem höhenverstellbaren Rahmen 87 angeordnet. Der höhenverstellbare Rahmen 87 ist am oberen Teil der Tragkonstruktion 71 vertikal verstellbar. Linearführungen 93 an den Säulen 95, 95' sorgen für eine vertikale Führung des Rahmens 87. Der Höhenverstellung des Rahmens 87 dient ein Antriebsorgan 103, welches über die Kardanwellen 99, 99', 101, 101' die an der Tragkonstruktion 71 paarweise angeordneten Spindeln 89, 89', 91, 91' antreibt.

Die oberen Rollengruppen 33', 35', 37', von denen die letzte übrigens 5 Rollen 39 besitzt, sind an Tragschienen 105 angeordnet, welche mittels der Schwenkachse 107 mit dem Rahmen 87 gelenkig verbunden sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das in Förderrichtung gesehen vordere Ende der Tragschienen 105 durch ein weiteres Paar Spindeln 109, 109' mit dem höhenverstellbaren Rahmen 87 verbunden. Durch Verstellen der Spindeln 109, 109' können die Tragschienen 105 nach oben oder nach unten aus der Horizontalen herausgeschwenkt werden, sodass beispielsweise eine in Förderrichtung F sich verjüngende Bahn gebildet werden kann. Die Spindeln 109, 109' stehen ebenfalls über Kardanwellen 111, 111' miteinander in Verbindung, sodass auch hier ein Antrieb 113 genügt, um diese zu verstellen.

In Fig. 12 sind verschiedene Möglichkeiten dargestellt, wie vier Fördererpaare grundsätzlich angeordnet sein können. Mit der Komprimierungseinrichtung gemäss den Fig. 7 bis 9 können die Einstellungen gemäss den Fig. 12b und 12c jedoch nicht vorgenommen werden. Eine Anordnung der Rollengruppen 31', 31'', 33', 33'', 35', 35'', 37', 37'' gemäss Fig. 12d) empfiehlt sich beispielsweise, wenn leichte Produkte hergestellt werden sollen. Mit einer Anordnung der Rollengruppen 31', 31'', 33', 33'', 35', 35'', 37', 37'' wie in Fig. 12f) gezeigt kann beispielsweise eine gefaltete Faserstruktur oder Vliesbahn erzeugt werden.

Nach der aus mehreren Fördererpaaren bestehenden Komprimierungseinrichtung 19 folgt die optionale Mehrschichtenanlage 21, welche im gezeigten Ausführungsbeispiel als Zweischiichtenanlage (Dual-Density-Device) ausgebildet ist. Diese besitzt eine in der Fig. 6 nur skizzenhaft dargestellte

Trenneinrichtung 41, beispielsweise eine Bandsäge oder ein Bandmesser, zur Trennung des komprimierten Vlieses 20 in zwei Teilbahnen 43 und 45. Ausserdem besitzt die Mehrschichtenanlage 21 zweite Förderer 47, 49, 50 und 51, z.B. Transportbänder, welche die komprimierten Teilbahnen 43, 45 in der Dicke fixieren. Allfällige aus geometrischen Gründen sich ergebende Zwischenräume zwischen der Trenneinrichtung und beispielsweise dem Transportband 49 oder 50 können so weit möglich durch Leit- oder Führungsbleche überbrückt sein. Diese verhindern ein Ausbrechen der mehr oder weniger stark komprimierten Vliesbahn 43.

Vorzugsweise ist die Trenneinrichtung 41 und der nachfolgende Förderer 49 höhenverstellbar, sodass das aus der Komprimierungseinrichtung 19 austretende Vlies in praktisch beliebig dicke untere und obere Bahnen 43, 45 geschnitten werden kann. Darüber hinaus können die Trenneinrichtung 41 und das Transportband 49 unabhängig voneinander auch so weit nach oben verschoben werden, dass diese ausserhalb des Transportbereichs des Vlieses angeordnet sind. Das Transportband 49 dient dann als Niederhalteband. Dank der Höhenverstellbarkeit kann die Vorrichtung 11 wahlweise für die Herstellung von ein- oder mehrschichtigen Platten eingesetzt werden. Grundsätzlich können mehrere Trenneinrichtungen und entsprechende Niederhaltebänder vorgesehen sein, um Platten mit drei oder noch mehr Schichten herstellen zu können. Ausserdem ist der Abstand zwischen den oberen und unteren Rollen einstellbar, sodass unterschiedlich starke Deckschichten hergestellt werden können.

Zwei nach den zweiten Förderern 50, 51 vorgesehene, eine Komprimierungsstufe bildende zweite Fördererpaare 53, 54 dienen der Dicken- und Längskomprimierung der oberen Bahn 45. Die zweiten Fördererpaare 53, 54 besitzen vorzugsweise Rollen 55, welche jeweils zu oberen und unteren Rollengruppen mit jeweils drei Rollen zusammengefasst sind. Die zweiten Fördererpaare 53, 54 sind jeweils mit unterschiedlichen Umfangsgeschwindigkeiten antreibbar, sodass die durch eine Dickenkompression unter Umständen auftretenden Längungen durch eine anschliessende Längskomprimierung kompensiert werden können. Ausserdem ist der Abstand zwischen den oberen und unteren Rollen einstellbar, sodass unterschiedlich starke Deckschichten hergestellt werden können.

Nicht näher dargestellte Transportbänder, Rutschen und/oder Leitbleche führen die komprimierte Bahn 45' wieder mit der unteren Bahn 43 zusammen. Auf ein Niederhalteband für die stark komprimierte Bahn 45' kann in den meisten Fällen verzichtet werden. Im Bereich, wo die Bahnen 43, 45 wieder zusammenkommen, ist eine Zudosiereinrichtung 57 für ein Bindemittel vorgesehen. Durch diese Einrichtung kann Bindemittel auf die Berührungsflächen der oberen und/oder unteren Bahnen 43, 45' gebracht werden, sodass nach dem Aushärten des Bindemittels ein besserer Verbund zustandekommt. In den meisten Fällen, insbesondere wenn auftretende Längungen vorher kompensiert wurden, kann auf eine Zudosiereinrichtung 57 auch verzichtet werden.

Einlaufbänder 59, 61 und Einlaufrollen 63, 65 pressen die vereinigten Bahnen 43, 45' zusammen und transportieren diese in den Härteofen 25. Die Umlaufgeschwindigkeiten der Einlaufbänder 59, 61 und Einlaufrollen 63, 65 sind zweckmässigerweise individuell einstellbar, sodass je nach Bedarf eine Komprimierung oder Dekomprimierung der zusammengepressten Bahnen 43, 45' vorgenommen werden kann. Wenigstens die Einlaufrollen 63, 65 sind vorzugsweise kühlbar. Im Härteofen 25 sind vorzugsweise luftdurchlässige Transportbänder 67, 67' vorgesehen. Die Bänder 67, 67' halten die Bahnen 43, 45' während des Härtingsprozesses zusammen und bestimmen damit im Wesentlichen die Nominalstärke der fertigen Platten. Die Bänder 67, 67' sind ebenso wie die Förderer 59, 61, 63, 65 höhenverstellbar und somit den aus der Mehrschichtenanlage 21 oder der Komprimierungseinrichtung 19 kommenden Vliesstärken anpassbar.

