



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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪ 642 406

⑳ Gesuchsnummer: 8784/79

⑦③ Inhaber:
Zellweger Uster AG, Uster

㉒ Anmeldungsdatum: 28.09.1979

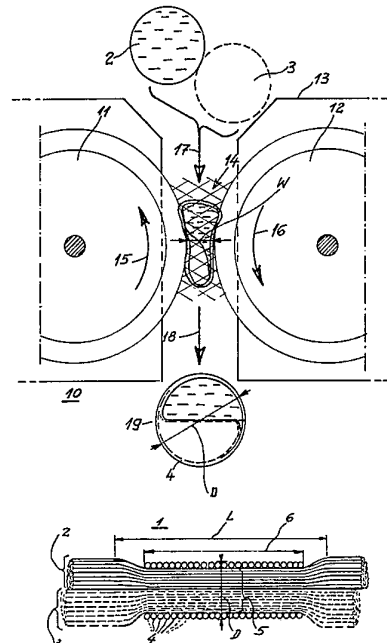
㉔ Patent erteilt: 13.04.1984

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.04.1984

⑦② Erfinder:
August Baumgartner, Uster

⑤④ **Verbindung von Faserverbänden, Verfahren zur Erzeugung der Verbindung und Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens.**

⑤⑦ Verbindung von Faserverbänden (2, 3), bei welcher aus mindestens einem der Faserverbände stammende Fasern (4) einen Rest (5) der Fasern kraftschlüssig umschlingen. Verfahren zur Erzeugung der Verbindung, wobei zu verbindende Faserverbände zwischen Verformungsorganen verformt und Fasern aus mindestens einem Faserverband entnommen und kraftschlüssig um den Rest (5) der zu verbindenden Faserreste gewickelt werden. Vorrichtung (10) zur Ausführung des Verfahrens mit eng benachbarten Verformungsorganen (11, 12) mit strukturierter Oberfläche, welche gegensinnig (15, 16) bewegt werden und wobei die zu verbindenden Faserverbände (2, 3) im Zwischenraum (14) zwischen den Verformungsorganen verformt, ein Teil ihrer Fasern mindestens teilweise herausgelöst und damit die Umschlingung (4) gebildet wird. Hauptsächliches Anwendungsgebiet: Textilindustrie.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verbindung von Faserverbänden, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens über einen Teil der Länge (L) der Verbindung (1) aus mindestens einem der Faserverbände (2, 3) stammende Fasern (4) einen Rest (5) der Fasern der verbundenen Faserverbände (2, 3) kraftschlüssig umschlingen.

2. Verbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Rest (5) im wesentlichen die Summe der Einzelfasern an der Verbindungsstelle der verbundenen Faserverbände (2, 3) vor der Erzeugung der Verbindung (1) abzüglich der im Umschlingungsbereich (6) verwendeten Fasern umfasst.

3. Verbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte Rest (5) um eine Anzahl aus den Faserverbänden (2, 3) absichtlich entfernter Fasern kleiner ist als die Summe der Einzelfasern im Umschlingungsbereich der Faserverbände (2, 3) vor der Erzeugung der Verbindung und abzüglich der in der Umschlingung verwendeten Fasern.

4. Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die miteinander verbundenen Faserverbände (2, 3) im Umschlingungsbereich (6) im wesentlichen ohne gegenseitige Durchmischung der aus den zu verbindenden Faserverbänden (2, 3) stammenden Einzelfasern durch die Umschlingung (4) zusammengedrückt sind.

5. Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung (1) im Umschlingungsbereich (6) einen im wesentlichen kreisförmigen Querschnitt Q mit dem Durchmesser D aufweist und die ursprünglichen, im wesentlichen kreisförmigen Querschnitte (Q_1 , Q_2) der miteinander verbundenen Faserverbände (1, 2) mit ihren ursprünglichen Durchmessern D_1 und D_2 (Fig. 2) auf Teilflächen (F_1 , F_2) eines Kreises mit annähernd dem Durchmesser D verformt sind.

6. Verbindung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilflächen (F_1 , F_2) im wesentlichen gleichartige Flächenabschnitte des kreisförmigen Querschnittes Q sind, und zwar Halbkreisflächen bei zwei verbundenen Faserverbänden und Sektoren bei mehr als zwei verbundenen Faserverbänden. (Fig. 3)

7. Verbindung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilflächen (F_1 , F_2) einander mindestens teilweise umschlingen. (Fig. 4)

8. Verbindung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass Fasern mindestens eines Faserverbandes (1) der verbundenen Faserverbände (1, 2) eine Kernzone (7) innerhalb des Querschnittes Q der Verbindung (1) bilden und Fasern mindestens eines anderen Faserverbandes (2) der verbundenen Faserverbände (1, 2) eine Mantelzone (8) bilden, welche von umschlingenden Fasern (4) umfasst ist. (Fig. 5)

9. Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ursprünglich verschiedenen der miteinander verbundenen Faserverbände (1, 2) angehörende Fasern zumindest im Umschlingungsbereich (6) im wesentlichen gegenseitig durchmischen sind und von den umschlingenden Fasern (4) umfasst sind. (Fig. 6)

10. Verbindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der verbundenen und/oder umschlingenden Fasern der Faserverbände in ihrer Struktur und/oder Oberflächenbeschaffenheit im Bereich der Verbindung gegenüber ihrem Zustand vor der Verbindung und ausserhalb der Verbindung (1) gezielt verändert ist.

11. Verbindung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Veränderung der Struktur und/oder Oberflächenbeschaffenheit adhäsionserhöhend gestaltet ist.

12. Verbindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge von Einzelfasern innerhalb der Verbindung (1) gegenüber der

Länge von Einzelfasern ausserhalb der Verbindung verkürzt ist.

13. Verbindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Verbindung (1) die Anzahl der mindestens einen Querschnitt durch die Verbindung (1) durchsetzenden Einzelfasern kleiner ist als die ursprüngliche Summe der Fasern der verbundenen Faserverbände.

14. Verbindung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser (D) der Verbindung (1) kleiner ist als der Durchmesser eines Kreises, dessen Fläche gleich ist der Summe der ursprünglichen Querschnitte der verbundenen Faserverbände.

15. Verfahren zur Erzeugung einer Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die miteinander zu verbindenden Faserverbände in wenigstens annähernd parallele, eng benachbarte Lage zueinander verbracht werden, sodann mindestens auf einen Teil des Umfangs jedes der zu verbindenden Faserverbände und die Gesamtheit der Faserverbände durch körperhafte Berührung derselben mit bewegten Verformungsorganen sowohl Schubkräfte als auch Zug- und/oder Druckkräfte ausgeübt werden, um einerseits die ursprünglichen Querschnitte und/oder Struktur der zu verbindenden Faserverbände zu verändern und andererseits mindestens aus einem der zu verbindenden Faserverbände Einzelfasern mindestens teilweise aus ihrem Verband zu lösen und derart zu verlagern, dass sie schliesslich die zu verbindenden Faserverbände mindestens in einem Teil des Einwirkungsbereiches der Verformungsorgane kraftschlüssig umschlingen und anschliessend die durch die Umschlingung verbundenen Faserverbände wieder aus dem Einwirkungsbereich der Verformungsorgane gebracht werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Arbeitsparameter für die Erzeugung der Verbindung veränderbar und/oder einstellbar ist, um durch eine bestimmte Wahl von einzelnen solchen Parametern und/oder bestimmten Kombinationen von solchen Parametern die Bildung bevorzugter Verbindungsstrukturen zu begünstigen.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass als Arbeitsparameter einer oder mehrere der nachfolgend aufgeführten Arbeitsparameter veränderbar und/oder einstellbar ist bzw. sind:

- a) Entfernung zwischen den Einspannstellen der zu verbindenden Faserverbände;
- b) Spannung der eingespannten Faserverbände;
- c) Struktur der Verformungsorgane;
- d) Gegenseitiger Abstand der Verformungsorgane;
- e) Gegenseitige räumliche Orientierung der Verformungsorgane;
- f) Druck der Verformungsorgane auf die zu verbindenden Faserverbände;
- g) Geschwindigkeit der Verformungsorgane relativ zu den Faserverbänden;
- h) Winkelstellung der Verformungsorgane oder ihrer Bewegungsrichtung relativ zu den Faserverbänden;
- i) Durchlaufgeschwindigkeit und/oder Durchlauf- und/oder Verweilzeit der zu verbindenden Faserverbände durch bzw. im Einwirkungsbereich der Verformungsorgane.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass durch eine Relativbewegung zwischen den zu verbindenden Faserverbänden und einer Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens die zu verbindenden Faserverbände durch den Einwirkungsbereich der

Verformungsorgane bewegt und/oder vorübergehend in diesem Einwirkungsbereich belassen werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die auf die zu verbindenden Faserverbände durch die Verformungsorgane wirkenden Kräfte in rascher zeitlicher Folge in ihrer Grösse und/oder Richtung variieren.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass während der Durchlaufzeit oder Verweilzeit der zu verbindenden Faserverbände durch den Einwirkungsbereich der Verformungsorgane Zeitintervalle der Einwirkung der Verformungsorgane auf die Faserverbände und Zeitintervalle der Freigabe der Faserverbände durch die Verformungsorgane abwechseln.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Struktur der Verformungsorgane und/oder die Stärke und/oder die Häufigkeit der Einwirkungen der Verformungsorgane mindestens auf Teile der zu verbindenden Faserverbände die Verteilung der Fasern in denselben gegenüber der ursprünglichen Verteilung vor Einwirkung der Verformungsorgane verändert wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Wirkung der Verformungsorgane sich Fasern eines Faserverbandes mit Fasern desselben und/oder eines andern Faserverbandes vermischen.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Wirkung der Verformungsorgane die Oberfläche und/oder Struktur von Einzelfasern der Faserverbände sich adhäsionserhöhend verändern und die Haftung von Fasern aneinander im Bereich der zu erzeugenden Verbindung gegenüber Teilen der Faserverbände, die nicht in den Einwirkungsbereich der Verformungsorgane geraten, erhöht.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die kraftschlüssige Umschlingung der Verbindungsstelle zu einer Erhöhung der Zusammenpressung der Einzelfasern im Bereich der Umschlingung und dadurch zu einer erhöhten Haftung der Einzelfasern aneinander und einer erhöhten Reissfestigkeit der Verbindung führt.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass sich Einzelfasern der zu verbindenden Faserverbände durch die Einwirkung der Verformungsorgane in ihrer Struktur derart verändern, dass sie die Neigung erhalten, sich gegenseitig zu verkrallen.

26. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) mindestens zwei Verformungsorgane (11, 12) aufweist, welche auf einem Träger (13) beweglich gelagert sind, wobei die Verformungsorgane (11, 12) oder ihre Konturen sich in einem Einwirkungsbereich (14) auf die zu verbindenden Faserverbände (2, 3) relativ zueinander bewegen (15, 16) und die zu verbindenden Faserverbände (2, 3) dem Einwirkungsbereich (14) zuführbar (17) und die verbundenen Faserverbände (19) aus diesem Einwirkungsbereich (14) wegführbar (18) sind. (Fig. 7)

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Weite (W) des Einwirkungsbereiches (14) an seiner engsten Stelle kleiner ist als die Summe der Durchmesser (D_1 , D_2 ; Fig. 2) der zu verbindenden Faserverbände (2, 3).

