



SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 691 960 A5

⑤ Int. Cl.⁷: B 32 B 031/20
B 32 B 035/00
B 32 B 005/22
E 04 C 002/16

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 02169/96

⑳ Anmeldungsdatum: 02.09.1996

㉑ Patent erteilt: 14.12.2001

㉒ Patentschrift veröffentlicht: 14.12.2001

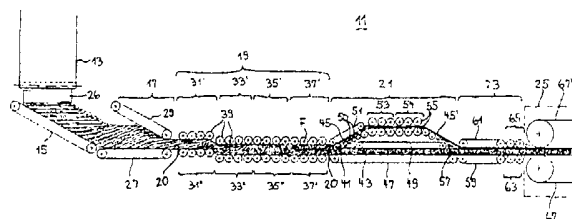
㉓ Inhaber:
Flumroc AG, Industriestrasse,
8890 Flums (CH)

㉔ Erfinder:
Peter Wyss, Woelbrueti 3,
7320 Sargans (CH)
Fredy Zimmermann, Staatsstrasse 113,
8887 Mels (CH)

㉕ Vertreter:
Dr. Conrad A. Riederer, Bahnhofstrasse 10,
7310 Bad Ragaz (CH)

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer zwei- oder mehrschichtigen Mineralfaserplatte.

⑤⑦ Bei einem Verfahren zur Herstellung einer mehrschichtigen, gebundenen Mineralfaserplatte wird ein vorzugsweise in Lagen abgelegtes und mit Bindemittel versehenes Vlies (20) durch Förderer (27, 29) in der Dicke vorkomprimiert und dann anschliessend in einer Komprimierungseinrichtung (19) längen- und/oder dickenkomprimiert. Danach wird das längenkomprimierte Vlies durch eine Trenneinrichtung (41) in zwei oder mehrere Schichten (43, 45) aufgetrennt und wenigstens eine Schicht (45) durch Fördererpaare (53, 54) dicken- und gegebenenfalls längenkomprimiert. Anschliessend werden die Bahnen (43, 45') wieder zusammengeführt, und das Bindemittel in einem Härteofen ausgehärtet. Durch die Längenkomprimierung bereits vor der Trenneinrichtung erhalten alle Schichten eine optimierte Faserstruktur.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren gemäss Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 25 und eine Vorrichtung gemäss Oberbegriff des Patentanspruchs 27 zur Herstellung einer zwei- oder mehrschichtigen, gebundenen Mineralfaserplatte aus einem Mineralfaservlies sowie eine Mineralfaserplatte gemäss Patentanspruch 47.

Der Gegenstand des kanadischen Patents Nr. 1 057 183 bezieht sich auf ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines Faserproduktes aus wenigstens zwei Schichten, wobei jede Schicht eine vorbestimmte Dichte aufweist. Beim erwähnten Verfahren wird eine lose Masse von ungehärteten Fasern in longitudinaler Richtung bewegt und sodann transversal zur Förderrichtung in zwei Bahnen aufgetrennt. Wenigstens eine der Bahnen wird nach dem Trennen verdichtet, sodann wieder mit der anderen Bahn vereinigt und in einem Ofen gehärtet. Durch dieses Verfahren entsteht eine Matte mit einer verdichteten Oberfläche mit besseren mechanischen Eigenschaften und einer unverdichteten unteren Lage mit guten Isolationseigenschaften.

In der WO 88/00 265 ist ein Verfahren beschrieben, bei welchem ein Mineralfasergewebe in zwei oder mehrere Bahnen aufgespalten wird, wenigstens eine der Bahnen in der Dicke komprimiert wird und anschliessend die Bahnen wieder vereinigt und gehärtet werden. Gemäss der in Fig. 5 der WO 88/00 265 dargestellten Anlage wird ein in Lagen auf einem Band abgelegtes Mineralfasergewebe in der Dicke vorkomprimiert und dann zur Bildung einer einheitlicheren Struktur und Dicke und eines einheitlicheren spezifischen Gewichts durch Rollenförderer geführt. Danach wird das Gewebe horizontal in zwei Bahnen aufgetrennt, wobei die obere Bahn anschliessend in der Dicke stark komprimiert und dann wieder auf die untere Bahn gelegt wird. Der Nachteil dieses Verfahrens ist, dass die Faserstruktur in der unteren Lage im Herstellungsprozess nicht wesentlich verändert wird und dass die untere Bahn lediglich vorkomprimiert ist.

Die EP-A-0 277 500 beschreibt ein Verfahren, bei welchem das Primärvlies vor dem Härteofen in zwei oder mehrere Bahnen abgehoben, unter Ausrichten der Fasern stark komprimiert und anschliessend der oder den übrigen Teilbahnen wieder zugeführt und gemeinsam mit diesen im Härteofen ausgehärtet wird. Der Vorteil des Verfahrens ist darin zu sehen, dass in einem kontinuierlichen Verfahren eine Faserdämmstoffbahn erhalten wird, deren Schichten aufgrund der unterschiedlichen Orientierung und Komprimierung der Fasern unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Es wird auch angeregt, das Primärvlies durch Auffaltung einer dünnen kontinuierlichen Vlieslage zu bilden. Auf die Vlieslagen kann dann vor der Auffaltung Verstärkungsmittel, beispielsweise mit Fasern verstärkte Bindemittel oder Glasvliese oder dergleichen, aufgebracht werden, sodass bereits im Primärvlies ein bestimmter Struktureffekt erzielt wird. Es wird weiter vorgeschlagen, den durch Auffaltung erzielten Struktureffekt noch zu ergänzen resp. zu verstärken, indem zwischen den Teilen des Transportsystems zwi-

schen der Aufspaltstelle und dem Härteofen unterschiedliche Vorschubgeschwindigkeiten zur Anwendung kommen. Die EP-A-0 277 500 regt ferner an, wenigstens eine der Teilbahnen in Förder- oder in Querrichtung zu komprimieren.

Nachteilig an dem Verfahren ist, dass die untere Bahn lediglich vorverdichtet wird, sodass die hergestellten Faserdämmstoffbahnen eine relativ geringe Drucksteifigkeit aufweisen. Zwar kann die Drucksteifigkeit senkrecht zu den grossen Oberflächen durch Falten des Primärvlieses verbessert werden, doch nimmt dann die Biegefestigkeit der Produkte ab.

Den eingangs beschriebenen Verfahren haftet insgesamt der Nachteil an, dass die untere Schicht jeweils nur eine geringe Verdichtung erfährt und dass ausserdem die Faserorientierung der abgelegten Fasern nicht oder nur durch Auffaltung verändert wird.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die bekannten Verfahren zur Herstellung von zwei- oder mehrschichtigen Mineralfaserplatten dahingehend weiter zu entwickeln, dass Produkte mit verbesserten physikalischen Eigenschaften bei gleichem oder verminderten Ressourceneinsatz hergestellt werden können.