Die Herstellung der mehrschichtigen Platte kann folgendermassen erfolgen: Das aus einer nicht gezeigten Sammelkammer ausgetragene und mit Bindemittel versehene Primärvlies, welcher im Falle von Steinwollefasern üblicherweise ein Gewicht von ungefähr 200–800 g/m², vorzugsweise 200–400 g/m², bei einer ungefähren durchschnittlichen Dicke von 15 bis 20 oder häufig bis 75 mm besitzt, wird dem Pendelband 13 zugeführt. Das Pendelband 13 legt das Primärvlies auf dem kontinuierlich vorwärtslaufenden Aufsammelband 15 ab. Je nach Geschwindigkeit des Aufsammelbands 15 und Frequenz des Pendelbands 13 werden auf dem Band 15 in senkrechter Richtung eine grössere oder kleinere Anzahl von Vlieslagen gebildet. Die Lagenzahl wird entsprechend den gewünschten Platteneigenschaften, z.B. Gewicht, Druckfestigkeit etc., des Endprodukts gewählt. Die Lagenzahl hängt im Übrigen auch noch von der Faserrezeptur, d.h. den einzelnen Faserverarbeitungsschritten zwischen Fasererzeugungsanlage und Härteofen 25, ab. Üblicherweise werden 2 bis 40 bis 50 Lagen auf dem Aufsammelband 15 abgelegt.

Das Auflegen des Primärvlieses 26 mit dem Pendelband 13 ergibt nicht nur eine gute Querverteilung des Fasermaterials auf dem Aufsammelband 15, sondern führt auch zu einer Verstetigung der Faserorientierung und einer gewissen Homogenisierung. Die Faserorientierung kann weiter gezielt durch eine Änderung der Richtung der Pendelbewegung beeinflusst werden.

In der Vorkomprimierungsstufe 17 wird das abgelegte Vlies einer Vorkomprimierung unterworfen. Dabei wird das Vlies so weit vorkomprimiert, dass dieses von den Rollen des ersten Fördererpaars noch erfasst werden kann (gewünschte Nominalstärke plus maximal ungefähr 40% des Rollendurchmessers). Eine gewisse Auffederung des Vlieses nach der Vorkomprimierung ist durchaus erwünscht, damit beim Eintritt in die Komprimierungseinrichtung eine zur Erzielung der gewünschten Umorientierung der Fasern ausreichend grosse Adhäsion zwischen dem Vlies und den Rollen zustandekommt. Da bei Produkten mit einer Dichte von weniger als ungefähr 80 bis 90 kg/m³ die im Vlies bei der Längskomprimierung herrschenden Expan-

sionskräfte viel geringer sind, ist bei der Herstellung dieser Produkte neben der Längs- meist auch eine mässige Dickenkomprimierung nötig, um die nötige Spannung einzustellen und eine unerwünschte Faltenbildung an der Vliesoberfläche zu vermeiden.

Im Falle des Dublierens, d.h. wenn das Primärvlies in Lagen abgelegt ist, weisen die Vliesoberflächen mehr oder weniger stark ausgeprägte Stufen auf. Diese Stufen können in der Vorkomprimierungsstufe 17 wenigstens teilweise ausgeglichen werden, indem das obere Band 29 mit einer etwas höheren Geschwindigkeit als für den Weitertransport nötig wäre, angetrieben wird.

Das teilweise geglättete Vlies kann in der Komprimierungseinrichtung 19 einer weiteren Glättung unterzogen werden. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass das erste und zweite Fördererpaar nichtfluchtend angeordnet sind. Denkbar ist auch, dass beliebige andere Fördererpaare nichtfluchtend angeordnet sind. Durch die nichtfluchtende Anordnung wird das geförderte Vlies 20 einer Knickung unterworfen resp. transversal umgelenkt, was ein Glätten der Vliesoberflächen bewirken kann. Der Glättungseffekt kann noch verstärkt werden, wenn das zweite Fördererpaar etwas langsamer läuft als das erste.

Vorzugsweise erfolgt in der Optimierungs- oder Komprimierungseinrichtung 19 eine Längskomprimierung von 2:1 bis 6:1 (entsprechend den Umfangsgeschwindigkeiten des ersten und des letzten Fördererpaars 31 und 37) im Wesentlichen bei einem Rollenabstand, der der Nominalstärke der herzustellenden Platte entspricht (d.h. Verdichtung durch Längskomprimierung ohne Dickenkomprimierung). Obwohl die Geschwindigkeitsabstufung mehrstufig sein kann, können die gewünschten Eigenschaften in der Regel mit einer einstufigen Längskomprimierung erreicht werden. Bei leichteren Produkten kann allerdings eine Längskomprimierung bei gleichzeitig ablaufender mässiger Dickenkomprimierung vorteilhaft sein. Bei einer einfachen Geschwindigkeitsabstufung können jeweils zwei Fördererpaare 31, 33 und 35, 37 je von einem Antrieb gemeinsam angetrieben sein.

Überraschenderweise haben sich Rollen 39 als Fördermittel als besonders vorteilhaft erwiesen. Mit Rollen 39 kann das Vlies stark längskomprimiert werden, ohne dass es zu einer nennenswerten Faltenbildung an der Vliesoberfläche kommt. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass zwischen den Rollen und dem Vlies eine nur geringe Adhäsion besteht. Die Rollen fördern ausserdem die Umorientierung der Fasern, da das Vlies zwischen den Rollen jeweils etwas expandieren kann, ohne sich jedoch zu falten. Daraus resultiert eine gute Verdichtung des Faserfilzes im Innern und an der Vliesoberfläche.

Das komprimierte Vlies kann in der Mehrschichtanlage 21 in zwei oder mehrere Bahnen 43, 45 getrennt werden. Es ist auch möglich, die Mehrschichtenanlage wegzulassen oder ausserhalb der Transportbahn zu positionieren und das Vlies mit optimierter Faserstruktur direkt dem Härteofen zuzuführen.

Die Trennung des Vlieses 20 geschieht durch

eine Bandsäge oder ein Bandmesser in einer an und für sich bekannten Art. Die obere Bahn 45 mit optimierter Faserstruktur wird anschliessend einer Dicken- und Längskomprimierung unterworfen. Dabei werden die Fasern der oberen Schicht 45 durch die Dicken- und anschliessende Längskomprimierung weiter verdichtet. Danach wird die dickenkomprimierte Bahn 45' auf die durchlaufende untere Bahn 43 zurückgelegt.