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 und 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Verformungsorgane (11, 12) Rotationskörper sind und mindestens ein Teil ihrer Oberfläche strukturiert ist, die Verformungsorgane (11, 12) je auf einer Achse (20, 21) drehbar gelagert sind und über ein Antriebsrad (22) antreibbar sind, wobei das Antriebsrad (22)

selbst mit einem Kraftantrieb (23) über ein Kupplungsorgan (24) gekuppelt ist. (Fig. 8)

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines der Verformungsorgane (12) mit seiner Achse (21) in einer einstellbaren Lagereinrichtung (25) gelagert ist, wodurch eine Änderung und/oder bestimmte Einstellung der Weite (W) des Einwirkungsbereiches (14; Fig. 7) möglich ist. (Fig. 8)

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein bewegliches Organ (26) vorgesehen ist zur mindestens zeitweisen Führung und/oder Abtastung der zu verbindenden Faserverbände (2, 3). (Fig. 8)

31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass das bewegliche Organ (26) in Verbindung steht mit einem Schaltorgan (57), um dieses in Abhängigkeit von der Lage der zu verbindenden Faserverbände (2, 3) zu betätigen. (Fig. 8)

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Teil der Oberfläche oder die Mantelfläche von Verformungsorganen (11, 12) gezähnt ist und der Achsabstand der Verformungsorgane (11, 12) so gewählt ist, dass sich deren Konturen oder Zähne nicht berühren, aber bei Gegenüberstellung an der engsten Stelle des Einwirkungsbereiches (14) bis auf eine Weite (W) von weniger als der Summe der Durchmesser ($D_1 + D_2$) der zu verbindenden Faserverbände (2, 3) nähern.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verformungsorgan (11, 12) ein Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche (27) ist, wobei die Mantelfläche längs des Umfanges der Mantelfläche eine unterschiedliche Breite (B) aufweist. (Fig. 12)

34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verformungsorgan (11) ein Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche (27) ist, wobei die Mantelfläche (27) über einen ersten Bereich ihres Umfanges eine konstante Breite (B_1) und über einen weiteren Bereich des Umfanges eine unterschiedliche Breite (B_2) aufweist. (Fig. 13)

35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verformungsorgan (11) ein Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche (27) derart ausgebildet ist, dass im Bereich einer Aussparung (28) nur ein Teil der Breite (B_1) der Mantelfläche (27) in Berührung mit den zu verbindenden Faserverbänden (2, 3) kommt. (Fig. 14)

36. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verformungsorgan (11) ein Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche (27) ist, wobei im Verformungsorgan (11) einerseits eine keilförmige Aussparung (29) und im Bereich einer Abschrägung (30) die restliche Mantelfläche (27) längs ihres Umfanges unterschiedliche Wirkungsbreite erhält. (Fig. 15)

37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 32, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verformungsorgan (11) ein Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche (27) ist, wobei das Verformungsorgan (11) auf einem ersten Teil des Umfanges eine zur Mittelebene des Verformungsorgans (11) symmetrisch liegende Aussparung (28) und in einem anderen Teil des Umfanges weitere sich gegenüberliegende Aussparungen (31, 32) aufweist, so dass im Betrieb abwechselungsweise Stellen der Mantelfläche (27) mit unterschiedlicher Breite und Lage der Mantelfläche (33, 34, 35) mit den zu verbindenden Faserverbänden (2, 3) in Berührung kommen und wirksam werden. (Fig. 16)

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur der Mantelfläche

(27) durch eine Verzahnung dargestellt ist, welche gerade oder schräg verlaufend ausgeführt ist. (Fig. 8, 12 bis 17)

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 38, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verformungsorgan (12) in einer Lagereinrichtung (25) drehbar gelagert ist und die Lagereinrichtung (25) quer (36) zur Richtung der zu verbindenden Faserverbände (2, 3) verschiebbar und durch eine Einstellrichtung (37) einstellbar und durch ein Feststellorgan (38) feststellbar ist. (Fig. 18)

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass die Verformungsorgane (11, 12) eine Mantelfläche mit Verzahnung aufweisen, je mit dem Antriebsrad (22; Fig. 8, 19) im Eingriff stehen, wobei die Verformungsorgane (11, 12) und/oder das Antriebsrad (22) gleiche oder unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen. (Fig. 19)

41. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Verformungsorgane (11, 12) eine strukturierte Mantelfläche aufweisen, die Verformungsorgane (11, 12) jedoch indirekt angetrieben sind und ihre Mantelflächen selbst nicht im Eingriff mit weiteren Verzahnungen stehen (Fig. 20)

42. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Verformungsorgane (11, 12) über ihre Achsen (20, 21) und mit ihnen verbundenen Zwischenrädern (43, 44) durch eine bewegliche Zahnschiene (45) oder durch ein Antriebsrad (22) antreibbar sind. (Fig. 20)

43. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Verformungsorgane (11, 12) eine strukturierte Mantelfläche aufweisen und die Struktur verzahnungs- oder verzahnungsähnlichen Charakter aufweisen.

44. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Mantelflächen eine Struktur mit rechteckigem (Fig. 21) oder trapezförmigem (Fig. 22) oder sägezahnförmigem (Fig. 23) oder rippenförmigen (Fig. 24) Profil aufweisen.

45. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Mantelfläche abwechselnd konkave und konvexe Partien aufweist. (Fig. 25)

46. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die Mantelfläche abwechselnd mit zylindrischen und ebenen Flächen versehen ist. (Fig. 26)

47. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 41 bis 46, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verformungsorgan eine gezähnte Mantelfläche aufweist (Fig. 27) und mindestens Teile der Zähne scharfkantig ausgebildet sind.

48. Vorrichtung nach Anspruch 42, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verformungsorgan eine raue Oberfläche in der Art einer Schleifscheibe aufweist. (Fig. 28)

49. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Verformungsorgane als linear bewegliche Körper ausgebildet sind und sich paarweise mit strukturierten Oberflächen gegenüberstehen, wobei die zu verbindenden Faserverbände zwischen den strukturierten Oberflächen hindurch führbar sind. (Fig. 29)

50. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 49, dadurch gekennzeichnet, dass auf einer Seite des Einwirkungsbereiches (14) der Verformungsorgane (11, 12) eine erste Führungseinrichtung (49) für die zu verbindenden Faserverbände (2, 3) in einem ersten Abstand (50) und auf der anderen Seite des Einwirkungsbereiches (14) der Verformungsorgane (11, 12) eine zweite Führungseinrichtung (51) in einem zweiten Abstand (52) angeordnet sind. (Fig. 30)

51. Vorrichtung nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abstand (50) und der zweite Abstand (52) wenigstens annähernd gleich gross sind.

52. Vorrichtung nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Abstand (52) grösser ist als der erste

Abstand (50; Fig. 30).

53. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 50 bis 52, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Führungseinrichtungen (49*, 51*) derart ausgebildet ist, dass die zu verbindenden Faserverbände jeweils getrennt geführt sind. (Fig. 31)

54. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Verformungsorgane (11, 12) drehbar auf Schwenkorganen (52a, 53) angeordnet und über Zwischenräder (43, 44) von einem Antriebsrad (22) angetrieben sind, wobei sich der Einwirkungsbereich (14) und seine Weite (W) in Abhängigkeit vom Schwenkwinkel (α) der Schwenkorgane (52a, 53) verändern. (Fig. 32)

15

Die Erfindung bezieht sich auf eine Verbindung von Faserverbänden, ein Verfahren zur Erzeugung der Verbindung und eine Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens.

Im Sinne der Erfindung wird unter dem Begriff Faserverband ein Bündel von Fasern, ein Garn oder Zwirn, eine Schnur oder ein Seil oder ein ähnliches langgestrecktes Gebilde zusammengefasster Fasern oder Fäden verstanden, wobei es sich sowohl um pflanzliche und tierische als auch um auf synthetischem Wege hergestellte Grundmaterialien handeln kann. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf das Gebiet der Textilindustrie im weitesten Sinne, ist aber nicht auf dieses Gebiet beschränkt.

In der einschlägigen erzeugenden und verarbeitenden Industrie stellt sich häufig das Problem zwei oder mehr Faserverbände miteinander zu verbinden. Dieses Problem wurde lange Zeit ausschliesslich durch manuelles oder auch maschinelles Verknüpfen oder Verknoten von freien Enden der miteinander zu verbindenden Faserverbände gelöst. Für viele Zwecke erweist sich diese Lösung des Problems als durchaus zweckmässig und wirtschaftlich. Es ist aber nicht zu verkennen, dass Vorrichtungen für die maschinelle Ausführung von Knüpfverbindungen, sogenannte automatische Knoter oder Knüpfvorrichtungen verhältnismässig komplizierte mechanische Gebilde sind, welche demzufolge auch verhältnismässig kostspielig sind.

Eine durch Verknüpfung erzeugte Verbindung von Faserverbänden weist aber auch für viele Anwendungszwecke den Nachteil auf, dass notwendigerweise der erzeugte Knoten einen erheblich grösseren Querschnitt aufweist als ein einzelner Faserverband. In der weiteren Verarbeitung des verknüpften Faserverbandes, beispielsweise in der Weberei oder Wirkerei kann sich dies nachteilig auswirken und eine Ursache von Fadenbrüchen oder anderen Betriebsstörungen bilden. Es wurden daher schon verschiedentlich Vorschläge gemacht, die Verbindung von Fasermaterial auf anderem Wege als durch eine Verknüpfung zu lösen.

Aus der Deutschen Offenlegungsschrift 2 865 514 ist ein Verfahren zur Bildung einer Fadenspleissung mit einer Luftdüse umfassenden Knüpfleinrichtung bekannt, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Gespinste bzw. Fäden, von denen ein Ende in eine Fadeneinführungsöffnung der Luftdüse der Knüpfleinrichtung von einer Seite und das andere Ende in die Öffnung von der anderen Seite eingeführt wird, einander zugeordnet werden und dass dann wenigstens einer der Fäden vor oder gleichzeitig mit dem Ausblasen der Luft auf die Fäden geringfügig gelockert wird.

Aus der Deutschen Offenlegungsschrift 2 750 913 ist ein weiteres Verfahren bekannt zum Verbinden von Textilfäden mittels einer Wirbelkammer mit Längsschlitz zum Einlegen und Herausnehmen der zu verbindenden Fäden besitzenden Vorrichtung, in der die nebeneinanderliegend einge-

legten und durch ausserhalb der Wirbelkammer angeordnete Fadenklemmvorrichtungen gehaltenen Fäden durch Druckluftzufuhr miteinander verwirbelt und auf diese Weise miteinander verbunden werden, dadurch gekennzeichnet, dass die zu verbindenden Textilfäden so in die Wirbelkammer eingelegt werden, dass sie beide Mündungsränder der Wirbelkammer umschlingen, wobei das anschliessende Verwirbeln der Textilfäden bei locker ohne Zugspannung in der Wirbelkammer liegenden, von den Fadenklemmvorrichtungen jedoch festgehaltenen Textilfäden erfolgt und die Lockerung der Fadenspannung nur so gross gemacht wird, dass der während des Verwirbelns der Textilfäden aufgezwungene Falschdrall und die dadurch bedingte Verkürzung der Fadenlänge die Textilfäden gegen die Mündungsränder der Wirbelkammer zur Anlage bringt.

Schliesslich ist aus der Deutschen Offenlegungsschrift 1 962 477 eine Vorrichtung bekannt zum Anspleissen von Garnen mit einer drehbar auf einem Gehäuseelement gelagerten Trommel, einem durch die Achse der Trommel verlaufenden Garnkanal zur Aufnahme sich überlappenden Enden zu spleissender Garne parallel nebeneinander, mit Einrichtungen zum Drehen der Trommel um die sich überlappenden Enden des zu spleissenden Garnes und von der Trommel getragenen Einrichtungen zur Aufnahme einer Wickelfadenquelle, gekennzeichnet durch einen Fadenkanal in dieser Trommel mit einer Austragöffnung benachbart, jedoch radial versetzt gegen die Achse dieser Trommel, wodurch im Betrieb ein hohes Moment auf den Wickelfaden ausgeübt wird, der durch den Fadenkanal läuft, wenn dieser um das Garn gedreht wird.

Verfahren und Vorrichtungen, bei welchen eine Wirbelkammer vorgesehen ist und bei welchen ein Fluid, beispielsweise Druckluft, in die Wirbelkammer eingeblasen werden muss, sind kompliziert und umständlich im Betrieb bzw. in der Anwendung, insbesondere auch wegen der Notwendigkeit der Zufuhr des Fluids. Sie bilden auch relativ lange Verbindungsstellen, welche schon wegen ihrer Länge, aber auch wegen ihrer Struktur dazu neigen, in der Verarbeitung der verbundenen Faserverbände Schwierigkeiten zu bereiten.

Mit einer Lösung des Problems nach der Deutschen Offenlegungsschrift 1 962 477 ergeben sich zwar relativ feste Verbindungen und der Durchmesser der Verbindungsstelle kann ausreichend klein gehalten werden zur Erleichterung der weiteren Verarbeitung. Es liegt aber in der Natur dieser Lösung, dass die Verbindungsstelle im Verhältnis zu einem normalen Faserverband relativ steif wird und dadurch zu Verarbeitungsschwierigkeiten führen kann. Auch erfordert das nachträgliche Herauslösen des Umwicklungsgarnes einen zusätzlichen Arbeitsgang an den mit solcher Art verbundenen Garnen hergestellten Erzeugnissen. Es können auch Schwierigkeiten entstehen in der Beschaffung geeigneter Umwicklungsgarne für alle möglichen zu verarbeitenden Faserverbände.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Verbindung von Faserverbänden zu schaffen, welche die genannten Nachteile vermeidet und insbesondere sehr schnell, beispielsweise in Sekundenschnelle erzeugbar ist, sowohl eine hohe Geschmeidigkeit, einen nicht wesentlich vom Durchmesser des Faserverbandes abweichenden Verbindungsdurchmesser aufweist und eine hohe Reissfestigkeit gewährleistet.

Auch soll die Verbindung keine ins Gewicht fallende, die weitere Verarbeitung der verbundenen Faserverbände hindernde oder erschwerende Eigenschaften aufweisen.

Das zur Erfindung gehörende Verfahren soll einfach und rasch auch von Hilfskräften ausgeführt werden können oder im Rahmen eines automatischen Verarbeitungsprozesses anwendbar sein.

Die Bestandteil der Erfindung bildende Vorrichtung soll einfach und mit möglichst geringen Kosten herstellbar sein und eine unkomplizierte Zuführung und Wegführung der Faserverbände erlauben und eine zuverlässige und rasche Arbeitsweise erlauben.