Erfindungsgemäss wird dies durch ein Verfahren gemäss Anspruch 1 oder 25 realisiert. Die erfindungsgemässen Verfahren unterscheiden sich von bekannten Verfahren im Wesentlichen dadurch, dass die vorkomprimierte Vliesbahn durch eine Komprimierungseinrichtung weiter in Dicken- und/oder Längsrichtung, insbesondere Längsrichtung, komprimiert wird, sodass die hergestellten Teilbahnen bereits vor der Aufspaltung relativ hohe Dichten und unterschiedliche Faserstrukturen aufweisen können. Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise bei zweischichtigen Platten auch die Schicht geringerer Dichte im Vergleich zu herkömmlichen Platten eine bessere Drucksteifigkeit und Zugfestigkeit senkrecht zu den grossen Oberflächen aufweist. Eine bestimmte Zug- und Drucksteifigkeit kann daher mit einem geringeren Mitteleinsatz, insbesondere einer geringeren Fasermenge, erreicht werden als bei bekannten Verfahren.

Damit die unter Spannung stehenden Vliesbahnen zwischen der Komprimierungseinrichtung und der Bindestation nicht ausbrechen oder nicht auffalten können, sind zweckmässigerweise geeignete Niederhalteinrichtungen und/oder Förderer vorgesehen, welche die Vliesbahnen an den grossen Oberflächen halten.

Zur Bildung einer stark verdichteten Oberschicht kann wenigstens eine der abgespaltenen Teilbahnen dickenkomprimiert werden. Dadurch kann eine höhere Durchstichfestigkeit erreicht werden. Vorteilhaft wird die eine dickenkomprimierte Teilbahn jedoch auch noch längskomprimiert. Durch das Plattwalzen der umorientierten Fasern mittels Dickenkomprimierung kann eine Kompensation der dadurch verursachten Längung notwendig werden.

Zur Verbesserung des Verbunds zwischen den Teilbahnen können die Berührungsflächen der Teilbahnen vor dem Zusammenführen noch zusätzlich mit Bindemittel versehen werden. In vielen Fällen reicht jedoch bereits die anfänglich auf die Fasern

aufgebrachte Bindemittelmenge aus, damit ein guter Verbund zwischen den Teilbahnen beim Aushärten des Bindemittels zustande kommt. Eine andere Möglichkeit zur Verbesserung des Verbunds zwischen den Teilbahnen sieht vor, die zusammengeführten Bahnen vor dem Härten in der Länge zu komprimieren. Durch eine Stauchung der Bahnen, beispielsweise im Verhältnis von 1,1:1 bis maximal 2:1, kann eine Vergrößerung der Kontaktflächen und damit ein besserer Verbund zwischen den Schichten erzielt werden.

Ein Problem bei der kontinuierlichen Herstellung von zwei- oder mehrschichtigen Produkten kann die Verschmutzung des verwendeten Bandmessers mit dem den Fasern anhaftenden Bindemittel sein. Eine vorteilhafte Verfahrensvariante sieht deshalb vor, die Trenneinrichtung kontinuierlich zu reinigen. Dies kann beispielsweise mittels eines Lösungsmittelstrahls, z.B. Wasser, geschehen, welcher auf die Schneide des Bandmessers gerichtet wird.

Zweckmässigerweise kommt die Längskomprimierung dadurch zustande, dass das Vlies eine Komprimierungseinrichtung mit einer Mehrzahl von in Förderrichtung hintereinander angeordneten Fördererpaaren passiert, wobei die Geschwindigkeit wenigstens eines Fördererpaars kleiner ist als die des vorhergehenden Fördererpaars. Vorteilhaft wird das vorkomprimierte Vlies wenigstens einstufig längskomprimiert. Durch eine Längskomprimierung kann eine Umorientierung der Fasern erreicht werden, wodurch insbesondere die Drucksteifigkeit und die Zugfestigkeit senkrecht zu den grossen Oberflächen verbessert wird. Als Folge der Faserstrukturoptimierung kann der Ressourceneinsatz vermindert werden.

Vorteilhaft wird zur Herstellung von Produkten mit gefalteter Faserstruktur der Abstand der einander gegenüberliegenden Förderer eines Fördererpaars auf ungefähr den 0,5- bis 0,1fachen Abstand der nachfolgenden Förderer eingestellt wird, wobei der durch die beiden Fördererpaare definierte Förderweg im Wesentlichen fluchtend angeordnet ist und die Umfangsgeschwindigkeit wenigstens des unmittelbar nachfolgenden Fördererpaars kleiner ist als die Umfangsgeschwindigkeit des vorhergehenden Fördererpaars. Auf diese Weise kann eine Vliesbahn mit gefalteter Faserstruktur hergestellt werden (Fig. 2).

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 Förderer der Komprimierungseinrichtung im Wesentlichen nur noch eine Längskomprimierung erfolgt. Die Längskomprimierung kann dabei in einer kontinuierlichen Komprimierungszone erfolgen, in welcher die nominelle Dicke des Produktes erhalten bleibt. Überraschenderweise kann eine sehr homogene Mikrorohdichte erzielt werden, wenn das Vlies bereits vor der Komprimierungseinrichtung auf ungefähr die Nominalstärke des Fertigprodukts vorkomprimiert und anschliessend nur noch längskomprimiert wird. Das Mineralfaservlies wird vorteilhaft um einen Faktor 2 bis 10, 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. In gewissen Fällen, beispielsweise, wenn die Dichte der unteren Teilbahn des Fertigprodukts weniger als ungefähr 100 kg/m^3 betragen soll, kann eine gleichzeitig ablaufende Längs- und Dickenkomprimierung angezeigt sein. Der Dickenkompressionsgrad ist vorteilhaft kleiner als 2 und vorzugsweise kleiner als 1,5.

Obwohl die Förderer der Komprimierungseinrichtung Transportbänder sein können, sind die Förderer in einer besonders bevorzugten Ausführungsform als Rollenförderer ausgebildet. Rollen haben im Unterschied zu Förderbändern den Vorteil, dass das Vlies durch die Rollen beim Komprimieren mehrfach expandiert und zusammengepresst wird. Dadurch erhalten die Produkte überraschenderweise eine sehr homogene Mikrorohdichte (Dichteverteilung in einer kleinen Volumeneinheit) und sehr gute mechanische Eigenschaften, wie Druck-, Durchstich- und Zugfestigkeit bei einem im Vergleich mit herkömmlichen Produkten bedeutend geringem Gewicht. Die Fasern sind gleichmässig verfilzt und eine bevorzugte Faserorientierung ist nicht auszumachen (Fig. 11.) In vergrössertem Masstab zeigt sich, dass die zufällig orientierten Fasern teilweise wellenförmig angeordnet sind. Diese Art der Faserstruktur wird von den Erfindern als «Wellfaserstruktur» bezeichnet. Ein weiterer erwünschter Effekt ist die durch Rollen erzielbare Verfestigung der Vliesbahnoberflächen.