Das komprimierte Vlies 43, 45', insbesondere die unter Spannung stehende Bahn 43, werden zwischen der Komprimierungsstufe 19 und dem Härteofen 25 durch die Förderer 47, 49, 59, 61, 63, 65, beispielsweise Bänder, Ketten oder Rollenordnungen, vorzugsweise Transportbänder, geführt, um ein Ausbrechen oder Ausbauchen zu verhindern.

Im Härteofen 25 wird das Bindemittel im Vlies ausgehärtet. Die Härtung des Bindemittels erfolgt bei Temperaturen zwischen 180 und 300°C, vorzugsweise bei ca. 200 bis 250°C. Das Bindemittel sorgt gleichzeitig für eine feste Verbindung der beiden Bahnen 43, 45' mit geringer und grosser Rohdichte.

Um die Haftung der Bahnen 43, 45' zu verbessern, können diese vor dem Zusammenführen auf der Mehrschichtanlage an den Kontaktstellen mit einem festen oder flüssigen Kleber versehen werden (Zudosiereinrichtung 57).

Alternativ oder zusätzlich kann die Verbindung zwischen den beiden Bahnen 43 und 45' verbessert werden, wenn die Bahnen vor dem Härteofen 25 etwas gestaucht werden. Je nach Grad der Stauchung kann diese in einer gewissen Faltung der Bahnen resultieren. Durch die Stauchung vergrössern sich die Berührungsf lächen, und die Verklebung/Verfilzung der Bahnen kann dadurch verbessert werden.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung kann für die ein- oder mehrstufige Längskomprimierung eines Mineralfaservlieses eingesetzt werden. Alternativ kann die Vorrichtung auch so betrieben werden, dass sich ein kontinuierliche Kompressionszone bildet. Es können Produkte vorzugsweise mit einer Dichte zwischen ungefähr 40 und 200 kg/m³ hergestellt werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Beispiel 1:

Plattentyp	2-schichtig	
Fasermaterial	Steinwolle	5
Plattenstärke	100 mm	
Stärke der Deckschicht	ca. 20 mm	
Stärke der Grundsicht	ca. 80 mm	10
durchschn. Rohdichte	ca. 90 kg/m ³	
Rohdichte der Deckschicht	155 kg/m ³	
Rohdichte der Grundsicht	75 kg/m ³	15
Bindemittel	modifiziertes Phenolharz	
durchschnittliche Faserlänge	von ca. 0,5 bis 10 mm	
durchschnittlicher Faserdurchmesser	von 3 bis 6 µm	20
Vorkomprimierung	ungefähr 1,5 Nominalstärke	
Dickenkomprimierung	1,8:1 bis 1,1:1	25
Längskomprimierung	3:1	
Druckfestigkeit bei 10%		
Einfederung	0,025–0,030 N/mm ²	30
Abrissfestigkeit (Delaminierung)	0,013–0,018 N/mm ²	

Beispiel 2:

Plattentyp	1-schichtig	
Fasermaterial	Steinwolle	
Plattenstärke	100 mm	40
Rohdichte	ca. 90 kg/m ³	
Bindemittel	modifiziertes Phenolharz	
durchschnittliche Faserlänge	von ca. 3 bis 4 mm	45
durchschnittlicher Faserdurchmesser	von 3 bis 4 µm	
Vorkomprimierung	ungefähr Nominalstärke	50
Längskomprimierung	3:1	
Druckfestigkeit bei 10%		
Einfederung	0,035 N/mm ²	55
Abrissfestigkeit (Delaminierung)	0,020 N/mm ²	

Im Vergleich zu Platten mit nicht optimierter Faserstruktur und -dichte kann bei den nach dem neuen Verfahren hergestellten Platten das Gewicht um bis zu 25 bis 40% vermindert werden, bei sonst weitgehend gleichen mechanischen Eigenschaften. Die Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene ist

stark verbessert, wobei dies in einer stark strukturierten Bruchstelle zum Ausdruck kommt (Fig. 10b und 10c).

Produkte gemäss der Erfindung können für irgendeinen der herkömmlichen Zwecke von künstlichen Fasern eingesetzt werden, z.B. für Platten, Bahnen, welche der thermischen Isolation, Brand- und Feuerschutz oder Schalldämmung und Schallregulierung, oder in geeigneter Form im Gartenbau als Wachstumsmedium dienen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur kontinuierlichen Herstellung einer gebundenen Mineralfaserplatte aus einem Mineralfaservlies mit einer Fasererzeugungsanlage zur Erzeugung eines Vlieses, Transportmitteln (19, 23) zum Transportieren des Vlieses zu einer Bindestation (25), einer Bindestation (25) zum Binden des Vlieses, einer zwischen der Fasererzeugungsanlage und der Bindestation (25) vorhandenen Komprimierungseinrichtung (19) zum Dicken- und/oder Längskomprimieren des Vlieses, und Mitteln (61, 65), um ein Ausbrechen des Vlieses zwischen der Komprimierungseinrichtung (19) und der Bindestation (25) zu verhindern, dadurch gekennzeichnet, dass die Komprimierungseinrichtung (19) mit einer Mehrzahl von in Förderrichtung hintereinander angeordneten Fördererpaaren (31, 33, 35, 37) versehen ist, wobei jedes Fördererpaar (31, 33, 35, 37) jeweils zwei einander gegenüberliegende Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") mit je wenigstens zwei in Abstand voneinander angeordneten Rollen (39) umfasst, sodass durch die einander gegenüberliegenden Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") ein Förderweg für das Vlies gebildet ist, wobei jede Rolle einen Durchmesser zwischen 60 und 160 mm, vorzugsweise zwischen 80 und 120 mm, besitzt, und dass der Abstand zwischen benachbarten Rollen (39) so gewählt ist, dass ein Entweichen des Faserfilzes (20) nicht möglich ist, beispielsweise bei einem Rollenabstand von 1 bis 50 mm, vorzugsweise von 2 bis 30 mm, dass Antriebsmittel (117', 117"; 117''', 117''', 118', 118"; 118''', 118''') vorhanden sind, um die Rollen (39, 39') jeder Gruppe im Wesentlichen mit derselben Umfangsgeschwindigkeit anzutreiben, dass Mittel vorhanden sind, um die Umfangsgeschwindigkeiten der Fördererpaare (31, 33, 35, 37) individuell einzustellen, und dass Mittel vorhanden sind, um den Abstand der einander gegenüberliegenden Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") der Fördererpaare (31, 33, 35, 37) einzustellen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rollendurchmesser ungefähr 90 mm und der Mittenabstand zweier benachbarter Rollen ungefähr 95 mm beträgt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Komprimierungseinrichtung (19) wenigstens drei der Fördererpaare, vorzugsweise vier der Fördererpaare (31, 33, 35, 37)