Im Gegensatz zu den mit Fluid-Einwirkung arbeitenden Verfahren, welche einen zum Teil erheblichen Verbrauch von Druckluft erfordern, und im Gegensatz zu dem rein mechanisch arbeitenden Verfahren mit temporärer Aufbringung einer aus Fremdmaterial bestehenden Umwicklung besteht die Gegenstand der Erfindung bildende Verbindung ausschliesslich aus Material aus mindestens einem der miteinander zu verbindenden Faserverbände, und es ist nur ein sehr geringer Energieverbrauch für die mechanische Bearbeitung der Faserverbände an der Verbindungsstelle erforderlich. Durch die Vermeidung der Zuführung von Fremdmaterial ergeben sich auch keinerlei Schwierigkeiten beispielsweise bei der nachträglichen Färbung von Erzeugnissen, die mit solchen Verbindungen versehenen Faserverbänden hergestellt werden.

Die Verbindung beruht auf der gezielten Verlagerung von Bestandteilen der zu verbindenden Faserverbände, wobei über mindestens einen Teil der Länge der Verbindung aus mindestens einem der Faserverbände stammende Fasern einen Rest der Fasern der verbundenen Faserverbände kraftschlüssig umschlingen.

Das Verfahren zur Erzeugung der erfindungsgemässen Verbindung ist dadurch gekennzeichnet, dass die miteinander zu verbindenden Faserverbände in wenigstens annähernd parallele, eng benachbarte Lage zueinander verbracht werden, sodann mindestens auf einen Teil des Umfangs jedes der zu verbindenden Faserverbände und die Gesamtheit der Faserverbände durch körperhafte Berührung derselben mit bewegten Verformungsorganen sowohl Schubkräfte als auch Zug- und/oder Druckkräfte ausgeübt werden, um einerseits die ursprünglichen Querschnitte und/oder Struktur der zu verbindenden Faserverbände zu verändern und andererseits mindestens aus einem der zu verbindenden Faserverbände Einzelfasern mindestens teilweise aus ihrem Verband zu lösen und derart zu verlagern, dass sie schliesslich die zu verbindenden Faserverbände mindestens in einem Teil des Einwirkungsbereiches der Verformungsorgane kraftschlüssig umschlingen und anschliessend die durch die Umschlingung verbundenen Faserverbände wieder aus dem Einwirkungsbereich der Verformungsorgane gebracht werden.

Die Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung mindestens zwei Verformungsorgane aufweist, welche auf einem Träger beweglich gelagert sind, wobei die Verformungsorgane oder ihre Konturen sich in einem Einwirkungsbereich auf die zu verbindenden Faserverbände relativ zueinander bewegen, und die zu verbindenden Faserverbände dem Einwirkungsbereich zuführbar und die verbundenen Faserverbände aus diesem Einwirkungsbereich wegführbar sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielsweise erläutert. Dabei zeigt:

- Fig. 1 eine Verbindung zweier Faserverbände;
- Fig. 2 eine relative Lage zweier zu verbindender Faserverbände vor der Verbindung;
- Fig. 3 einen Querschnitt durch eine Verbindung mit einer ersten Struktur;
- Fig. 4 einen Querschnitt durch eine Verbindung mit einer zweiten Struktur;
- Fig. 5 einen Querschnitt durch eine Verbindung mit einer dritten Struktur;

Fig. 6 einen Querschnitt durch eine Verbindung mit einer vierten Struktur;

Fig. 7 eine schematische Darstellung der Entstehung der Verbindung;

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens;

Fig. 9 eine schematische Darstellung der Verformung zweier zu verbindender Faserverbände bei sich gegenüberstehenden Zähnen der Verformungsorgane;

Fig. 10 eine schematische Darstellung der Verformung zweier zu verbindender Faserverbände bei ungleichstehenden Zähnen der Verformungsorgane;

Fig. 11 eine schematische Darstellung der zeitweisen Freigabe der Faserverbände bei sich gegenüberstehenden Zahn-
lücken;

Fig. 12 ein Verformungsorgan mit unterschiedlicher Breite der Mantelfläche;

Fig. 13 ein Verformungsorgan mit teilweise konstanter und teilweise variabler Breite der Mantelfläche;

Fig. 14 ein Verformungsorgan mit einem Bereich konstanter voller Breite und einem Bereich mit reduzierter Breite der Mantelfläche;

Fig. 15 ein Verformungsorgan mit variablen und konstanten Bereichen der Breite der Mantelfläche;

Fig. 16 ein Verformungsorgan mit schräg verzahnter Mantelfläche mit Bereichen unterschiedlicher Breite derselben;

Fig. 17 ein Verformungsorgan mit schräg verzahnter Mantelfläche;

Fig. 18 eine schematische Darstellung einer Einrichtung zur Einstellung der Weite des Einwirkungsbereichs der Verformungsorgane;

Fig. 19 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung mit Verformungsorganen und Antriebsrad mit unterschiedlichen Zahnzahlen;

Fig. 20 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung mit indirektem Antrieb der Verformungsorgane;

Fig. 21 bis Fig. 28 verschiedene Ausführungsarten von Strukturen der Mantelflächen von Verformungsorganen;

Fig. 29 eine schematische Darstellung linear beweglicher Verformungsorgane;

Fig. 30 eine schematische Darstellung von Führungseinrichtungen für die zu verbindenden Faserverbände;

Fig. 31 eine weitere Ausführungsvariante von Führungseinrichtungen für zu verbindende Faserverbände;

Fig. 32 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsvariante der Vorrichtung.

In allen Figuren sind sich entsprechende Teile mit gleichen Hinweiszeichen versehen. Die Figuren sind nicht maßstäblich gezeichnet.

Die Fig. 1 stellt eine schematische Darstellung einer Verbindung 1 von beispielsweise zwei Faserverbänden 2 und 3 dar; dabei ist im wesentlichen nur die Verbindungsstelle selbst gezeichnet und auf jeder Seite eine kurze Fortsetzung verbundener Faserverbände 2 und 3. Die toten Enden der miteinander verbundenen Faserverbänden 2 und 3 können nach Herstellen der Verbindung etwa an den Enden der Verbindungslänge L abgeschnitten werden.

Mindestens über einen Teil 6 der Länge L der Verbindung 1 sind die Faserverbände 2 und 3 mit aus mindestens einem der Faserverbände 2 oder 3 stammenden Fasern umschlungen. Innerhalb der Umschlingung 4 befindet sich dabei der Rest 5 des Fasermaterials der Faserverbände 2 und 3, welcher übrig bleibt nach der mindestens teilweisen Herausnahme von für die Umschlingung 4 benötigten Fasern aus mindestens einem der zu verbindenden Faserverbände 2 und 3. Wichtig ist dabei, dass einerseits der restliche Materialquerschnitt, d.h. die Summe der Querschnitte der in einem

Querschnitt durch die Verbindung 1 mindestens um die für die Umschlingung 4 verwendeten Fasern gegenüber den ursprünglichen Faserverbänden verkleinert ist. Bei der Erzeugung der Verbindung 1 ist es aber durchaus möglich, dass auch ein weiterer Teil von Fasern aus mindestens einem der Faserverbände 2 und 3 herausgenommen und entfernt wird. Wichtig ist es weiterhin, dass die Umschlingung 4 kraftschlüssig ist, d.h. dass die, die Umschlingung 4 bildenden Fasern mit sich selbst und vorzugsweise mit umschlungenen Fasern in guter Haftverbindung stehen und auf diese Weise die von der Umschlingung 4 umschlungenen restlichen Fasern der Faserverbände 2 und 3 im wesentlichen mit mindestens der gleichen Pressung zusammengehalten werden, wie dies im ursprünglichen Zustand der einzelnen Faserverbände der Fall war. Hierdurch wird eine Reißfestigkeit der Verbindung erzielt, welche nicht wesentlich unter der Reißfestigkeit eines einzelnen Faserverbandes oder sogar dieser gleich oder höher ist.

Durch die Herausnahme weiterer Fasern aus den Faserverbänden 2 und/oder 3 als diejenigen die für die Umschlingung 4 benötigt werden, lässt sich der Materialquerschnitt im Bereich der Verbindung 1 gezielt vermindern, um sowohl einen kleineren Durchmesser D der Verbindung 1 zu erzielen, als auch eine höhere Geschmeidigkeit der Verbindung 1 zu erreichen. Zuzufolge der hohen Pressung, welcher die innerhalb der Umschlingung 4 liegenden restlichen Fasern der Faserverbände 2 und 3 ausgesetzt sind, kann eine Reißfestigkeit der Verbindung 1 erreicht werden, welche trotz des verminderten Materialquerschnitts, der Reißfestigkeit eines einzelnen Faserverbandes nicht wesentlich nachsteht oder sogar mindestens gleichkommt.

Der Rest 5 der innerhalb der Umschlingung 4 verbleibenden Fasern entspricht im wesentlichen der Summe der an der Verbindungsstelle der verbundenen Faserverbände 2 und 3 vor der Erzeugung der Verbindung 1 vorhandenen Fasern, abzüglich der für die Umschlingung 4 im Umschlingungsbereich 6 verwendeten Fasern.

Die Fig. 2 zeigt schematisch einen Querschnitt durch zwei aneinanderliegende Faserverbände 2 und 3. Dabei weist der erste Faserverband einen Durchmesser D_1 und einen Querschnitt Q_1 auf und der zweite Faserverband 3 einen Durchmesser D_2 und einen Querschnitt Q_2 .

Die Fig. 3 zeigt schematisch einen Querschnitt durch eine Verbindung 1, aus welchem zu ersehen ist, dass die ursprünglich kreisförmigen Querschnitte Q_1 und Q_2 zu kleineren Flächen F_1 und F_2 im Umschlingungsbereich 6 umgeformt worden sind, wobei diese umgeformten Querschnitte etwa Halbkreisform bzw. Sektorform aufweisen. Die auf diese Art verformten Faserverbände liegen etwa längs einer Durchmesserlinie aneinander und ergeben eine erste Struktur der Verbindung.

Die Fig. 4 zeigt eine zweite Struktur des Querschnittes der Verbindung 1, wie sie durch geeignete Wahl der Verformungsparameter erreichbar ist. Hierbei umschlingen sich die Flächen F_1 und F_2 teilweise, so dass sich eine innigere Berührung der beiden verformten Querschnitte der zusammengesetzten Faserverbände ergibt.

Die Fig. 5 zeigt eine dritte Struktur des Querschnittes durch die Verbindung 1 wie sie bei geeigneter Wahl von Verformungsparametern erzielt werden kann. Diese dritte Struktur ist dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb der Umschlingung 4 eine Kernzone 7 und eine Mantelzone 8 bilden, welche von umschlingenden Fasern 4 umfasst ist. Die Kernzone 7 besteht dabei im wesentlichen aus Fasern des einen Faserverbandes und die Mantelzone 8 im wesentlichen aus Fasern des anderen Faserverbandes. Die Kernzone 7 kann symmetrisch oder asymmetrisch innerhalb der Mantelzone 8 liegen.

Die Fig. 6 zeigt eine vierte Struktur des Querschnittes durch die Verbindung 1, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass sich durch die Wirkung der Verformungsorgane die Fasern des Faserverbandes 2, sie sind in Fig. 6 durch einen Kreis mit einem Punkt in der Mitte dargestellt, und die Fasern des Faserverbandes 3, sie sind in Fig. 6 mit einem kleinen Kreis mit Kreuz dargestellt, wenigstens teilweise durchmischt haben und als vermischtes Bündel von der Umschlingung 4 umfasst sind. Diese Struktur zeichnet sich durch eine erhöhte Haftung der zu den einzelnen Faserverbänden gehörenden Fasern untereinander aus.

Eine weitere Erhöhung der Haftung von Fasern sowohl der verbundenen Faserverbände als auch der in der Umschlingung 4 liegenden Fasern lässt sich dadurch erreichen, dass mindestens ein Teil dieser Fasern in ihrer Struktur und/oder Oberflächenbeschaffenheit im Bereich der Verbindung 1, gegenüber ihrem Zustand vor der Verbindung und ausserhalb der Verbindung 1 gezielt verändert ist, beispielsweise durch entsprechende Ausbildung der Struktur der Verformungsorgane. Die Veränderung der Struktur und/oder Oberflächenbeschaffenheit wird vorzugsweise in der Richtung einer Erhöhung der Adhäsion vorgenommen, beispielsweise durch Aufrauung der Oberfläche der Fasern und/oder Aufprägung von Welligkeit oder Kräuselung auf die Einzelfasern.

Es ist hierdurch möglich, dass die Länge von Einzelfasern innerhalb der Verbindung 1 gegenüber der Länge von Einzelfasern ausserhalb der Verbindung verkürzt ist.