Obwohl die einzelnen Rollen jeweils einzeln ansteuerbar sein können, besitzt in einer vorteilhaften Ausführungsform jeder Rollenförderer jeweils zwei einander gegenüberliegende Gruppen von jeweils wenigstens zwei Rollen, wobei die Rollen eines Förderers jeweils mit derselben Umfangsgeschwindigkeit angetrieben werden. Dadurch, dass die Rollen in Gruppen von wenigstens zwei Rollen zusammengefasst sind, vereinfacht sich die Komprimierungseinrichtung und deren Steuerung wesentlich.

Vorteilhaft wird das Vlies vor der Trenneinrichtung in Förderrichtung gestreckt. Durch eine Entspannung des Vlieses kann ein ungewolltes Falten oder Ausbrechen der Vliesbahn z.B. beim Übergang von der Komprimierungseinrichtung zur Trenneinrichtung verhindert 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 härterbar. 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 $12 \mu\text{m}$, vorzugsweise zwischen ungefähr 3 und $8 \mu\text{m}$ 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 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 ist auch eine Vorrichtung gemäss Kennzeichen von Anspruch 27. Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Vorkomprimierungsstufe und der Trenneinrichtung eine zusätzliche Komprimierungseinrichtung vorgesehen ist, um das Vlies weiter in Dicken- und/oder Längsrichtung, insbesondere Längsrichtung, zu komprimieren und die Fasern umzuorientieren. Transportbänder dienen dazu, die einmal erreichte Faserstruktur zu erhalten und ein Auffedern oder Ausbrechen des unter Spannung stehenden Vlieses zu verhindern.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben. Gemäss eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sind wenigstens die Trenneinrichtung und die nachfolgende Niederhalteeinrichtung im Bereich der Mehrschichtenanlage unabhängig voneinander senkrecht zur Bandoberfläche verstellbar, sodass die Vorrichtung wahlweise für die Herstellung von ein- oder mehrschichtigen Produkten eingesetzt werden kann.

Zweckmässigerweise umfassen die Mittel zum Komprimieren der wenigstens einen Teilbahn wenigstens zwei unabhängig voneinander angetriebene Fördererpaare. Dadurch kann die abgespaltene Teilbahn auch in der Länge komprimiert werden. Die Fördererpaare sind vorteilhaft Rollenförderer, deren Rollenabstand einstellbar ist. Damit können die Teilbahnen sowohl in der Dicke als auch in der Länge komprimiert werden.

Vorteilhaft ist die Bindestation ein Härteofen, wobei vor dem Härteofen kühlbare Einlaufrollen vorgesehen sind. Dadurch kann ein Haften des Bindemit-

tels an den Rollen verhindert und einer Verstopfung vorgebeugt werden. In einer vorteilhaften Ausführungsform sind die Umlaufgeschwindigkeiten der Transportmittel zwischen der Trenneinrichtung und der Bindestation und die Umlaufgeschwindigkeit der Transportbänder im Ofen individuell einstellbar, sodass beispielsweise auch vor dem Härteofen eine Komprimierung oder Dekomprimierung vorgenommen werden kann. 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 Fördererpaaren.

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. 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 Aufsammlerband 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 Mehrschichtenanlage 21 für die Herstellung von mehrschichtigen Mineralfaserplatten an. 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 Aufsammlerbandes 15 und pendelt quer zur Transportrichtung des Aufsammlerbandes

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 Aufsammlerband 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 Aufsammlerband einsetzbar. Durch die Vorschubbewegung des Aufsammlerbandes 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 Primärvlies 26 unterschiedlich stark vorkomprimiert werden kann. Die Vorkomprimierungsstufe 17 sorgt für eine Vorkomprimierung und eine 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 oder Fördererpaaren 31, 33, 35, 37, welche vorteilhaft unabhängig voneinander höhenverstellbar sind. 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 Fördererpaars 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: Mittenlinie 69). Ist die Geschwindigkeit des nachfolgenden Fördererpaares 33 kleiner als die des Fördererpaares 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) gesehenen ersten Fördererpaares 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 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', 97, 97' 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 wer-

den, 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 eigentliche Mehrschichtenanlage 21, welche im gezeigten Ausführungsbeispiel als Zweischichtenanlage (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 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 soweit 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 Förderern 50, 51 vorgesehene Fördererpaare 53, 54 dienen der Dicken- und Längskomprimierung der oberen Bahn 45. Die Fördererpaare 53, 54 besitzen vorzugsweise Rollen 55, welche jeweils zu oberen und unteren Rollengruppen mit jeweils drei Rollen zusammengefasst sind. Die Fördererpaare 53, 54 sind jeweils mit unter-

schiedlichen 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 zu Stande kommt. 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 geeigneten 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 zu 75 mm besitzt, wird dem Pendelband 13 zugeführt. Das Pendelband 13 legt das Primärvlies auf dem kontinuierlich vorwärts laufenden 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 soweit 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 zustande kommt. Da bei Produkten mit einer Dichte von weniger als ungefähr 80 bis 90 kg/m³ die im Vlies bei der Längskomprimierung herrschenden Expansionskräfte 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 Pressband 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 nicht fluchtend angeordnet sind. Durch die nicht fluchtende 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- resp. 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). 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 Oberfläche.

Das komprimierte Vlies kann in der Mehrschichtenanlage 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 Bahn 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 der Bahnen 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 Mehrschichtenanlage 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 Härteöfen 25 etwas gestaucht werden. Je nach Grad der Stauchung kann diese in einer gewissen Faltung der Bahnen resultieren. Durch die Stauchung vergrössern sich die Berührungsflächen, und die Verklebung/Verfilzung der Bahnen kann dadurch verbessert werden.

Die oben beschriebene Komprimierungseinrichtung kann für die ein- oder mehrstufige Längskomprimierung eingesetzt werden. Alternativ kann die Einrichtung auch so betrieben werden, dass sich beim Komprimieren eine kontinuierliche Kompressionszone bildet. Mit der Vorrichtung können Produk-

te vorzugsweise mit einer Dichte zwischen ungefähr 40 und 200 kg/m³ hergestellt werden.

Beispiel 1:

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

Beispiel 2:

35	Plattentyp	2-schichtig
	Fasermaterial	Steinwolle
	Plattenstärke	100 mm
40	Stärke der Deckschicht	ca. 20 mm
	Stärke der Grundsicht	ca. 80 mm
	durchschn. Rohdichte	ca. 90 kg /m ³
45	Rohdichte der Deckschicht	155 kg /m ³
	Rohdichte der Grundsicht	75 kg/m ³
	Bindemittel	modifiziertes Phenolharz
50	durchschnittliche Faserlänge	ca. 3–4 mm
	durchschnittlicher Faserdurchmesser	von 3 bis 4 µm
	Vorkomprimierung	ungefähr 1,8- bis 1,5-fache Nominalstärke
55	Dickenkomprimierung	1,5 bis 1,1:1
	Längskomprimierung	3:1
	Druckfestigkeit bei 10% Einfeldung	0,025–0,030 N/mm ²
60	Abrissfestigkeit (Delaminierung)	0,013–0,018 N/mm ²
	Rollendurchmesser der eingesetzten Rollen	80 mm

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). Die Fig. 10b und 10c zeigen die untere, weniger stark komprimierte Schicht einer zweischichtigen Platte.