mit genannten Rollengruppen von je drei bis acht genannten Rollen (39), vorzugsweise von je vier Rollen (39), aufweist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage der einander gegenüberliegenden Rollengruppen (31', 31'') wenigstens eines der Fördererpaare (31) relativ zur Lage der Rollengruppen (33', 33''; 35', 35''; 37', 37'') des oder der nachfolgenden Fördererpaare individuell einstellbar ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand der einander gegenüberliegenden Rollengruppen (31', 31''; 33', 33''; 35', 35'') eines genannten Fördererpaars (31, 33, 35) auf den 0,5- bis 0,1fachen Abstand des Abstands der Rollengruppen (33', 33''; 35', 35''; 37', 37'') des nachfolgenden Fördererpaars (33, 35, 37) einstellbar ist und dass der durch die beiden Fördererpaare definierte Förderweg im Wesentlichen fluchtend angeordnet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorhanden sind, um die Umfangsgeschwindigkeit der Rollen (39) jeder einzelnen Gruppe (31', 31'', 33', 33'', 35', 35'', 37', 37'') unabhängig von der Geschwindigkeit der Rollen in jeder anderen Gruppe zu kontrollieren.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Komprimierungseinrichtung (19) Mittel aufweist, um wenigstens zwei einander gegenüberliegende Rollengruppen (31', 31''; 33', 33''; 35', 35''; 37', 37'') relativ zueinander zu neigen, um beispielsweise eine in Förderrichtung F sich verjüngende Vliesbahn zu erzeugen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Komprimierungseinrichtung (19) eine Tragkonstruktion (71) besitzt, an welchem die Fördererpaare (31, 33, 35, 37) angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Rollengruppen wenigstens eines der Fördererpaare (31) jeweils unabhängig voneinander senkrecht zur Förderrichtung an der Tragkonstruktion (71) verschiebbar angeordnet sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei der Rollengruppen jeweils an einem separaten Rahmen (87) angeordnet sind, welcher senkrecht zur Förderrichtung an der Tragkonstruktion (71) verstellbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Rahmen (87) an der Tragkonstruktion (71) schwenkbar angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Rahmen (87) mittels an der Tragkonstruktion (71) angeordneten ersten Spindeln (89, 89', 91, 91') höhenverstellbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass vier genannte erste Spindeln (89, 89', 91, 91') vorhanden sind, welche mittels Wellen (99, 99', 101, 101') miteinander in Verbindung stehen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass am höhenverstellbaren Rahmen (87) zweite Spindeln (109, 109') vorhanden sind, um den Rahmen (87) relativ zur Tragkonstruktion (71) zu schwenken.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderweg im Wesentlichen horizontal verläuft.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass Führungen vorhanden sind, um den Rahmen (87) an der Tragkonstruktion (71) vertikal zu führen.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass bis auf eine der Rollengruppen (31'') die unteren Rollengruppen (33'', 35'', 37'') fix an der Tragkonstruktion (71) angeordnet sind.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Umlaufgeschwindigkeiten sämtlicher Fördererpaare und die Abstände der einander gegenüberliegenden Förderer individuell einstellbar sind.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsmittel der Förderer (31, 33, 35, 37) und die Mittel zur Einstellung des Abstandes zwischen den Förderern mit einer Mikroprozessorsteuerung in Verbindung stehen.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikroprozessorsteuerung wenigstens zwei Ableser-/Eingabeeinheiten in Verbindung besitzt, wobei die eine im Bereich der Komprimierungseinrichtung und die andere beispielsweise in einem Kontrollraum angeordnet ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikroprozessorsteuerung Speichermittel besitzt, um die Verfahrensparameter wie Geschwindigkeiten und Abstand der Rollengruppen (31', 31''; 33', 33''; 35', 35''; 37', 37'') abzuspeichern.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Komprimierungseinrichtung (19) Mittel vorgesehen sind, beispielsweise eine Isotopenanlage, um die Fasermenge pro Flächeneinheit zu bestimmen.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Bestimmen der Fasermenge mit der Fasererzeugungsanlage oder mit einer Mikroprozessorsteuerung in Verbindung stehen.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Fördererpaaren (31, 33, 35, 37) und der Bindestation (25) in einer Mehrschichtenanlage (21) eine Trenneinrichtung (41) zum Trennen des Vlieses in zwei oder mehrere Teilbahnen (43, 45) vorhanden ist,

dass wenigstens eine Komprimierungsstufe zur Dicken- und/oder Längskomprimierung wenigstens einer der Teilbahnen vorhanden ist und dass zweite Förderer (47, 49, 50, 51) vorhanden sind, um ein Ausbrechen des komprimierten Vlieses zwischen der Komprimierungseinrichtung (19) und der Bindestation (25) zu verhindern.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Trenneinrichtung (41) und der nachfolgende zweite Förderer (49) im Bereich der Mehrschichtenanlage (21) höhenverstellbar sind.

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, da-

durch gekennzeichnet, dass die Komprimierungsstufe zum Komprimieren der wenigstens einen Teilbahn wenigstens zwei unabhängig voneinander angetriebene zweite Fördererpaare (53, 54) besitzt.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Fördererpaare (53, 54) Rollenförderer sind, deren Rollenabstand einstellbar ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (57) zum Zudosieren eines Bindemittels zu den gegenseitigen Kontaktflächen der Teilbahnen vorhanden sind.

29. Vorrichtung zur kontinuierlichen Herstellung einer gebundenen Mineralfaserplatte aus einem Mineralfaserfilz oder -vlies mit einer Fasererzeugungsanlage zur Erzeugung eines Filzes, Transportmitteln (19, 23) zum Transportieren des Filzes zu einer Bindestation (25), der Bindestation (25) zum Binden des Filzes, einer zwischen der Fasererzeugungsanlage und der Bindestation (25) vorgesehenen Längs- oder Längs/Dickenkomprimierungseinrichtung (19), und Mitteln (61, 65), um ein Ausbrechen des Filzes zwischen der Komprimierungseinrichtung (19) und der Bindestation (25) zu verhindern, dadurch gekennzeichnet,

dass die Komprimierungseinrichtung mit einer Mehrzahl von Fördererpaaren (31, 33, 35, 37) versehen ist, wobei jedes Fördererpaar (31, 33, 35, 37) jeweils zwei einander gegenüberliegende Walzen- respektive Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") umfasst, in welcher jede Rolle einen Durchmesser zwischen 60 und 160 mm, vorzugsweise zwischen 80 und 120 mm, besitzt, und der Abstand zwischen den Rollen (39) so gewählt ist, dass ein Entweichen des Faserfilzes (20) nicht möglich ist,

dass Mittel vorhanden sind, um die Umfangsgeschwindigkeiten der Fördererpaare (31, 33, 35, 37) individuell einzustellen, und dass Mittel vorhanden sind, um den lichten Abstand der einander gegenüberliegenden Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") der Fördererpaare (31, 33, 35, 37) einzustellen.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass Antriebsmittel (117', 117"; 117"', 117''''; 118', 118"; 118"', 118''''') vorhanden sind, um die Rollen (39) jeder Gruppe im Wesentlichen mit derselben Umfangsgeschwindigkeit anzutreiben.