Die Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung der Entstehung der Verbindung. Die zwei Faserverbände 2 und 3 werden im wesentlichen parallel nebeneinanderliegend in Richtung des Pfeils 17 einem Einwirkungsbereich 14 zwischen zwei Verformungsorganen 11 und 12 zugeführt. Die Verformungsorgane 11 und 12 berühren sich nicht, sondern lassen eine Weite W des Einwirkungsbereichs 14 an der engsten Stelle zwischen den Verformungsorganen 11 und 12 frei. Die Verformungsorgane 11 und 12 drehen sich in Richtung der Pfeile 15, bzw. 16, so dass sich also deren äusserste Konturen in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbei bewegen.

Innerhalb des Einwirkungsbereiches 14, in Fig. 7 gekreuzt schraffiert dargestellt, werden die beiden Faserverbände 2 und 3 verformt und zusammengepresst. Ausserdem werden wenigstens einzelne Fasern aus wenigstens einem der beiden Faserverbände 2 und 3 aus diesen wenigstens teilweise herausgezogen und durch die gegenseitige Drehbewegung der Verformungsorgane 11 und 12 als Umschlingung 4 verbraucht. Wenn die verformten Faserverbände den Einwirkungsbereich 14 in Richtung Pfeil 18 verlassen, haben sie einen Querschnitt 19, welcher im wesentlichen kreisförmig ist, wobei die Querschnittsfläche kleiner ist als die Summe der Querschnitte der Faserverbände 2 und 3 vor ihrem Eintritt in den Einwirkungsbereich 14.

Die Struktur des Querschnittes 19 kann irgendeine der in den Fig. 3, 4, 5 und 6 dargestellten Strukturen haben oder auch eine Mischform derselben.

Im Bereich der Verbindung 1 kann die Anzahl der mindestens einen Querschnitt durch die Verbindung 1 durchsetzenden Einzelfasern kleiner sein als die ursprüngliche Summe der Fasern der verbundenen Faserverbände.

Der Durchmesser D der Verbindung 1 kann kleiner sein als der Durchmesser eines Kreises dessen Fläche gleich ist der Summe der ursprünglichen Querschnitte der verbundenen Faserverbände.

Das Verfahren zur Erzeugung der Verbindung 1 ist durch die in den Ansprüchen und in der Beschreibungseinleitung erwähnten Merkmale gekennzeichnet. Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens besteht darin, mindestens einen Arbeitsparameter für die Erzeugung der Verbindung verän-

derbar und/oder einstellbar zu machen, um durch eine bestimmte Wahl von einzelnen solchen Parametern und/oder bestimmten Kombinationen von solchen Parametern die Bildung bevorzugter Verbindungsstrukturen, wie sie beispielsweise anhand der Fig. 3 bis 6 erläutert worden sind, zu begünstigen. Es können auch Mischformen der Strukturen gemäss den Fig. 3 bis 6 erzielt werden.

Das Verfahren kann insbesondere derart weiter ausgebildet werden, dass als Arbeitsparameter einer oder mehrere der nachfolgend aufgeführten Arbeitsparameter veränderbar und/oder einstellbar ist bzw. sind:

- a) Entfernung zwischen den Einspannstellen der zu verbindenden Faserverbände;
- b) Spannung der eingespannten Faserverbände;
- c) Struktur der Verformungsorgane;
- d) Gegenseitige räumliche Orientierung der Verformungsorgane;
- e) Gegenseitige räumliche Orientierung der Verformungsorgane;
- f) Druck der Verformungsorgane auf die zu verbindenden Faserverbände;
- g) Geschwindigkeit der Verformungsorgane relativ zu den Faserverbänden;
- h) Winkelstellung der Verformungsorgane oder ihrer Bewegungsrichtung relativ zu den Faserverbänden;
- i) Durchlaufgeschwindigkeit und/oder Durchlauf- und/oder Verweilzeit der zu verbindenden Faserverbände durch bzw. im Einwirkungsbereich der Verformungsorgane.

Hierzu ist zu bemerken, dass die Wahl der Entfernung zwischen den Einspannstellen der zu verbindenden Faserverbände voneinander und vom Einwirkungsbereich 14 (Fig. 7) einen Einfluss auf den sich ergebenden Ausgleich von Drallveränderungen während und nach der Erzeugung einer Verbindung ausübt und daher vorteilhaft eingestellt werden sollte.

In analoger Weise wirkt sich auch die Einstellung der Längsspannung der eingespannten, miteinander zu verbindender Faserverbände aus.

Je nach der Art insbesondere auch des Ausgangsmaterials und der Verarbeitung, z.B. Verspinnung, und Anzahl der Verwindungen der Faserverbände pro Längeneinheit ergeben sich Strukturunterschiede im Sinne der Ausführungen zu den Fig. 3 bis 6.

Der Abstand der Verformungsorgane und dadurch die Weite W des Verformungsbereiches 14 (Fig. 7) haben einen auch von Durchmessern D_1 und D_2 der zu verbindenden Faserverbände 2 und 3 abhängigen Einfluss auf die Verformungskräfte und dadurch auf die Bevorzugung der verschiedenen Strukturen im Sinne der Figuren, Fig. 3 bis Fig. 6.

Auch die räumliche Anordnung, d.h. die gegenseitige räumliche Orientierung der Verformungsorgane zueinander und in bezug auf die zu verbindenden Faserverbände, beispielsweise ob die Hauptebenen der Verformungsorgane in einem rechten Winkel zur Richtung der Faserverbände stehen oder dazu im gleichen oder unterschiedlichen Masse geneigt sind, hat einen Einfluss auf die sich ergebende Struktur der erzeugten Verbindung. Die Verformungsorgane können auch mit mehr oder weniger Druck gegen die zu verbindenden Faserverbände gerichtet werden, wodurch sich ebenfalls ein Einfluss auf die sich ergebende Struktur der erzeugten Verbindung ergibt.

Die Verformungsorgane bewegen sich im Einwirkungsbereich 14 in entgegengesetzter Richtung. Die Umfangsgeschwindigkeiten der Verformungsorgane werden dabei vorzugsweise etwa im Bereich von 2 bis 20 m/Sek. liegend gewählt. Dabei ergeben sich bei Verzahnungsprofilen der

Konturen der Verformungsorgane im Einwirkungsbereich für die zu verbindenden Faserverbände vorteilhafte Zeitintervalle mit Druckeinwirkung auf die Faserverbände von etwa 0,1 Millisekunden und Zeitintervalle für die vorübergehende Freigabe der Faserverbände von etwa 0,2 Millisek., wenn die Faserverbände 2 und 3 während einer vorteilhaften Zeitspanne von etwa 0,5–2 Sek. durch den Einwirkungsbereich 14 geführt werden.

Durch Schrägstellung der Verformungsorgane zur Längsrichtung der zu verbindenden Faserverbände kann auch die Erzeugung von Schubkräften mit Kraftkomponenten in Längsrichtung der Faserverbände erreicht werden, wodurch sich eine zusätzliche Begünstigung der Vermischung der Fasern der einzelnen Faserverbände ergibt.

Eine Beeinflussung der sich ergebenden Struktur innerhalb der Verbindung ist auch durch die Wahl einer geeigneten Durchlaufgeschwindigkeit und/oder Durchlauf- oder Verweilzeit der zu verbindenden Faserverbände durch bzw. im Einwirkungsbereich 14 der Verformungsorgane möglich.

Infolge der recht komplizierten und z.T. miteinander verknüpften Einflüsse der erwähnten Parameter und der Verhältnisse bei der Bildung einer Verbindung lassen sich sowohl eine bestimmte Wahl von Parametern als auch von Einstellungen am besten auf empirischem Wege finden. Dank der raschen Arbeitsweise und der guten Reproduzierbarkeit ist dieses Vorgehen vorteilhaft und führt am raschesten zu einer optimalen Betriebsweise.

Es ist sowohl möglich, eine Verbindung zu erzeugen, wenn die zu verbindenden Faserverbände mit annähernd konstanter Geschwindigkeit durch einen Einwirkungsbereich 14 hindurch geführt werden, als auch wenn die zu verbindenden Faserverbände während einer bestimmten Verweilzeit innerhalb des Einwirkungsbereiches 14 in annähernd konstanter Lage gehalten werden.

Es ist zu beachten, dass zufolge der Struktur der mit den zu verbindenden Faserverbänden in Berührung kommenden Flächen der Verformungsorgane 11 und 12 die von den Verformungsorganen auf die zu verbindenden Faserverbände wirkenden Kräfte in rascher zeitlicher Folge in ihrer Grösse und/oder Richtung variieren. Während der Durchlaufzeit oder Verweilzeit der zu verbindenden Faserverbände 2 und 3 durch oder im Einwirkungsbereich 14 der Verformungsorgane 11 und 12 ergeben sich Zeitintervalle der Einwirkung der Verformungsorgane mit variabler Kraftwirkung und Zeitintervalle der mindestens teilweisen Freigabe der Faserverbände durch die Struktur der Verformungsorgane in rascher zeitlicher Folge bzw. mit raschem Wechsel.

Wie aus den Fig. 3 bis 6 erkennbar ist, ergeben sich durch die Struktur der Verformungsorgane und/oder die Stärke und/oder Häufigkeit der Krafteinwirkungen mindestens auf Teile der zu verbindenden Faserverbände Änderungen in der Verteilung innerhalb der Faserverbände gegenüber der ursprünglichen Verteilung vor Einwirkung der Verformungsorgane. Dadurch wird die Reissfestigkeit der Verbindung verbessert.

Durch die Wirkung der Verformungsorgane kann es auch zu einer Vermischung von Fasern eines Faserverbandes mit Fasern desselben und/oder eines anderen Faserverbandes kommen. Auch diese Vermischung von Fasern erhöht die Reissfestigkeit der Verbindung.

Durch die Wirkung der Verformungsorgane auf die Einzelfasern der zu verbindenden Faserverbände lässt sich deren Oberfläche und/oder Struktur adhäsionserhöhend verändern und dadurch die Haftung von Fasern aneinander im Bereich der zu erzeugenden Verbindung 1 gegenüber Teilen der Faserverbände, die nicht in den Einwirkungsbereich 14 der Verformungsorgane 11, 12 geraten, erhöhen, was eine Verbesserung der Reissfestigkeit der Verbindung ergibt.

Die kraftschlüssige Umschlingung 4 bei der Verbindung 1 führt zu einer Erhöhung der Zusammenpressung der Einzelfasern im Bereich der Umschlingung 4 innerhalb des Restes 5 der zu verbindenden Faserverbände 2 und 3 und dadurch zu einer erhöhten Haftung der einzelnen Fasern aneinander, und dadurch wird ebenfalls die Reissfestigkeit der Verbindung 1 erhöht.

Schliesslich kann durch eine geeignete Struktur, wie z.B. feine Rippen auf den Mantelflächen der Verformungsorgane 11 und 12 erreicht werden, dass sich wenigstens einzelne Fasern der Faserverbände 2 und 3 in ihrer Struktur verändern, beispielsweise gewellt, gewandelt oder gekräuselt werden und dadurch die Neigung erhalten, sich ineinander zu verkrallen. Erfolgt diese Verkrallung innerhalb des Restes 5 (Fig. 1), so wird dadurch die Reissfestigkeit der Verbindung 1 erhöht. Erfolgt diese Verkrallung hauptsächlich im Bereich der Umschlingung 4, so wird dadurch die Kraftschlüssigkeit derselben verbessert, was ebenfalls der Güte der Verbindung 1 zugute kommt.

Die Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung der Entstehung der Verbindung in einer schematischen Darstellung des prinzipiellen Aufbaues einer Vorrichtung zur Ausführung des beschriebenen Verfahrens. Die Vorrichtung 10 besitzt mindestens zwei Verformungsorgane 11 und 12, welche auf einem Träger 13 beweglich, im Beispiel der Fig. 7 drehbar, gelagert sind. Die Verformungsorgane 11 und 12 oder ihre Konturen nähern sich in einem Einwirkungsbereich 14 auf die zu verbindenden Faserverbände 2 und 3, ohne sich jedoch gegenseitig zu berühren. An der engsten Stelle zwischen den sich in Richtung des Pfeils 15 bzw. 16 drehenden Verformungsorganen 11 und 12 hat der dazwischenliegende Einwirkungsbereich 14 eine Weite W . Die zu verbindenden Faserverbände 2 und 3 sind etwa parallel aneinanderliegend in Richtung des Pfeils 17 dem Einwirkungsbereich 14 zuführbar. Durch die Verformungsarbeit, welche die Verformungsorgane 11 und 12 auf die Faserverbände 2 und 3 ausüben, werden diese miteinander verbunden und die miteinander verbundenen Faserverbände 2 und 3 sind beispielsweise in Richtung des Pfeils 18 aus dem Einwirkungsbereich 14 wegführbar. Es ist aber auch möglich, die verbundenen Faserverbände entgegen der Richtung des Pfeils 17 wieder aus dem Einwirkungsbereich 14 wegzuführen.