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. Kontinuierliches Verfahren zur Herstellung einer zwei- oder mehrschichtigen, gebundenen Mineralfaserplatte aus einem Mineralfaservlies durch Vorkomprimieren des Vlieses, Zuführen des vorkomprimierten Vlieses zu einer Trenneinrichtung (41), Trennen des Vlieses mithilfe der Trenneinrichtung (41) in zwei oder mehrere Teilbahnen (43, 45), Komprimieren wenigstens einer Teilbahn (45) in Dickenrichtung, anschliessendes Zusammenführen der Teilbahnen (43, 45') und Weitertransportieren derselben in eine Bindestation (25), in welcher das Vlies gebunden wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Mineralfaservlies vor der Trenneinrichtung (41) in einer Komprimierungseinrichtung (19) längskomprimiert wird und dass ein Ausbrechen der unter Spannung stehenden Teilbahnen (43, 45) zwischen der Komprimierungseinrichtung (19) und der Bindestation (25) durch Mittel (49, 50, 51, 59, 61, 63, 65) verhindert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die eine dickenkomprimierte Teilbahn (45) längskomprimiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Berührungsflächen der Teilbahnen (43, 45') vor dem Zusammenführen mit Bindemittel versehen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zusammengeführten Bahnen (43, 45') vor dem Binden längskomprimiert werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Trenneinrichtung (41) kontinuierlich gereinigt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies vor der Trenneinrichtung in einer Komprimierungseinrichtung in einer kontinuierlichen Kompressionszone oder in Stufen, ohne dass eine Dickenkomprimierung stattfindet, längskomprimiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die Komprimierung in einer Stufe erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Komprimierung in mehreren Stufen erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Längskomprimierung dadurch zu Stande kommt, dass das Vlies (20) eine Komprimierungseinrichtung mit einer Mehrzahl von in Förderrichtung hintereinander angeordneten Fördererpaaren (31, 33, 35, 37) passiert, wobei die Geschwindigkeit wenigstens eines Fördererpaares (33, 35, 37) kleiner ist als die des vorhergehenden Fördererpaares (31, 33, 35).

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das vorkomprimierte Vlies wenigstens einstufig längskomprimiert wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung von Produkten mit gefalteter Faserstruktur der Abstand der einander gegenüberliegender Förderer (31', 31"; 33', 33"; 35', 35") eines Fördererpaares (31, 33, 35) auf den 0,5- bis 0,1fachen Abstand der nachfolgenden Förderer (33', 33"; 35', 35"; 37', 37") eingestellt wird, wobei ein durch zwei aufeinander folgende Fördererpaare definierter Förderweg im Wesentlichen fluchtend angeordnet ist und die Umfangsgeschwindigkeit wenigstens des unmittelbar nachfolgenden Fördererpaares (31', 31") kleiner ist als die Umfangsgeschwindigkeit des vorhergehenden Fördererpaares (31', 31").

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die einander gegenüberliegenden Förderer (31', 31"; 33', 33"; 35', 35"; 37', 37") eines Fördererpaares (31, 33, 35, 37) mit unterschiedlicher Geschwindigkeit angetrieben werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies vor dem Eintritt in die Komprimierungseinrichtung (19) auf das 0,8- bis 1,5fache, vorzugsweise 0,9- bis 1,3fache einer Nominalstärke des Fertigprodukts vorkomprimiert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies spätestens durch den letzten Förderer (37) auf eine die Nominalstärke des Fertigprodukts komprimiert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderer Rollenförderer sind.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Rollenförderer jeweils zwei einander gegenüberliegende Gruppen von jeweils wenigstens zwei in Abstand voneinander angeordneten Rollen (39) umfasst, wobei die Rollen (39) eines Förderers jeweils mit derselben Umfangsgeschwindigkeit angetrieben werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies vor der Trenneinrichtung (41) in Förderrichtung gestreckt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies im Wesentlichen aus Steinwollefasern besteht und nicht gehärtetes Bindemittel enthält.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies 0,7 bis 4 Prozent Bindemittel enthält und dass das Bindemittel durch Heizen in der Bindestation (25) gehärtet wird.

20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass Mineralfasern einer durchschnittlichen Länge zwischen 1 und 10 mm, vorzugsweise zwischen 2 und 6 mm, und einer durchschnittlichen Dicke zwischen 2 bis 10 µm, vorzugsweise zwischen 3 bis 7 µm, eingesetzt werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass beim Ablegen des Primärvlieses auf dem Förderer (15) die vorherrschende Orientierung der Fasern geändert resp. teilweise ausgeglichen wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Primärvlies mittels eines in einem Winkel zur Transportrichtung schwenkbaren Pendelbandes (13) in Lagen auf dem als Aufsammelband genutzten Förderer (15) abgelegt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass zwei bis 60 Lagen des Vlieses, vorzugsweise zwischen 2 und 40 Lagen, übereinander abgelegt werden.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Vlies transversal zur Transportrichtung umgelenkt wird.

25. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung einer Mineralfaserplatte mit zwei oder mehr Schichten unterschiedlicher Dichte durch

Vorkomprimieren eines Faserfilzes, Zuführen des vorkomprimierten Filzes zu einer Trenneinrichtung (41),

Trennen des Filzes in zwei oder mehrere Teilbahnen (43, 45),

Komprimieren wenigstens einer Teilbahn (45) in Dickenrichtung,

anschliessendes Zusammenführen der Teilbahnen (43, 45) und

Weitertransportieren derselben in eine Bindestation (25), in welcher der Filz gebunden wird, dadurch gekennzeichnet,

dass der Faserfilz vor der Trenneinrichtung (41) in einer Komprimierungseinrichtung (19) ohne Komprimierung in der Dickenrichtung in einer kontinuierlichen Komprimierungszone, in welcher eine nominelle Dicke des Produktes erhalten bleibt, längenkomprimiert wird, und dass ein Ausbrechen der unter Spannung stehenden Teilbahnen (43, 45) zwischen der Komprimierungseinrichtung (19) und der Bindestation (25) verhindert wird.