31. Vorrichtung nach Anspruch 29 oder 30 und einem der Ansprüche 2 bis 28.

32. Kontinuierliches Verfahren zur Herstellung einer gebundenen Mineralfaserplatte mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 29 durch Erzeugen eines Mineralfaservlieses, Längs- und/oder Dickenkomprimieren des Vlieses und

anschliessendes Binden des längskomprimierten Vlieses in einer Bindestation (25), wobei das Vlies zur Verhinderung des Ausbrechens zwischen einer Komprimierungseinrichtung (19) und der Bindestation (25) gehalten wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Längskomprimierung dadurch zustandekommt, dass das Vlies die Komprimierungseinrich-

tung (19) mit einer Mehrzahl von in Förderrichtung hintereinander angeordneten Fördererpaaren (31, 33, 35, 37) passiert, wobei jedes Fördererpaar (31, 33, 35, 37) jeweils zwei einander gegenüberliegende Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") mit je wenigstens zwei in Abstand voneinander angeordneten Rollen (39) umfasst, sodass durch die einander gegenüberliegenden Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") ein Förderweg für das Vlies gebildet ist,

dass die Rollen (39) jeder Gruppe durch Antriebsmittel, welche mit der jeweiligen Gruppe in Verbindung stehen, im Wesentlichen mit derselben Umfangsgeschwindigkeit angetrieben werden, und dass die Umfangsgeschwindigkeiten der Fördererpaare (31, 33, 35, 37) individuell kontrolliert werden, wobei die Umfangsgeschwindigkeit der Rollen wenigstens eines Fördererpaars (31, 33, 35, 37) kleiner ist als die Umfangsgeschwindigkeit der Rollen des vorhergehenden oder jedes jeweils vorhergehenden Fördererpaars, und wobei der Abstand der einander gegenüberliegenden Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") der Fördererpaare (31, 33, 35, 37) einstellbar ist.

33. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine der Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") relativ zur gegenüberliegenden Rollengruppe geneigt wird, um beispielsweise eine in Förderrichtung sich verjüngende Vliesbahn zu erzeugen.

34. Verfahren nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies durch die Komprimierungseinrichtung (19) auf ungefähr die Nominalstärke des Fertigprodukts komprimiert wird.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies vor dem Eintritt in die Komprimierungseinrichtung (19) auf ungefähr die 0,8- bis 1,5fache, vorzugsweise die 0,9- bis 1,3fache, und ganz besonders auf die ungefähre Nominalstärke des Fertigprodukts vor-komprimiert wird.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung von Produkten mit zufälliger Faserorientierung die Geschwindigkeitsabstufung einstufig ist.

37. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung von Produkten mit gefalteter Faserstruktur der Abstand der einander gegenüberliegenden Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35") eines der Fördererpaare (31, 33, 35) auf ungefähr den 0,5- bis 0,1fachen Abstand der nachfolgenden Rollengruppen (33', 33"; 35', 35"; 37', 37") eingestellt wird, wobei der durch die beiden Fördererpaare definierte Förderweg im Wesentlichen fluchtend angeordnet ist und die Umfangsgeschwindigkeit wenigstens der Rollengruppen (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") des unmittelbar nachfolgenden Fördererpaars kleiner ist als die Umfangsgeschwindigkeit der vorhergehenden Rollengruppen (31', 31").

38. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies nach der Längskomprimierung in Förderrichtung F gestreckt wird.

39. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis

- 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompressionszone in gewissen Zeitabständen verschoben wird.
40. Verfahren nach einem der Ansprüche 30 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies im Wesentlichen aus Steinwollefasern besteht und nicht-gehärtetes Bindemittel enthält. 5
41. Verfahren nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies ungefähr 0,7 bis 4 Gewichtsprozent Bindemittel enthält und dass das Bindemittel durch Heizen in der Bindestation (25) gehärtet wird. 10
42. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass Mineralfasern einer durchschnittlichen Länge zwischen 1 und 10 mm, vorzugsweise zwischen 2 und 6 mm, und einer durchschnittlichen Dicke zwischen 2 und 10 μm , vorzugsweise zwischen 3 und 7 μm , eingesetzt werden. 15
43. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ablegen des Primärvlieses auf einem Aufsammlband (15) die vorherrschende Orientierung der Fasern geändert resp. teilweise ausgeglichen wird. 20
44. Verfahren nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärvlies mittels eines in einem Winkel zur Transportrichtung schwenkbaren Pendelbandes (13) in Lagen auf dem Aufsammlband (15) abgelegt wird. 25
45. Verfahren nach Anspruch 42 oder 44, dadurch gekennzeichnet, dass zwei bis 60 Lagen des Vlieses, vorzugsweise zwischen 2 und 40 Lagen, übereinander abgelegt werden. 30
46. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies transversal zur Transportrichtung umgelenkt wird. 35
47. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies (20) in der Komprimierungseinrichtung (19) um einen Faktor zwei bis 10, vorzugsweise 2 bis 6, und ganz besonders bevorzugt 2,5 bis 4, längskomprimiert wird. 40
48. Verfahren nach einem der Ansprüche 32 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass das dicken- und längskomprimierte Vlies (20) parallel zu den grossen Flächen in zwei oder mehrere Teilbahnen (43, 45) aufgetrennt wird, 45
dass zur Verhinderung einer Deformierung in Dickenrichtung die Teilbahnen (43, 45) jeweils an den gegenüberliegenden grossen Flächen gehalten werden, 50
dass wenigstens eine der Bahnen in Dicken- und/oder in Längsrichtung komprimiert wird, und dass die Teilbahnen wieder zusammengeführt und anschliessend gebunden werden.
49. Verfahren nach Anspruch 48, dadurch gekennzeichnet, dass die Berührungsflächen der Teilbahnen (43, 45) vor dem Zusammenführen mit Bindemittel versehen werden. 55
50. Verfahren nach Anspruch 48 oder 49, dadurch gekennzeichnet, dass die zusammengeführten Teilbahnen (43, 45) vor dem Binden längskomprimiert werden. 60
51. Mineralfaserplatten hergestellt nach dem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 32 bis 50. 65