Damit auf die zu verbindenden Faserverbände 2 und 3 Verformungskräfte wirken können, ist es wesentlich, dass die Weite des Einwirkungsbereiches 14 an seiner engsten Stelle kleiner ist als die Summe der Durchmesser D_1 bzw. D_2 (siehe Fig. 2) der miteinander zu verbindenden Faserverbände 2 und 3.

Die Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung der Ausführung des Verfahrens. Die verschiedenen Teile der Vorrichtung 10 sind auf einem Träger 13 aufgebaut. Zwei Verformungsorgane 11 und 12 sind je auf einer Achse 20 bzw. 21 drehbar gelagert und sie sind über ein Antriebsrad 22 drehbar. Das Antriebsrad 22 selbst ist mit einem Kraftantrieb 23 über ein Kupplungsorgan 24, beispielsweise eine Welle gekuppelt. Als Kraftantrieb 23 eignet sich beispielsweise ein kleiner Elektromotor. Die Verformungsorgane 11 und 12 sind im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 8 Rotationskörper und mindestens ein Teil ihrer Oberfläche, beispielsweise ihre Mantelflächen sind strukturiert. Diese Strukturierung kann in der Form einer Verzahnung ausgeführt sein, welche beispielsweise gleiches Profil hat wie das Antriebsrad 22, wobei sowohl die Verzahnung des Verformungsorganes 11 als auch diejenige des Verformungsorganes 12 mit der Verzahnung des Antriebsrades 22 im Eingriff ist.

Vorzugsweise ist auf dem Träger 13 auch eine einstellbare Lagereinrichtung 25 befestigt, in welcher ein Verformungsorgan, im Beispiel der Fig. 8 ist es das Verformungsorgan 12,

drehbar gelagert ist, wobei durch diese einstellbare Lagereinrichtung 25 die Weite W des Einwirkungsbereiches 14 einstellbar ist.

Es ist vorteilhaft, in der Vorrichtung 10 mindestens ein bewegliches Organ 26 vorzusehen zur mindestens zeitweisen Führung und/oder Abtastung der zu verbindenden Faserverbände 2 und 3. Beim Einführen der zu verbindenden Faserverbände 2 und 3 kann beispielsweise durch eine an geeigneter Stelle des beweglichen Organs 26 angebrachte Nute die vorteilhafteste Lage der Faserverbände 2 und 3 für die optimale Einführung in den Einwirkungsbereich der Verformungsorgane 11 und 12 sichergestellt werden. Es ist ausserdem möglich, mittels des beweglichen Organes 26 die momentane Lage der Faserverbände 2 und 3 abzutasten. Durch das Einführen der Faserverbände 2 und 3 in den Einwirkungsbereich 14 (Siehe Fig. 7) der Vorrichtung 10 wird das bewegliche Organ 26 geschwenkt und kann, wenn es mit einem Schaltorgan 57 in Verbindung steht, dieses in Abhängigkeit von der Lage der zu verbindenden Faserverbände betätigen und dadurch den Kraftantrieb 23 zeitweise einschalten oder ausschalten.

Bei der Vorrichtung 10 nach Fig. 8 ist mindestens ein Teil der Oberfläche oder die Mantelfläche der Verformungsorgane 11 und 12 gezähnt und der Achsabstand der Verformungsorgane 11 und 12 ist so gewählt, dass sich deren Zähne nicht berühren, aber bei Gegenüberstellung an der engsten Stelle des Einwirkungsbereiches 14 (siehe Fig. 7) bis auf eine Weite W von weniger als der Summe der Durchmesser D_1 und D_2 der zu verbindenden Faserverbände 2 und 3 nähern.

Bei Verformungsorganen 11 und 12 mit gezählter Mantelfläche lässt sich anhand der Fig. 9, 10 und 11 erkennen, in welcher Weise die eingeführten Faserverbände 2 und 3 unter der Einwirkung der Verformungsorgane verformt werden. Die Fig. 9 stellt dabei die Verhältnisse dar, wenn sich zwei Zähne genau gegenüberstehen, die Fig. 10 zeigt die Verhältnisse in einer Zwischenstellung und die Fig. 11 zeigt die Verhältnisse bei sich gegenüberstehenden Zahnlücken. Es ist erkennbar, dass sowohl die Stärke als auch die Richtung der von den Verformungsorganen auf die Faserverbände 2 und 3 ausgeübten Kräfte sich laufend verändern und dass es sowohl Zeitintervalle der kraftmässigen Beeinflussung der Faserverbände 2 und 3 als auch Zeitintervalle der vorübergehenden Freigabe der Faserverbände gibt. Zeitintervalle der Krafterwirkung sind in den Fig. 9 und 10 dargestellt, ein Zeitintervall der Freigabe ist in Fig. 11 dargestellt.

Zur Erzielung oder Begünstigung bestimmter Verbindungsstrukturen, etwa nach den Fig. 3 bis 6 oder Mischformen derselben, erweist sich als vorteilhaft, Verformungskörper unterschiedlicher Gestalt zu verwenden.

Die Fig. 12 zeigt ein Verformungsorgan 11, welches ein Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche 27 ist, wobei die Mantelfläche 27 längs des Umfanges derselben eine unterschiedliche Breite B aufweist.

Die Fig. 13 zeigt ein Verformungsorgan als Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche 27, wobei die Mantelfläche über einen ersten Bereich ihres Umfanges eine konstante Breite B_1 und über einen weiteren Bereich des Umfanges eine unterschiedliche Breite B_2 aufweist.

Die Fig. 14 zeigt ein Verformungsorgan 11 als Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche 27, welches derart ausgebildet ist, dass im Bereich einer Aussparung 28 nur ein Teil der Breite B_1 der Mantelfläche 27 in Berührung mit den zu verbindenden Faserverbänden kommt.

Die Fig. 15 zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines Verformungsorganes 11, welches als Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche ausgebildet ist, wobei im Verformungsorgan 11 einerseits eine keilförmige Aussparung 29 und im Bereich einer Abschrägung 30 die restliche Mantel-

fläche 27 längs ihres Umfanges unterschiedliche Wirkungsbreite aufweist.

Die Fig. 16 zeigt eine Ausführungsvariante eines Verformungsorganes 11, welches als Rotationskörper mit strukturierter Mantelfläche ausgebildet ist, wobei das Verformungsorgan 11 auf einem ersten Teil des Umfanges eine zur Mittelebene des Verformungsorgans 11 symmetrisch liegende Aussparung 28 und in einem anderen Teil des Umfanges weitere sich gegenüberliegende Aussparungen 31 und 32 aufweist, so dass im Betrieb abwechslungsweise Stellen der Mantelfläche 27 mit unterschiedlicher Breite und Lage der Mantelfläche (33, 34, 35) mit den zu verbindenden Faserverbänden 2 und 3 in Berührung kommen und wirksam werden.

Die Fig. 8 und 12 bis 17 zeigen Verformungsorgane, bei denen die Struktur der Mantelfläche 27 durch eine Verzahnung dargestellt ist, welche gerade oder schräg verlaufend ausgeführt ist.

Die Fig. 18 zeigt eine Ausführungsbeispiel einer Lagereinrichtung 25, in welcher mindestens ein Verformungsorgan 12 drehbar gelagert ist und die Lagereinrichtung 25 quer in Richtung des Doppelpfeils 36 verschiebbar und durch eine Einstelleinrichtung 37 einstellbar und durch ein Feststellorgan 38 feststellbar ist. Durch Drehen des Feststellorgans 38 kann eine bestimmte Einstellung der Einstelleinrichtung 37 fixiert werden. Die Lagereinrichtung 25 weist zwei Stege 41 und 42 und ein zwischen ihnen liegendes Mittelstück 47 auf, wobei die Lagereinrichtung 25 in Nuten der Stege 41, 42 verschiebbar ist. Die Einstelleinrichtung 37, beispielsweise eine Gewindespindel, läuft im Mittelstück 40.

Die Fig. 19 zeigt eine weitere schematische Darstellung für eine Vorrichtung 10, in welcher die Verformungsorgane 11 und 12 Rotationskörper mit einer Mantelfläche mit Verzahnung sind, welche je mit dem Antriebsrad 22 im Eingriff stehen. Dabei können die Verformungsorgane 11 und 12 und/oder das Antriebsrad 22 gleiche oder unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen. Die Einführung der miteinander zu verbindenden Faserverbände 2 und 3 in den Einwirkungsbereich 14 erfolgt in Richtung des Pfeils 17 und die Entnahme der verbundenen Faserverbände kann in Richtung des gestrichelt gezeichneten Pfeiles 18 erfolgen.

Die Fig. 20 zeigt einen Ausschnitt aus der Darstellung einer weiteren Ausführungsvariante der Vorrichtung 10, bei welcher die Verformungsorgane 11 und 12 eine strukturierte Mantelfläche aufweisen, die Verformungsorgane 11 und 12 jedoch indirekt angetrieben sind und ihre Mantelflächen 27 selbst nicht im Eingriff mit weiteren Verzahnungen stehen.

Bei dem in Fig. 20 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Verformungsorgane 11 und 12 über ihre Achsen 20 und 21 mit Zwischenrädern 43 und 44 verbunden, welche durch eine bewegliche Zahnschiene 45 beispielsweise eine Bewegung in Richtung des Pfeils 46 ausführt. Die Zwischenräder 43 und 44 könnten aber auch durch das Antriebsrad 22 antreibbar sein.

Die Fig. 21 bis 26 zeigen Verformungsorgane, welche eine strukturierte Mantelfläche aufweisen und die Struktur verzahnungs- oder verzahnungsähnlichen Charakter aufweist. Es ist aber zu beachten, dass wegen der Bildung des Einwirkungsbereiches 14 die Verzahnungen der beiden Verformungsorgane 11 und 12 nicht miteinander im Eingriff sind. Bei geeigneter Formgebung können die Verzahnungen der Verformungsorgane 11 und 12 jedoch mit dem Antriebsrad 22 (siehe Fig. 8) im Eingriff stehen, sofern das Antriebsrad 22 eine passende Verzahnung aufweist. Bei einer Anordnung nach Fig. 20, d.h. mit indirektem Antrieb der Verformungsorgane über Zwischenräder 43 und 44 ist die Zahnform frei wählbar.

Die Fig. 21 zeigt Verformungsorgane mit Zähnen 27a mit rechteckigem Profil.

Die Fig. 22 zeigt Verformungsorgane 11 und 12 mit Zähnen 27b mit trapezförmigem Profil.

Die Fig. 23 zeigt Verformungsorgane 11 und 12 mit sägezahnförmigen Zähnen 27c.

Die Fig. 24 zeigt Verformungskörper 11 und 12 mit rippenförmigem Profil 27d auf den Mantelflächen.

Die Fig. 25 zeigt Verformungskörper 11 und 12, an deren Mantelfläche 27e abwechselnd konkave und konvexe Partien aufweisen.

Die Fig. 26 zeigt Verformungsorgane 11 und 12, deren Mantelfläche 27f abwechselnd mit zylindrischen und ebenen Flächen versehen ist.

Die Fig. 27 zeigt Verformungskörper 11 und 12, deren Mantelfläche 27g scharfkantig ausgebildete Zähne aufweist.

Die Fig. 28 zeigt Verformungsorgane 11 und 12, deren Mantelfläche 27h eine Struktur ähnlich einer Schleifscheibe aufweist, wobei die Rauigkeit dem Materialcharakter der zu verbindenden Faserverbände angepasst ist.

Die Fig. 29 zeigt ein Beispiel für Verformungsorgane, die als linear bewegliche Körper ausgebildet sind und sich paarweise mit strukturierten Oberflächen gegenüberstehen, wobei die zu verbindenden Faserverbände zwischen den strukturierten Oberflächen 27i hindurchführbar sind. Solche linear bewegliche Körper als Verformungsorgane können beispielsweise auch von einem Schwingankerantrieb bewegt werden.

Die Fig. 30 zeigt, wie bei einer Vorrichtung 10 beidseitig des Einwirkungsbereiches 14 der Verformungsorgane 11 und 12 Führungseinrichtungen 49 und 51 angeordnet sein können. Die erste Führungseinrichtung 49 ist hierbei in einem ersten Abstand 50 und die zweite Führungseinrichtung 51 in einem zweiten Abstand 52 auf gegenüberliegenden Seiten des Einwirkungsbereiches 14 angeordnet.

Je nach der Verwindung der Faserverbände 2 und 3, d.h. sowohl nach der Anzahl Verwindungen pro Längeneinheit als auch dem Verwindungssinn, kann sich durch die Wirkung der Verformungsorgane im Bereich der zu erzeugenden Verbindung 1 als auch in benachbarten Zonen eine Veränderung des zuvor bestandenen Dralles der Faserverbände ergeben. Durch geeignete Wahl des ersten Abstandes 50 bzw. des zweiten Abstandes 52 kann diesem Umstand Rechnung getragen werden und es kann insbesondere dadurch dafür gesorgt werden, dass Dralländerungen nicht schädlich wirken, bzw. sich im Nachbargbiet der Verbindung 1 ausgleichen können. Da sich bei gegebener Drallrichtung der Faserverbände 2 und 3 die Drallveränderungen links und rechts des Einwirkungsbereiches 14 unterschiedlich auswirken können, kann diesem Umstand durch ungleiche Wahl des ersten Abstandes 50 und des zweiten Abstandes 52 Rechnung getragen werden.