26. Verfahren nach Anspruch 25 und einem der Ansprüche 2 bis 24.

27. Vorrichtung zur kontinuierlichen Herstellung einer gebundenen Mineralfaserplatte aus einem Mineralfaservlies mit in Förderrichtung (F) hintereinander angeordneten

Mitteln (27, 29) zum Vorkomprimieren des Mineralfaservlieses, Förderern (31, 33, 35, 37) zum Transportieren des Vlieses zu einer Trenneinrichtung (41),

einer Trenneinrichtung (41) zum Trennen des Vlieses in zwei oder mehrere Teilbahnen (43, 45),

Mitteln zum Komprimieren wenigstens einer Teilbahn (45) in Dickenrichtung,

Transportmitteln (23) zum anschliessenden Zusammenführen der Teilbahnen (43, 45) und Weitertransportieren derselben in eine Bindestation (25), zum Binden des komprimierten Vlieses, dadurch gekennzeichnet,

dass die ersten Förderer (31, 33, 35, 37) eine Komprimierungseinrichtung bilden, welche wenigstens zwei in Förderrichtung hintereinander angeordnete Fördererpaare (31, 33, 35, 37) aufweist, und dass Mittel (49, 50, 51, 59, 61, 63, 65) vorgesehen sind, um ein Ausbrechen der unter Spannung stehenden Teilbahnen (43, 45) zwischen der Komprimierungseinrichtung (19) und der Bindestation (25) zu verhindern.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (57) vorgesehen sind, um die Teilbahnen vor dem Wiedervereinen mit Bindemittel zu versehen.

29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Trenneinrichtung (41) aus einem Bandmesser oder einer Bandsäge besteht.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass eine Reinigungseinrichtung vorgesehen ist, um das Bandmesser oder die Bandsäge kontinuierlich oder intermittierend zu reinigen.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Trenneinrichtung (41) und eine nachfolgende Niederhalteeinrichtung (49) im Bereich einer Mehrschichtenanlage (21) höhenverstellbar sind.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zum Komprimieren der wenigstens einen Teilbahn wenigstens zwei unabhängig voneinander angetriebene Fördererpaare (53, 54) umfassen.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördererpaare (53, 54) Rollenförderer sind, deren Rollenabstand einstellbar ist.

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 33, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl von in Förderrichtung hintereinander angeordneten Fördererpaaren (31, 33, 35, 37) aus jeweils zwei einander gegenüberliegenden Förderern vorgesehen sind, durch welche der Förderweg für das Vlies gebildet wird.

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, um den Abstand der Förderer wenigstens eines Fördererpaares (31, 33, 35, 37) unabhängig vom Abstand der Förderer in anderen Fördererpaaren einzustellen.

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, um die Lage des Förderweges durch wenigstens ein Fördererpaar (31, 33, 35, 37) bezüglich der Lage des Förderweges durch wenigstens ein anderes Fördererpaar einzustellen.

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung von im Wesentlichen gefalteten Produkten der

- Abstand der einander gegenüberliegenden Förderer eines Fördererpaars (31, 33, 35) auf den 0,5- bis 0,1fachen Abstand des Abstand der Förderer des nachfolgenden Fördererpaars (33, 35, 37) einstellbar ist und dass der durch die beiden Fördererpaare definierte Förderweg im Wesentlichen fluchtend angeordnet ist. 5
38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass Umlaufgeschwindigkeiten der Förderer der Komprimierungseinrichtung (19) individuell einstellbar sind. 10
39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass die relative Neigung der Förderer wenigstens eines Fördererpaars (31, 33, 35, 37) einstellbar ist. 15
40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderer der Komprimierungseinrichtung (19) Bandförderer sind.
41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Förderer der Komprimierungseinrichtung (19) jeweils wenigstens zwei Rollen (39) besitzen. 20
42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass jede Rollen- gruppe eines Förderers zwei bis acht Rollen (39), vorzugsweise vier Rollen, besitzt und dass drei bis sechs, vorzugsweise vier, Rollenfördererpaare vorgesehen sind. 25
43. Vorrichtung nach Anspruch 41 oder 42, dadurch gekennzeichnet, dass der Rollendurchmesser und der gegenseitige Abstand der Rollen (39) in Förderrichtung dergestalt ist, dass ein Ausbrechen oder ein Falten des Vlieses weitgehend verunmöglich ist. 30
44. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 43, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderweg horizontal verläuft. 35
45. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 44, dadurch gekennzeichnet, dass Umlaufgeschwindigkeiten der Transportmittel (23) zur und der Transportmittel (67, 67') der Bindestation (25) einstellbar sind. 40
46. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Bindestation ein Härteofen (25) ist und dass vor dem Härteofen kühlbare Einlaufrollen (63, 65) vorgesehen sind. 45
47. Mineralfaserplatten, hergestellt nach einem Verfahren gemäss einem der Ansprüche 1 bis 26. 50