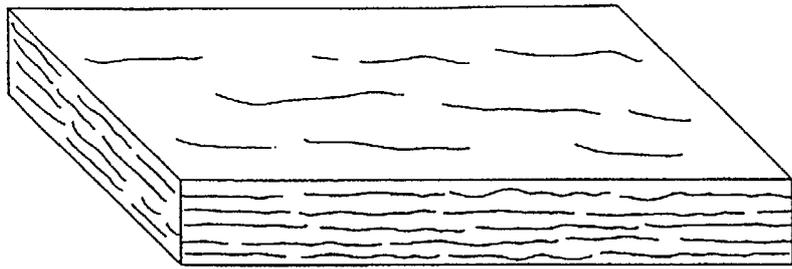


Fig 1

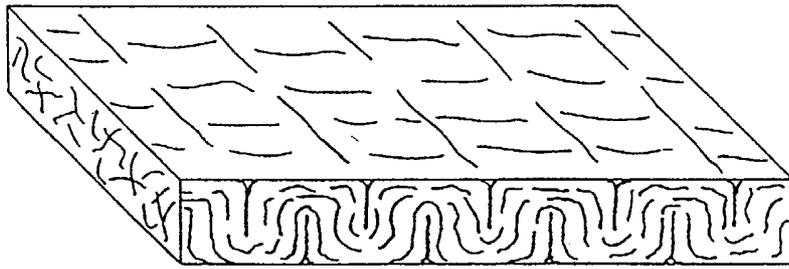


Fig 2

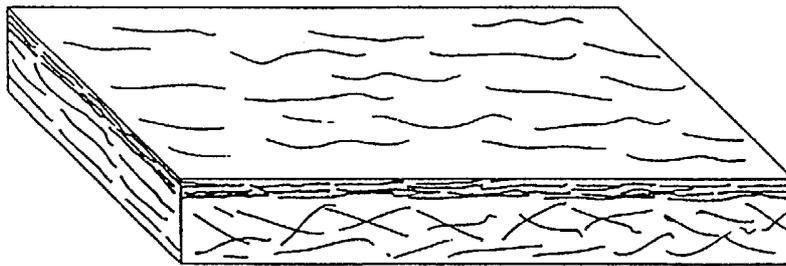


Fig 3

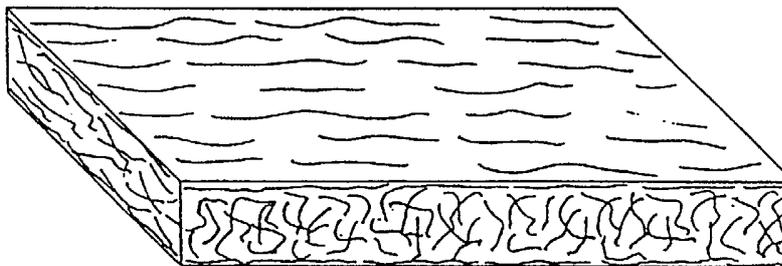


Fig 4

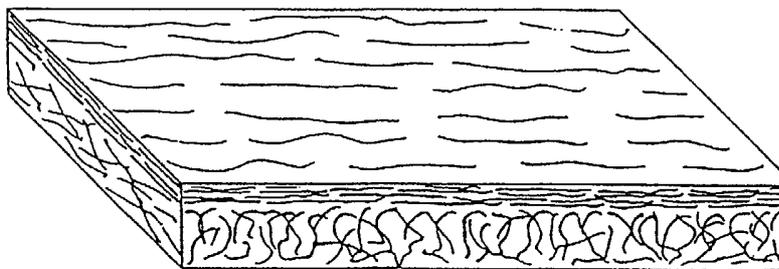