Die Fig. 31 zeigt Varianten 49* und 51* für die Führungseinrichtungen, welche derart ausgebildet sind, dass die zu verbindenden Faserverbände voneinander getrennt geführt sind.

Die Fig. 32 zeigt eine Ausführungsvariante 10a einer Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass die Verformungsorgane 11 und 12 drehbar in den Richtungen gemäss den Pfeilen 15 und 16 auf

Schwenkarmen 52a bzw. 53 gelagert sind und über Zwischenräder 43 und 44 vom Antriebsrad 22 angetrieben werden. Je nach der Grösse des Schwenkwinkels α der Schwenkorgane 52a und 53 ändert sich die Weite W des Einwirkungsbereiches 14. Werden die Schwenkorgane 52a und 53 beispielsweise durch einen Hebelmechanismus 54 betätigt, so kann die Vorrichtung 10a bei grosser Weite W in den Bereich feststehender zu verbindender Faserverbände 2 und 3 gebracht werden, ohne dass die Faserverbände 2 und 3 bereits mit den Verformungsorganen 11 und 12 in Berührung kommen. Anschliessend kann durch Betätigen des Hebelmechanismus 54 ein Zusammenrücken der Verformungsorgane 11 und 12 erreicht werden, wodurch die Verformung der Faserverbände beginnt und eine Verbindung 1 zustande kommt. Nachdem dies erfolgt ist, kann durch erneutes Betätigen des Hebelmechanismus 54 eine Öffnung des Einwirkungsbereiches 14 erreicht werden und die Vorrichtung 10a weggezogen werden, so dass die miteinander verbundenen Faserverbände 2 und 3 mit ihrer Verbindung 1 frei zugänglich sind. Eine Ausführung der Vorrichtung 10 nach der Variante 10a eignet sich besonders beim Einsatz in einem automatischen Arbeitsablauf.

Es hat sich gezeigt, dass nach den beschriebenen Verfahren und mit den beschriebenen Einrichtungen sich Verbindungen 1 erzeugen lassen, welche allen praktischen Anforderungen vollauf genügen. Zu beachten ist hierbei, dass die Erzeugung einer solchen Verbindung in etwa einer Sekunde erfolgt und der ganze Arbeitszyklus, d.h. Einführen der Faserverbände, Bildung der Verbindung und Wegführung der verbundenen Faserverbände, innert weniger Sekunden durchführbar ist. Es hat sich weiter gezeigt, dass nach dem beschriebenen Verfahren hergestellte Verbindungen, wenn die Parameter optimal gewählt sind, schon bei einer Länge L der Verbindung 1 ab etwa der Grösse des Durchmessers D eine ausreichende Reissfestigkeit aufweisen, die etwa im Bereiche der Reissfestigkeit eines einzelnen Faserverbandes oder sogar darüber liegt. Ein weiterer Vorteil der beschriebenen Verbindungen ist ihre sehr hohe Geschmeidigkeit und die Tatsache, dass der Durchmesser D der Verbindung etwa gleich dem ursprünglichen Durchmesser eines der zu verbindenden Faserverbände gewählt werden kann. Ein weiterer Vorteil der beschriebenen Verbindung ist darin zu sehen, dass keine Fremdmaterialien für die Umschlingung 4 benötigt werden, so dass sich beispielsweise bei der nachträglichen Färbung keine Unterschiede zeigen. Schliesslich ist noch darauf hinzuweisen, dass die für die Ausführung der Verbindung benötigte Vorrichtung 10 etwa im Vergleich zu automatischen Knüpfleinrichtungen sehr viel einfacher aufgebaut ist und daher auch mit kleineren Kosten hergestellt werden kann. Zufolge des geringen Energieverbrauchs ist es auch sehr leicht möglich, eine bewegliche beziehungsweise tragbare Vorrichtung, beispielsweise mit einem batteriebetriebenen Elektromotorantrieb, herzustellen.

Die Vorrichtung weist ausserdem den Vorteil auf, selbstreinigend zu wirken, indem durch einen von ihr beziehungsweise ihren bewegten Teilen erzeugten Luftstrom eine Verschmutzung der Vorrichtung praktisch vermieden wird.

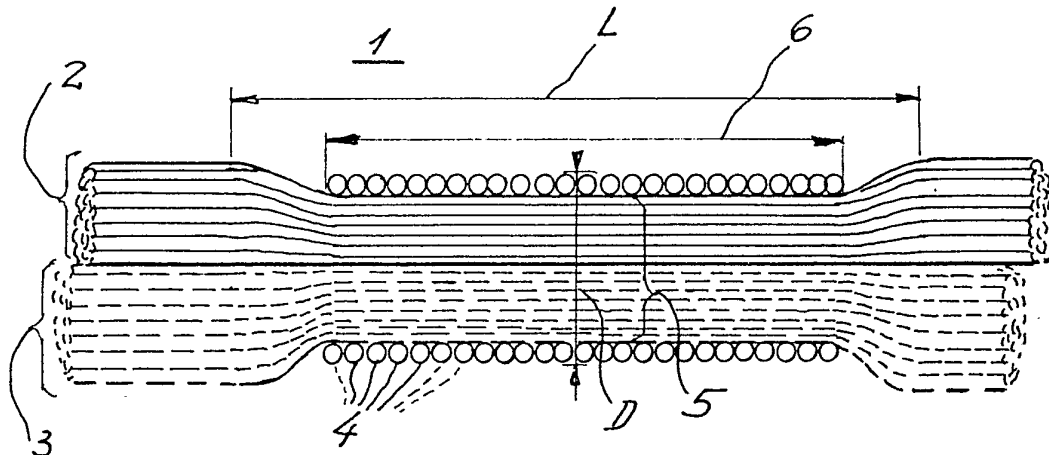


Fig. 1

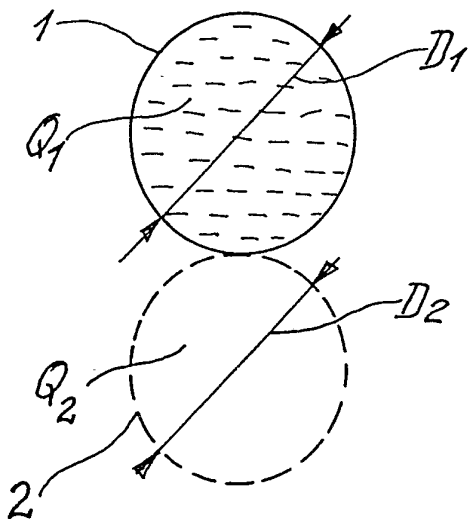


Fig. 2

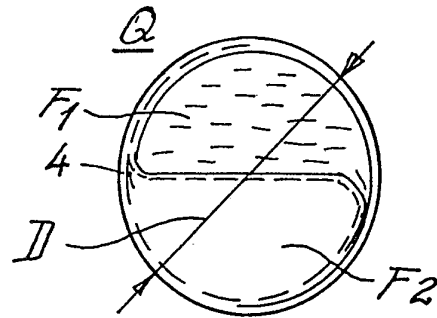


Fig. 3

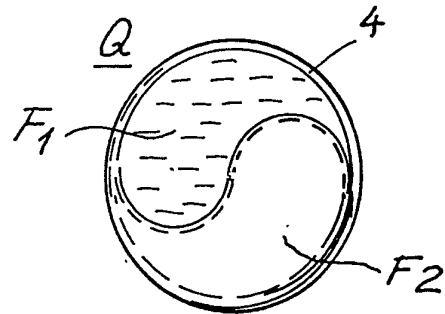


Fig. 4

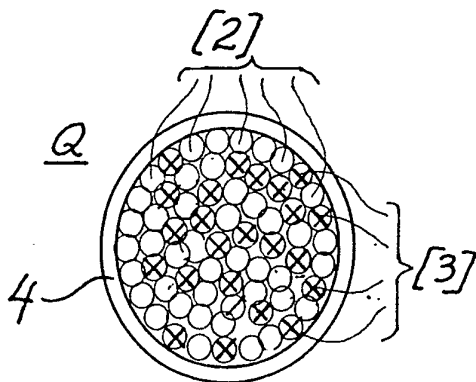


Fig. 6

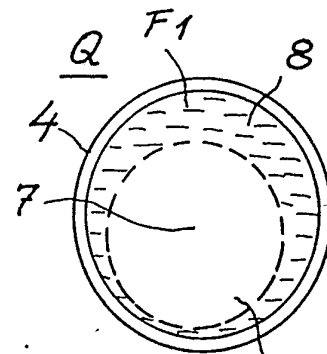
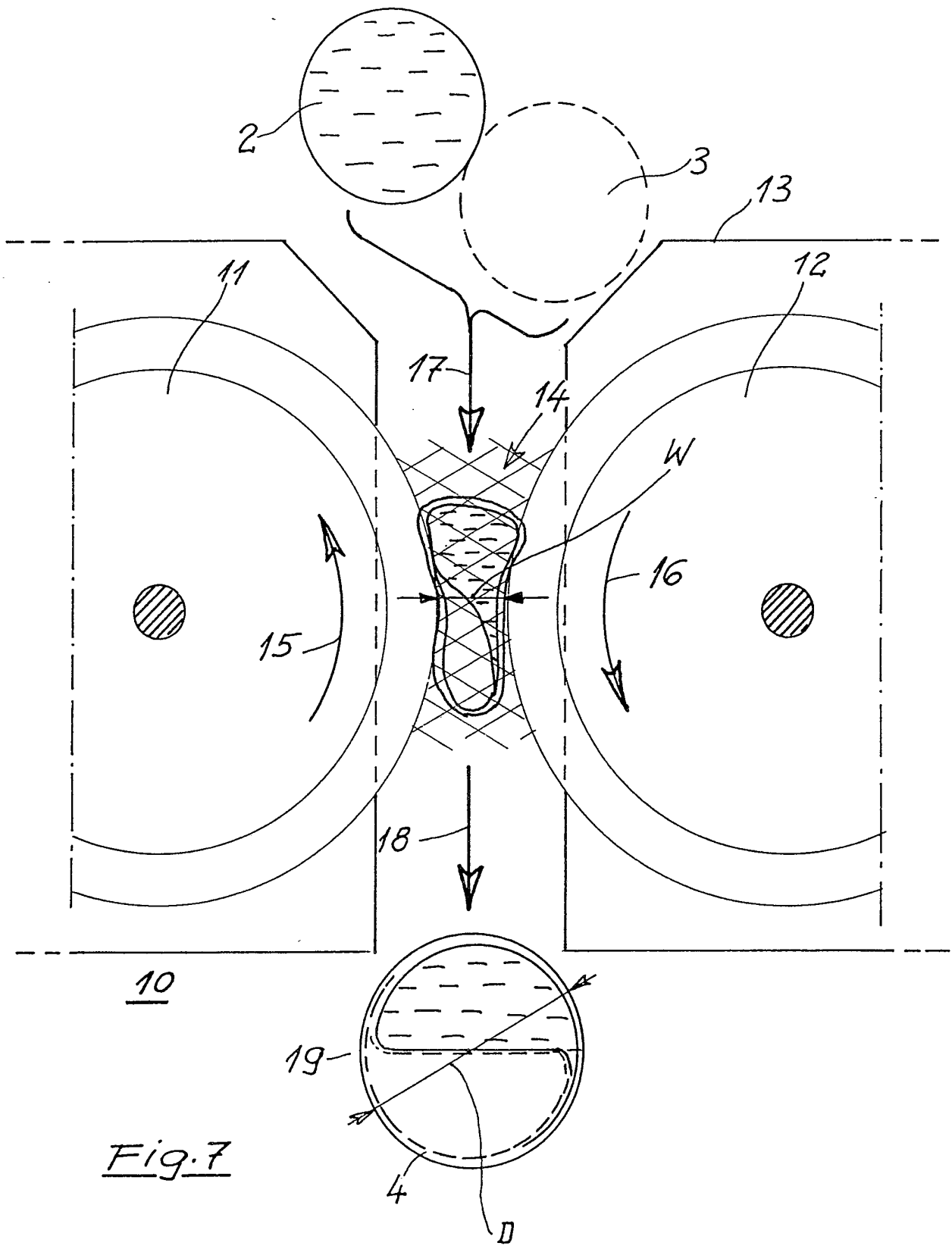