55

60

65

11

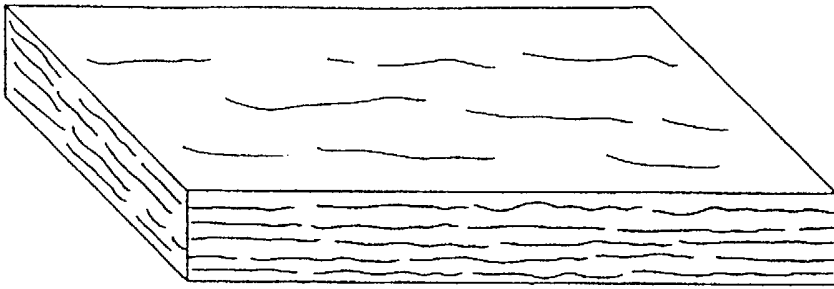


Fig 1

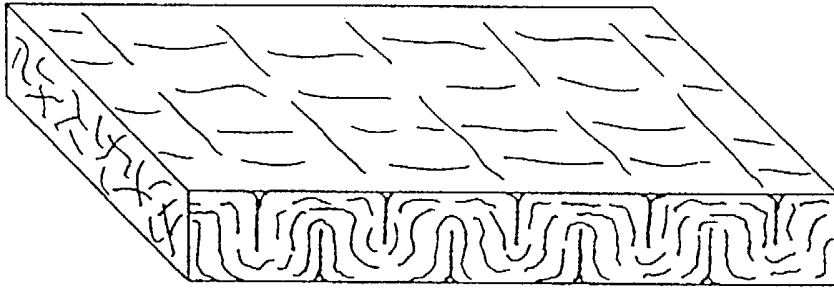


Fig 2

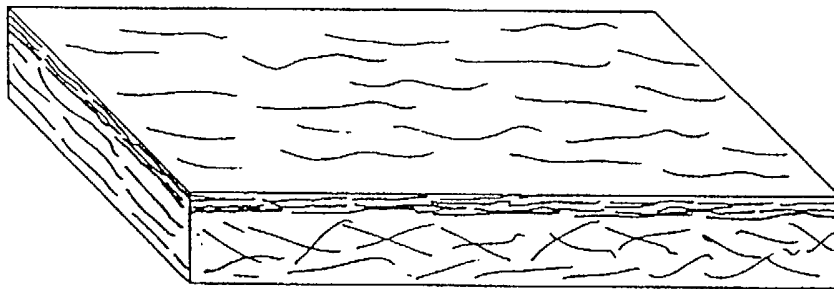


Fig 3

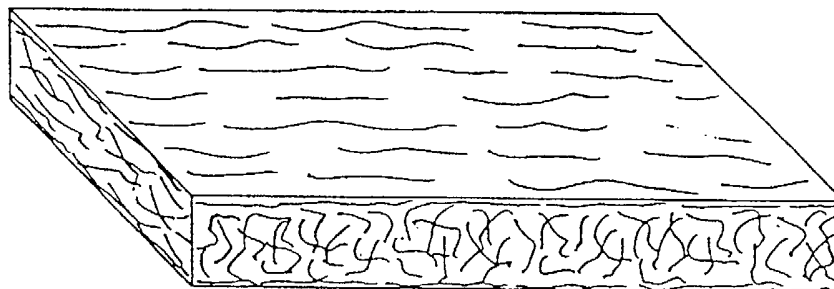


Fig 4