Fig 5

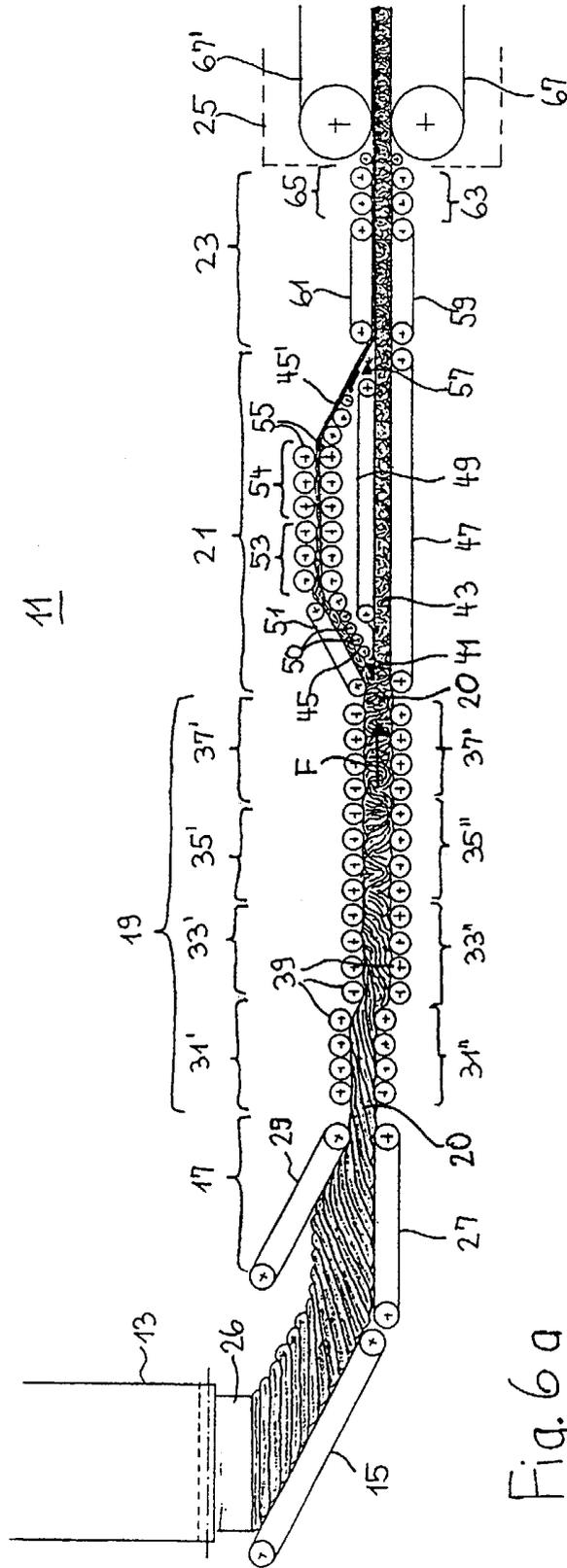


Fig. 6a

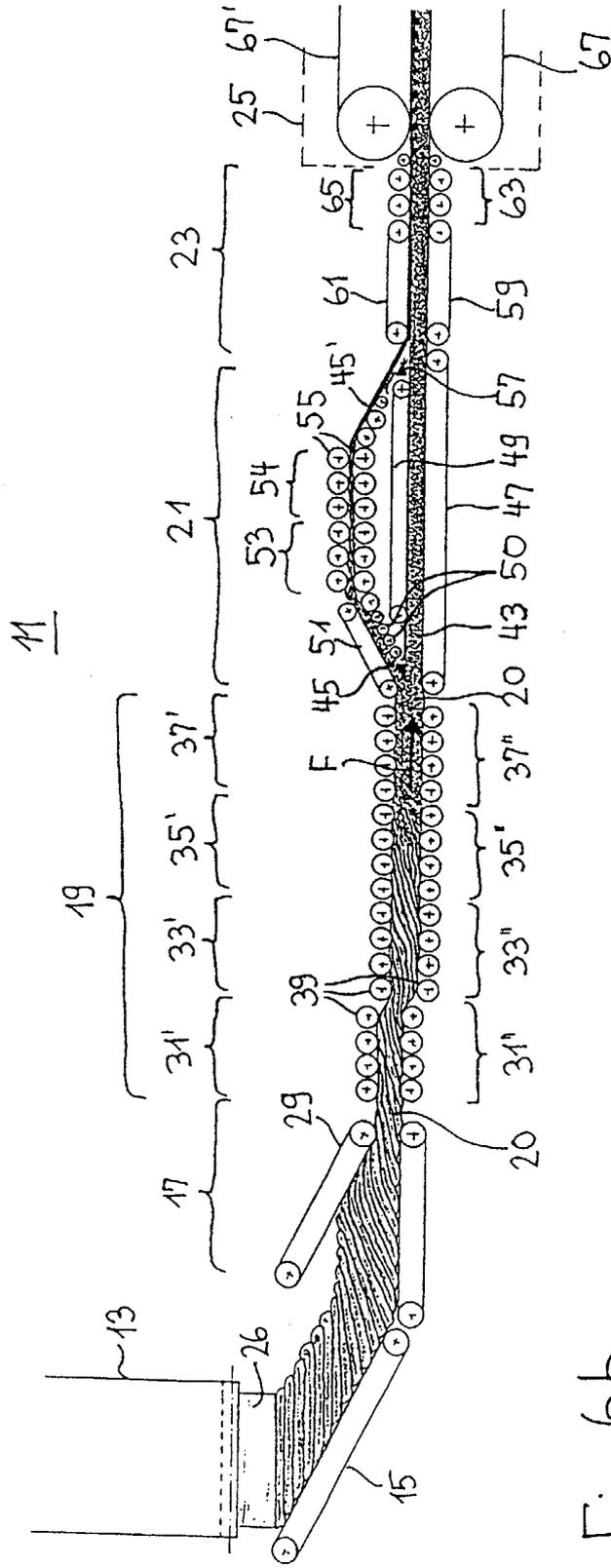


Fig. 6b

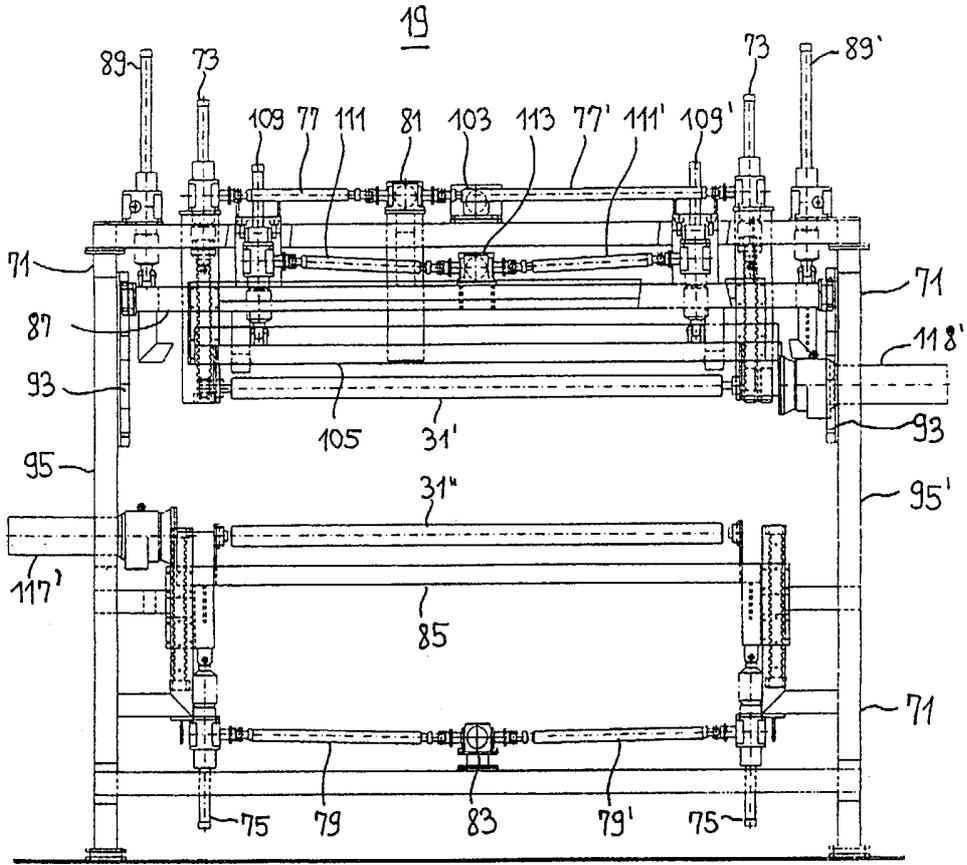


Fig. 7

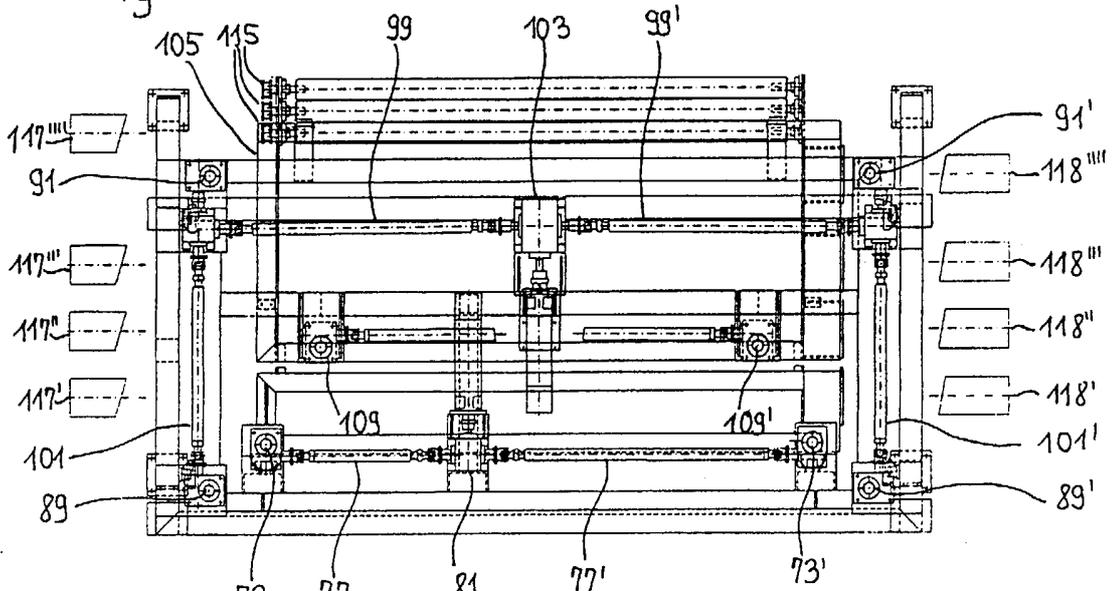