Fig. 5



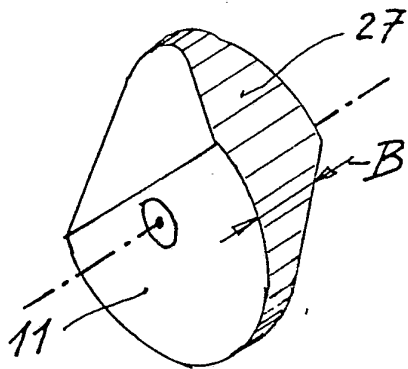


Fig. 12

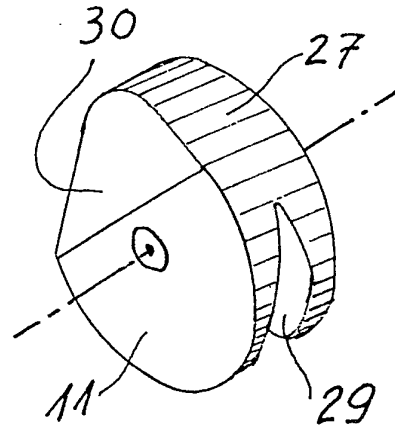


Fig. 15

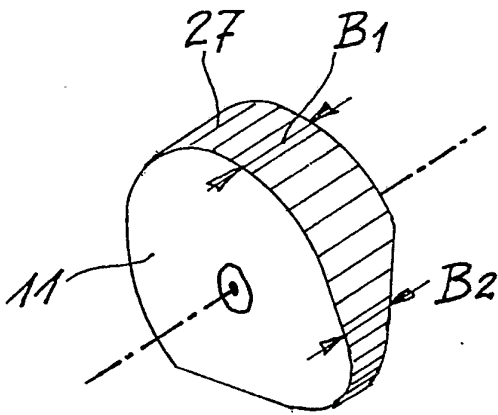


Fig. 13

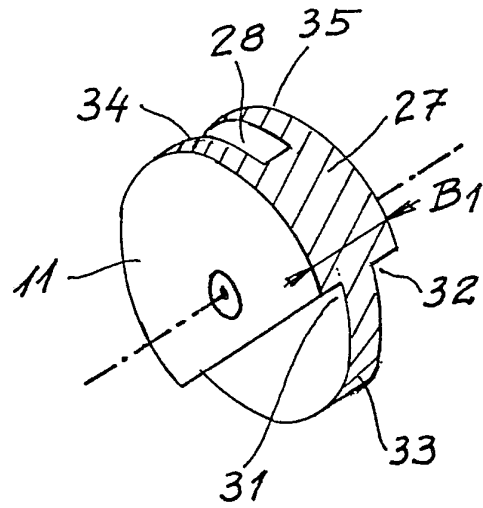


Fig. 16

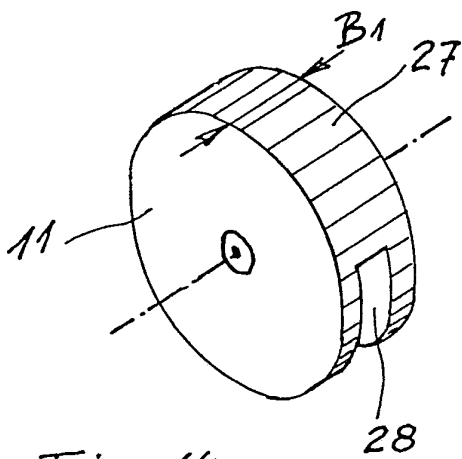


Fig. 14

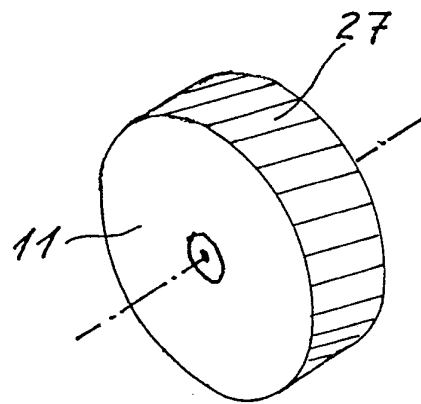
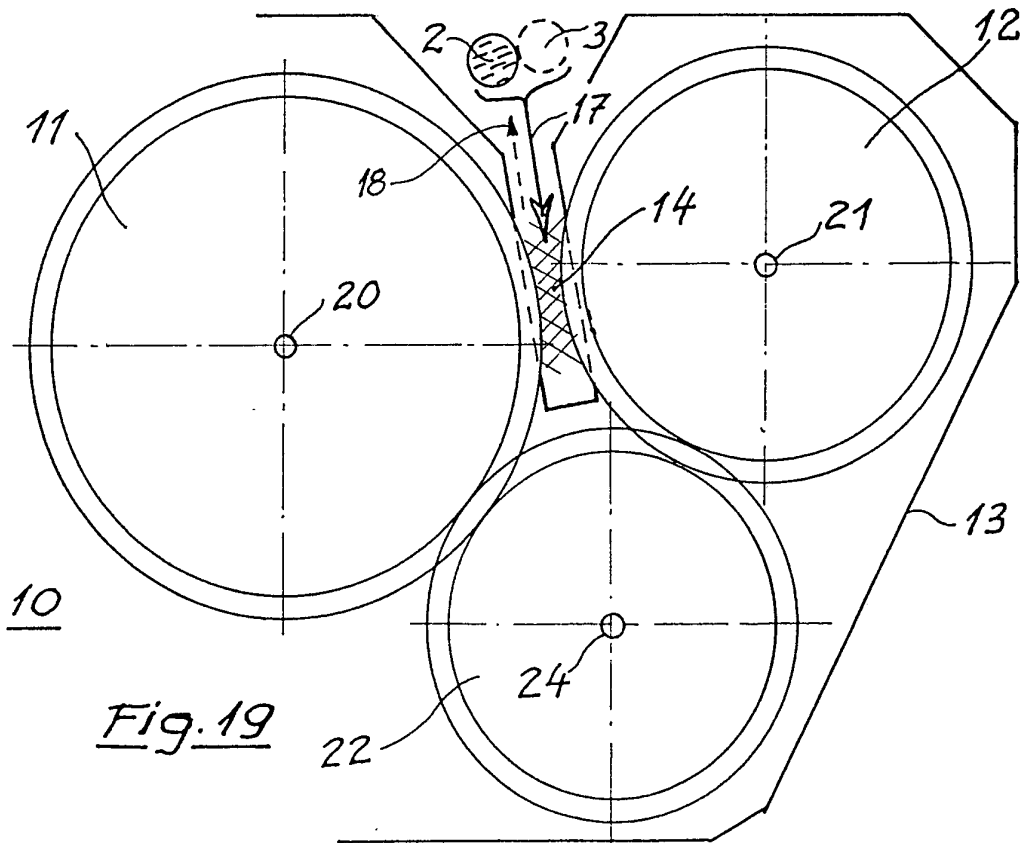
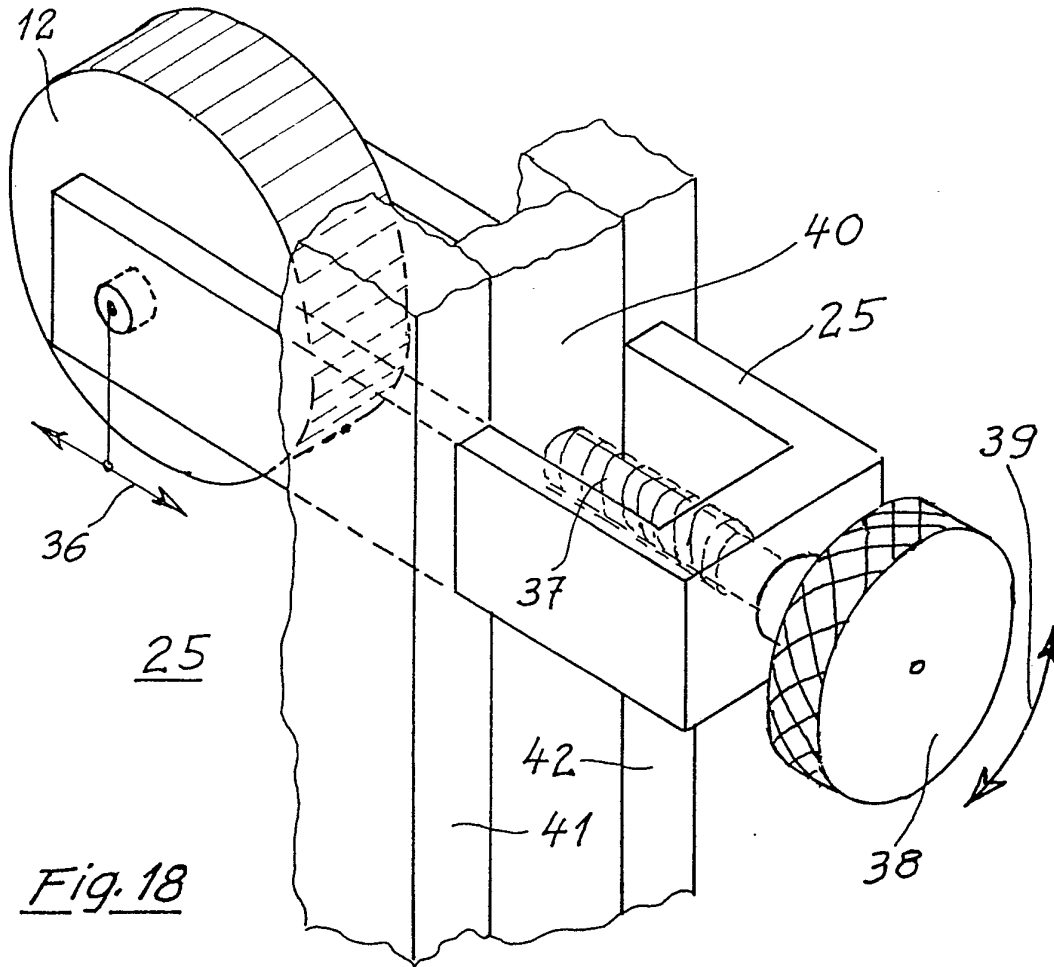