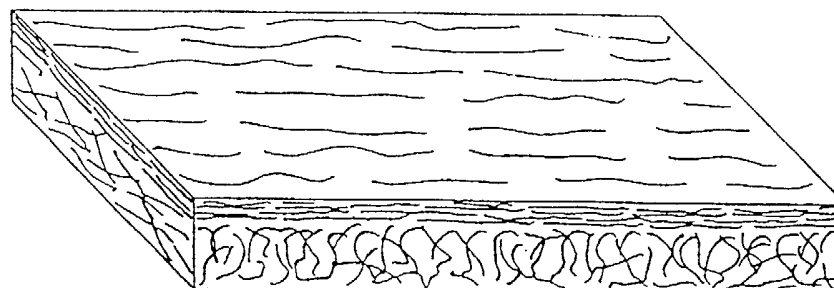


Fig 5

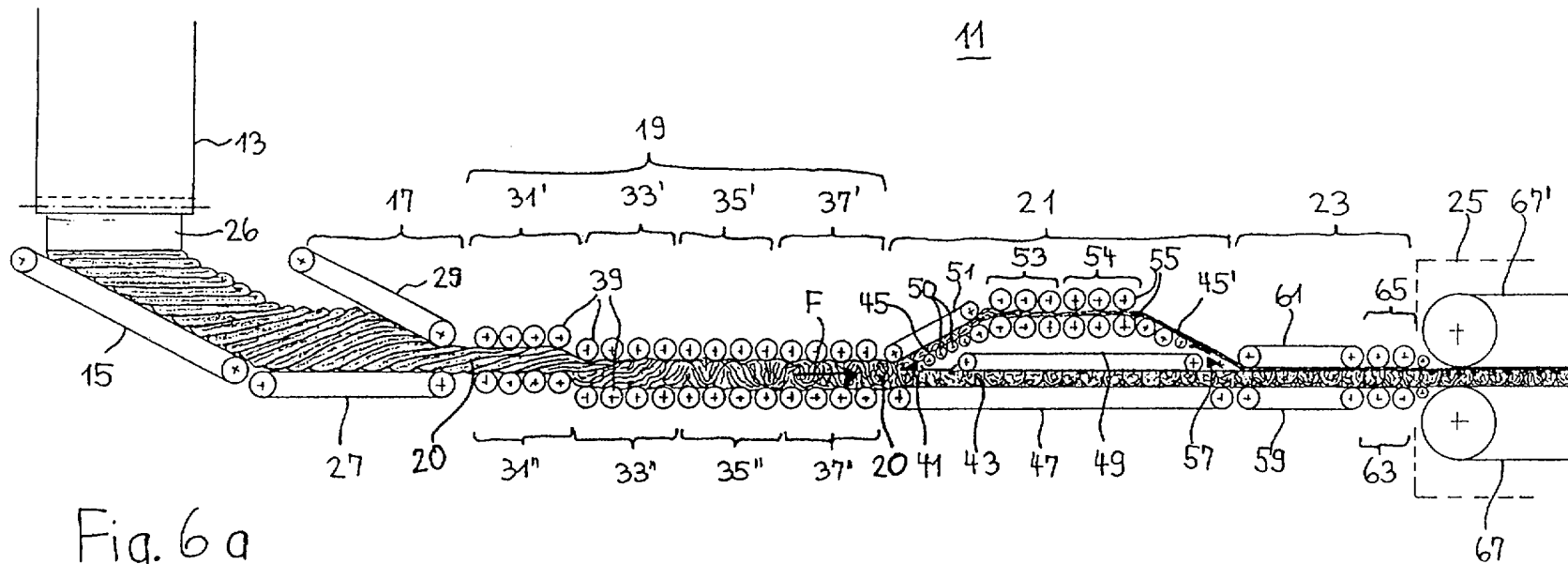


Fig. 6 a

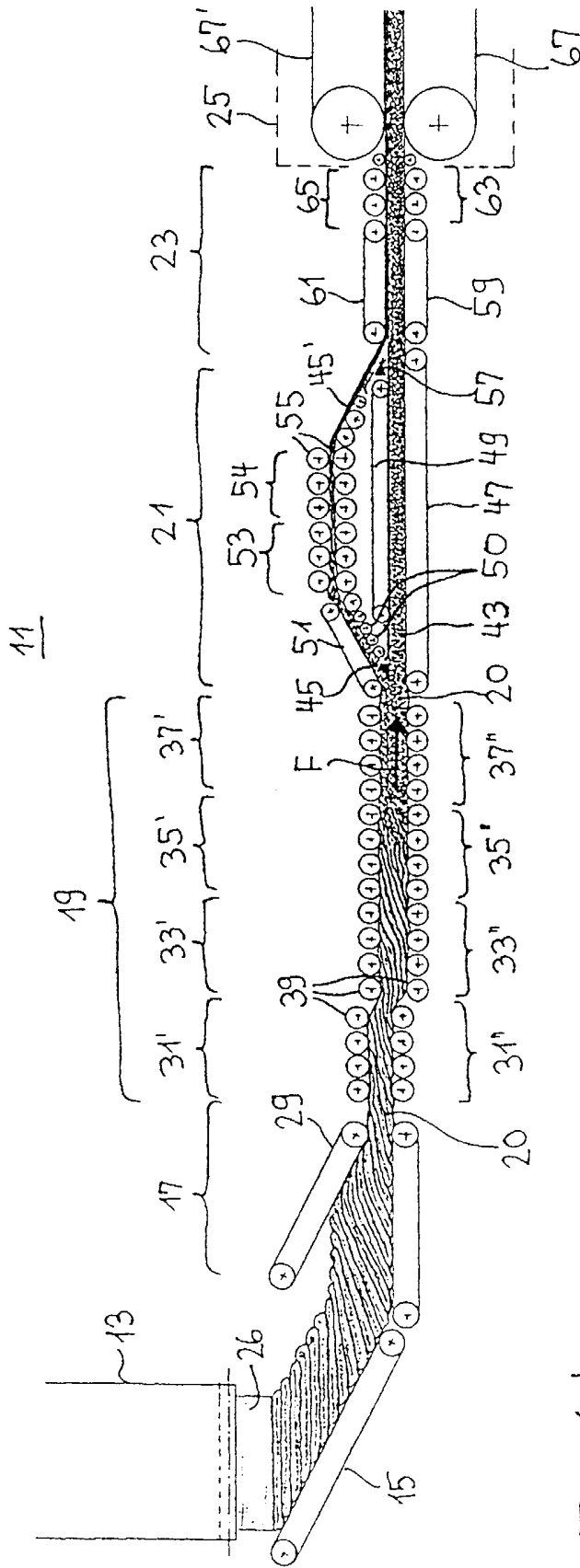


Fig. 6b

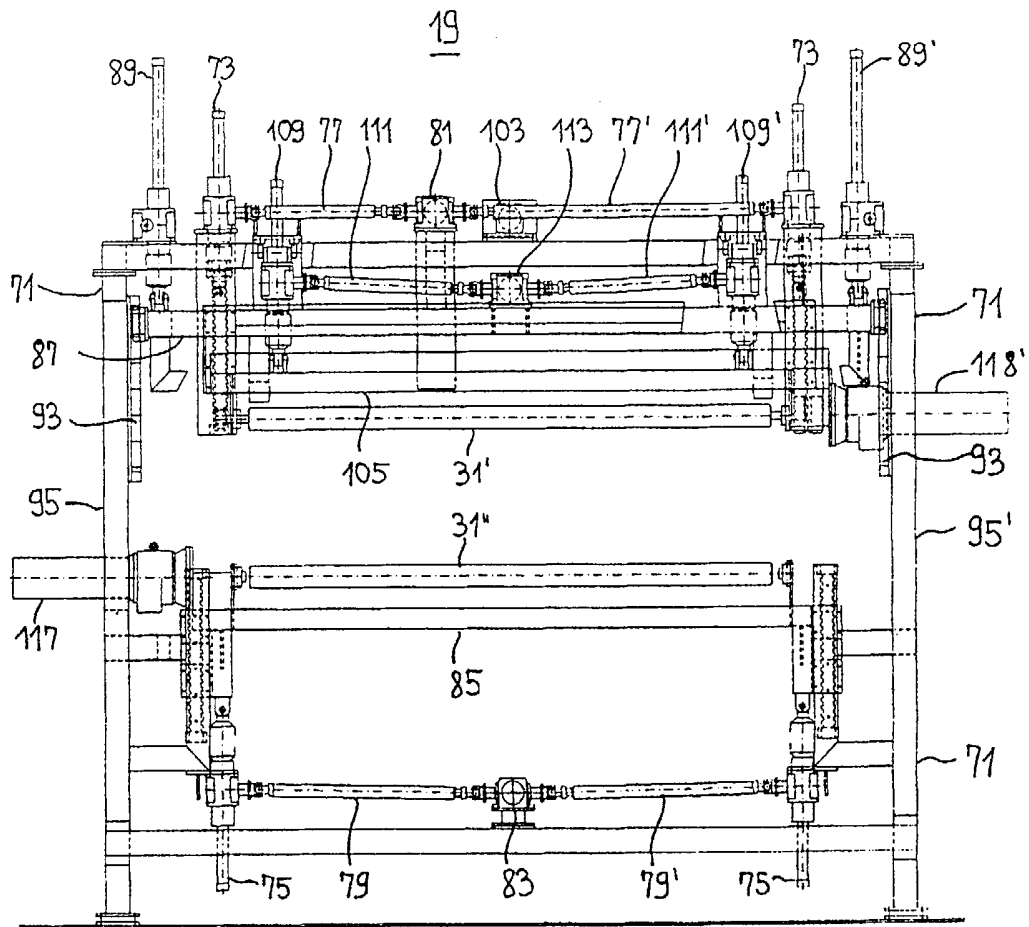


Fig. 7

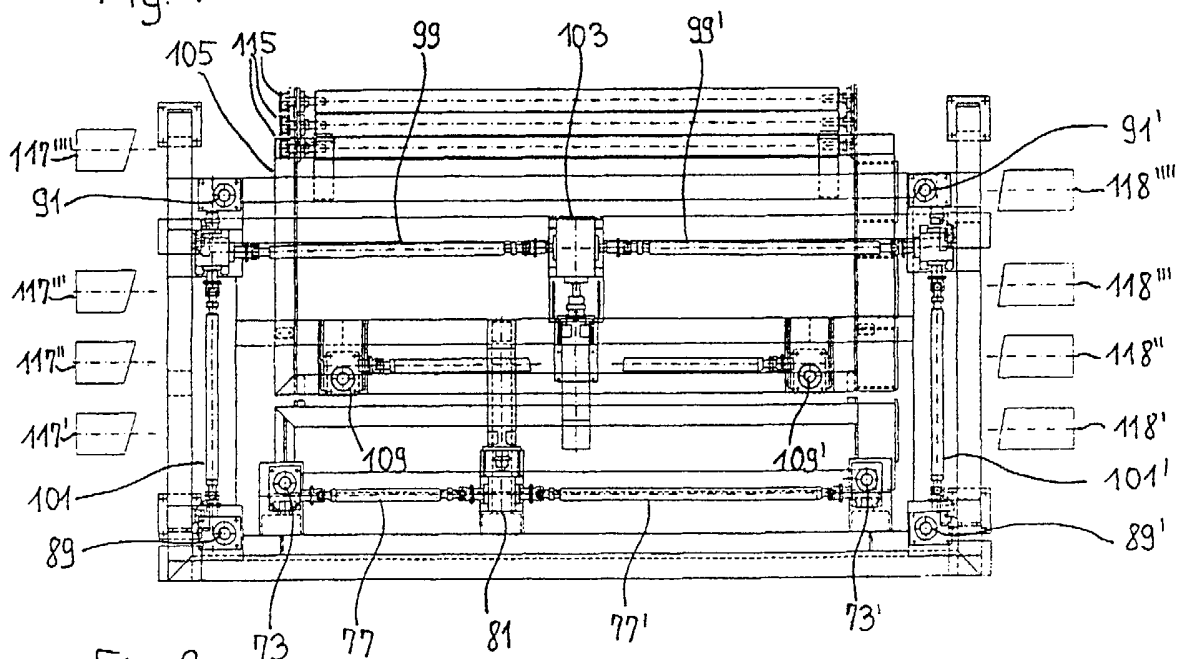