Fig. 9

19

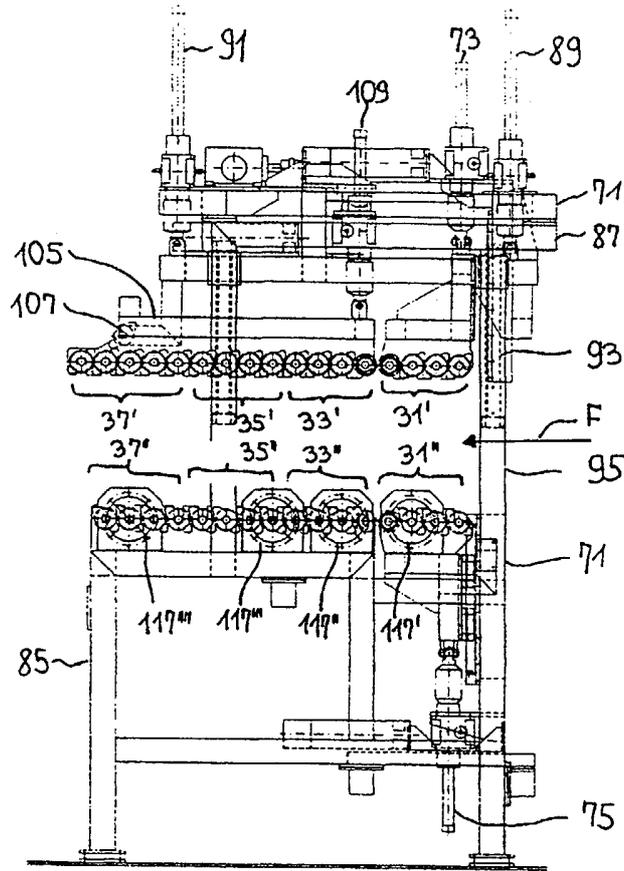


Fig. 8

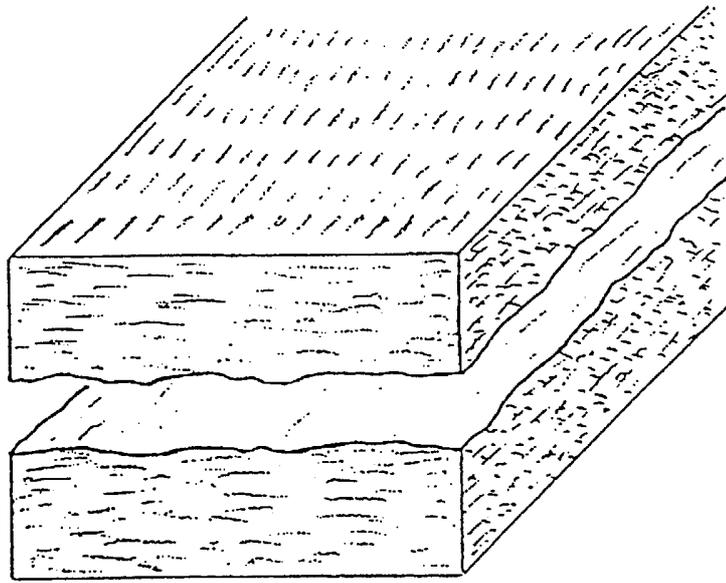


Fig. 10a

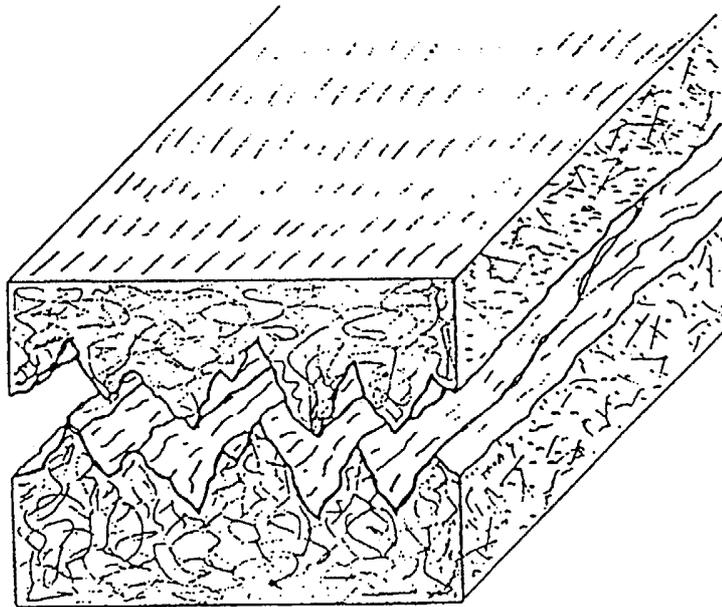


Fig. 10b

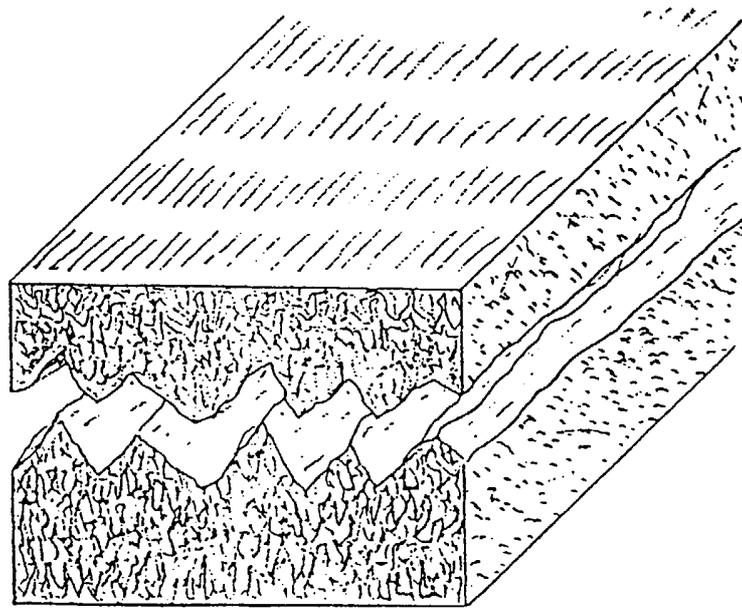


Fig. 10 c