Fig. 17



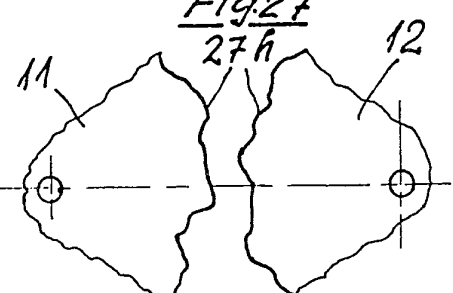
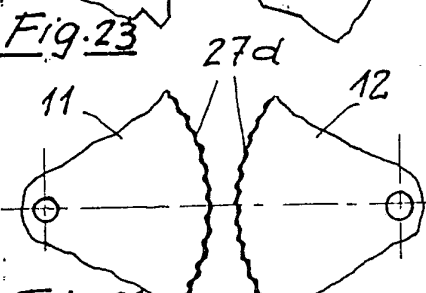
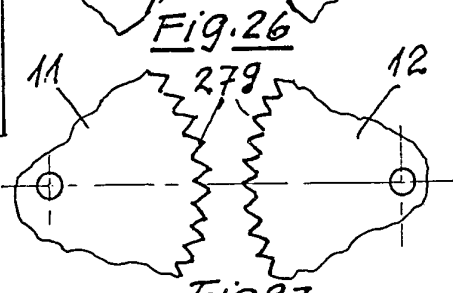
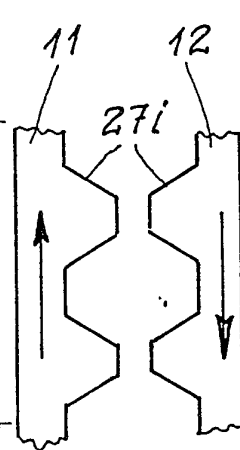
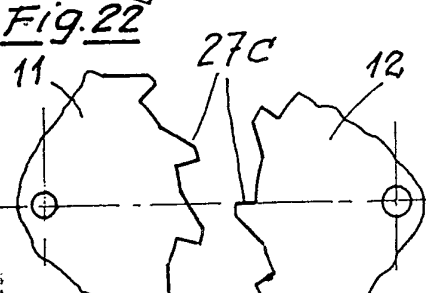
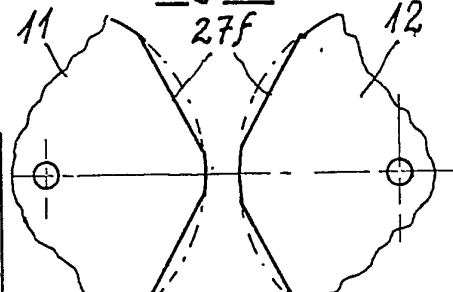
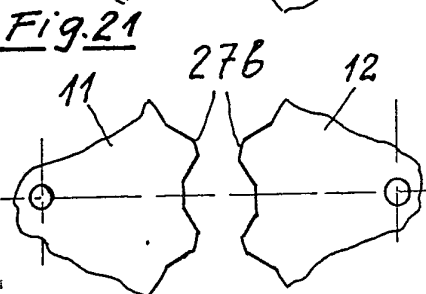
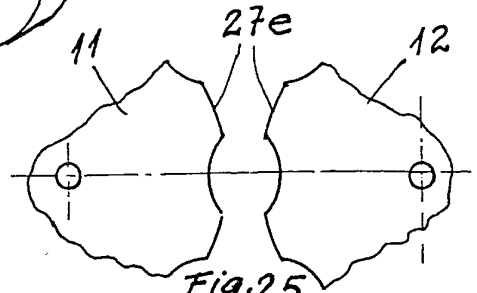
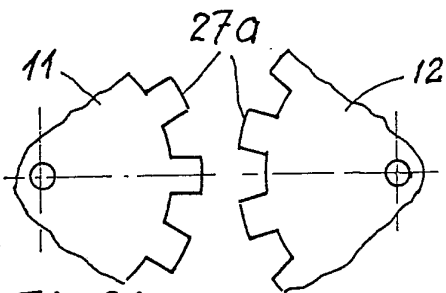
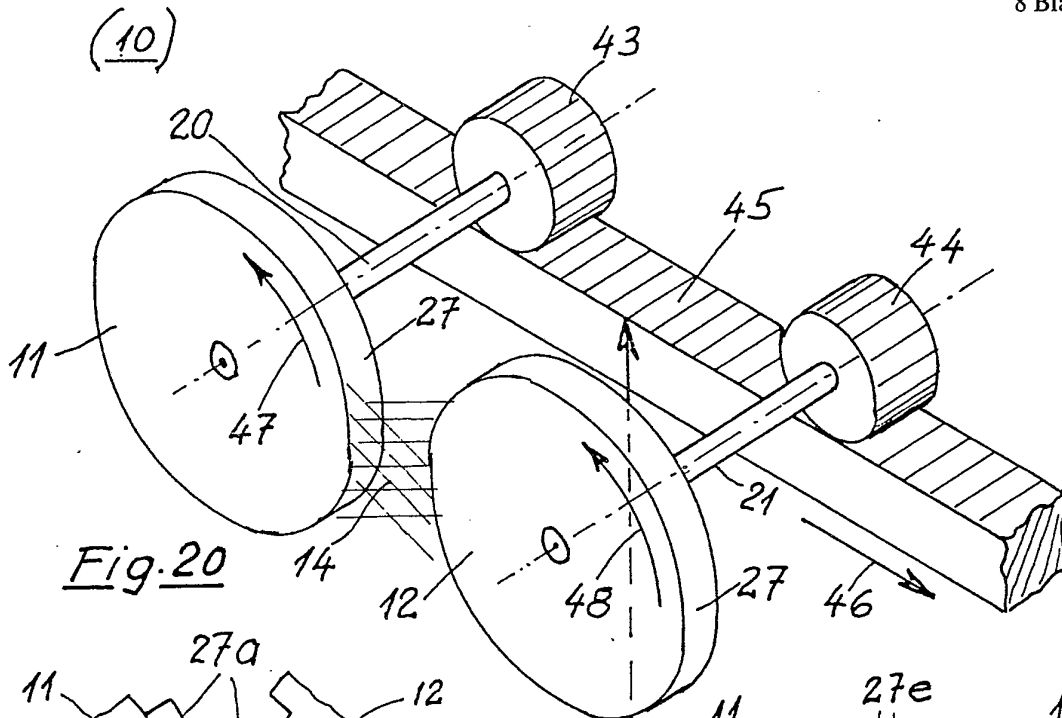


Fig. 28

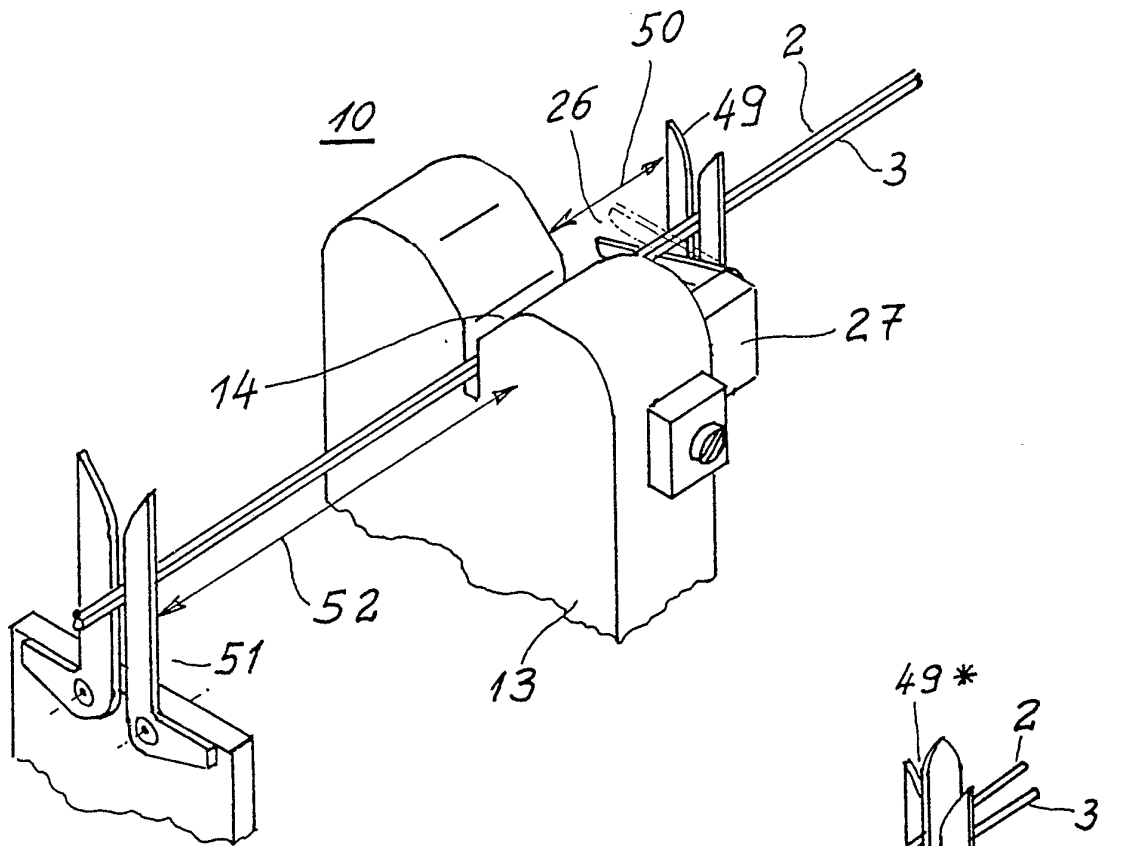


Fig. 30

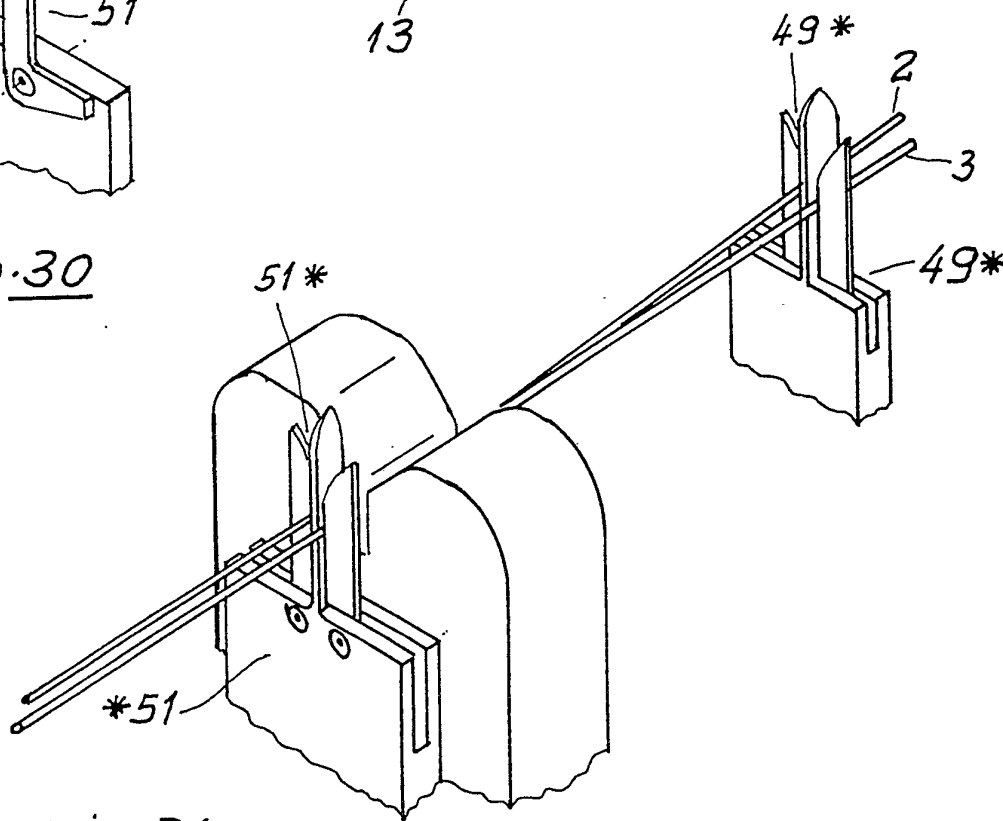


Fig. 31

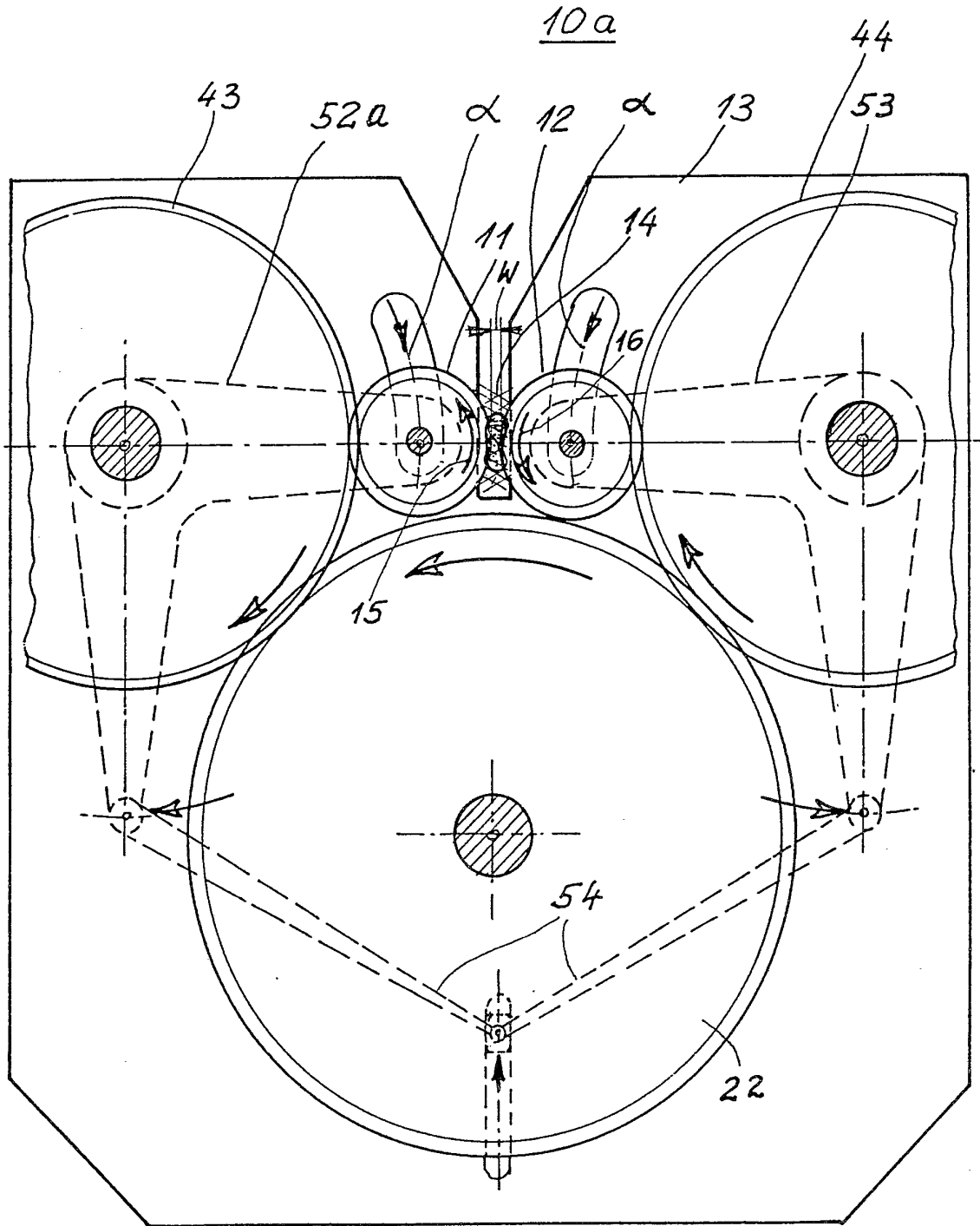


Fig. 32