Fig. 9

19

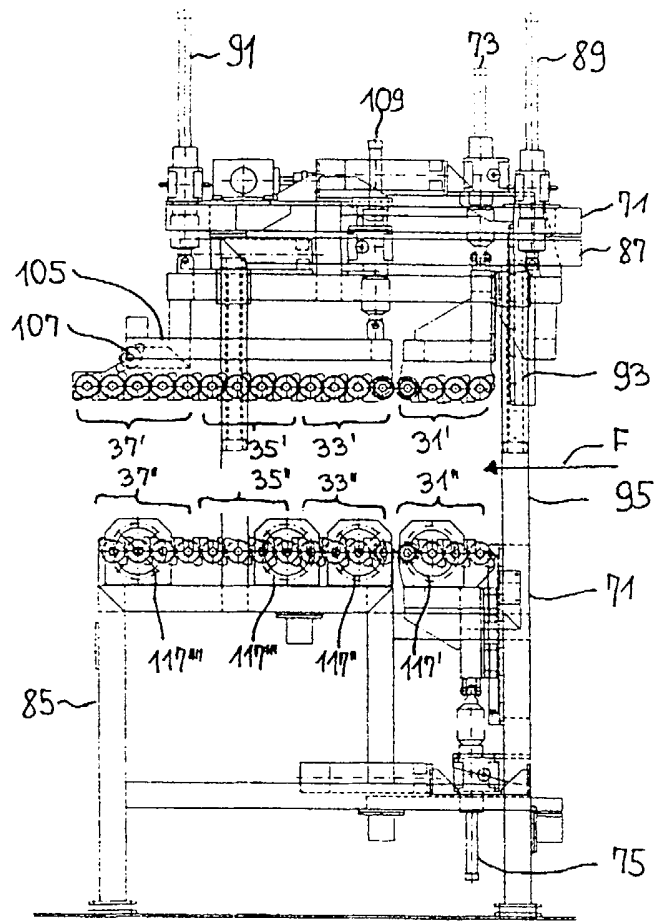


Fig. 8

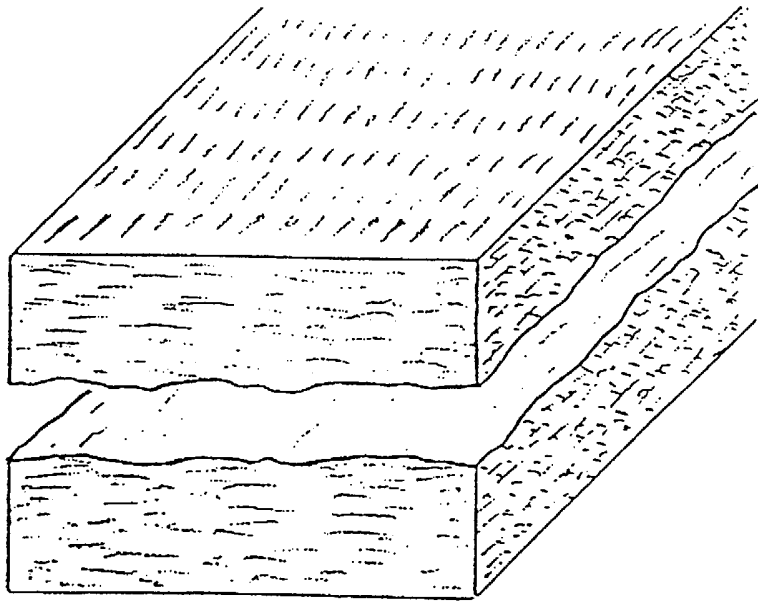


Fig. 10a

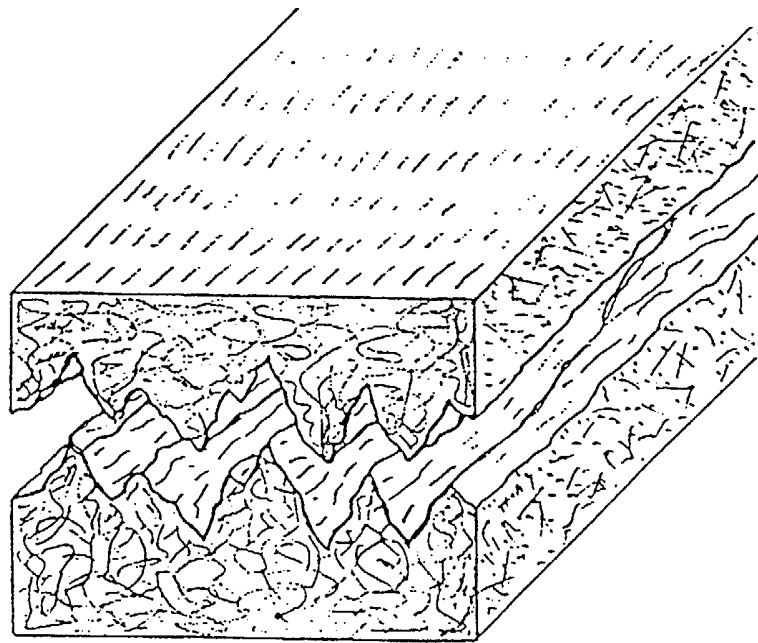


Fig. 10b

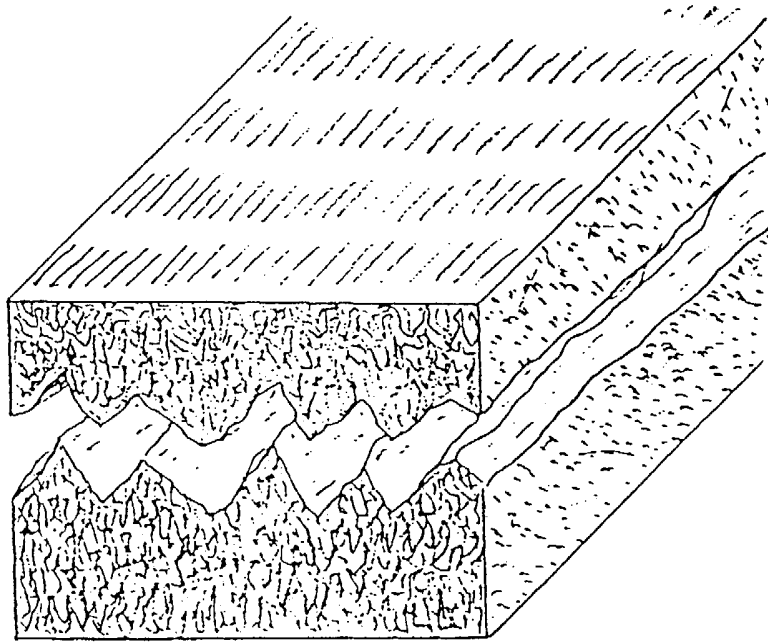


Fig. 10c

